

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI



ORTA VE DOĞU KARADENİZ'DEKİ ÇAÇA BALIĞI
(*Sprattus sprattus* (L. 1758)) STOKLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

SALİH İLHAN

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ YAKUP ERDEM

SİNOP - 2024

TEZ KABUL

SALİH İLHAN tarafından hazırlanan “**ORTA VE DOĞU KARADENİZ’DEKİ ÇAÇA BALIĞI (*Sprattus sprattus* (L. 1758)) STOKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı bu çalışma, 25.01.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **DOKTORA tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Kadir SEYHAN
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi

İmza

**Üye
(Danışman)**

Dr. Öğretim Üyesi Yakup ERDEM
Sinop Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Üye

Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL
Sinop Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Üye

Prof. Dr. Cengiz MUTLU
Giresun Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza

Üye

Prof. Dr. Süleyman ÖZDEMİR
Sinop Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Fadime DİRİK

.....

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım “Orta ve Doğu Karadeniz’deki Çaçı Balığı (*Sprattus sprattus*, L. 1758) Stoklarının Değerlendirilmesi” başlıklı bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Salih İLHAN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ORTA VE DOĞU KARADENİZ'DEKİ ÇAÇA BALIĞI (*Sprattus sprattus* (L. 1758)) STOKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

SALİH İLHAN

SİNOP ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ YAKUP ERDEM

Bu araştırmada, Orta ve Doğu Karadeniz'deki çaça balığı (*Sprattus sprattus* (L. 1758)) stokları akustik yöntem ile izlenmiş ve bilimsel olarak kabul görmüş güncel stok değerlendirme modelleri XSA ve SAM ile stokun durumu özetlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre von Bertalanffy büyüme parametreleri 2016-2022 yılları ortalaması $L_{\infty}=13,40$ cm, $k=0,43$, $t_0 = -1,370$ olarak bulunmuştur. İlk üreme boyu dişiler için 5,99 cm, erkek bireyleri için ise 5,74 cm olarak tahmin edilmiştir. Örneklenen balıkların içerisinde 5,74 cm'den küçük balıkların oranı %0,65 olarak belirlenmiştir. Akustik yöntemle elde edilen veriler incelendiğinde ortalama balık boyları 2016, 2017, 2018, 2019, 2021 ve 2022 yılları için sırasıyla $7,1\pm 1,95$ cm, $7,6 \pm 2,22$ cm, $5,8\pm 1,41$ cm, $6,9\pm 1,31$ cm, $7,2\pm 1,82$ cm ve $6,9\pm 1,63$ cm olarak belirlenmiştir. Çaça balığı stoklarının 1 mil² deki biyokütleleri yıllara göre sırasıyla 1,24 ton/nm², 2,03 ton/nm², 3,28 ton/nm², 14,11 ton/nm², 1,4 ton/nm² ve 0,76 ton/nm² olarak tahmin edilmiştir. Modellerin çıktıları incelendiğinde 2022 yılında XSA ve SAM'a göre sırası ile yumurtlayan stok (SSB) 100 994 ile 80 615 ton, stoka katılım 81 761 452 ile 56 543 214 adet ve avcılık baskısı F_{bar} 0,42 ile 0,8 yıl⁻¹ olarak hesaplanmış, XSA'e göre stoktan yararlanma referans seviyesinde, SAM'a göre ise stokların kullanımı referans seviyesinin (E_{bar}) üzerine çıkmıştır. 2016-2022 yılları süresince avcılığa bağlı olarak SSB'de ve avlarda dalgalı düşüşler yaşanmış, çaça balığının yaşam periyodu boyunca her 5 yılda bir döngüsel salınım yaptığı görülmüştür. Bu durum ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme periyodu olarak değerlendirilebilir. Ancak, son yıllardaki stok durumu ve avlanma dikkate alındığında, stoktan yararlanma oranı referans seviyesinin altında tutulmalıdır.

ANAHTAR KELİMLER: Çaça balığı; Akustik; XSA; SAM; Karadeniz.

Ocak 2024, 133 Sayfa

ABSTRACT

PH.D. THESIS

EVALUATION OF SPRAT (*Sprattus sprattus* (L. 1758)) STOCK IN THE CENTRAL AND EASTERN BLACK SEA

SALİH İLHAN

SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF GRADUATE PROGRAMS
DEPARTMENT OF FISHERIES FISHING AND PROCESSING
TECHNOLOGY

SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. YAKUP ERDEM

In the study, the stocks of sprat (*Sprattus sprattus* (L. 1758)) in the Central and Eastern Black Sea region were monitored by the acoustic method and the stock status was summarized with the accepted stock evaluation models. According to the results, the growth parameters of the von Bertalanffy as average of the years 2017-2022 were found as $L_{\infty}=13.40$ cm, $k=0.43$, $t_0 = -1.370$. First breeding length was estimated as 5.99 cm for females and 5.74 cm for males. The percentage of fish smaller than 5.74 cm among the sampled fish was determined as 0.65%. The average fish lengths determined by acoustically recorded data according to years (2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022) was determined respectively as 7.1 ± 1.95 cm, 7.6 ± 2.22 cm, 5.8 ± 1.41 cm, 6.9 ± 1.31 cm, 7.2 ± 1.82 cm and 6.9 ± 1.63 cm. The biomass of sprat stocks in 1 mile² was predicted according to years respectively as 1.24 tons/Nm², 2.03 tons/ Nm², 3.28 tons/ Nm², 14.11 tons/ Nm², 1.4 tons/ Nm² and 0.76 tons/ Nm². When the outputs of the models are examined, the spawning stock (SSB) for the year 2022 was calculated with XSA and SAM as 100 994 and 80 615 tons, the participation in the stock was 81 761 452 and 56 543 214 units, and the fishing pressure was calculated F_{bar} 0.42 and 0.8 year⁻¹, and overfishing increased the use of the stocks above the reference level (E_{bar}). During 2016-2022, there were fluctuating decreases in RCC and prey due to fishing, and it was observed that the sprat made a cyclical oscillation every 5 years during its life period. This situation can be evaluated as the self-renewal period of the stock within the scope of ecological parameters and fishing activities. However, taking into account the stock situation and fishing in recent years, the stock utilization rate should be kept below the reference level.

KEYWORDS: Sprat; Hydroacoustics; XSA; SAM; Black Sea.

January 2024, 133 Page

TEŞEKKÜR

Doktora tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgisini ve katkısını esirgemeyen hocam sayın Dr. Öğretim Üyesi Yakup ERDEM'e, tez süresince ilgisi ve katkısını esirgemeyen hocalarım sayın Prof.Dr. Süleyman ÖZDEMİR'e, Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL'a, Prof. Dr. Kadir SEYHAN'a ve Prof. Dr. Cengiz MUTLU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora eğitimim boyunca maddi ve manevi katkılarını gördüğüm sevgili Eşime ve Aileme, TAGEM/HAYSÜD/2015/A11/P01 numaralı proje kapsamında yürütülen ve tezimin içeriğini oluşturan aşamalara ilişkin katkılarından ötürü TAGEM'e, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü idarecilerine ve birçok konuda yardımlarını esirgemeyen Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü uzman personellerinden sayın Dr. Yaşar GENÇ, Dr. Murat ERBAY, Dr. Murat DAĞTEKİN ve Recep PARLAK'a, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü uzman personeli sayın Dr. Erdal ÜSTÜNDAĞ'a ve Erdemli Deniz Bilimleri araştırma görevlisi sayın Dr. Gizem AKKUŞ'a teşekkür ederim.

Gerçekleştirilen bu araştırma projesinin balıkçılık yönetimine ve karar alıcılara referans sağlamasını; bu alanda gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Salih İLHAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL	ii
ETİK BEYANI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Dünya’da Su Ürünleri Üretimi	4
2.1.1. Dünya’da su ürünleri avcılığı	6
2.1.2. Dünya’da balıkçılık filosu	8
2.1.3. Dünya’da balıkçılık kaynaklarının durumu	8
2.1.4. Akdeniz ve Karadeniz’de deniz balıkları avcılığı.....	9
2.2. Türkiye Su Ürünleri Üretimi.....	11
2.2.1.Türkiye’de su ürünleri avcılığı	12
2.2.2. Türkiye’de balıkçılık yönetimi	14
2.2.3. Türkiye’de su ürünleri tüketimi	17
2.2.4. Türkiye’de su ürünleri fiyatları.....	18
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	19
3.1. Çaçı Balığı Konusunda Yapılan Çalışmalar	19
3.2. Çaçı Balığının Biyoekolojik Özellikleri.....	23
3.2.1. Çaçı balığının göç özellikleri	23
3.2.2. Çaçı balığının üreme özellikleri	23
3.2.3. Çaçı balığının beslenme özellikleri.....	24
3.2.4. Çaçı balığının büyüme özellikleri	24
4. MATERYAL VE METOT.....	26
4.1. Materyal	26
4.1.1. Araştırma sahası.....	26

4.1.2. Örneklem zamanı ve yeri	26
4.1.3. Çalışma materyali ve örneklerin temini	27
4.1.4. Araştırma gemisi	27
4.1.5. Kullanılan ekipmanlar	28
4.2. Metot	31
4.2.1. Çaç balığı stoklarının akustik yöntemle izlenmesi	31
4.2.1.1. Veri toplama	31
4.2.1.2. Veri değerlendirme	33
4.2.1.3. Kalibrasyon	34
4.2.1.4. Gürültünün ayıklanması	35
4.2.1.5. Tespit ve filtreleme	35
4.2.1.6. Sınıflandırma	36
4.2.1.7. Analiz	36
4.2.1.8. Ortasu trolü örneklemeleri	37
4.2.1.9. CTD örneklemeleri	38
4.2.2. Biyolojik analiz	38
4.2.2.1. Örnek temini	38
4.2.2.2. Boy ve ağırlık ölçümleri	38
4.2.2.3. Cinsiyet tespiti	39
4.2.2.4. Yaş tayini ve kompozisyonu	39
4.2.2.5. Büyüme parametrelerinin hesaplanması	39
4.2.2.6. Ölüm oranlarının tahmini	40
4.2.2.7. İşletme oranı ve büyüme performansının tahmini	41
4.2.2.8. İstatistiksel değerlendirme	41
4.2.3. Veri kalitesinin testi	41
4.2.4. CPUE standardizasyonu	41
4.2.5. Stok değerlendirme	42
4.2.5.1. Genişletilmiş hayatta kalma analizi (XSA)	42
4.2.5.2. Temel durum değerlendirme modeli (SAM)	43

5. BULGULAR	44
5.1. Biyolojik Bulgular	44
5.1.1. Çaça balığına ait boy ve ağırlığın değişimi	44
5.1.2. Çaça balığında boy-ağırlık ilişkisi	45
5.1.3. Çaça balığına ait kondisyon faktörü ve değişimi.....	47
5.1.4. Çaça balığında yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkisi	48
5.1.5. Çaça balığında mortalite ve stok işletim oranı.....	49
5.1.6. Çaça balığında cinsiyet oranları.....	50
5.1.7. Çaça balığında ilk üreme boyu	51
5.2. Akustik Sörvey Bulguları	52
5.2.1. Tür dağılımına ilişkin bulgular	52
5.2.2. Boy, Ağırlık ve TS Değerleri.....	53
5.2.3. Stok tahmini, dağılımı ve NASC verileri.....	53
5.2.3.1. 2016-2017 av sezonu akustik sefer	53
5.2.3.2. 2017-2018 av sezonu akustik seferi.....	55
5.2.3.3. 2018-2019 av sezonu nisan akustik seferi	57
5.2.3.4. 2018-2019 av sezonu kasım akustik seferi	60
5.2.3.5. 2019-2020 av sezonu nisan akustik seferi	61
5.2.3.6. 2019-2020 av sezonu kasım akustik sefer	63
5.2.3.7. 2020-2021 av sezonu mart akustik seferi	64
5.2.3.8. 2020-2021 av sezonu kasım akustik sefer	66
5.2.3.9. 2021-2022 av sezonu mart akustik seferi	68
5.2.3.10. 2022-2023 av sezonu kasım akustik seferi	70
5.3. Stok Değerlendirme	72
5.3.1. Veri kalitesinin testi	72
5.3.2. CPUE standardizasyonu	76
5.3.2.1. Nominal CPUE frekansının dağılımı	76
5.3.2.2. CPUE trendi.....	77
5.3.2.3. Kalıntılar	78
5.3.2.4. Örnek ve teorik nicelikler	78

5.3.3. Stok değerlendirme sonuçları	79
5.3.3.1. XSA (eXtended Survivors Analysis):.....	80
5.3.3.2. SAM (State-space Assessment Model).....	92
6. TARTIşMA VE SONUÇ	98
7. ÖNERİLER	108
KAYNAKLAR	109
EKLER	115
ZGEMİş	133



TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Dünyada 1990-2020 yılları arasında elde edilen su ürünleri miktarı	4
Tablo 2.2 Ülkelere göre dünya su ürünleri üretimi (ton) (Fishstatj, 2023).....	5
Tablo 2.3 Dünya Su Ürünleri Avcılık Üretimi (ton) (Fishstatj, 2023)	7
Tablo 2.4 Dünya su ürünleri avcılığında denizlerde avlanan başlıca türler	8
Tablo 2.5 Akdeniz havzasında 2000-2016 yılları arasında ortalama av değerleri.....	10
Tablo 2.6 2018-2020 yılları arasında Akdeniz havzasında en fazla avlanan türler	10
Tablo 2.7 Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2022)	11
Tablo 2.8 Su ürünleri avcılık miktarı (ton) (TÜİK, 2023).....	12
Tablo 2.9 Denizlere göre avcılık miktarı (TÜİK, 2023).....	13
Tablo 2.10 Balık türlerine göre avcılık miktarları (ton) (TÜİK, 2023)	13
Tablo 2.11 Su ürünleri tüketim miktarları (TÜİK, 2023)	18
Tablo 2.12 Türkiye su ürünleri (avcılık) fiyatları (TL/kg) (TÜİK, 2023)	18
Tablo 3.1 Karadeniz’de çaça balığı için hesaplanan VBGF parametreleri	25
Tablo 4.1 Akustik sefer tarihleri ve kapsama alanı	27
Tablo 4.2 Kalibrasyon kürelerine ait TS değerleri (Erbay, 2022)	35
Tablo 4.3 MEDIAS protokolüne göre planlanan sörvey dizaynı	37
Tablo 5.1 2016-2022 yılları arasında avlanılan çaça balığına ait örneklerin, boy frekans (N ₁), biyometrik (N ₂) birey sayıları ile ortalama boy (cm), ortalama ağırlık (gr) ve ortalama kondisyon faktörü (KF).....	44
Tablo 5.2 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının boy-ağırlık ilişkisine ait regresyon parametreleri	46
Tablo 5.3 2017-2022 tarihleri arasında incelenen çaça balığının yaş gruplarına göre ortalama total boy (cm) ve ortalama ağırlıkları (g).....	48
Tablo 5.4 2017-2021 yılları arası incelenen çaça balığına ait büyüme parametreleri	48
Tablo 5.5. 2017-2020 yılları arası incelenen çaça balığının mortalite ve işletme oranları	49
Tablo 5.6 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığı dişi-erkek oranlarının boy gruplarına dağılımı.....	50
Tablo 5.7 Örneklenen balıkların tür dağılımı	52
Tablo 5.8 Örneklenen balıkların boy, ağırlık ve TS Değerleri	53
Tablo 5.9 Çaça balıklarının sürü büyüklüklerinin derinliğe göre değişimi	59

Tablo 5.10 Samsun ve Ünye körfezi derinlik konturlarına göre stok tahminleri	59
Tablo 5.11 Karadeniz’de belirlenen yıllara, aylara ve bölgelere göre standardize edilmiş nominal CPUE değerleri	77
Tablo 5.12 LN Log Std. CPUE (kg) ve Std. CPUE (ton) LN.....	79
Tablo 5.13 XSA model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass).....	91
Tablo 5.14 SAM model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)	97
Tablo 6.1 Hidroakustik sörveye ait ortalama boy, TS, NASC, biyokütle ve ticari av..	101
Tablo 6.2 Çaç a ve bazı pelajik türler arasındaki korelasyon	103
Tablo 6.3 Çaç a balığı türüne ilişkin önceki araştırmalar	107



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Dünyada balıkçılık ve yetiştiricilik tüketimi (FAO,2022).....	1
Şekil 2.1 Dünyada su ürünlerinde avcılık ve yetiştiricilik üretimi (FAO, 2022).....	5
Şekil 2.2 Dünya su ürünleri üretiminin önemli ülkelere göre dağılımı	6
Şekil 2.3 Dünya su ürünleri avcılığında eğilimler (FAO, 2022)	7
Şekil 2.4 Dünya’da deniz balıklarının stok durumundaki eğilimleri 1974-2019	9
Şekil 2.5 Akdeniz ve Karadeniz’de 1970-2021 yılları arasında karaya çıkarılan avın değişimi (FAO, 2023).....	9
Şekil 2.6 Türkiye avcılık ve yetiştiricilik miktarları (ton) (TÜİK, 2023).....	11
Şekil 3.1 Çaçı balığının karadeniz’deki dağılımı ve göç yolları	23
Şekil 4.1 Karadeniz’de çalışma sahası.....	26
Şekil 4.2 R/V Sürat Araştırma – 1	28
Şekil 4.3 Bölünmüş ışınlı (Split beam) yankı sayar çalışma tekniğı	28
Şekil 4.4 38 kHz transducer gövdesi (a) ve suya temas eden yüzeyi (b)	29
Şekil 4.5 Akustik ekran (Erbay, 2022).	30
Şekil 4.6 Ağ içerisinde sinyal veren sensör (a) ve ekrandan derinliğı okunması (b).	30
Şekil 4.7 Akustik sörveyde kullanılan ortasu trol ağının planı.....	31
Şekil 4.8 Yankısayar (echo sounder) çalışma diagramı	32
Şekil 4.9 Yansıma gücü (TS) ile balık boyu arasındaki ilişki.	33
Şekil 4.10 Bakır kalibrasyon küresi (60 mm çapında) ve su altındaki konumu.....	34
Şekil 4.11 Trol çekimleri, tür ayrımı, boy ölçümleri ve yaş tayini.	38
Şekil 5.1 2016-2022 arasında incelenen çaça balıklarının boy-frekans dağılımı	44
Şekil 5.2 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balıklarının zamana bağı ortalama boy (cm) değişimi.....	45
Şekil 5.3 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balıklarının zamana bağı ortalama ağırlık (g) değişimi	46
Şekil 5.4 2016-2022 yılları arasında biyometrik ölçümleri alınan çaça balığının boy-ağırlık ilişkisi.....	47
Şekil 5.5 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının zamana bağı kondisyon faktörünün değişimi.....	47
Şekil 5.6 2017-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının boy ve ağırlıkça büyüme eğrileri	49

Şekil 5.7 İncelenen çaça balıklarının boy gruplarına göre cinsiyet oranları ve dişilerin popülasyondaki oranı	50
Şekil 5.8 Çaça balığı için hesaplanan ilk üreme boyu (cm).....	51
Şekil 5.9 Örneklenen balıkların türlere göre oransal dağılımı	52
Şekil 5.10 Sonbahar-2016 sürveyi Trabzon-Samsun arası akustik hatlar	54
Şekil 5.11 2016 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	54
Şekil 5.12 Samsun Hopa arası sıcaklık profili (Kasım 2016).....	55
Şekil 5.13 2017 yılı Kasım ayı Samsun Dereköy-Artvin Hopa arası akustik hatlar.	56
Şekil 5.14 2017 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	56
Şekil 5.15 Samsun Hopa arası sıcaklık profili (Kasım 2017).....	57
Şekil 5.16 2018 yılı Nisan ayı Sinop-Samsun arası akustik hatlar.	58
Şekil 5.17 2018 Nisan ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.....	58
Şekil 5.18 2018 yılı Nisan ayı Samsun ve Ünye körfezlerinde sıcaklık değişimi.	59
Şekil 5.19 2018 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.	60
Şekil 5.20 2018 Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.....	61
Şekil 5.21 2018 yılı Kasım ayı Samsun-Hopa arası sıcaklık değişimi.	61
Şekil 5.22 2019 yılı Nisan ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.	62
Şekil 5.23 2019 yılı Nisan ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	62
Şekil 5.24 2019 yılı Nisan ayı Samsun Hopa arası sıcaklık profil grafiği.....	63
Şekil 5.25 2019 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.	63
Şekil 5.26 2019 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	64
Şekil 5.27 2021 yılı Mart ayı Samsun- Ünye körfezi arası akustik hatlar	65
Şekil 5.28 2021 yılı Mart ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	65
Şekil 5.29 2021 yılı Mart ayı Samsun Ünye körfezi arası sıcaklık profil grafiği	66
Şekil 5.30 2021 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.	66
Şekil 5.31 2021 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	67
Şekil 5.32 2021 yılı Kasım ayı Samsun Hopa arası CTD Profil grafiği	68
Şekil 5.33 2022 yılı Mart ayı Samsun- Ünye körfezi arası akustik hatlar	68
Şekil 5.34 2022 yılı Mart ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	69
Şekil 5.35 2022 yılı Mart ayı Samsun Ünye körfezi arası sıcaklık profil grafiği	69
Şekil 5.36 2022 yılı Kasım ayı Samsun- Hopa arası akustik hatlar.....	70
Şekil 5.37 2022 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.	71
Şekil 5.38 2022 yılı Kasım ayı Samsun-Hopa arası sıcaklık profil grafiği	71
Şekil 5.39 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton).....	72

Şekil 5.40 Karadeniz’de avlanan çaça balığı av kompozisyonun yaş dağılımı	72
Şekil 5.41 Karadeniz’de avlanan çaça balığı av kompozisyonun yaş dağılımı	73
Şekil 5.42 Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tutarlılık	73
Şekil 5.43 Karaya çıkarılan avın ağırlıkça yaşlara dağılımı	74
Şekil 5.44 Av kompozisyonunda yaşlara gelen kohortlar	74
Şekil 5.45 Toplam av ve hesaplanan değerler arasındaki sop korelasyon.....	75
Şekil 5.46 Standardize edilmiş CPUE nin sayıca yaşlara dağılımı.....	75
Şekil 5.47 Nominal CPUE frekansının dağılımı.....	76
Şekil 5.48 Nominal ve standardize edilmiş CPUE trendi.....	77
Şekil 5.49 Kalıntı histogramı	78
Şekil 5.50 Örnek ve teorik nicelikler	78
Şekil 5.51 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton).....	81
Şekil 5.52 Karadeniz’de karaya çıkarılan çaça balığı avının yaşlara göre sayısı	81
Şekil 5.53 Karadeniz’de karaya çıkarılan çaça balığı avının yaşlara göre ağırlığı.....	82
Şekil 5.54 Karaya çıkarılan av ile yaşlar arası ilişki.....	82
Şekil 5.55 Standardize edilmiş CPUE’de yaşlara göre sayıca dağılım.....	83
Şekil 5.56 Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tutarlılık.	84
Şekil 5.57 Rage – qage duyarlılık analizi	84
Şekil 5.58 Rage – qage kalıntı analizi.....	85
Şekil 5.59 Rage – qage retro analizi	86
Şekil 5.60 Shk.age duyarlılık analizi	87
Şekil 5.61 Shk.age kalıntı analizi.....	87
Şekil 5.62 F_{se} ’nin duyarlılık analizi	88
Şekil 5.63 F_{se} ’nin kalıntı analizi	88
Şekil 5.64 F_{se} ’nin retro analizi	89
Şekil 5.65 Duyarlılık testleri üzerinden gerçekleştirilen seçimler.....	90
Şekil 5.66 XSA model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass).....	91
Şekil 5.67 XSA model çıktıları (E_{bar})	91
Şekil 5.68 Son modelin kalıntıları	92
Şekil 5.69 Seçilen modele ilişkin geriye dönük (retrospective) analiz.....	93
Şekil 5.70 Veri setinde gözlem varyansı	93
Şekil 5.71 Sörvey verisinde gözlem varyansı	94
Şekil 5.72. Rasgele ilerleme varyansı	94
Şekil 5.73 Seçilen modeldeki belirsizlikler	95

Şekil 5.74 Tahmin edilen parametreler arasındaki korelasyon	95
Şekil 5.75 Yıllara ilişkin seçicilik modelleri	96
Şekil 5.76 SAM model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)	96
Şekil 5.77 SAM model çıktıları (E_{bar}).....	97
Şekil 6.1 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton).....	99
Şekil 6.2 Karaya çıkarılan avın ağırlıkça yaşlara dağılımı	100
Şekil 6.3 2022 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri	101
Şekil 6.4 2021 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri	102
Şekil 6.5 2019 ilkbahar yılı seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik	102
Şekil 6.6 2018 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri	102
Şekil 6.7 Çaça, palamut ve lüfer av miktarları arasındaki korelasyon	103
Şekil 6.8 Çaça ve mezigit av miktarları arasındaki korelasyon	104
Şekil 6.9 XSA ve SAM sonuçlarının karşılaştırılması (SSB, Rec, F_{bar} , Biomass)	105
Şekil 6.10 XSA ve SAM sonuçlarının karşılaştırılması (E_{bar}).....	106

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler;

χ	:	İks açısal değeri
Φ	:	Fi açısal değeri
b_{20}	:	TS hesabında kullanılan katsayı
dB	:	Desibel

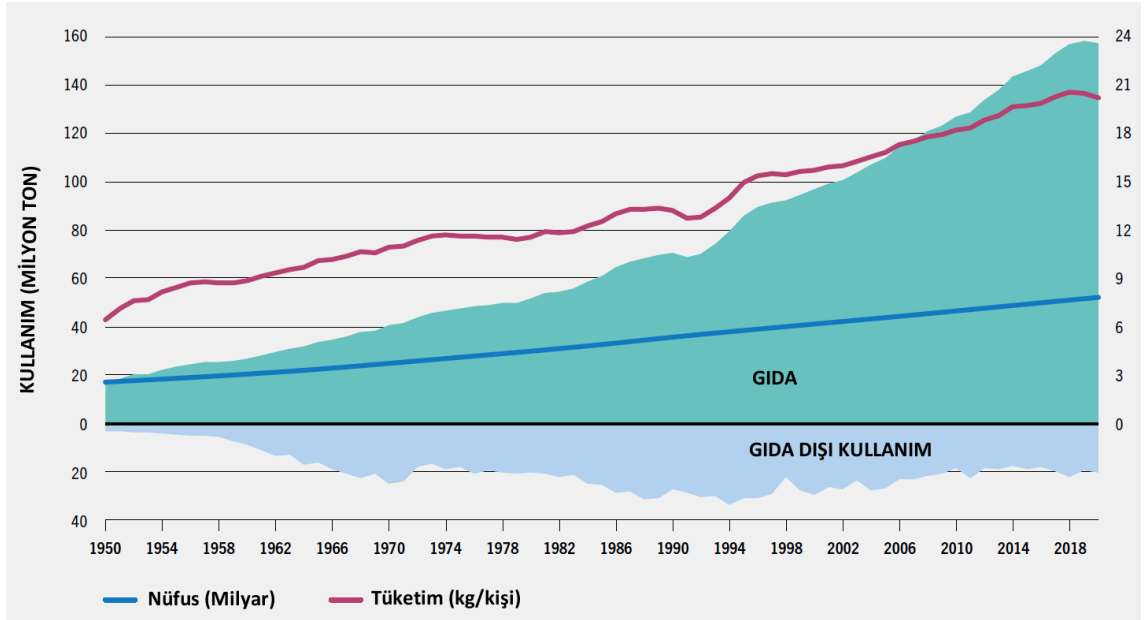
Kısaltmalar;

CTD	:	Conductivity, temperature, depth (İletkenlik, sıcaklık, derinlik)
EDSU	:	Elementary Distance Sampling Unit (Temel örneklem mesafesi)
FAO	:	Food and agriculture organization
GFCM	:	General Fisheries Comission of the Mediterranean (Akdeniz genel balıkçılık komisyonu)
ICES	:	International Council for the Exploration of the Sea (Uluslararası deniz keşif konseyi)
kg	:	Kilogram
kHz	:	Kilo Hertz
kt	:	Knot
m	:	Metre
MEDIAS	:	Mediterranean International Acoustic Survey (Uluslararası Akdeniz akustik sürveyi)
m/sn	:	Metre/saniye
mm	:	Milimetre
MSY	:	Maximum sustainable yield (Maksimum sürdürülebilir verim)
NASC	:	Nautic area scattering coefficient (1 mil ² 'de saçılım katsayısı)
nm	:	Nautical Mile (Deniz mili)
nm ²	:	Nautical mile square (Deniz mili karesi)
ODV	:	Ocean Data View
pH	:	Asidite
R/V	:	Research vessel (Araştırma gemisi)
Rec	:	Recruitment (Stoka katılım)
SAM	:	State-space Assessment Model (Temel Durum Değerlendirme Modeli)
SSB	:	Üreyen stok biyokütlesi
TS	:	Target Strength (Hedef Yansıtma gücü)

1. GİRİŞ

Balıkçılık, önem arz eden gelenekleri ve sürdürülebilir geçim kaynağı olma özelliği ile birçok kıyı topluluğu için temel gıda kaynağı olarak değerlendirilmiş, tarihi süreçte kültürel, sosyal ve de ekonomik öneme sahip olmuştur. Üretimin en basit formu olan doğadan toplama faaliyetinden günümüze değin mekanik ve teknolojik gereksinimlerle donatılmış teçhizatlara kadar çoğu ekonomik sahalara nazaran daha hızlı bir gelişim süreci içerisinde dir.

Artan bir nüfus için sürdürülebilir geçim kaynaklarının sağlanması, güvenilir gıda arzı ve erişebilirlikteki eşitsizliğin giderilmesi çağımızın temel zorluklarını ve nihai hedeflerini temsil eder. Nüfus artışına paralel protein ihtiyacının karşılanması için karasal kökenli kaynakların yanı sıra su ürünlerinin de hayvansal protein ihtiyacının giderilmesine katkısı yadsınamaz. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) verilerine göre dünyada kişi başı su ürünleri tüketiminin 1960'larda ortalama 9,9 kg'dan günümüzde 20,2 kg'a ulaştığı belirtilmiş, artan gelirler, kentleşme, işleme teknolojisi ve beslenme eğilimindeki değişikliklerle 2030 yılı itibarı ile de 21,5 kg seviyesine ulaşacağı (Şekil 1.1), dünyada 2019 yılında hayvansal protein ihtiyacının %17'sinin balıktan karşılandığı ve bu rakamın tüketilen tüm proteinlerin %7'sine denk geldiği tespit edilmiştir (FAO, 2022).



Şekil 1.1 Dünyada balıkçılık ve yetiştiricilik tüketimi (FAO, 2022)

2020 yılı itibari ile toplam su ürünleri üretiminin 177,8 milyon ton ve yaklaşık 406 milyar dolarlık (avcılık ve yetiştiricilik sırası ile 141 ve 265 milyar dolar) değere ulaştığı, su ürünleri üretiminin %89'unun (157 milyon ton) insan tüketimi için kullanıldığı, geri kalan %11'inin ise (20 milyon) ağırlıklı olarak balık unu ve yağı üretiminde değerlendirildiği ve de 58,5 milyon kişilik istihdamın da %21'ini kadınların oluşturduğu belirtilmiştir (FAO, 2022).

2050 yılında yaklaşık 10 milyara ulaşacağı öngörülen dünya nüfusunun artışına paralel olarak beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimin de %70 artış göstermesinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır (FAO, 2018). 2030 yılına kadar su ürünleri üretiminin %14 büyümesi öngörülürken sürdürülebilir balıkçılık oranının $E=0,33$ olması varsayımına göre avcılığın azaltılması, ekosistem ve biyoçeşitliliğin korunması ve de sosyal eşitliğin sağlanması hedeflenmektedir (FAO, 2022). Ancak bozulan ekosistemler, yoğunlaşan iklim krizi, artan biyoçeşitlilik kaybı ve aşırı avcılık vb. etkiler balıkçılık kaynakları üzerine olan baskıyı artırmaktadır.

Bu kaynakların etkin yönetim planları doğrultusunda yönetilmesi, koruma ve kullanma dengesi içerisinde işletilmesi halinde sürdürülebilir üretimin mümkün olabileceği uzmanlarca belirtmektedirler. Dolayısıyla tarımsal üretimde mavi ekonomiyi temsil eden balıkçılıktan Maksimum Sürdürülebilir Ürünün (MSY) sağlanabilmesi için sürdürülebilir yönetim planlarına ihtiyaç vardır. Zira FAO tarafından yapılan stok değerlendirmelerine göre, dünyadaki balık stokları içerisinde biyolojik olarak sürdürülebilir olanların oranı 1974'te %90 iken 2019'da %64,6'ya gerilemiştir. 2019 yılında, değerlendirilen tüm stokların %31,4'ünün aşırı avcılığa maruz kaldığı ve biyolojik olarak sürdürülemez düzeyde bulunduğu, stokların %57,3'ünün Maksimum Sürdürülebilir Ürün (MSY) seviyesinde avcılığa tabi olduğu ve stokların sadece %7,2'sinin ise düşük av baskısı altında olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2022).

Su ürünleri üretimini artırmak, stokların bilimsel ve rasyonel kullanımı ile mümkündür. Bu amaçla, stokların yönetiminde maksimum sürdürülebilirlik kavramı ön plandadır. Bunun anlamı, toplam stok miktarının tespit edilmesi, avlanılabilir optimum miktarda ürünün stokların azalmasına neden olmadan deniz ortamından çekilmesidir. Özellikle, avcılıkta her bireye en azından bir defa üreme şansı tanınması veya üreme yaşının altındaki genç bireylerin avlanılmaması gerekmektedir. Bu amaçla, balıkçılıkta türe, zamana, bölgeye, av aracına ve av miktarına göre çeşitli önlemler alınmaktadır. Popülasyondaki genç bireylerin korunması amacıyla en küçük avlanılabilir boy ve minimum ağ göz açıklıklarının belirlenmesi, seçici ağların kullanılması, üreme

döneminde avcılığın yasaklanması, hassas türlerin yasak kapsamına alınması, av çabasının sınırlandırılması, av miktarını sınırlayan kota uygulamaları, av gücünü sınırlayan gemi geri alımları, balıkçılık faaliyetlerini sınırlayan bölge ve zaman yasakları vb. uygulamalar önlemlerin bazılarıdır.

Genel olarak sürdürülebilir balıkçılık yönetimi, bilime dayalı bir yaklaşım ile ekosistem temelli etkili uyum ve yaptırım mekanizmalarına ihtiyaç duyar. Yasa dışı bildirilmemiş ve düzenlenmemiş balıkçılığa karşı ulusal yasalara aktarılan ortak uyum ve uygulama politikaları ile merkezi izleme, kontrol ve gözetim teknolojisi yasal balıkçılık için eşit fırsatlar sunar (Guggisberg, 2016; Nordquist vd., 2018; Reid ve Cavalieri, 2011).

İklim değişikliği, antropojenik etkiler, kirlilik, ötrofikasyon, istilacı türler gibi vb. denizel ortama olan etkilerin kümülatif bir yaklaşımla ele alınması önemlidir. Sektör paydaşlarının bir araya getirilmesi, multidisipliner bir yaklaşımla ulusal ve bölgesel sinerji içerisinde inisiyatifler oluşturulması balıkçılık yönetimine ilişkin kapsayıcı stratejileri oluşturur.

Stokların rasyonel kullanımına ilişkin bilimsel öneriler uzun süreli ve çok yönlü araştırmaları kapsar. Denizel ekosistemde meydana gelebilecek süreçlerin izlenmesi, ekosistem trendini ve stokların durumunu anlamamızı sağlarken balık stoklarının yapısı, dağılımı ve göçüne ilişkin bilgi, hedef türlerin balıkçılık yönetimini kolaylaştırmak için fırsatlar sunar.

Açık deniz balıkçılığının çok fazla gelişmediği ülkemizde, balık avcılığı Karadeniz’de yoğunlaşmıştır. Romanya ve Bulgaristan’ın Avrupa Birliği (AB) üyeliğinin ardından Karadeniz’in balıkçılık açısından önemi Avrupa için biraz daha artmıştır. Gelecekte paylaşılan stoklar yönünden bulunduğumuz konumu avantaja çevirebilmek için mevcut balık stoklarımızın durumunun ve dağılımının bilinmesi zorunludur. Bu doğrultuda yürütülen bu çalışmada çaça balığı avcılığının yoğun olarak gerçekleştiği Samsun kıyısal bölgesinde ortasu trolü ile avlanan çaça balığının avlanabilir stok büyüklüğünün tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada Karadeniz ekosistemindeki kilit rolü ve paylaşılan birim stoklardan olma özelliği olan çaça balığı için Orta ve Doğu Karadeniz’deki stokların değerlendirilmesi amaçlanmış, çaça balığı stoklarının bilimsel esaslarla sürdürülebilir yönetimine ilişkin önerilere katkı sunulması hedeflenmiştir. Bu vesile ile temelde balıkçılığa dayalı ve balıkçılıktan bağımsız verilerle stok tespiti yapılabilecek hidroakustik sörvey, VPA temelli deterministik modellerden XSA ve stokastik modellerden SAM ile çaça balığı stokları değerlendirilmiştir.

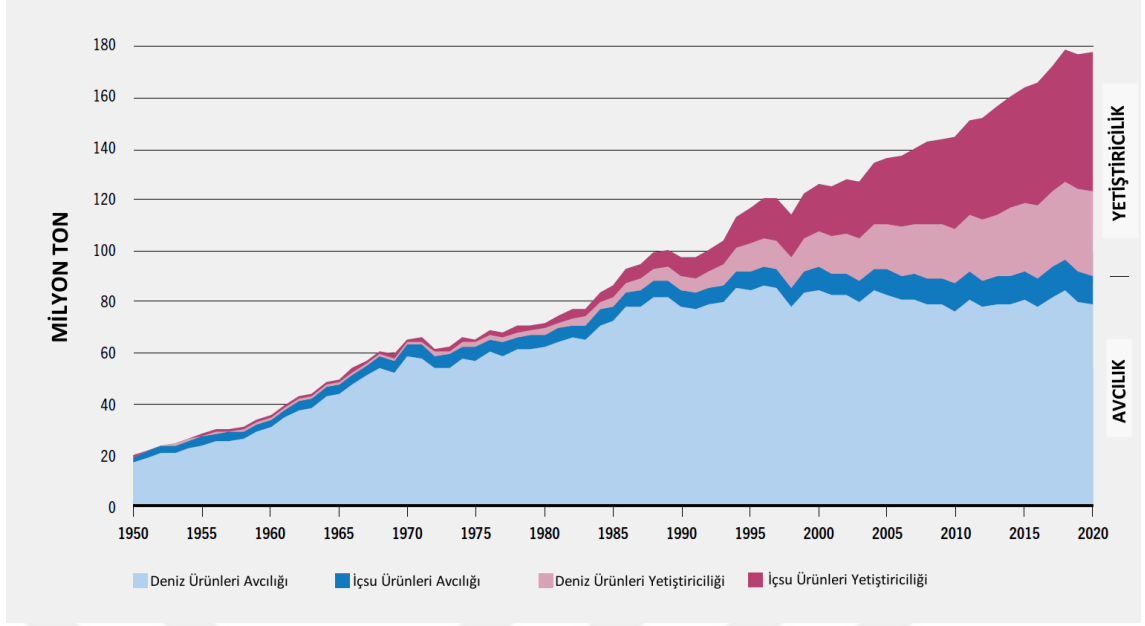
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dünya’da Su Ürünleri Üretimi

Balıkçılığın küresel serüveni içerisinde üretimin kaynağı olan doğal stokların avcılığının yanı sıra, sucul canlıların yetiştiriciliğinde de günümüze değin oldukça önemli gelişmeler kaydedilmiştir. 1950 yılında dünyadaki su ürünleri üretimi yaklaşık 19,3 milyon ton olarak gerçekleşmiş, bu rakamın %95 ini doğal ortamdan avlanan deniz balıkları oluşturmuştur. 2020 yılında ise 177,8 milyon tona çıkan üretimin %50,9’unu avcılık, %49,2’sini ise yetiştiricilik oluşturmuş, bu üretiminin %63’ü denizlerden %37’si ise iç sulardan karşılanmıştır (Tablo 2.1, Şekil 2.1). Yetiştiriciliğin toplam su ürünleri üretimi içindeki payının günümüze değin %50’lere ulaşmasında dünya akuakültür üretiminin yaklaşık %60’ını temsil eden Çin’in önemi büyük olmuştur (FAO, 2022). Balık stoklarının aşırı avlanmaya maruz kalması, avlanma için harcanan yüksek efora karşın üretimin durağan olması, buna karşın insan tüketimi için sağlanan balık arzındaki büyüme yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretimle karşılanmaktadır (Tablo 2.1, Şekil 2.1).

Tablo 2.1 Dünyada 1990-2020 yılları arasında elde edilen su ürünleri miktarı (FAO, 2022)

Üretim (Milyon Ton)	1990s	2000s	2010s	2018	2019	2020
Avcılık						
İç sular	7,1	9,3	11,3	12,0	12,1	11,5
Deniz	81,9	81,6	79,8	84,5	80,1	78,8
Toplam	88,9	90,9	91,0	96,5	92,2	90,3
Yetiştiricilik						
İç sular	12,6	25,6	44,7	51,6	53,3	54,4
Deniz	9,2	17,9	26,8	30,9	31,9	33,1
Toplam	21,8	43,4	71,5	82,5	85,2	87,5
Toplam Üretim	110,7	134,3	162,6	178,9	177,4	177,8
Kullanım						
İnsan Tüketimi	81,6	109,3	143,2	156,8	158,1	157,4
Gıda dışı kullanım	29,1	25,0	19,3	22,2	19,3	20,4
Nüfus (milyar)	5,7	6,5	7,3	7,6	7,7	7,8
Kişi başına tüketim (kg)	14,3	16,8	19,5	20,5	20,5	20,2

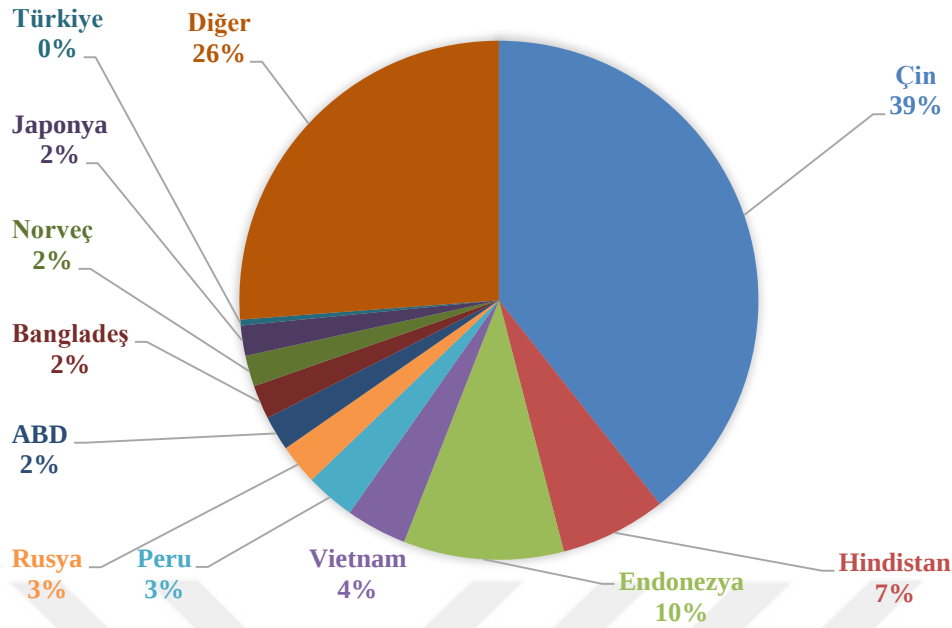


Şekil 2.1 Dünyada su ürünlerinde avcılık ve yetiştiricilik üretimi (FAO, 2022)

Dünya üretimi ülkeler bazında değerlendirildiğinde; üretimin homojen bir şekilde dağılmadığı, özellikle Asya kıtasının sektörde açık ara önde olduğu şekilde görülmektedir. Çin, dünya su ürünleri üretiminde toplam üretimin %39'unu oluşturarak (85,9 milyon ton) lider konumda olup Çin'i, Endonezya, Hindistan ve Peru izlemektedir (Tablo 2.2, Şekil 2.2).

Tablo 2.2 Ülkelere göre dünya su ürünleri üretimi (ton) (Fishstatj, 2023)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Çin	61 605 135	62 198 086	62 207 599	62 242 310	62 846 808	85 948 134
Hindistan	11 495 213	12 307 666	12 668 063	13 455 205	14 140 699	14 433 205
Endonezya	10 876 369	11 711 313	12 386 253	13 253 701	12 151 946	21 813 413
Vietnam	6 648 243	7 136 167	7 481 039	7 871 286	8 022 708	8 289 524
Peru	3 796 978	4 157 414	7 169 817	4 968 902	5 770 371	6 726 989
Rusya	4 759 392	4 864 504	5 108 858	5 211 894	5 342 456	5 487 045
ABD	5 348 349	5 473 700	5 212 754	5 290 541	4 694 411	4 731 048
Bangladeş	3 878 324	4 134 436	4 276 641	4 384 219	4 503 371	4 621 228
Norveç	3 359 975	3 686 996	3 843 920	3 762 245	3 940 977	4 220 624
Japonya	3 876 920	3 821 112	3 773 800	3 762 008	3 751 228	4 114 570
Türkiye	585 657	627 797	625 776	834 662	785 822	799 844
Diğer	49 956 110	52 608 231	53 796 421	52 820 072	51 817 746	57 192 390
TOPLAM	166 186 665	172 727 422	178 550 941	177 857 045	177 768 543	218 378 013

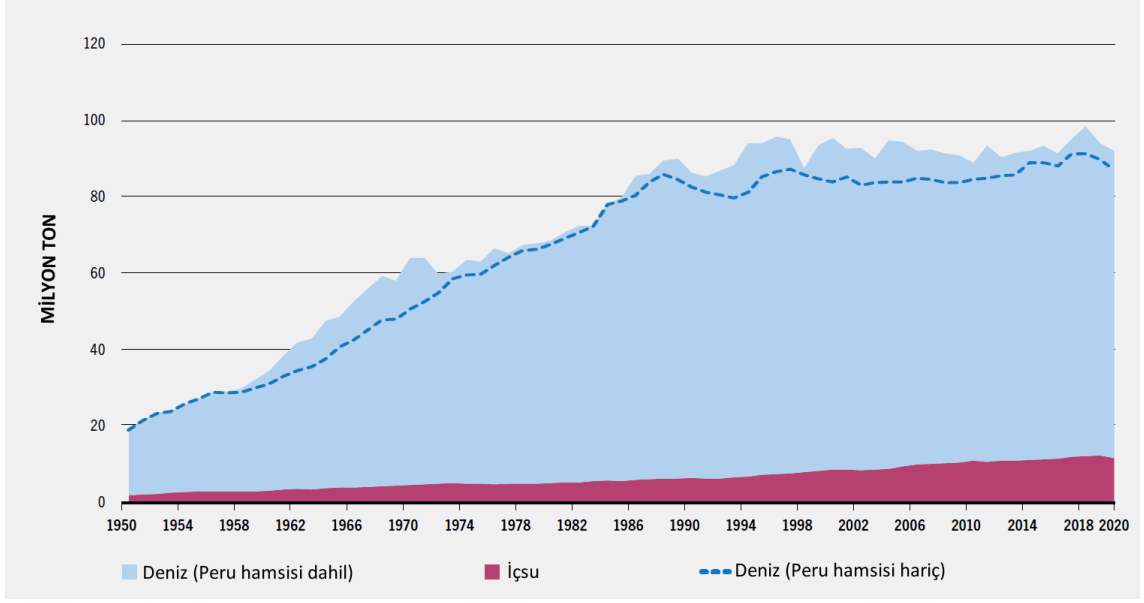


Şekil 2.2 Dünya su ürünleri üretiminin önemli ülkelere göre dağılımı (FAO, 2022)

Dünya çapında doğrudan su ürünleri ile ilgili işlerle meşgul olan kişi sayısının 158 milyon olduğu ve bunların büyük çoğunluğunun gelişmekte olan ülkelerde yaşadığı belirtilmektedir. Bu rakamın 38 milyonunun su ürünleri yetiştiriciliğinde çalıştığı, 120 milyondan fazla kişinin de balıkçılık faaliyetlerine (balıkçılık, işleme, ticaret) bağımlı olarak yaşam sürdüğü tahmin edilmektedir. Balıkçılıkla ilgili işlerde çalışanların 56 milyonunun kadın olduğu ve çoğunlukla işleme sektöründe ve küçük ölçekli balıkçılığın ticaretiyle ilgili işlerde çalıştığı kabul edilmektedir (HLPE, 2014).

2.1.1. Dünya’da su ürünleri avcılığı

FAO verilerine göre; deniz ve iç su avcılığı toplam üretimi 90’lı yıllardan beri yıllık ortalama 93 milyon ton civarında gerçekleşmiş ancak, pandemi koşulları nedeni ile kesintiye uğrayan balıkçılık faaliyetleri neticesinde 2020 yılında ise son üç yıla nazaran avcılık %4 oranında azalmıştır (Tablo 2.3, Şekil 2.3). Avcılık üretim miktarında Çin en büyük paya sahip olup (%14,6); Çin’i Endonezya, Peru, Hindistan, Rusya, ABD ve Vietnam takip etmektedir. Su ürünleri üretiminin %51’i avcılık yoluyla elde edilirken, avcılığın %52’si Asya kıtasında gerçekleştirilmektedir (Tablo 2.3).



Şekil 2.3 Dünya su ürünleri avcılığında eğilimler (FAO, 2022)

Tablo 2.3 Dünya Su Ürünleri Avcılık Üretimi (ton) (Fishstatj, 2023)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Çin	15 787 555	15 373 195	14 647 820	13 995 443	13 226 203	13 142 837
Endonezya	6 543 195	6 736 980	7 216 257	7 480 205	6 925 352	7 206 879
Peru	3 796 978	4 157 414	7 169 817	4 814 962	5 626 542	6 576 171
Hindistan	5 176 369	5 531 313	5 320 253	5 458 700	5 504 713	5 024 905
Rusya	4 759 392	4 864 504	5 108 858	4 974 174	5 072 094	5 167 703
ABD	4 903 670	5 034 030	4 744 569	4 800 499	4 246 176	4 282 433
Vietnam	3 077 841	3 315 207	3 347 039	3 429 029	3 421 880	3 540 250
Japonya	3 200 094	3 205 754	3 130 925	3 163 760	3 151 730	3 150 890
Norveç	2 033 818	2 378 511	2 488 979	2 309 319	2 450 901	2 555 512
Bangladeş	1 674 770	1 801 084	1 871 225	1 895 619	1 919 505	1 982 483
Diğer	38 675 003	40 719 201	41 383 346	40 172 503	38 720 837	39 712 653
Dünya	89 628 685	93 117 193	96 429 088	92 494 213	90 265 933	92 342 717

FAO su ürünleri avcılık istatistikleri 1 680'den fazla deniz türüne ait veriler içermektedir. Ancak 25 ana tür toplam deniz ürünleri avcılığının neredeyse %42'sini temsil etmektedir. Bu türlerin yarısından fazlası çevresel etkiler nedeniyle üretimleri büyük dalgalanmalar gösteren küçük pelajiklerdir (FAO, 2018). Küresel avcılık faaliyetleri neticesinde avlanan başlıca türlerden hamsi toplam avın yaklaşık %7'sini oluşturmuştur (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 Dünya su ürünleri avcılığında denizlerde avlanan başlıca türler (FAO, 2022)

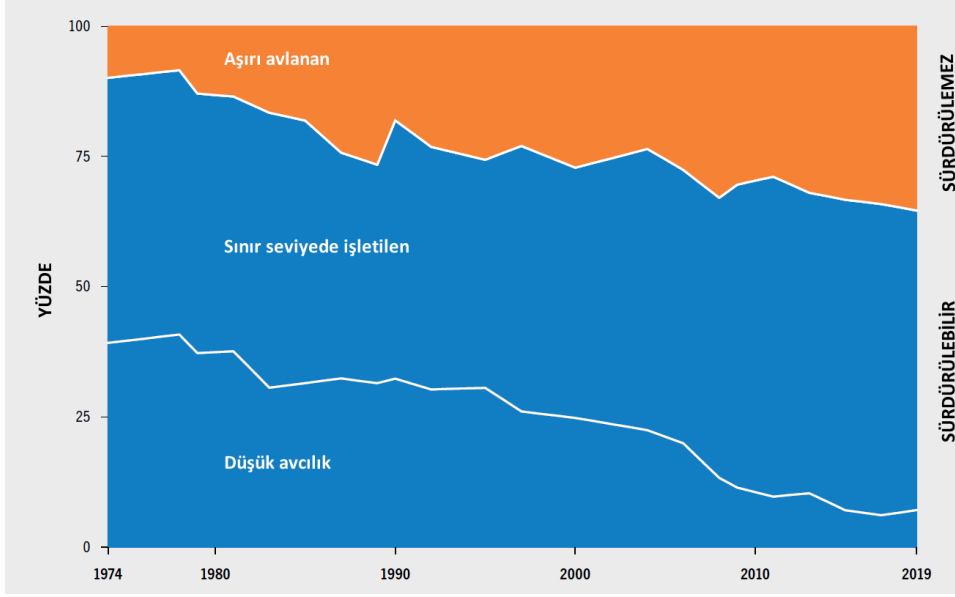
Türler	2007-2016	2017	2018	2019	2020	2020
	(bin ton canlı ağırlık)					%
Peru Hamsisi, <i>Engraulis ringens</i>	5 5483	3 923	7 045	4 249	4 896	7
Alaska mezgiti, <i>Gadus chalcogrammus</i>	3 072	3489	3 396	3 495	3 544	5
Çizgili ton, <i>Katsuwonus pelamis</i>	2 675	2 772	3 081	3 285	2 827	4
Atlantik ringası, <i>Clupea herrangus</i>	1 981	1 816	1 823	1 697	1 598	2
Sarıkuyruk ton, <i>Thunnus albacares</i>	1 278	1 521	1 547	1 555	1 569	2
Mavi mezgiti, <i>Micromesistius poutassou</i>	904	1 559	1 712	1 517	1 487	2
Pasifik kolyozu, <i>Scomber japonicus</i>	1 404	1 514	1 554	1 417	1 360	2
Sardalya, <i>Sardina pilchardus</i>	1 130	1 434	1 604	1 496	1 331	2
Pasifik sardalyası, <i>Sardinops sagax</i>	880	754	859	937	1 277	2
Diğer istavritler, <i>Decapterus spp.</i>	1 189	1 186	1 136	1 293	1 265	2
Kılkuş, <i>Trichiurus lepturus</i>	1 292	1 221	1 150	1 136	1 144	2
Atlantik morinası, <i>Gadus morhua</i>	1 091	1 308	1 221	1 133	1 078	2
Uskumru, <i>Scomber scombrus</i>	948	1 219	1 047	869	1 049	2
Japon hamsisi, <i>Engraulis japonicus</i>	1278	1 060	958	927	970	2
Diğerleri	4 1623	44 142	43 671	42 608	41 341	1
Toplam	66 288	68 918	72 002	67 612	66 734	62

2.1.2. Dünya’da balıkçılık filosu

Dünya balıkçılık filosu yaklaşık 4,6 milyon gemiden oluşmaktadır. Bu gemilerin %75’i Asya’da bulunmaktadır. Gemi sayısı bakımından Asya’yı; Afrika, Latin Amerika ve Karayipler, Kuzey Amerika ve Avrupa izlemektedir. Dünyada 2016 yılında faaliyet gösteren gemilerin %61’ini motorlu gemiler oluşturmuştur. Motorlu balıkçı gemilerinin yaklaşık %86’sının gemi boyları 12 m’den daha küçüktür. Gemi boyları 24 m ve daha büyük olan balıkçı gemileri ise toplam filonun yaklaşık %2’sini oluşturmuştur (FAO, 2018).

2.1.3. Dünya’da balıkçılık kaynaklarının durumu

Biyolojik olarak sürdürülebilir seviyelerdeki balık stoklarının oranı azalan bir eğilim göstermektedir. FAO tarafından yapılan stok değerlendirmelerine göre, dünyadaki balık stokları içerisinde biyolojik olarak sürdürülebilir olanların oranı 1974’te %90 iken 2015’de %66,9’a, 2019’da ise %64,6’ya gerilemiştir (FAO, 2022). 2019 yılında, değerlendirilen tüm stokların %35,5’inin aşırı avcılığa maruz kaldığı ve biyolojik olarak sürdürülemez düzeyde bulunduğu, stokların %57,3’ünün MSY seviyesinde avcılığa tabi olduğu ve stokların sadece %7,2’sinin ise düşük av baskısı altında olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 2.4).

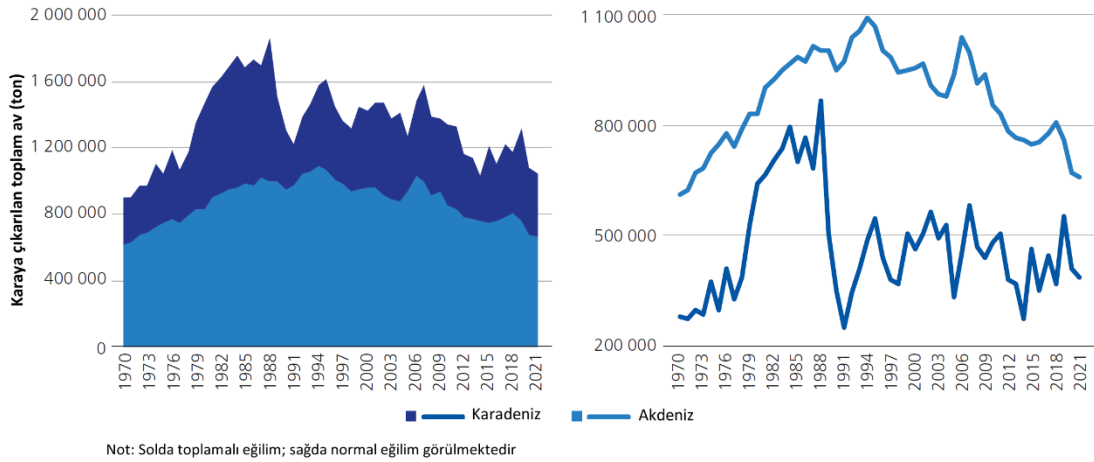


Şekil 2.4 Dünya’da deniz balıklarının stok durumundaki eğilimleri 1974-2019 (FAO, 2022)

2015 yılında, 16 önemli istatistiki bölge içerisinde, Akdeniz ve Karadeniz, sürdürülemez stoklar açısından en yüksek orana (%62,2) sahipken, bunları, %61,5 ile Güneydoğu Pasifik ile Güneydoğu Atlantik izlemiştir.

2.1.4. Akdeniz ve Karadeniz’de deniz balıkları avcılığı

Akdeniz ve Karadeniz’deki deniz balıkları av miktarı 1970 yılında yaklaşık 1 milyon ton iken 1982’de 2 milyon tona yükselmiş ve 1990’larda Karadeniz’deki ani düşüşlere kadar devam etmiştir. Günümüze değin süregelen av miktarındaki dalgalanmalara Karadeniz’deki hamsi stoklarındaki düşüşlerin etkisi büyüktür (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Akdeniz ve Karadeniz’de 1970-2021 yılları arasında karaya çıkarılan avın değişimi (FAO, 2023)

Akdeniz havzasında ülkemiz 2000-2016 yılları arasında deniz balıkları üretiminde %26,59 ile ilk sıradadır (Tablo 2.5). Bunda en büyük pay hamsi avcılığından gelmektedir. Akdeniz havzasında avlanılan miktar açısından baktığımızda %34,1 oranıyla hamsi ilk sırada yer almaktadır (Tablo 2.6).

Tablo 2.5 Akdeniz havzasında 2000-2016 yılları arasında ortalama av değerleri (ton)
(FAO, 2018)

Ülke	Ortalama av (2000-2016)	Oran (%)
Türkiye	321 757	26,59
İtalya	185 262	15,31
Tunus	113 995	9,42
Cezayir	96 258	7,96
İspanya	78 218	6,47
Hırvatistan	74 366	6,15
Ukrayna**	68 900	5,69
Yunanistan	65 667	5,43
Mısır	58 105	4,80
Rusya Federasyonu*	32 000	2,64
Fas	27 496	2,27
Libya	27 003	2,23
Fransa	14 047	1,16
Gürcistan	12 050	1,00
Diğer	34 724	2,87
Toplam	1 209 848	100,00

Tablo 2.6 2018-2020 yılları arasında Akdeniz havzasında en fazla avlanan türler (ton)
(FAO, 2022)

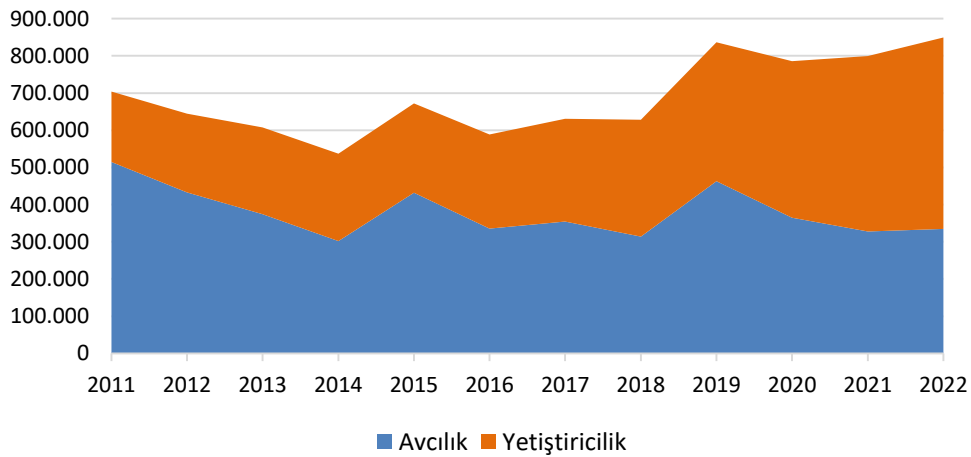
Türler	Av miktarı (ton)			Ortalama av (%)	
	2018	2019	2020	(2018-2020)	
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Hamsi)	329 342	477 657	370 637	392 542	34,1
<i>Sardina pilchardus</i> (Sardalya)	190 248	155 667	139 576	161 830	14,1
<i>Chamelea gallina</i> (Beyaz kum midyesi)	58 665	52 716	41 056	50 812	4,4
<i>Sprattus sprattus</i> (Çaça)	33 881	62 274	48 800	49 985	4,3
<i>Sardinella spp.</i> (Sardalya)	46 618	46 335	48 492	47 414	4,1
<i>Trachurus spp.</i> (İstavrit)	27 748	30 910	23 522	27 393	2,4
<i>Papapenaeus longirostris</i> (Derin su pembe karidesi)	25 911	24 016	22 703	24 210	2,1
<i>Merluccius merluccius</i> (Berlam)	20 170	19 342	17 324	18 945	1,6
<i>Boops boops</i> (Kupez)	19 711	18 570	16 720	18 333	1,6
<i>Rapana venosa</i> (Deniz salyangozu)	16 523	22 325	13 225	17 358	1,5
<i>Mollusca</i> (Mollusk)	15 714	17 725	14 163	15 700	1,4
<i>Trachurus mediterraneus</i> (İstavrit)	18 326	17 268	11 481	15 692	1,4
<i>Mullus barbatus</i> (Barbunya)	16 092	14 504	12 654	14 416	1,3
Diğerleri	3 314 708	301 941	271 212	295 956	25,7

2.2. Türkiye Su Ürünleri Üretimi

Türkiye’yi çevreleyen denizler Akdeniz sular sisteminin bir parçasıdır. Fakat bu denizler ekolojik, coğrafik, jeomorfolojik, meteorolojik özellikleri bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Karadeniz ve Akdeniz arasındaki belirgin farklılık balıkçılık açısından tür çeşitliliğine ve bolluğu yansıtmaktadır. Türkiye’de yıllık su ürünleri üretimi geçmişte avcılık karakterli olmasına rağmen, yetiştiriciliğin üretimdeki payı giderek artmış ve ülkemizde 2022 yılında 849 808 ton olan su ürünleri üretiminde avcılığın payı %39,42, yetiştiriciliğin payı ise %60,58 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 2.7, Şekil 2.6). Bu durum küresel alana paralel ülkemizde de üretimin avcılıktan yetiştiriciliğe doğru yönelimde olduğunun göstergesidir.

Tablo 2.7 Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK, 2022)

Yıllar	Avcılık	Yetiştiricilik	Toplam
2011	514 755	188 790	703 545
2012	432 442	212 410	644 852
2013	374 121	233 394	607 515
2014	302 212	235 133	537 345
2015	431 907	240 334	672 241
2016	335 320	253 395	588 715
2017	354 318	276 502	630 820
2018	314 094	314 537	628 631
2019	463 168	373 356	836 524
2020	364 400	421 411	785 811
2021	328 165	471 686	799 851
2022	335 003	514 805	849 808



Şekil 2.6 Türkiye avcılık ve yetiştiricilik miktarları (ton) (TÜİK, 2023)

2.2.1.Türkiye’de su ürünleri avcılığı

Türkiye’de 2021 yılında toplam avcılık üretiminin %90’ı denizlerden sağlanmış, toplam avcılığın %71’ini deniz balıkları avcılığı, %29’unu diğer deniz ürünleri avcılığı oluşturmuştur (Tablo 2.8).

Tablo 2.8 Su ürünleri avcılık miktarı (ton) (TÜİK, 2023)

Yıllar	Deniz	İç su	Toplam
1989	409 929	42 833	452 762
1990	342 017	37 315	379 332
1991	317 425	39 401	356 826
1992	404 766	40 370	445 136
1993	502 031	41 575	543 606
1994	542 268	42 838	585 106
1995	582 610	44 983	627 593
1996	474 243	42 202	516 445
1997	404 350	50 460	454 810
1998	432 700	54 500	487 200
1999	523 634	50 190	573 824
2000	460 521	42 824	503 345
2001	484 410	43 323	527 733
2002	522 744	43 938	566 682
2003	463 074	44 698	507 772
2004	504 897	45 585	550 482
2005	380 381	46 115	426 496
2006	488 966	44 082	533 048
2007	589 129	43 321	632 450
2008	453 113	41 011	494 124
2009	425 046	39 187	464 462
2010	445 680	40 259	485 939
2011	477 658	37 096	514 755
2012	396 322	36 120	432 442
2013	339 047	35 074	374 121
2014	266 078	36 134	302 212
2015	397 731	34 176	431 907
2016	301 464	33 856	335 320
2017	322 173	32 145	354 318
2018	283 955	30 139	314 094
2019	431 572	31 596	463 168
2020	331 281	33 119	364 400
2021	295 025	33 140	328 165
2022	301 747	33 256	335 003

Su ürünleri avcılığı 2022 yılında bir önceki yıla oranla %2,08 artış göstererek, 335 003 ton olarak gerçekleşmiştir. Deniz ürünleri avcılığı bir önceki yıla göre %2,28 artmış, iç su ürünleri avcılığı ise neredeyse değişiklik olmamıştır. Denizlerden yapılan avcılıkta 2022 yılında en önemli pay %73,4 ile Karadeniz Bölgesi'ne aittir (Tablo 2.9).

Marmara Denizi'nde 2021 yılında iklim değişikliğinin etkisi ile artan deniz suyu sıcaklığı, azot-fosfor yükünün artmasına bağlı olarak ortaya çıkan aşırı müsilaj oluşumu, sucul ekosisteme zarar vermiştir. Müsilaj sucul ekosistemdeki biyoçeşitliliği ve balıkçılığı etkilemiştir. Bu durumun su ürünleri avcılığına yansıması, Marmara Denizi'nde avcılık miktarının bir önceki yıla göre %40 oranında azalışı olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2022).

Tablo 2.9 Denizlere göre avcılık miktarı (TÜİK, 2023)

Yıllar	Akdeniz	Batı Karadeniz	Doğu Karadeniz	Ege	Marmara	Toplam
2016	11 724	100 404	122 680	34 690	31 963	301 463
2017	13 811	77 900	157 952	47 676	24 832	322 172
2018	12 726	86 922	89 355	42 612	52 338	283 954
2019	13 802	76 557	270 197	41 216	29 797	431 572
2020	15 336	113 425	136 268	42 106	24 146	331 281
2021	14 922	79 523	149 103	37 076	14 400	295 025
2022	13 085	118 168	103 338	42 938	24 215	301 746

Türkiye'de insan tüketimine sunulmayıp balık unu üretiminde hammadde olarak değerlendirilen çaça balığı denizlerimizde avlanan önemli türlerdendir. Hamsi ile birlikte bu türün av miktarındaki değişim su ürünleri üretim miktarında da önemli değişikliklere neden olmaktadır. Avcılık verileri incelendiğinde, son 3 yılda hamsiye benzer giderek azalan bir yönelim gözlenmektedir (Tablo 2.10).

Tablo 2.10 Balık türlerine göre avcılık miktarları (ton) (TÜİK, 2023)

Balık türü	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hamsi	102 595	158 094	96 452	262 544	151 598	125 980
Çaça	50 225	33 950	20 057	38 078	28 041	11 162
İstavrit(Kraça)	8 860	8 066	14 222	13 180	19 590	10 982
Sardalya	18 162	23 426	18 854	19 119	15 800	16 729
Mezgit	11 541	8 248	6 814	8 941	10 380	7 690
Lüfer	9 573	1 935	5 767	1 213	5 804	5 495
İstavrit (Karagöz)	2 289	4 919	6 456	6 325	4 416	3 948
Tekir	3 047	2 074	2 915	2 342	3 072	1 304
Tirsi	1 642	1 576	1 605	1 965	3 065	3 147
Kupez	3 175	3 559	2 865	2 599	2 601	2 311

2.2.2. Türkiye’de balıkçılık yönetimi

Türkiye’de balıkçılık yönetimi, denizlerde ve iç sularda sürdürülebilir balıkçılığı teşvik etmek, deniz kaynaklarını korumak ve balıkçılık faaliyetlerini düzenlemek amacıyla çeşitli yasal düzenlemeler ve kuruluşlar tarafından yürütülen bir süreçtir. Türkiye, hem denizlerinde hem de iç sularda zengin bir balıkçılık potansiyeline sahiptir. Türkiye deniz balıkçılığının büyük oranda Karadeniz ile temsil edildiği söylenebilir. Karadeniz, Akdeniz havzasının en üretken bölgesini temsil etmektedir. Son yıllarda özellikle Marmara Bölgesi’ndeki artan gırgır ve trolün de avcılık olarak Karadeniz’e yönedikleri bilinmektedir. Balıkçılık Karadeniz kıyısı boyunca tarihsel olarak da büyük bir sosyal-kültürel ve ekonomik olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Küçük ölçekli balıkçılıktan gelen avı hariç tutarsak Karadeniz’de avın büyük kısmı özellikle küçük pelajikler genellikle gırgır ve ortasu trol avcılığı ile avlanmaktadır. Ayrıca hamsi ve çaça balığına bağlı balık unu-yağı fabrikaları bu bölgede toplanmıştır.

1990’lı yılların başından günümüze değin ekonomik öneme haiz türlere ilişkin ait çoğu değerlendirmelerde denizlerimizde aşırı avcılığın varlığından bahsedilmektedir. Zaman içerisinde tür sayısında bir azalma olduğu gibi avlanan balıkların yaşlara karşılık gelen ortalama boylarında da küçülmeler meydana gelmiştir (Genç, 1991). Türkiye’de geleneksel balık stoklarının çoğunda meydana gelen düşüşlere, av gücünün artması, ekosistem değışikliği ve insan faaliyetleri neden olmuştur. Buna, balıkçılık aktivitelerinin düzenlenmesine yönelik verilerin yetersizliği de ilave edilebilir. Dolayısıyla geçmişe nazaran günümüzde balık stoklarının durumunun daha kötü olduğunu söylemek mümkündür.

Türkiye’de, su ürünleri yönetimi ile ilgili ana görev 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu ile Tarım ve Orman Bakanlığına aittir. Kanun ve yönetmelikler, üretimden tüketime, avcılıktan yetiştiriciliğe, kaynakların korunması amacıyla kirliliğin önlenmesinden, ihraç ürünlerde olması gereken tolere kirlilik değerlerine, teşviklerden koruma kontrol hizmetlerine kadar tüm faaliyetleri düzenlemektedir.

Su ürünleri avcılığının büyük kısmını oluşturan gırgır ve trol balıkçı gemilerinin artan teknolojik gelişmelere bağlı olarak güçlü motor ve teknik cihazlarla donatıldığı gözlenmektedir. Başlangıçta orkinos avcılığı ile son yıllardaki Gürcistan ve Abhazya bölgesindeki kaynaklardan istifade isteğı bu durumu tetiklemiştir. Yedek gemilerinin çoğunun avcı ruhsatı olması nedeniyle bunların aktif avcılığa katılma potansiyeli halen mevcuttur ve her yıl birkaç gemi bu şekilde dönüşmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı,

Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından, 2012-2018 yılları arasında uygulanan “Balıkçılık gemisini avcılıktan çıkaranlara yapılacak destekleme tebliğleri (Tebliğ no: 2012/3106 ve 2014/26)” kapsamında boyu 10 m’den büyük olan 1 264 gemi satın alınarak filodan çıkartılmıştır (BSGM, 2023).

Balıkçılık yönetiminde sürdürülebilir başarı için, balık stoklarının araştırılması yanında stokları kullanan toplulukları göz önünde tutarak yönetim modellerinin geliştirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Ancak, Türkiye balıkçılığı bu yönüyle incelendiğinde birçok yanlış uygulamaya rastlamak mümkündür (Çelikkale vd., 1999). Türkiye’de sosyo-ekonomik izleme çalışmalarının eksikliği, balıkçılık yönetiminde çok disiplinliğin göz ardı edilmesi, balıkçılar hariç diğer paydaşların balıkçılığın dinamik yapısını yakalamada yetersiz kalması, balıkçılık yönetimi masraflarının göz ardı edilmesi/bilinmemesi, denetim ve tatbik etmede zayıflık (adaletsizlik, haksız rekabet), yerel, bölgesel, alan bazlı balıkçılık yönetimi anlayışının eksikliği, küçük ölçekli balıkçılıkta düzensiz ve yetersiz gelir, küçük ölçekli balıkçılıkta efor sınırlamasının olmaması, balıkçılık yönetim planlarının eksikliği, balıkçılıkta aşırı sermaye birikimi, vergi ya da başka endişelerle yanlış bilgilendirme, gemi geri satın alım programının etkilerinin izlenmiyor olması, aşırı avcılık (biyolojik ve ekonomik anlamda) ile mücadelede yönetim stratejilerinin belirlenmemesi, periyodik izleme çalışmalarının yapılmıyor olması, karada ve denizde kontrol ve denetimlerin yetersiz kalması ve yasadışı balıkçılığın engellenememesi, gırgırlara getirilen 24 metre yasağının etkilerinin izlenmemesi, ekosistem değişimlerinin ve yeni tür girişlerinin sosyo-ekonomik etkilerinin izlenmemesi gibi birçok sorunu sıralamak mümkündür (Ünal, 2013).

Karadeniz’deki daha önce yapılan birçok çalışmada sorunlar ele alınmış ve buna dönük öneriler getirilmiştir. Bu sorunların başlıcaları av gücünün sınırlandırılması, yeni gemilerin filoya katılmaması, kooperatiflerin yapısının işlevsel olmadığı ve güçlendirilmesi gerektiği, ÖTVsiz akaryakıtın aşırı avlanmaya ve gemilerde özellikle motorgücünde artışlara neden olduğu, balıkçılar özellikle gemilerde tayfa olarak çalışanların sosyal güvencesinin olmadığı, sağlıklı muhafaza ve taşımada yetersizlikler olduğu belirtilmektedir (Çeliker vd., 2006; Dağtekin ve Emeksiz, 2010; Zengin vd., 2012; Mutlu, 2012; İlhan, 2012; Üstündağ, 2013).

Balıkçılar arasında oto-kontrolün sağlanabilmesi için av sahalarının paylaştırılarak kullanım hakkının kooperatiflere devredilmesi, belirlenecek bazı türlerde stok büyüklüğü tespitini takiben kaynak paylaşımı uygulanması, balık işleme tesislerindeki, özellikle

balık unu tesislerindeki plansız büyümenin önlenmesi önerileri dile getirilse de (Çeliker vd., 2006) mevcut yasalarla bu yapının değiştirilmesi yönünde fazla adım atılmamıştır.

Dünya genelinde teknolojik gelişmelerin balıkçılık faaliyetlerine uyarlanma süreci özellikle 1950'lerden sonra başladıysa da, bu süreci 20-25 yıllık bir gecikme ile yakalayan Türkiye'de avcılık filusunun göze çarpan bir şekilde gerek gemi sayısı ve büyüklüğü, gerekse motor, donanım ve modern elektronik seyir ve av izleme sistemleri açısından çok büyük gelişmeler kaydettiği bilinmektedir. Av gücünde 1970'li yılların sonundan itibaren devletçe desteklenen modernizasyon çabaları yıllık üretimi 10 yıllık bir dönem içerisinde 4-5 kat arttırmış, ancak devam eden modernizasyon çabaları son 15 yılda üretimde pek bir artış sağlayamamıştır (Mathews, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d).

Bulgaristan ve Romanya'nın 2007 yılında Birliğe katılımı ile AB Karadeniz Balıkçılığındaki aktörlerden biri haline gelmiştir. Yeni Bir Bölgesel İşbirliği İnisiyatifi-Karadeniz Sinerjisi (European Commission, 2007) başlıklı Komisyon Tebliğinde AB'nin Karadeniz'i önemli bir balıkçılık bölgesi olarak gördüğü ve balıkçılık yönetimi, araştırma, veri toplama ve stok tespiti vasıtasıyla Karadeniz'de sürdürülebilir kalkınmayı desteklemeye çalışacağına işaret edilmektedir.

Avrupa Birliği Ortak Balıkçılık Politikaları kapsamında; balıkçılığın biyolojik, ekonomik ve sosyal boyutunu dikkate almaktadır. Bu boyutlar stokların korunması ve yönetimi, yapısal politikalar, ortak piyasa düzenlemeleri, balıkçılık ile ilgili uluslararası ilişkiler, izleme ve denetleme politikalarını içeren balıkçılık dış politikasıyla ilgilenen beş ana alana ayrılır. Stokların sürdürülebilir kullanımı, bu boyutlardan stokların korunması ve yönetimi ile doğrudan bağlantılıdır ve bu doğrultuda koruma politikası geliştirilmiştir.

Koruma politikasının iki ana amacı vardır; bunlar balıkçılık ve su ürünleri kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını geliştirmek ve bu kaynakları üye devletler arasında paylaşmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda koruma politikası farklı boyutlar üzerinde odaklanmış ve yasal unsurlara ayrılmıştır.

Bu Tebliğ; 22/3/1971 tarihli ve 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu ve 10/3/1995 tarihli ve 22223 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Ürünleri Yönetmeliğine dayanılarak hazırlanmıştır.

Hali hazırda yürürlükte olan "5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (Tebliğ no: 2020/20) " 1/9/2020 - 31/8/2024 tarihleri arasında ticari amaçlı su ürünleri avcılığında uygulanacak yasak, sınırlama ve yükümlülükleri düzenlemektedir (Resmî Gazete, 2020). Bu tebliğde yer alan stokların korunması amacıyla alınan kararlar ve bu kararlar sonucunda belirlenen yasal düzenlemeler Avrupa

Birliği Ortak Balıkçılık Politikasının koruma politikası unsurlarına dayanmaktadır. Bunlar;

1. Üye devletlerin balıkçılık sahalarına ve balık stoklarına giriş hakları
2. Av çabasının sınırlandırılması
3. Yavru ve anaç balıkların korunmasına ve arzulanmayan yan ürünün avlanmasını önlemeye yönelik kontrol ve yaptırımlar
4. Yönetmelik veya düzenlemelerin tüm üye devletlerde etkin ve eşit olarak uygulanmasını sağlamaya yönelik kontrol ve yaptırımlar

5. Deniz ve tatlısu habitatları ve koruma altındaki türlerle ilgili çevresel düzenlemeler

Ortak Balıkçılık Politikası kapsamında “kota” kavramı, 2010 yılı için Karadeniz’de belirli balık stoklarına uygulanacak balıkçılık fırsatlarını düzenleyen 27 Kasım 2009 tarihli Konsey Tüzüğü’nde (Council Regulation (EC) No 1287/2009) toplam izin verilen avın (TAC) Topluluğa, bir üye devlete ya da üçüncü bir ülkeye tahsis edilen miktarı olarak tanımlanmaktadır (Çıra Duruer ve Şumlu, 2010).

TAC belirleme, belirli bir bölgede spesifik olarak seçilen bir türün belirli bir mevsim veya periyot süresince avlanabilecek miktarları için maksimum bir seviye tespitini içerir. Filo tarafından yakalanacak tüm balık miktarını doğrudan sınırlamayı amaçlayan bir yönetim aracıdır. Balıklar gerek doğal sebeplerle gerekse avcılık sebebiyle öldüğünden balık stoklarının kendini yenilemesi gerekmektedir. Stokları yenilemek üzere yeterli olgunluğa ulaşmış balık olması için, küçük balıkların büyümeye ve üremeye bırakılması gerekir. OBP her yıl güvenli bir şekilde yakalanacak maksimum balık miktarını tespit eder. Toplam müsaade edilebilir av miktarı (TAC) olarak adlandırılan bu maksimum miktarlar belirlenirken, belirli bir zamanda, belirli bir stoktan yakalanabilecek maksimum balık miktarının sabitleştirilmesi gerekir.

Bu kapsamda; Tarım ve Orman Bakanlığı’nın ilgili tebliğde çeşitli su ürünlerinin istihsalı hakkında düzenlemeler bulunmaktadır. Araştırmamıza konu olan çaça balığı için ilgili tebliğin 11. maddesi olan “Ortasu trolüne ilişkin yasaklar” başlığı altında yer almaktadır.

2.2.3. Türkiye’de su ürünleri tüketimi

Türkiye’de 2019 yılında kişi başına su ürünleri tüketimi yıllık 6,3 kg iken dünya ortalaması 20,2 kg’dır. Tüketim miktarı, tüketim alışkanlığı, su ürünlerinin üretim miktarı ve fiyatına, tüketici alım gücü gibi faktörlerle ilişkilidir. Türkiye’de su ürünleri tüketimi

bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte, 2022 yılında kişi başı yıllık su ürünleri tüketimi 7,3 kg olarak belirlenmiştir (Tablo 2.11).

Tablo 2.11 Su ürünleri tüketim miktarları (TÜİK, 2023)

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tüketim (ton)	519 181	572 490	546 737	514 640	559 932	554 291	622 229
Kişi Başına Tüketim (kg)	5,5	5,5	6,1	6,3	6,7	6,5	7,3

2.2.4. Türkiye’de su ürünleri fiyatları

Avcılık ürünlerinin fiyatları günden güne bile değişebilmektedir (Tablo 2.12). Genel olarak avcılık miktarı arttıkça fiyatlar düşmekte, avcılığın azaldığı dönemlerde veya avcılık sezonu dışında balık fiyatları yükselmektedir. Diğer yandan su ürünleri fiyatlarında bölgeler arasında da farklılık görülmektedir. Bunun nedeni ise iç bölgelere nakliye maliyeti nedeniyle balık fiyatlarının artmasıdır.

Tablo 2.12 Türkiye su ürünleri (avcılık) fiyatları (TL/kg) (TÜİK, 2023)

Türler	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hamsi	6,0	5,8	7,3	10,2	12,5	20,1
Çaça	0,6	0,8	1,0	1,0	1,5	2,4
İstavrit (Kraça)	8,1	8,3	9,8	13,1	13,9	27,1
Sardalya	3,8	4,9	6,6	7,4	11,3	21,1
Mezgit	9,5	11,8	12,8	15,7	18,9	34,9
Lüfer	18,5	17,9	33,7	31,7	39,8	54,3
İstavrit (Karagöz)	8,5	9,5	11,8	14,3	18,8	-
Tekir	17,0	19,3	23,0	26,8	32,3	-
Tirsi	3,7	4,2	5,5	6,2	8,3	-

3. LİTERATÜR ÖZETİ

3.1. Çaça Balığı Konusunda Yapılan Çalışmalar

Clupeidae familyasının üyesi olan çaça balığı üzerine yapılan önceki çalışmalarda Baltık Denizi'nde *S. sprattus balticus* (Schneider, 1908); Akdeniz, Adriyatik ve Karadeniz'den *S. sprattus phalericus* (Risso, 1827) ve doğu Atlantik'ten *S. sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) olmak üzere üç alt tür tanımlanmışsa da halihazırda tümü *Sprattus sprattus* (L., 1758) olarak tek tür kabul edilmektedir (Fricke vd., 2024). Morfometrik, metrik ve genetik karakteri açısından Karadeniz'de biyoteknoloji bilgisi (NCBI) ile filogenetik ilişki incelenmiş ve 16S rRNA için 3 haplotip belirlenmiştir (İlhan vd., 2023).

Çaça balığının Karadeniz'deki dağılımı ve göç yolları hakkında kabul gören çalışmalar irdelendiğinde; Radu vd. (2010) tarafından yayınlanmış olan haritada türe ilişkin kışlama, beslenme, göç yolları ve üreme alanları belirtilmiştir (Şekil 3.1). Bu haritaya ek benzer çalışmalarda çaça balığının Akdeniz'in Avrupa sahillerinde özellikle Adriyatik ve Karadeniz'de geniş bir bölgede dağılım gösterdiği (Avşar, 1994) ve %4'e kadar düşük oranlarda salinasyonlara toleranslı denizel bir pelajik balık türü olduğu (Raykov, 2006) belirtilmiştir.

Türün üreme ve büyüme özelliklerine ilişkin çalışmalarda çaça balığının Karadeniz'in spesifik çevresel koşullarından ötürü Atlantik ve Akdeniz'de yaşayan aynı türe ait bireylerden daha küçük boy ve kısa yaşama süresine sahip olduğu (Prodanov vd., 1997), bireylerin birinci yılın sonunda eşeyssel olgunluğa ulaştığı ve Kasım-Mart aylarında en yoğun olmakla beraber yıl boyunca üredikleri, partiler halinde yumurtladıkları ve her bir üreme periyodunda en az 10 parti yumurtladıkları, dişi birey başına verimlilik ortalamalarının 20 000 yumurta olduğu ve de suyun sıcaklığı ile tuzluluğuna bağlı olarak 30-80 m. derinliklerde yoğun olmak üzere yüzeyden 100 m. derinliklere kadar bulunabildikleri belirtilmiştir. İlaveten, üreme döneminden sonra en fazla zooplankton tükettikleri, sonbaharda kuzeyden güneye doğru yer değiştirerek belirgin olarak vertikal göçlerle açık denizden kıyıya doğru göç ettikleri, ilkbaharda tersine göç yaptıkları, göç sırasında sürü oluşturma eğiliminde oldukları ve de su sıcaklığının uygun olması halinde gece termoklin tabakasına veya daha üst tabakalara çıktıkları ifade edilmiştir (Ivanov ve Beverton 1985). Ayrıca, en uygun yumurtlama sıcaklıklarının 5-15 °C ve yumurta açılış süresinin 4-5 gün olduğu, çaça balığı yumurtasının küresel ve kapsülünün düzgün olduğu,

perivitellin mesafesinin dar, vitellusunun belirgin ve yağ damlası içermediği belirtilmiştir (Bat vd., 2007).

Türün besin zincirindeki rolüne ilişkin çalışmalarda; çaça balığının ekolojik açıdan besin zincirinde enerji akışı için büyük önem taşıdığı, plankton ve planktonları tüketen türler arasındaki bağlantı ile besin zincirinin alt halkalarını ve ekosistemin apikal elementlerini aşağıdan yukarıya doğru kontrol altında tutarak planktondan predatörlere enerji geçişini sağladığı belirtilmiş (Prodanov vd., 1997). Çaça balığının predatörleri olarak da omurgasızlar, balıklar ve memeliler ifade edilmiştir.

Son 10 yıldır Türkiye deniz balıkları toplam üretiminin yaklaşık %14'ünü oluşturan çaça balığı (TÜİK, 2022) sadece Türkiye ve diğer Karadeniz ülkelerinin balıkçılığı açısından değil, aynı zamanda Karadeniz ekosistemi içerisindeki işlevi dolayısıyla da çok önemli bir tür konumundadır. Çaça balığının bu önemine bağlı olarak stok büyüklüğü ve stok değerlendirmesine yönelik Karadeniz'de yapılan çeşitli çalışmalar mevcut olup önceki bilinen bazı araştırmalar aşağıda verilmiştir.

Romanya kıyılarında, çaça balıkları üzerinde orta su trolü kullanılarak yapılan bir çalışmada (Radu ve Radu, 2008) avlanabilir çaça balığı stok miktarları, Nisan, Mayıs ve Temmuz ayları için sırasıyla 10 380, 19 240 ve 14 750 ton olarak hesaplanmıştır. Ancak, daha önceki yıllara göre 2-3 kat düşük olan miktarların sebebinin bölgedeki jelimsi organizmaların bolluğu olabileceği öne sürülmüştür (STECF, 2009)

Bulgaristanda yapılan bir çalışmada; 30-50 metre derinlikte 6 438 ton (3 547,903 kg/km²), 50-75 metre arası derinliklerde 17 109 ton (6 213,6 kg/km²) ve 75-100 metre arasındaki derinliklerde ise 5 641 ton (2 253,83 kg/km²) çaça balığı olduğu hesaplanmıştır (Raykov, 2008).

Bulgaristan ve Romanya'da 2010 yılında yürütülen başka bir çalışmada, orta su trolü ile çaça balığının derinliklere göre dağılımının ve avlanabilir stok miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sahası 10-35, 35-50 ve 50-75 metre olmak üzere üç derinlik konturundan oluşmuştur. Bulgaristan kıyılarında, çaça miktarının ortalama 7 428,6 kg/km² olduğu ve çaça balığının en yoğun olarak 10-35 metre derinlik konturunda (16 404 kg/km²) bulunduğu rapor edilmiştir. Bu derinlik konturundaki avlanabilir çaça stok miktarı ise 30 796,5 ton olarak hesaplanmıştır. Romanya kıyılarında da benzer şekilde, 10-35 metre arasındaki avlanabilir çaça miktarının diğer derinlik tabakalarından yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır (STECF, 2012).

2011 yılında Samsun'da 50-100 metre derinlikler ticari ortasu trol tekneleriyle örnekleme yapılarak bölgedeki çaça balığının birim alandaki miktarı $4\,178,3 \pm 1\,018,3$ kg/km² olarak hesaplanmıştır (STECF, 2012).

Erdem (2012) tarafından 2009-2010 balıkçılık sezonunda yürütülen doktora projesi kapsamında Samsun bölgesinde dağılım gösteren çaça balıklarının stok miktarları $25\,370 \pm 4\,985$ kg/km² olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bölgedeki ortalama çaça biyokütlesinin ise $145\,979 \pm 28\,684$ ton olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; çaça balığı avcılığının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için tür üzerindeki mevcut avcılık baskısının %71 oranına düşürülmesi gerektiği hesaplanmıştır. Bu azaltılmış av baskısının uygulanması ile $53\,912$ ton çaça avlanabileceği ve biomasın 102.209 tona yükseleceği tahmin edilmiştir. 2014 yılında Samsun ili denizel alanında taranan alan yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada, $2\,508,395$ km²lik alanda çaça avlanabilir stok büyüklüğü $84\,287 \pm 15\,094$ ton olarak tahmin edilmiş, birim alan başına düşen çaça miktarı ise $33.602 \pm 6\,017,46$ kg/km² olarak belirlenmiştir (Özsandıkçı, 2014).

Erdem ve Özdemir (2008), çaça balıklarının ortasu trolüyle avlanması sırasında türlerin özgün davranışlarının av verimine ve avlanan balıkların tür ve boy kompozisyonuna olan etkisini araştırmıştır. Toplam 34 ağ çekiminde $174\,820$ kg çaça balığı yakalanmıştır. Avlanan balıkların tür ve boy kompozisyonunun avlanılan saha ve rüzgar durumuna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Pelajik balık türlerinin ortasu trolüyle avcılığında sürü yapısının ve davranışının doğru belirlenmesinin önemli olduğu ve bunun balık bulucu cihazların etkin kullanımıyla sağlanabileceği vurgulanmıştır. Farklı tür ve boyuttaki balıkların davranışlarının dikkate alınarak avlanılan sahanın, avlanma zamanının ve uygun çevresel koşulların iyi seçilmesiyle daha başarılı bir avcılık gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Örneklenen balıklar arasında ölçülen maksimum, minimum ve ortalama çaça balığı boyutları sırasıyla $15\,1$ cm, $6,4$ cm ve $9,09 \pm 0,04$ cm olarak hesaplanmıştır. Batı yönlü rüzgarda avlanan çaça miktarı $131\,800$ kg iken, doğu yönlü rüzgarda $33\,000$ kg olarak belirlenmiştir. Samsun-Terme'de $4\,200$ kg çaça avlanırken, Samsun-Yakakent'te ise $170\,620$ kg çaça avlanmıştır (Erdem ve Özdemir, 2008).

Özdemir vd., (2018) çaça balıklarına ilişkin boy kompozisyonu verileri üzerinden; asimptotik boy (L_{∞}) (13.38 cm); büyüme katsayısı (K) (0.23); anlık ölüm katsayısı (Z) , (2.88 yıl⁻¹); doğal ölüm katsayısı (M) (0.52 yıl⁻¹), balıkçılık ölüm oranı (F) (1.51 yıl⁻¹) ve sömürülme oranını (E) (0.82 yıl⁻¹) hesaplanmıştır.

Türkiye’de insan gıdası olarak tüketilmeyen ve tamamı balık unu-yağına dönüştürülen çaça balığı, 2000’li yılların başından beri ortasu trolü ile Samsun kıta sahanlığında avlanmakta ve artan gemi ve de efora bağlı olarak av değerleri farklılık göstermektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda; diğer pelajik türlerde olduğu gibi çaça balığı stoklarında da gözlemlenen dalgalanmalara yoğun av baskısı, ekosistem içi ve dışı sinerjik etkenlerin neden olduğu, Karadeniz’deki diğer ülkelerin aksine Türkiye’de bu türün avcılığında asgari avlanma boyu ve kota uygulamasının olmadığı ve de stokların bilimsel esaslarla işletilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Gerek üretim miktarları gerek Karadeniz ekosistemi içerisindeki önemi ve gerekse de çaça balığı stoklarının takibinin yapılması sürdürülebilir balıkçılık açısından zorunlu bir süreçtir. Bu vesile ile yürütülen bu araştırma kapsamında;

Çaça balığı stoklarının sürdürülebilir kullanımına ilişkin gerekli temel çıktılara katkı sağlamak için balıkçılığa dayalı veriler ile balıkçılıktan bağımsız olarak sörveye dayalı verilerin toplanması hedeflenmiş; hidroakustik sörvey verileri ve stok modelleri ile balığın yaşam alanındaki dağılımı ve stok miktarı değerlendirilirken biyolojik veriler ile stok yapısı, av çabası (efor) ve birim çabadaki av miktarı (CPUE) ile de balık endüstrisi içerisindeki yeri değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Karadeniz menşeli stoklar için balıkçılık imkânlarının tahsisi konusunda uluslararası bir anlaşma bulunmadığından STECF, çaça balığı için AB kotalarına uygun tavsiyede bulunamamakta, ancak takip edilmesi gereken yüksek öncelikli türler arasında sıralanmakta ve “paylaşılan balık stokları” kapsamında Türkiye’den bazı sorumluluklar, bazı uyum kriterleri aranmakta “çaça balığı stoklarının yönetimi için avcılık düzenlemeleri” gibi ülkemiz çıkarlarını doğrudan ilgilendiren yasal düzenlemeler talep edilmektedir (Black Sea Assessments (European Commision, STECF 15-16). Bu konunun çalışılması ile;

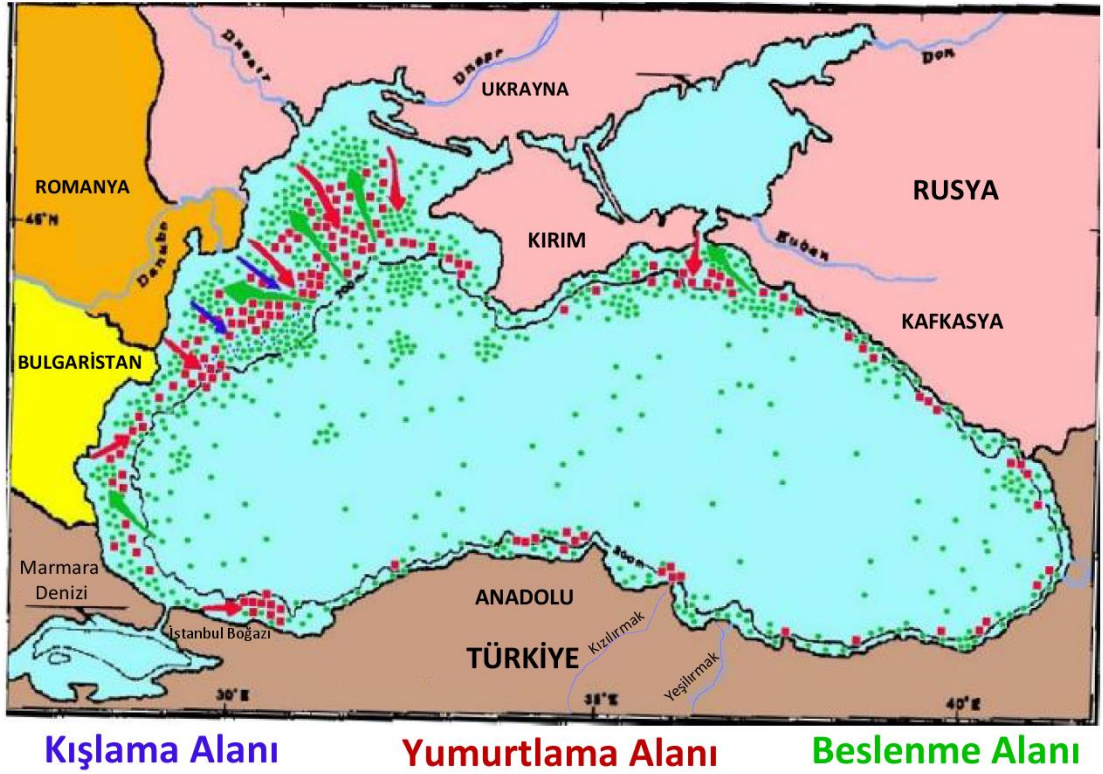
- Türkiye balıkçılığında büyük öneme sahip olan çaça balığının sürdürülebilir yönetimi için gerekli temel çıktılara,
- AB uyum müktesebatı gereği paylaşılan stokların yönetimine ilişkin veri teminine,
- Stokun bilimsel esaslarla sürdürülebilir yönetimine ilişkin önerilere,
- Türk balıkçılık araştırmalarının gelişimine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

3.2. Çaça Balığının Biyoekojik Özellikleri

3.2.1. Çaça balığının göç özellikleri

Akdeniz'in güney kıyıları hariç Avrupa sahillerinde özellikle Adriyatik ve Karadeniz'de geniş bir bölgede dağılım gösterir (Avşar, 1994; Zengin vd., 1998). %0,4'e kadar düşük oranlarda salinasyonlara toleranslı denizel bir pelajik balık türü olan çaça balığı Karadeniz'in hemen her yerinde dağılım gösterirler (Raykov, 2006).

Sonbaharda Karadeniz'in kuzeyinden güney sahillerine açık denizden kıyıya doğru, İlkbaharda da tersine göç yaparlar (Şekil 3.1). Göç sırasında sürü oluşturma eğilimindedirler ve su sıcaklığının uygun olması halinde gece termoklin tabakasına veya daha üst tabakalara çıkarlar (Ivanov ve Beverton 1985).



Şekil 3.1 Çaça balığının karadeniz'deki dağılımı ve göç yolları (Radu vd., 2010)

3.2.2. Çaça balığının üreme özellikleri

Ivanov ve Beverton (1985) tarafından Karadeniz'deki çaça balığı yumurtlama alanlarının yoğunlukla kuzeybatı raf havzası olduğu belirtilmiş, Avşar (1994) tarafından ise Türkiye'nin batı Karadeniz kıyısındaki Sakarya ve Kilyos deltaları ile Türkiye'nin doğu Karadeniz kıyısındaki Kızılırmak-Yeşilirmak nehirleri gibi büyük nehir deltalarının çaça

balığının görece düşük tuzluluktaki suları tercihen yerel yumurtlama alanları için uygun olduğu ifade edilmiştir. Bireyler birinci yılın sonunda eşeyssel olgunluğa ulaşır ve Aralık-Şubat aylarında en yoğun olmakla beraber Kasım-Nisan ayları süresince ürerler (Avşar ve Bingel, 1994). Bir birim stokun kendine özgü yumurtlama süresi olmakla birlikte (Parrish ve Sharman, 1958) partiler halinde yumurtlarlar ve her bir üreme periyodunda en az 10 parti yumurtlarlar (Ivanov ve Beverton, 1985). Cinsel olgunluğa 1 yaşında ve 7 cm uzunluğunda (dişilerde 7,8 cm ve erkeklerde 7,5 cm) ulaşır (Avşar ve Bingel, 1994). Ancak son yıllardaki araştırmalarda 6 cm'lik bireylerde de gonad gelişimi gözlemlenmiştir (Küçük vd., 2020).

Moksness ve Torstensen (1985) ve Russell (1976) yumurta çapını minimum 0,8 mm maksimum 1,3 mm olarak belirtilmişlerdir. Vücut ağırlığına göre gram başına yumurta veriminin 100-400 adet olduğu (Alheit, 1987), dolayısıyla dişi birey başına yıllık verimliliğin ortalama 20 000 adet yumurta olduğu belirtilmiştir (Ivanov ve Beverton, 1985). Karadeniz'de suyun sıcaklığının 7-10 °C. olduğu zamanlarda 25 metre derinliklerde yumurtlarlar ve 4-5 günde yumurtadan çıkan larvalar ise ancak 8-11 °C de dağılım gösterirler.

3.2.3. Çaçı balığının beslenme özellikleri

Çaçı balıkları ekosistemin en alt ve en üst bileşenlerini oluşturan plankton ve predatör toplulukları arasındaki besin transferini sağlamada birinci derecede öneme sahiptir. Çaçı balığının başlıca predatörleri; yunuslar, köpek balıkları, istavrit, mezgit ve kalkan balıklarıdır. Planktonlarla beslendiği gibi küçük balıkları da rahatlıkla tüketmektedir. Çaçı balığı hem fitoplankton hem de zooplankton ile çoğunlukla copepodlarla beslenir, üreme döneminden sonra en fazla zooplankton tüketirler (Avşar, 1994).

3.2.4. Çaçı balığının büyüme özellikleri

Türe ilişkin büyüme hızı yüksek, popülasyon yapısı 0-4 yaş gruplarından oluşmakta olup son zamanlarda I - II yaş grubu bireylerin örnekleme kompozisyonunda dominant olduğu gözlemlenmektedir (SUMAE, 2019). Çoğunlukta 7-9 cm uzunluğundaki bireyler en yüksek frekansı oluşturmakta ve bu uzunluklara karşılık gelen yaşlar (0⁺) – (2⁺) olup anlamlı stoka katılım göstermektedir.

Ülkelere göre 2020 yılında von Bertalanffy Büyüme Parametreleri VBGF Tablo 3.1'de verilmiştir. Romanya sularında asimptotik uzunluk ve büyüme hızı Bulgar ve Ukrayna

Karadeniz sularında elde edilen büyüme parametreleri ile karşılaştırılabilir. Türkiye sularında asimptotik uzunluk 2020 için önemli ölçüde farklılık göstermektedir.

Tablo 3.1 Karadeniz’de çaça balığı için hesaplanan VBGF parametreleri (GFCM, 2021)

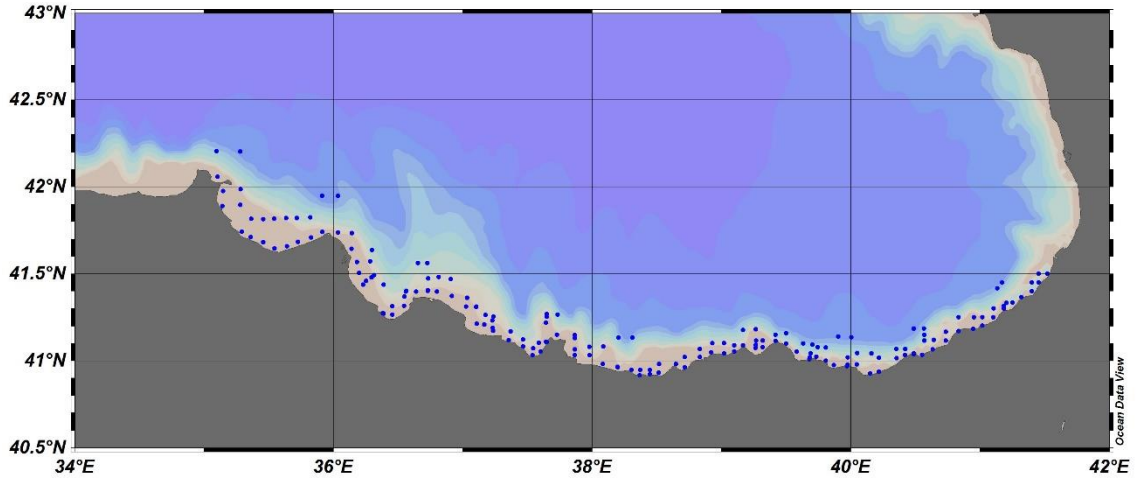
Ülkeler	L_{∞}	k	t_0	a	b
Bulgaristan	12,03	0,66	-1,33	0,008	2,784
Romanya	12,10	0,35	-1,67	0,0064	2,974
Ukrayna	12,42	0,286	-1,504	0,0085	2,969
Türkiye	13,04	0,445	-1,096	0,004	2,878

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Araştırma sahası

Bu çalışma, Karadeniz'de ülkemiz karasularında, batıda Sinop İnceburun'dan ($35^{\circ}10'$ Doğu boylamı) doğuda Gürcistan sınırına kadar ($41^{\circ}32'$ Doğu boylamı) olan sahada gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Karadeniz’de çalışma sahası

4.1.2. Örnekleme zamanı ve yeri

Akustik sörvey çalışmaları kıyıdan itibaren 10 nm (deniz mili) sahayı kapsamakta olup 2016-2022 yılları arasında toplam 10 sefer düzenlenmiştir. Her yıl sonbahar sörveyi 15-30 Kasım tarihleri arasında tüm sahada, ilkbahar sörveyi ise 25 Mart-5 Nisan tarihleri arasında sadece çaça avlak sahasında (Sinop-Samsun) gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.1). Ayrıca, ticari av örneklemeleri ise 2016-2022 yılları arasında her yıl için av sezonu olan Eylül-Mayıs ayları arasında aylık olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.1 Akustik sefer tarihleri ve kapsama alanı

Sefer No	Tarihi	Kapsama Alanı
1	Sonbahar 2016	Samsun Dereköy – Trabzon
2	Sonbahar 2017	Samsun Dereköy – Artvin Hopa
3	İlkbahar 2018	Sinop – Samsun
4	Sonbahar 2018	Samsun Yakakent – Artvin Hopa
5	İlkbahar 2019	Samsun Dereköy – Artvin Hopa
6	Sonbahar 2019	Samsun Yakakent – Artvin Hopa
7	İlkbahar 2021	Samsun – Ordu Ünye
8	Sonbahar 2021	Samsun Yakakent – Artvin Hopa
9	İlkbahar 2022	Samsun – Ordu Ünye
10	Sonbahar 2022	Samsun Yakakent – Artvin Hopa

4.1.3. Çalışma materyali ve örneklerin temini

Örnek materyalleri deniz sörveylerinde ortasu çekimleriyle elde edilirken, karaya çıkarılan avın örneklenmesi ise ticari av tekneleri olan ortasu trol ile gırgır tekneleri ve işleme tesislerinden elde edilmiştir. Örnekler üzerinde enstitü laboratuvarının yanı sıra uygun olan karaya çıkış ofisleri ve diğer kurumlara ait olan laboratuvarlarda gerekli ölçümler yapılmıştır.

4.1.4. Araştırma gemisi

Bu araştırma, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne (SUMAE) ait Sürat Araştırma – 1 gemisi ile yürütülmüştür. Gemi 28,60 m boyunda 720 HP gücündedir ve 10 kt (knot) hız yapabilmektedir. Gemide yankısayar, trol takip sistemi, trol vinç ve ırgatları, dip ve orta su trol ağları, bilgisayar destekli su analiz probu (CTD) ile biyoloji ve kimya laboratuvarı bulunmaktadır (Şekil 4.2).

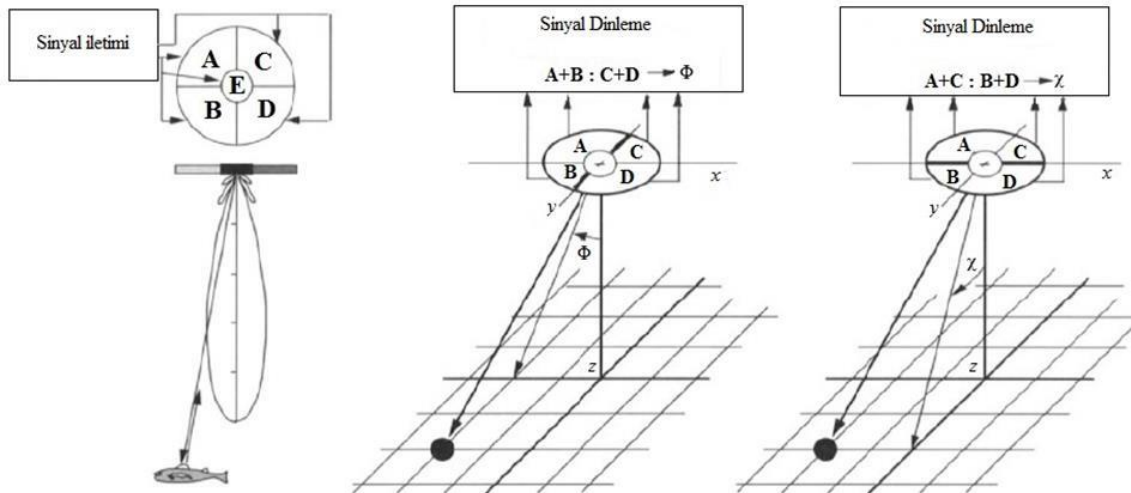


Şekil 4.2 R/V Sürat Araştırma – 1

4.1.5. Kullanılan ekipmanlar

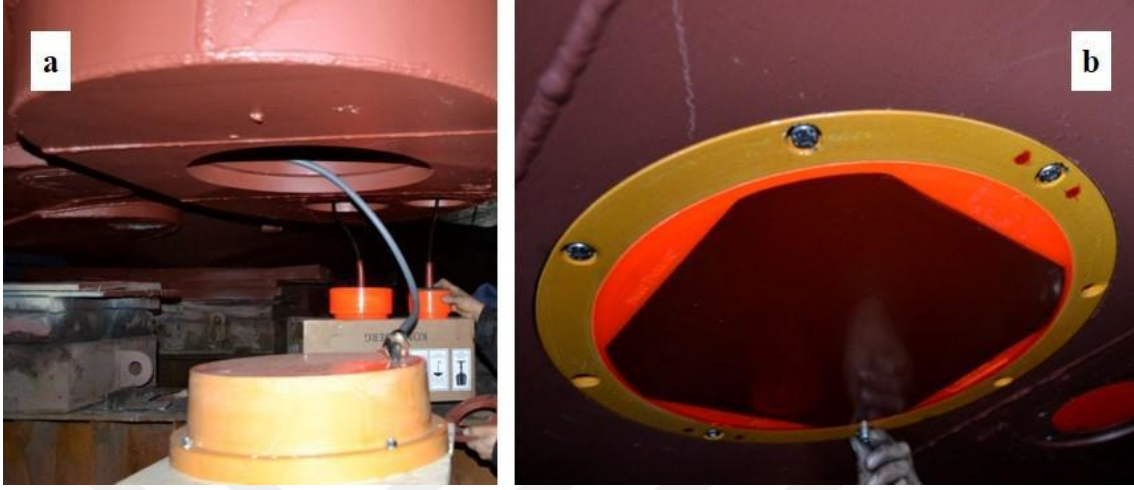
Yankı Sayar:

Akustik araştırmalarda SİMRAD EK-60 yankı sayar (split-beam echosounder) kullanılmıştır. Yankı sayar, hedefe gönderilen ses dalgasının yansıması prensibi ile çalışmaktadır. Hedeften yansıyan ses ekosunun yatay ve düşey düzlem ile yaptığı Φ (Fi) ve χ (İks) açısı hesaplanarak hedef objenin konumu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır (Şekil 4.3) (Medvin ve Clay, 1998).



Şekil 4.3 Bölünmüş ışınli (Split beam) yankı sayar çalışma tekniği (Medvin ve Clay, 1998).

Küçük pelajiklerle ilgili uygulamalar dikkate alındığında kullanılan dönüştürücü (transducer) 38 kHz frekans özellikte olup dönüştürücü çenек açısı (ses sinyalinin gönderilme açısı) 7 derecedir ve 2000 watt gücündedir (Şekil 4.4)

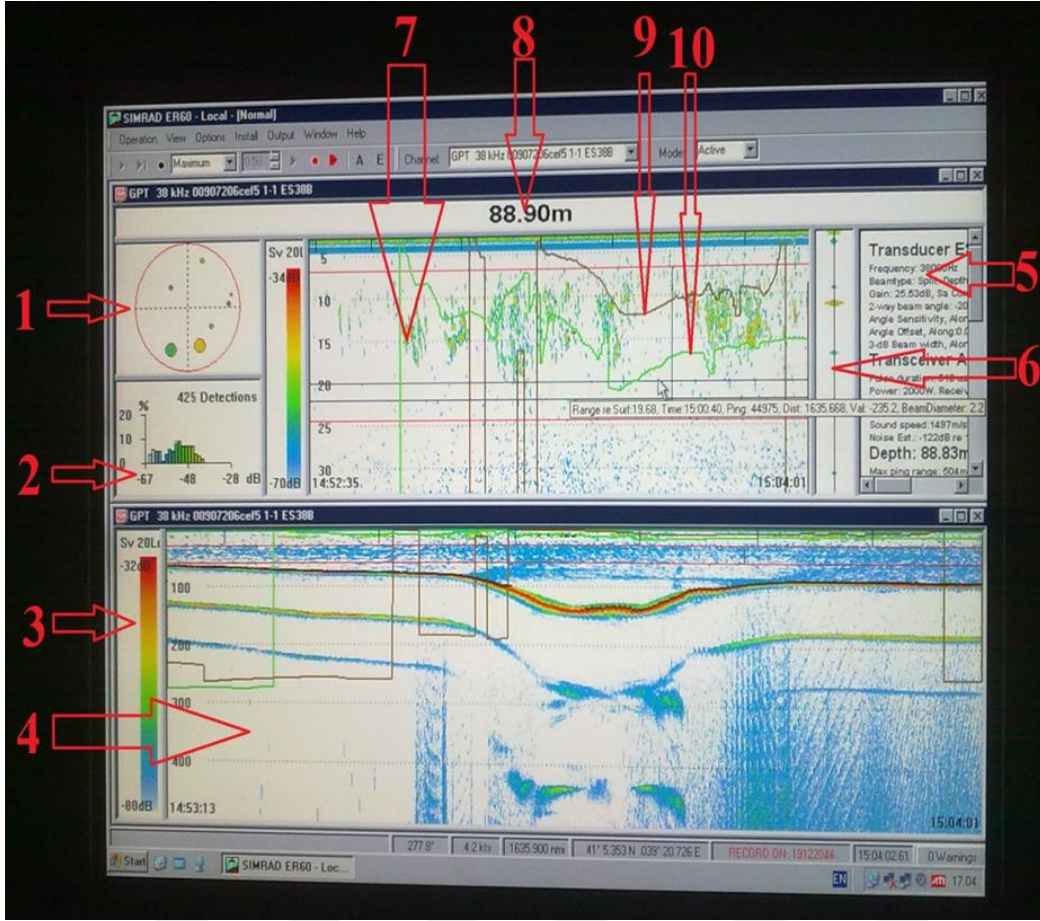


Şekil 4.4 38 kHz transducer gövdesi (a) ve suya temas eden yüzeyi (b) (Bilim-2 araştırma gemisi, 2011).

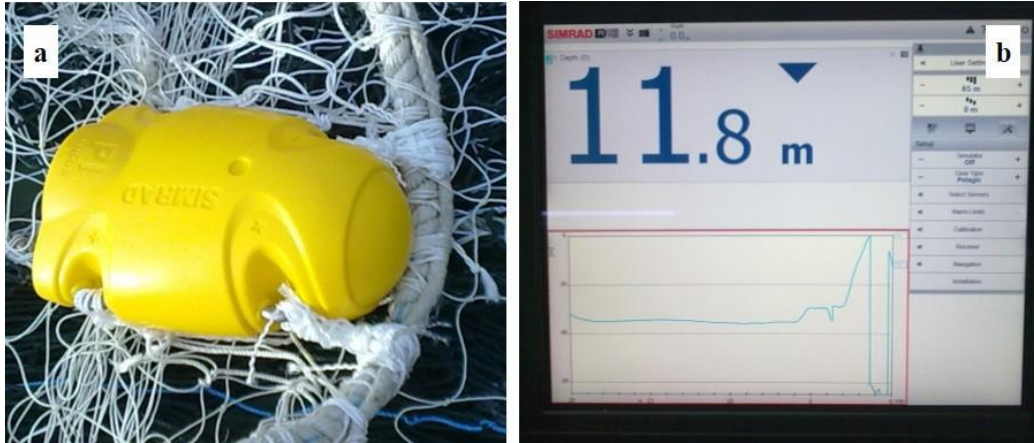
Elde edilen ekogramlara göre bilgisayar ekran çıktıları Şekil 4.5’de özetlenmiştir. 1 no’lu grafik; yansıyan enerjiye bağlı dairesel diyagram üzerinde hedef türün stok büyüklüğü ve konumunu, 2 no’lu grafik; her 1 millik mesafe için tespit edilen balıklardan yansıyan enerjinin yüzde değerini, 3 no’lu grafik; ayarlanabilen eşik değerini, 4 no’lu alan; deniz sahasının görünümünü, 5 no’lu alan; yankısayarın çalışma özelliklerini ve derinlik hatlarının ayarlarını, 6 no’lu alan; deniz tabanı ve eko derinliğini, 7 no’lu alan; su kolonu içinde hedef derinliğini, 8 no’lu alan; satır derinliğini, 9 ve 10 numaralı alan ise mantar ve kurşun yakadaki ortasu trol sensörlerinin derinliklerini göstermektedir (Şekil 4.5).

Ağ Takip Sistemi:

Örnekleme için SIMRAD PI 50 ağ takip sistemi kullanılmıştır (Şekil 4.6). Sistem ses sinyalleri ile derinlik bilgisi veren sensörlerden oluşur. Bu sensörler ağın mantar ve kurşun yakasına takılırlar ve derinlik farkları trol ağının dikey ağız açıklığını verir.



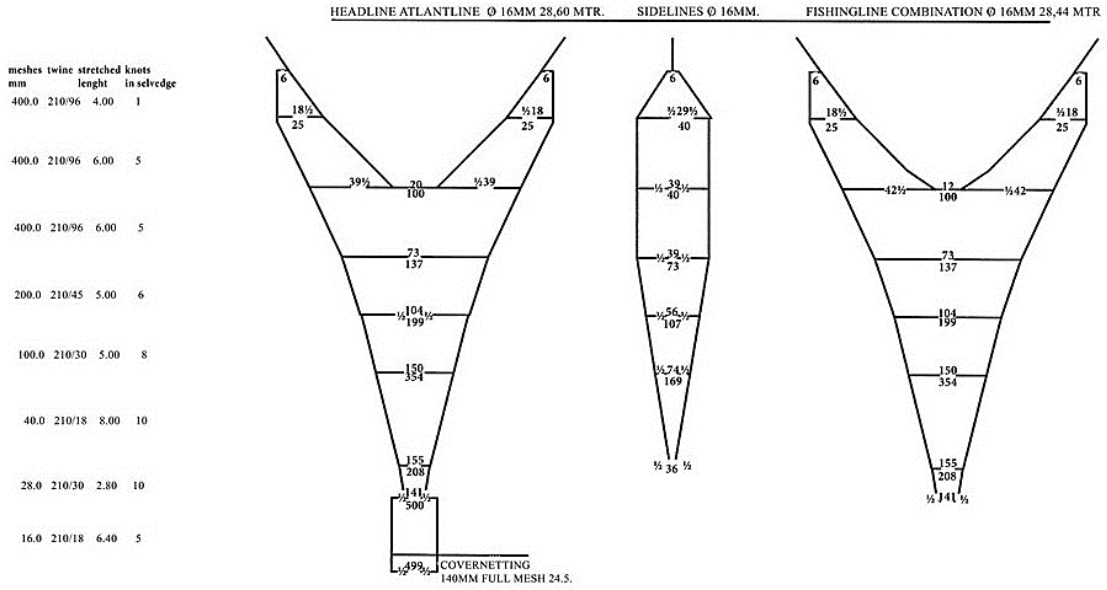
Şekil 4.5 Akustik ekran (Erbay, 2022).



Şekil 4.6 Ağ içerisinde sinyal veren sensör (a) ve ekrandan derinliğin okunması (b).

Av Aracı

Akustik sörveyde kullanılan orta su trolü MEDIAS (Mediterranean Acoustis Survey on Small Pelagics) protokollerine uygun donatılmıştır. Her boy grubu balık örneklemek için torba kısmı kör gözlü ağ ile donatılmıştır (Şekil 4.7). Trol kapıları uçar kanat şeklindedir ve her biri 250 kg ağırlığındadır.



Şekil 4.7 Akustik sörveyde kullanılan ortasu trol ağının planı

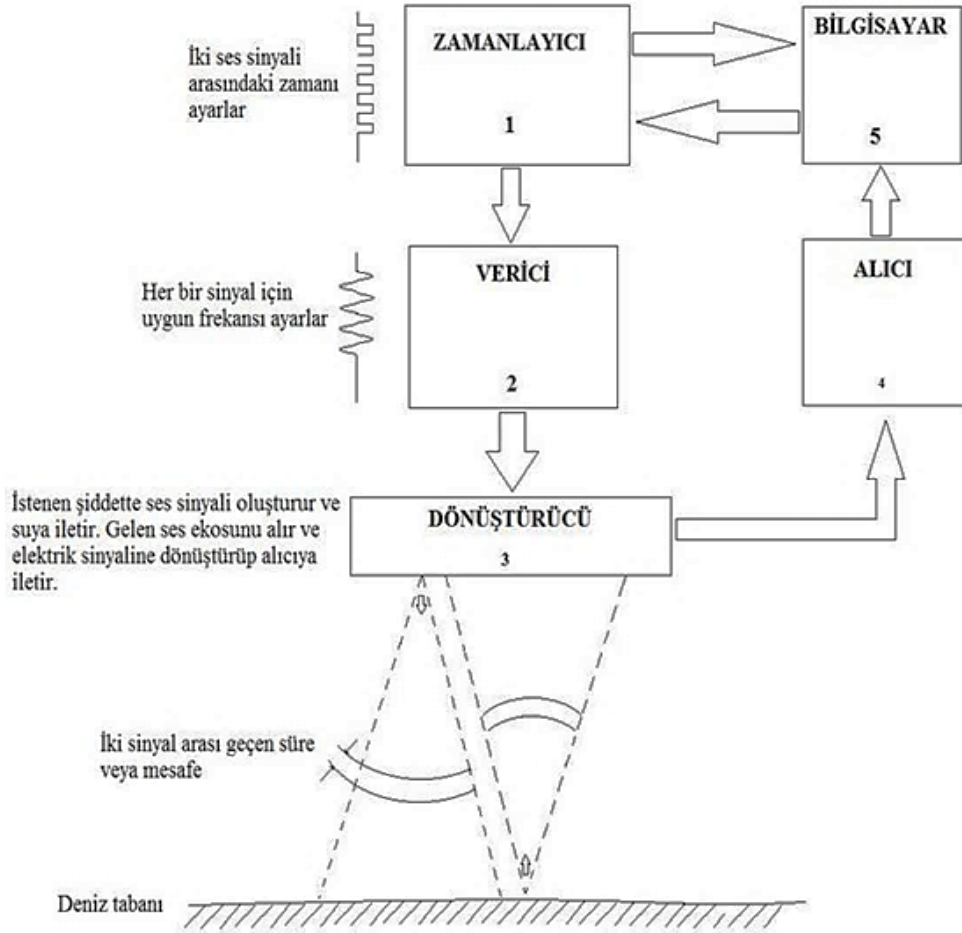
4.2. Metot

4.2.1. Çaça balığı stoklarının akustik yöntemle izlenmesi

Balıkçılıktan bağımsız verilerin toplanması amacıyla av sezonunun başlamasının ardından Sürat Araştırma-1 gemisiyle sadece Güney Karadeniz’de kıta sahanlığını kapsayacak şekilde Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsüne ait SÜRAT Araştırma-1 gemisiyle Sinop-Samsun ve Samsun- Artvin arasında yapılmıştır. Çaça balığı stok büyüklüğünün ve yapısının belirlenmesine yönelik olarak ortasu trolü destekli hidro-akustik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Akustik yöntem ve detayları aşağıda bölümler halinde verilmiştir.

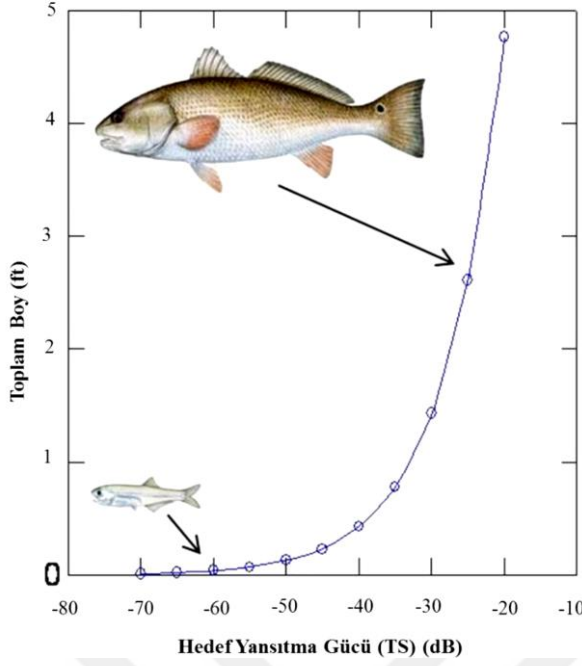
4.2.1.1. Veri toplama

Balıkçılıkta hidroakustik sörveyde kullanılan cihazlar genel olarak transduser (ayna), ekosounder ve bilgisayardan oluşmaktadır. Ekosounder, sese çevrilecek akımı hazırlar transdusera yollar ve transduseri besler, bilgisayar ise ekosounderı kontrol eder, gelen verileri işler ve depolar (Şekil 4.8). Küçük pelajik balıklarla ilgili uygulamalar dikkate alındığında kullanılan transduserler 38 ile 1000 kHz arasında değişmekle birlikte en yaygın kullanılan 38 kHz frekans transduser kullanılmıştır.



Şekil 4.8 Yankısayar (echo sounder) çalışma diagramı (FAO, 1983 ve Erbay ve Şahin 2022).

Yankı sayar, akustik özellikleri ve şiddeti bilinen ses sinyallerini su kolonuna gönderip sinyalleri geri yansıtan hedeflerin tespiti prensibi ile çalışır. Yankısayardan iletilen atım balık sürülerinden ve deniz tabanından yansiyarak ekogramda gözlemlenir (Simmonds ve MacLennan, 2005). Yansıtma gücü TS (Target Strength), balıklarda büyüklük ve hava kesesine bağlı olarak değişiklik gösterir (Fassler vd., 2008). Balık büyüklüğü ile TS arasındaki temsili ilişki Şekil 4.9’da görülmektedir (URL-1; Love, 1971).



Şekil 4.9 Yansıtma gücü (TS) ile balık boyu arasındaki ilişki (URL-1).

4.2.1.2. Veri değerlendirme

Akustik cihazlar sadece akustik verileri toplamakta ve bu verilerin doğru toplandığını izlemeye yönelik olarak eş zamanlı değerlendirmeler yapmaktadır. Ancak toplanan veriler genellikle toplandıkları andaki halleri ile değerlendirmeye uygun olmayıp gürültü (noise) olarak ifade edilen istenmeyen veriler de içermektedir. Gürültünün pek çok kaynağı vardır. Bunlardan en önemlileri arasında köpük (dalga ya da dümen suyu) ve hatalı okunan taban yansımaları sayılabilir. Veriler değerlendirilmeden önce bu tip gürültülerin ayıklanması gerekmektedir. Ayrıca sürülerin belirlenmesi, hangi türe ait olduklarına göre ayrıştırılması ve bolluk (balık/alan) ve biokütle (ağırlık/alan) dönüştürülmesi için de işlem-sonrası yazılımlar (post-processing software) kullanılmaktadır. Bu çalışmada EchoView yazılımı kullanılmıştır.

Hidroakustik uygulamaların çeşitliliğine rağmen hepsinde ortak kullanılan yöntem aşağıda verilmiştir. Araştırmada uygulanan adımlar;

- Verilerin işlem-sonrası yazılımlara aktarılması ve görsel kontrolü
- Kalibrasyon
 - Örnekleme zamanı
 - Örnekleme mevkii
 - Yansıma enerjisi
- Geri-plan gürültü ayıklama

Çıkarma

Eşik değeri

- Tespit ve filtreleme

Geri yükleme/düzleme/tabakalama

Zemin ekosunu belirleme

Tek hedefleri ve tek hedef izlerini belirleme

Sürüleri belirleme

Maskeleme/filtreleme

- Sınıflama

Delta Sv

Sürü

Eşik değerine göre

- Analiz

Taban ayırma

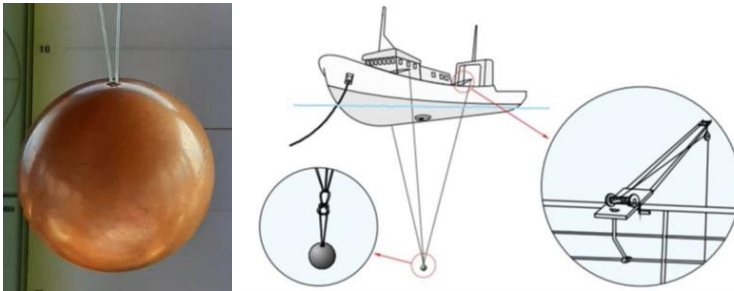
Eko entegrasyon

Tek hedef tanımlama ve tanımlanan tek hedefleri izleme

Sürü tanımlama

4.2.1.3. Kalibrasyon

Akustik verilerin doğruluğu için (TS) değeri 60 mm çapında bakır küre ile 20-25 metre derinliklerde her sörvey öncesi kalibre edilmiştir (Şekil 4.10). Bunun için kullanılan transduserlerin yeri, açısı, cihaz-sistem özellikleri, ses sinyali etkileyebilecek çevresel özellikler (ses hızı, soğrulma katsayısı) gibi bilgiler her sefer öncesinde belirlenerek akustik sisteme girilmiştir. Bakır kürenin standart TS değeri -33,6 dB' dir. Farklı çaptaki kürelerin TS değerleri Tablo 4.2 de verilmiştir.



Şekil 4.10 Bakır kalibrasyon küresi (60 mm çapında) ve su altındaki konumu (Simrad, 2012)

Tablo 4.2 Kalibrasyon kürelerine ait TS değerleri (Erbay, 2022)

Frekans	Küre Çapı	TS Değeri
38	60	-33,6
120	23	-40,4
200	13,7	-45

4.2.1.4. Gürültünün ayıklanması

Çevreden gelen ve istemeyen sinyallerin ham verilerden ayıklanacağı bu aşama iki temizleme aşamasının ilkinin oluşturacaktır. Simmonds ve MacLennan (2005) akustik gürültüyü ekosounderin ses üreticisinin kapalı, ses algılayıcısının açık olduğu anda ölçülen sinyal olarak tanımlamaktadır. Bu tanımdan hareketle gürültü ikiye ayrılmaktadır. Biri geri-plan gürültü diğeri ise kesintili gürültüdür. Geri-plan gürültüsü nispeten süreklilik gösteren, on ve daha fazla sinyalde tekrarlanan gürültüdür. Kesintili gürültü ise genel olarak çok daha şiddetli ancak çok daha kısa ve birkaç ardışık sinyalde gözlenen gürültüdür. Geri-plan gürültüsünün ayıklanması için öncelikle gürültü seviyesi belirlenecek ve daha sonra gürültü verinin yapısına göre ya doğrudan ham veriden çıkartılacak ya da eşik değeri belirlendikten sonra bu eşik değerinin altında kalan tüm veriler gürültü olarak ayıklanmıştır.

4.2.1.5. Tespit ve filtreleme

Tespit ve filtreleme de ikinci temizlik aşamasıdır. Bu aşamada ham verilerdeki kesintili gürültü ve “sinyal fenomeni” özelliği gösteren veriler belirlenmiş ve filtrelenmiştir. Kesintili gürültüye örnek olarak parlama ve benekler (spikes and flecks) olarak adlandırılan ani ve şiddetli yasımlar ile küçük ama ardıl yasımlardır. “Sinyal fenomeni” ise tek hedeften geri dönen yansımlar, balık yığınları, deniz tabanı (birincil, ikincil dip ekoları, hayalet dip ekoları) sinyal sarkmaları ve yüzey fenomeni (hava kabarcıkları, transduser başlangıç sinyali) verilebilir.

Doğru ve temiz olarak kabul edilebilir akustik veriye ulaşmak için yukarıda tanımlanan sinyaller belirlenmiş ve ayıklanmıştır. Bu işlemler EchoView programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Otomatik olarak yapılacak olan bu ayıklama işlemi için balık olarak tanımlanacak hedeflerin eşik hedef gücü (TS, Target Strength) gibi bazı önemli karakteristikler programa girilmiştir.

4.2.1.6. Sınıflandırma

Sınıflandırma aşamasında kalibre edilmiş ve temizlenmiş akustik veriler gerçek özelliklerini yansıtan sınıflara ayrılmıştır. Proje kapsamında Karadeniz'deki düşük planktonik çeşitlilik dikkate alınarak sadece “plankton” ve “balık” olarak iki gruplu sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma aşamasında akustik hatlara paralel olarak yapılacak ortasu örneklemesinden elde edilen veriler kullanılmıştır.

4.2.1.7. Analiz

Akustik olarak elde edilen verilerin analizi pek çok kısımdan oluşmaktadır. Bu iş için hazırlanmış EchoView yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım temel olarak akustik hatlar boyunca su kolonunda tanımlanmış hücreler ve/veya bölgeler üzerinden echo integration ve balıkların akustik geri yansıtma özelliklerinin belirlenmesi için tek hedeflerden gelen sinyallerin sayılmasını kapsamaktadır. Bu yaklaşımla yatayda ve dikeyde tabakalandırılmış alanlarda toplam temizlenmiş yansıma oranları üzerinden akustik birim cinsinden yoğunluk hesaplanmış, daha sonra balıkların sinyal geri yansıtma özellikleri kullanılarak akustik birim cinsinden yoğunluk balık bolluğuna (balık/alan) çevrilmiştir. Çaça balığı için yansıtma şiddeti (TS) ve sürünün toplam yansıtma gücünün 1 deniz miline standardize edilmiş hali NASC (Nautic area scattering coefficient: 1 nm² için saçılım katsayısı) değerleri biyokütlenin hesaplanmasında kullanılmıştır. Çaça balığı için b_{20} :-71,2 dB olarak alınmıştır (ICES, 2006; ICES, 2014).

$$TS=20Log L+b_{20} \quad (4.1)$$

$$Biokütle(ton/n.mi^2) = \frac{katkı\%}{100} \times \frac{PRC_NASC}{4\pi\bar{\sigma}} \times \frac{agirlik}{1000} \quad (4.2)$$

$$\bar{\sigma} = \sum_{tüm_türler} \left(\frac{\%katki}{100} 10^{\frac{TS}{10}} \right) \quad (4.3)$$

Elde edilen akustik verilerden gürültü, köpük, yalancı dip ayrıldıktan sonra (Scrutinization) sürüler yukarıda açıklandığı şekilde tanımlanmıştır. İkinci aşamada her bir ESDU (Eş Uzaklıkta Örnekleme Birimi - başlangıçta MEDIAS protokolüne uygun olarak 1 deniz mili) için toplam çaça balığı NASC (geri yansıma katsayısı) değeri ile ESDU enlem ve boylamı çıkartılmıştır. Bu verilere alansal ekstrapolasyon (DIVA) analizi uygulanmış ve sonbahar ve ilkbahar dönemi için balık yoğunluk (NASC) haritaları hazırlanmıştır.

4.2.1.8. Ortasu trolü örneklemeleri

Akustik Sörvey için MEDIAS (Mediterranean Acoustic Survey on Small Pelagics: Akdeniz’de Küçük Pelajikler için Akustik Sörvey) protokolü (MEDIAS, 2010) Karadeniz’e uyarlanarak kullanılmıştır. Bu protokolda sörvey dizaynı ile ilgili maddeler Tablo 4.3 de verilmiştir. Akustik olarak gözlenen hedeflerin hangi balık türlerine ait olduğunun belirlenmesi amacıyla standart olarak uygulanan yöntem ayrıca kontrol avı/örnekleme de içermektedir. Kontrol örnekleme temel olarak akustik olarak belirlenen sürülerin avlanarak doğrulama yapılmasıdır. Ayrıca karışık türlerden oluşan sürülerin ya da dağınık sürülerin hangi türe/türlere ait olduğunun belirlenmesinde de kontrol avı kullanılmaktadır. Araştırmada bu durumlar için ortasu trolü kullanılmıştır. Bu tip bir çalışmada kullanılacak olan ortasu trolünün tek gemi ile kullanılabilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan küçük pelajik balıklar su kolonunun herhangi bir noktasında sürüler oluşturabileceğinden kullanılacak olan trol ağının istenen derinlikten örnekleme yapması da gerekmektedir. Bu nedenle de kullanım sırasında ağın örnekleme derinliğini gösteren ağ izleme cihazları (Net sounder) kullanılmıştır.

Tablo 4.3 MEDIAS protokolüne göre planlanan sörvey dizaynı

Sörvey Parametreleri	Yöntem ve Birimler
Transect dizaynı	Kıyı şeridi veya batimetriye dik açı yapacak şekilde
Transectler arası mesafe	Kesitler arası mesafe en fazla 12 nm.
Akustik örnekleme zamanı	Gündüz
EDSU (Elementary Distance Sampling Unit: Temel örnekleme mesafesi)	1 nm.
Dip derinliğine göre kıyıya uzaklık	Minimum 10 m.
Minimum ekogram alma derinliği	10 m.
Maksimum ekogram alma derinliği	200 m.
Gemi hızı	7-8 nm/h. (Knot)
Analiz programı	Echoview
Tür Teşhisi	Ekogram görsel incelemesine dayalı yankı izi sınıflandırması • Doğrudan belirleme ve • temsili balıkçı istasyonu adına belirleme

Simmonds ve McLennan (2008) optimizasyon metodu kullanılarak 7-8 kt seyir hızı ile 10 nm’lik uzun (Transect: Rota bacakları) ve 3 nm’lik kısa dik hatlar kıyıya doğru çizilmiştir. Hatlar arası uzunluklar balık yoğunluğuna göre 1 nm ile 3 nm arasında değişiklik göstermiştir. Trol çekimlerine ilişkin uygulamalar Şekil 4.11’de özetlenmiştir.



Şekil 4.11 Trol çekimleri, tür ayrımı, boy ölçümleri ve yaş tayini.

4.2.1.9. CTD örneklemeleri

Akustik hatların başında ve sonunda Seabird 25 marka CTD cihazı ile vertikal olarak sıcaklık, tuzluluk, pH, klorofil-a, oksijen parametreleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler ODV haritalandırma programı ile görselleştirilerek oşinografik durum ortaya konulmuş ve balık davranışları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

4.2.2. Biyolojik analiz

4.2.2.1. Örnek temini

Çalışma süresince incelenen çaça balığı materyalleri deniz sörveylerinde ortasu çekimleriyle elde edilirken, karaya çıkarılan avın örneklenmesi ise ticari av gemilerinden ve işleme tesislerinden elde edilmiştir. Araştırma konusu çaça balığı (*Spratus spratus*) örneklerinin morfolojik ve biyolojik karakteristikleri belirlenmek üzere hem sahada hem de laboratuvarlara getirilerek incelenmiştir.

4.2.2.2. Boy ve ağırlık ölçümleri

Rastgele örnekleme ile seçilen balıklar, aynı gün laboratuvara getirilerek biyometrik ölçümler milimetrik olarak kumpas ile yapılmıştır. Boy ölçümleri, kolaylık sağlaması ve seri ölçümler yapılabilmesi için von Bayer teknesi ile 0,1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri 0,001 g hassasiyetli Sartorius marka terazi ile yapılmıştır. Balıkların boyları ve ağırlıkları arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Bu ilişkinin Ricker (1975) tarafından belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$W=a.L^b \quad (4.4)$$

Bu formülde;

W: Total ağırlık (g)

L: Total boy (cm)

a: ortalama kondüsyon faktörü

b: balığın şeklini gösteren katsayıdır.

4.2.2.3. Cinsiyet tespiti

Cinsiyet tayini için, balıkların iç organlarının çıkarılması sonrası gonadların çıplak gözle incelenmesi ile belirlenmiştir.

Gonadlar ince kılcal damarlarla bezenmiştir. Kırmızı renkte görünüyorsa dişi, süt beyazı renkte görünüyorsa balığın erkek olduğu saptanır. Teleost balıklarda erkek bireylerin gonadları, katı ve yoğun bir kütle halinde bazen lob şeklinde görülürken, dişi bireylerin gonadları ise kof bir görüntüye sahip ve kese biçimindedir. Cinsi olgunluğa erişmemiş balıkların gonadları küçük, gelişmemiş ve şeffaf bir renktedir. Olgun bireyler büyük ve daha mat renklere sahiptir (Bagenal, 1978).

4.2.2.4. Yaş tayini ve kompozisyonu

Av sırasında balıkların pullarının dökülmüş veya diğer balık pulları ile karışmış olabileceği düşüncesi ile yaş tayini, otolitlerle yapılmıştır. Otolitler, balıkların alın bölgelerinin hemen gerisinden kafatası kesilerek pens yardımı ile çıkarılmış ve alınan otolitler üzerindeki doku kalıntılarının temizlenmesi için %3 NaOH çözeltisi içinde 5 dakika bekletildikten sonra 5-10 dakika kadar %70, %80, %90, %96'luk alkol banyolarından geçirilmiştir. Temizlenen otolitler hazırlanan gliserinli preparatlar üzerine konarak Olympus marka stereo mikroskop altında %10'luk büyütme oranı uygulanarak, yaş halka sayımı ile yaş tayini yapılmıştır.

Üzerinde çalışılan çaça balığı için yaş kompozisyonu ICLARM'ın Fisat programındaki Bhattacharya yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde; alınan örneklerden yaş guruplarını ayırmaksızın boy-frekans veya ağırlık-frekans dağılım grafiği çizildiğinde birçok tepe noktaları görülür. Bu tepelerin her biri bir yaş grubu eğrisinin tepe noktası olarak kabul edilir (Sparre ve Venema, 1992).

4.2.2.5. Büyüme parametrelerinin hesaplanması

Balık biyolojisinde büyümeyi yansıtan en önemli denklemlerden birisi von Bertalanffy büyüme denklemidir (Avşar, 1998; Pauly, 1983). Çaça balığı popülasyonlarının büyüme parametreleri, von Bertalanffy büyüme fonksiyonu yardımıyla hesaplanmıştır.

Bu eşitlik; balığın yaşamı boyunca büyümesini tamamlayabileceği beslenme, üreme vb. koşulları dikkate almaktadır. Fonksiyon büyümesi süresince elde edilen verilere uygun, aynı zamanda stok tahmini ve yönetim modellerine kolayca uygulanabilir bir formdadır (Avşar, 1998; Erkoyuncu, 1995). Eşitlik;

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (4.5)$$

Burada;

L_{∞} : Balığın sonsuzda ulaşacağı varsayılan boy (cm)

L_t : Balığın t yaşındaki boyu (cm)

k: Brody büyüme katsayısı

t_0 : Balık boyunun sıfır olduğu varsayılan teorik yaş (yıl)

t: Balığın yaşı

Büyüme sabitleri Ford-Walford (1946) yöntemine göre hesaplanmıştır. Yönteme göre, yaşlara karşılık elde edilen boylar arsında regresyon analizi yapılarak büyüme parametreleri belirlenmiştir (Avşar, 1998; Pauly, 1983; Erkoyuncu, 1995; King, 1995).

Bu yönteme göre;

$$L_{\infty} = a/(1-b) \quad (4.6)$$

$$k = -\ln b \quad (4.7)$$

$$t_0 = t + (1/k) * \ln[1 - (L_t/L_{\infty})] \quad (4.8)$$

formülleri ile belirlenmiştir.

4.2.2.6. Ölüm oranlarının tahmini

Anlık ölüm katsayısının (Z) tahmininde Beverton ve Holt (1957) ve Av eğrisi (Catch Curve) kullanılmıştır. Av eğrisinden Z' nin tahmini için; alınan örnekte çeşitli yaş guruplarındaki balık sayılarının doğal logaritmaları ($\ln N$), yaş guruplarına (t) karşı koordinatlar diyagramında işaretlenerek belirlenmiştir. Balıklarda doğal ölümün, ortamın ortalama sıcaklığı ile de ilişkili olabileceği de hesaba katılarak doğal ölüm katsayısının (M) tahmininde Pauly'nin denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Doğal ölüm katsayısının tahmininde Pauly'nin denkleminin yanında Ricker (1975) metodu da kullanılmıştır.

$$Z = K (L_{\infty} - L_{ort}) / (L_{ort} - L_c) \quad (4.9)$$

Bu eşitlikte;

k: Büyüme sabiti

L_{∞} : Maksimum boy

L_{ort} : Avlanan balık boylarının ortalaması

L_c : İlk avlanma boyu

$$M = 0,8 * \exp(-0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln k + 0,463 \ln T) \quad (4.10)$$

Bu eşitlikte;

M: Doğal Ölüm Oranı

L_{∞} : Asimptotik uzunluk (cm)

k: Büyüme katsayısı

T: Dağılım alanlarının ortalama su sıcaklığı (°C)

Avcılık ölüm oranı (F); anlık ölüm oranı ve doğal ölüm oranı (M) bileşenlerinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

4.2.2.7. İşletme oranı ve büyüme performansının tahmini

Stoktan yararlanma oranı (işletim oranı); avcılık ölüm oranı (F) ve anlık ölüm oranı (Z) bileşenlerinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

$$E = F / Z \quad (4.11)$$

Büyüme performansı; büyüme katsayısı (k) ve L_{∞} bileşenlerinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

$$\emptyset' = [\ln(k) + 2\ln(L_{\infty})] \quad (4.12)$$

4.2.2.8. İstatistiksel değerlendirme

Populasyon parametrelerine ait, ortalama, standart hata, regresyon, korelasyon, grafikler, regresyon analizleri için Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

4.2.3. Veri kalitesinin testi

Stok değerlendirme öncesi veri kalitesinin analize uygunluğu test edilmiştir. Analizlere ilişkin kullanılan R kodları Ek 1 de verilmiştir.

4.2.4. CPUE standardizasyonu

Standardize edilmiş CPUE denizdeki balık miktarının göstergesi olarak kabul edilir.

$$CPUE = qB \quad (4.13)$$

CPUE standardizasyonu yıl, ay ve avlanma alanı dikkate alınarak Genel Doğrusal Model (GLM) yöntemiyle hesaplanmıştır (Odaira vd., 2018). Bu yazılım, balıkçılık verilerinden nominal CPUE'yi standartlaştırmak için "R bilgisayar dili" kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yazılımda iki farklı CPUE standardizasyon modeli vardır. Model seçimi, 0 (sıfır) yakalama (CPUE) oranına göre belirlenmektedir. Eğer orijinal nominal CPUE veri setindeki 0 yakalama oranı yaklaşık %30'dan az ise log-normal Genel Doğrusal Model (GLM), aksi takdirde ise 0 yakalama (CPUE) verisinin neden olduğu yanlılıkları azaltmak için Delta tipi 2 adımlı log-normal GLM modeli kullanılmaktadır.

Bu yazılımda girdi verileri, üç ortak değişken ("yıl", "mevsim" ve "alan" etkileri) ve nominal CPUE'den (bağımlı değişken) oluşmaktadır. Model, bazı açıklayıcı notlarla birlikte 4 tür çıktı üretmektedir.

- (1) ANOVA tablosu;
- (2) Standartlaştırılmış CPUE'nin yıllık eğilimlerinin grafikleri, %95 güven aralıkları ve nominal CPUE;
- (3) Kalıntı histogramı ve
- (4) Q-Q grafiği.

Bu çalışmada kullanılan veriler 2011-2022 yıllarını kapsamaktadır. Su Ürünleri Bilgi Sistemi (SUBİS) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) su ürünleri istatistiklerinden tedarik edilen verilere göre 12 metre ve üzeri çaça balığı avcılığında faal ortasu gemileri için en çok avlanan aylar (12,1,2,3,4,5) değerlendirmeye alınmıştır. Karadeniz'in Türkiye kıyıları enlem boylama göre bölgelere ayrılmış ve en çok avlanan 2 alan seçilmiştir. Günde 3 tondan az avlanan gemiler hariç tutulmuştur.

4.2.5. Stok değerlendirme

Uluslararası Deniz Keşif Konseyi (ICES) tarafından yaygın olarak kullanılan iki stok değerlendirmede modeli test edilmiştir. Bunlardan ilki *Genişletilmiş Hayatta Kalma Analizi*, XSA (eXtended Survivors Analysis)'dir. VPA temelli deterministik model olan XSA'e ek olarak tüm veri kaynaklarının (yakalamalar dahil) gözlem olarak ele alındığı stokastik model olan SAM (State-space assessment model) kullanılmıştır. Stok değerlendirme analizinde kullanılan çaça balığı boy-frekans verileri 2009-2022 yıllarını kapsamaktadır. 2009-2015 yılları boy frekans verileri TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01 nolu "Karadeniz'deki Trol Balıkçılığını İzleme" projesinden (Zengin vd., 2019), 2016-2022 yılları boy frekans verileri ise TAGEM/ HAYSÜD/2015/A11/P01 nolu "Karadeniz'de Ekonomik Öneme Sahip Pelajik Balık Stoklarının İzlenmesi" projesinden (Küçük vd., 2020) temin edilmiştir.

4.2.5.1. Genişletilmiş hayatta kalma analizi (XSA)

XSA (eXtended Survivors Analysis) temel olarak CPUE ile stoktaki yaş-bolluk verileri arasındaki regresyon sonuçlarını baz alan bir modeldir (Shepherd, 1992). Tamamı stoka katılmış olan yaş gruplarının zamana bağlı olarak sabit avlanabilirlik ve stoka katılımın üssü fonksiyonel bağıntı ile açıklanabildiğini varsayar. Belli bir yaş için tahmin edilen

avlanabilirlik daha sonra izleyen yaş gruplarının (en yaşlı grup da dahil olmak üzere) bolluk tahminlerinde kullanılır. Filodan elde edilen popülasyonun yaş-bolluk verileri her bir tertip (cohort) için yılsonundaki hayatta kalma oranlarını tahminde kullanılır. Bu da izleyen her bir iterasyonda geliştirilmiş tertip analizinin başlangıç şartlarını oluşturur. Bu durum VPA'nın diğer türevlerinden farklı olarak özellikle sömürülme biçimi (exploitation pattern) ve avlanabilirlik (yaştan bağımsız) açısından modele daha fazla esneklik sağlar. Aslında yaklaşım olarak VPA ailesinden sayılabilecek olan XSA, VPA'dan çok daha güçlü bir yöntem olarak görülmektedir. Yukarıda sayılan sebeplerin yanında av verileri için hata (error) sabiti öngörmesi ve son (terminal) yılın veri kalitesine standart VPA analizine göre çok daha az hassas olması da yöntemin tercih edilmesindeki önemli faktörlerdir. Ayrıca stoka katılımın düzeltilmesinde (tuning) yıl sınıfı şiddetine bağımlı bir model kullanması da XSA'ı benzer modellerden ayıran önemli bir özelliğidir. Model yaklaşık 20 yıldır ICES'in standard uygulaması olarak kabul edilmekte ve pek çok stokun değerlendirilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Darby ve Flatman 1994; Shepherd, 1999). Yöntem, URL-2'deki çevrimiçi web sayfası arayüzü kullanılarak uygulanmıştır (2023). Modelde yapılan analizlere ilişkin kullanılan R kodları Ek 2 de verilmiştir.

4.2.5.2. Temel durum değerlendirme modeli (SAM)

SAM (State-space Assessment Model), lognormal bir gözlem modeli varsayılarak, tüm veri kaynaklarının (yakalamalar dahil) gözlem olarak ele alındığı stokastik bir modeldir. SAM, seçiciliğin zaman içinde kademeli olarak gelişmesine izin verir ve tam parametrik istatistiksel değerlendirme modellerinden daha az parametreye sahiptir. Model, süreç ve ölçüm hatasını ayırır, stoka katılım ve avlanma ölüm oranı gibi nicelikler rastgele etkiler olarak modellenir ve projeksiyon prosedürü modelin ayrılmaz bir parçasıdır. SAM ortamı, "FLSAM" paketi biçiminde R (FLR) Balıkçılık Kitaplığı'na eklenmiştir. Temel durum uzayı değerlendirme modeli (SAM), Nielsen ve Berg'de (2014) açıklanmıştır. Model son yıllarda ICES'in standard uygulaması olarak kabul edilmekte ve pek çok stokun değerlendirilmesinde başarıyla kullanılmaktadır. Yöntem, URL-2'deki çevrimiçi web sayfası arayüzü kullanılarak uygulanmıştır. Modelde yapılan analizlere ilişkin kullanılan R kodları Ek 3 de verilmiştir.

5. BULGULAR

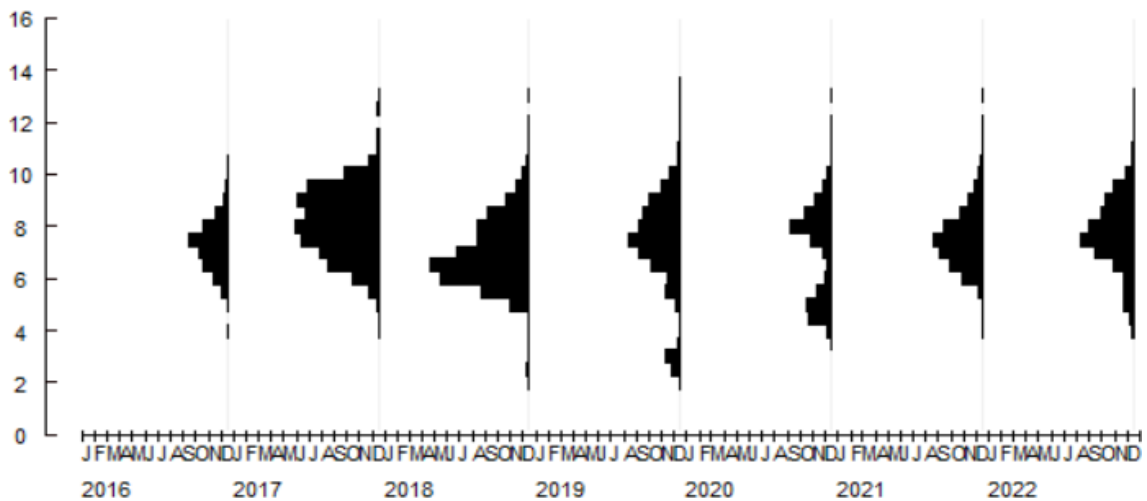
5.1. Biyolojik Bulgular

5.1.1. Çaçı balığına ait boy ve ağırlığın değışimi

2016-2022 yılları arası 7 av sezonu boyunca çaça balığı örneklenmiştir. Toplam 31 305 bireyin boy-frekansı alınmış bunun 21 386 adedinin biyometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tüm sezonlar dikkate alındığında ortalama boy 7,71 cm, ortalama ağırlık 2,97 g. olarak ölçülmüştür. Ortalama değerlerin en düşük olduğu sezon 2018 av sezonu olup ortalama boy ve ağırlık sırası ile 7,13 cm ve 2,33 g. olarak ölçülmüştür. En yüksek ortalama değerler 2017 av sezonunda ölçülmüş olup ortalama boy 8,35 cm, ortalama ağırlık 3,72 g. olarak bulunmuştur (Tablo 5.1, Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3).

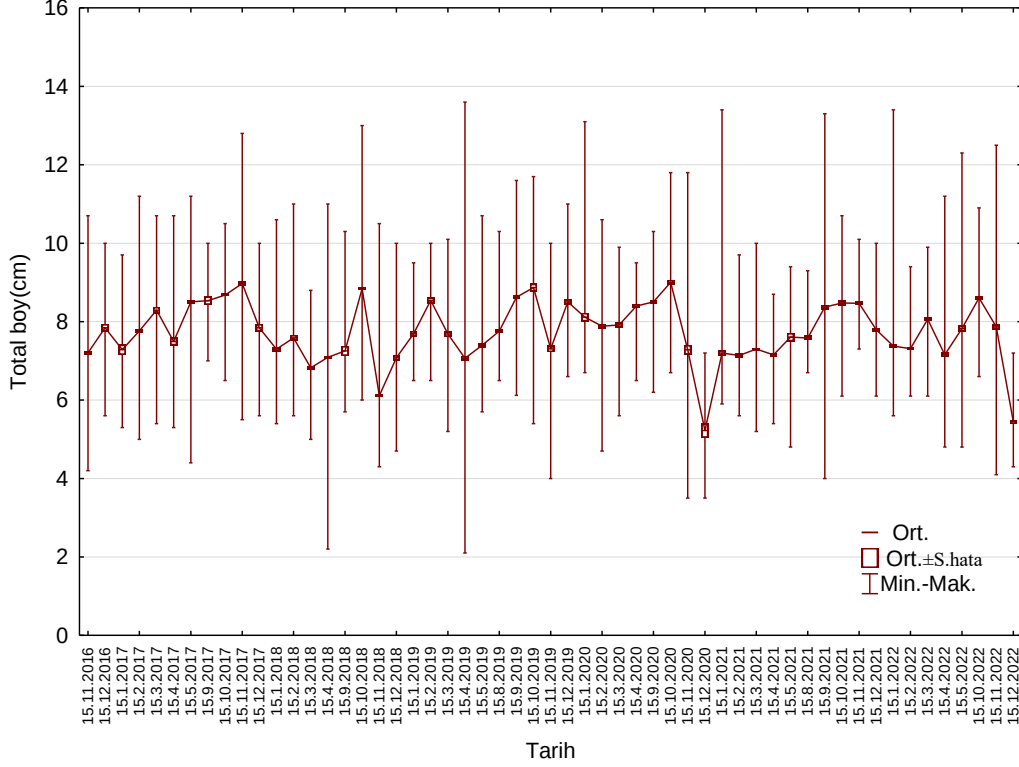
Tablo 5.1 2016-2022 yılları arasında avlanan çaça balığına ait örneklerin, boy frekans (N_1), biyometrik (N_2) birey sayıları ile ortalama boy (cm), ortalama ağırlık (gr) ve ortalama kondisyon faktörü (KF)

Av Sezonu	N_1	N_2	Ort. Boy $\pm$ Sd (min-mak)	Ort ağırlık $\pm$ Sd (min-mak)	KF $\pm$ Sd (min-mak)
2016	2 043	633	7,43 $\pm$ 0,04 (4,2-10,7)	2,55 $\pm$ 0,04 (0,39-7,27)	0,61 $\pm$ 0,002 (0,44-0,77)
2017	7 812	3 459	8,31 $\pm$ 0,02 (4,4-12,8)	3,72 $\pm$ 0,03 (0,57-12,35)	0,6 $\pm$ 0,001 (0,37-0,91)
2018	7 172	5 442	7,13 $\pm$ 0,02 (2,2-13)	2,33 $\pm$ 0,02 (0,03-13,69)	0,55 $\pm$ 0,001 (0,22-0,94)
2019	4 407	4 092	7,62 $\pm$ 0,03 (2,1-13,6)	3,06 $\pm$ 0,03 (0,02-20,98)	0,57 $\pm$ 0,001 (0,19-0,89)
2020	2 801	1 495	7,26 $\pm$ 0,03 (3,5-13,1)	2,67 $\pm$ 0,04 (0,2-14,7)	0,59 $\pm$ 0,002 (0,34-0,9)
2021	3 394	3 394	7,69 $\pm$ 0,02 (4-13,4)	2,79 $\pm$ 0,02 (0,14-15,87)	0,57 $\pm$ 0,001 (0,22-0,9)
2022	3 743	2 871	7,63 $\pm$ 0,02 (4,1-13,4)	2,8 $\pm$ 0,03 (0,4-15,5)	0,57 $\pm$ 0,002 (0,27-0,9)
Toplam	31 372	21 386	7,71$\pm$0,013 (2,1-13,6)	2,97$\pm$0,013 (0,02-20,98)	0,58$\pm$0,001 (0,19-0,94)



Şekil 5.1 2016-2022 arasında incelenen çaça balıklarının boy-frekans dağılımı

Örneklenen çaça balıklarının zamana bağlı ortalama boy ve ağırlıkları yaklaşık 8 cm ve 3 gr civarı seyretmiş ancak 2020 ve 2022 yılı 12. ayında boy ve ağırlık ortalamalarında belirgin düşüşler gözlenmiştir (Şekil 5.2, Şekil 5.3).

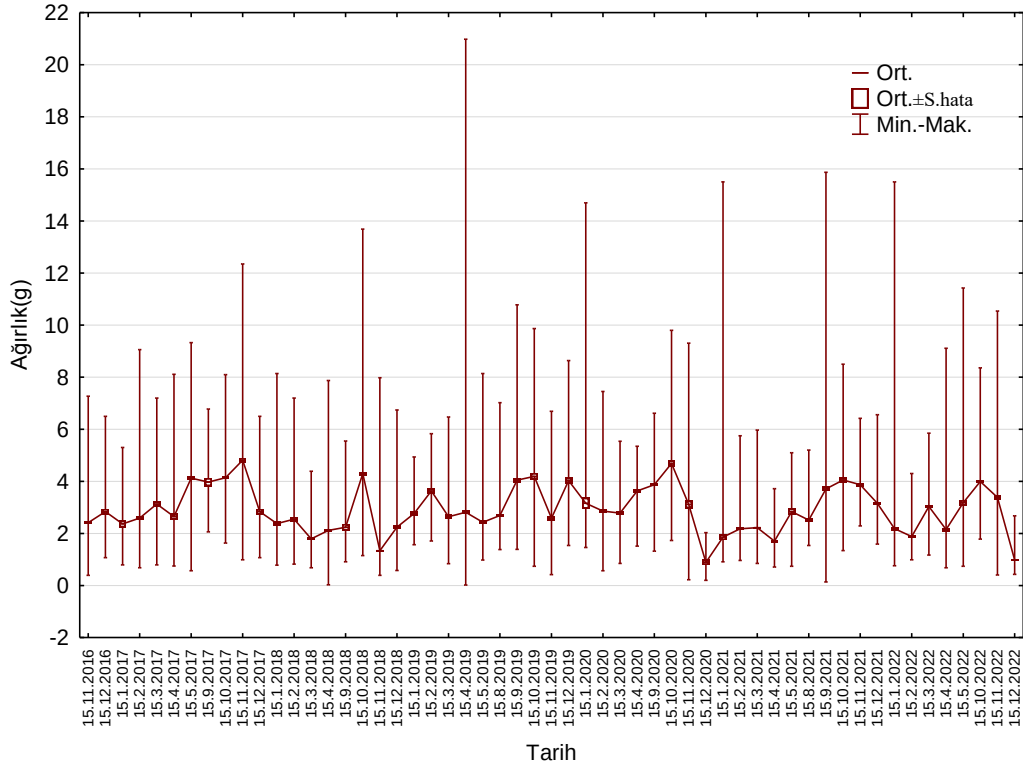


Şekil 5.2 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balıklarının zamana bağlı ortalama boy (cm) değişimi

5.1.2. Çaça balığında boy-ağırlık ilişkisi

Ölçülen çaça balıklarının boy-ağırlık ilişkisine ait regresyon parametreleri av sezonlarına göre Tablo 5.2’de verilmiştir. b regresyon katsayısı av sezonlarına göre 3,2576 - 3,3779 arasında değişmekte olup av sezonuna göre boy ağırlık ilişkisi 3 den büyük çıkmaktadır. Buradan çaça balıklarının pozitif allometrik büyüme gösterdiği söylenebilir.

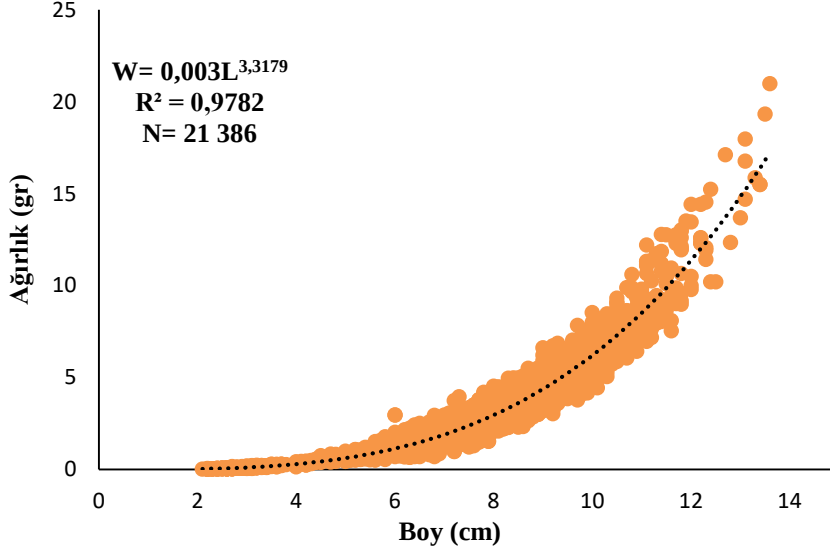
Tüm bireylere ait boy ağırlık ilişkisi Şekil 5.4’de verilmiştir. Tüm boy gruplarının temsil edildiği ve tüm av sezonlarını içeren genel boy-ağırlık ilişkisinde regresyon parametreleri a, b ve R^2 sırasıyla 0,0030, 3,3179 ve 0,977 bulunmuştur. R^2 ’nin yüksek olması popülasyonun yüksek oranda temsil edildiğini gösterir.



Şekil 5.3 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balıklarının zamana bağlı ortalama ağırlık (g) değişimi

Tablo 5.2 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının boy-ağırlık ilişkisine ait regresyon parametreleri

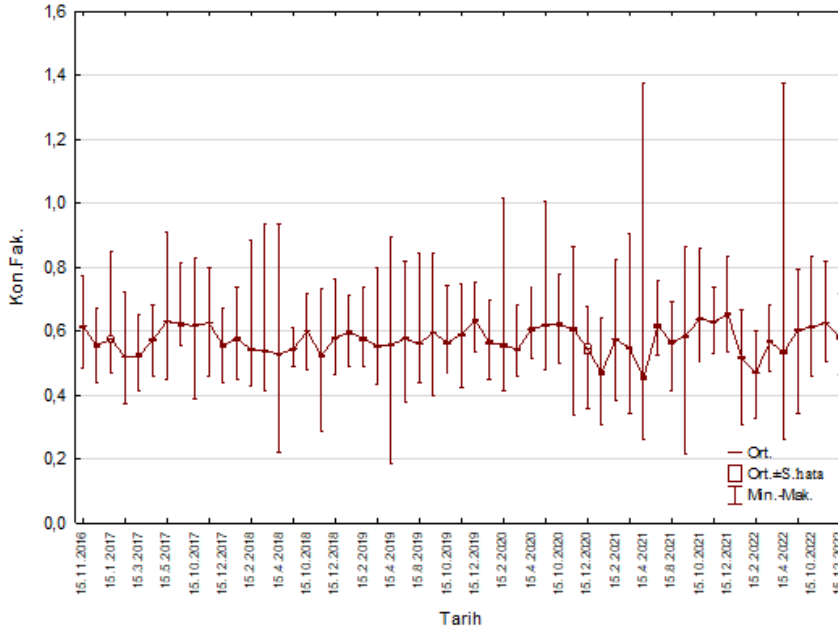
Av Sezonu	Boy-ağırlık ilişkisi				b fark 3 testi	
	a	b	R ²	t hesaplama	Büyüme modeli	Önem düzeyi
2016	0,0031	3,2576	0,9662	11,15	Pozitif allometrik	P<0,05
2017	0,0032	3,2967	0,9339	16,95	Pozitif allometrik	P<0,05
2018	0,0028	3,3314	0,9586	26,53	Pozitif allometrik	P<0,05
2019	0,0030	3,3311	0,9883	10,28	Pozitif allometrik	P<0,05
2020	0,0035	3,2632	0,9811	8,10	Pozitif allometrik	P<0,05
2021	0,0033	3,2829	0,9386	15,10	Pozitif allometrik	P<0,05
2022	0,0025	3,3779	0,9633	12,22	Pozitif allometrik	P<0,05
Genel	0,0030	3,3179	0,978	12,91	Pozitif allometrik	P<0,05



Şekil 5.4 2016-2022 yılları arasında biyometrik ölçümleri alınan çaça balığının boy-ağırlık ilişkisi

5.1.3. Çaça balığına ait kondisyon faktörü ve değişimi

Av dönemi boyunca incelenen çaça balığının kondisyon faktörü değişimi Şekil 5.5’de verilmiştir. Çaça balığının aylık ortalama kondisyon faktörü değeri eylül-ekim aylarında yüksek gözlenirken, üreme dönemi olan şubat mart aylarında düştüğü görülmektedir.



Şekil 5.5 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının zamana bağlı kondisyon faktörünün değişimi

5.1.4. Çaça balığında yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkisi

Yaş okuması yapılan çaça balığı stokunun yaşlara göre ortalama boy ve ağırlıkları Tablo 5.3’de verilmiştir. İncelenen çaça balıkları 0⁺ yaş ile 4 yaş arasında dağılım göstermektedir.

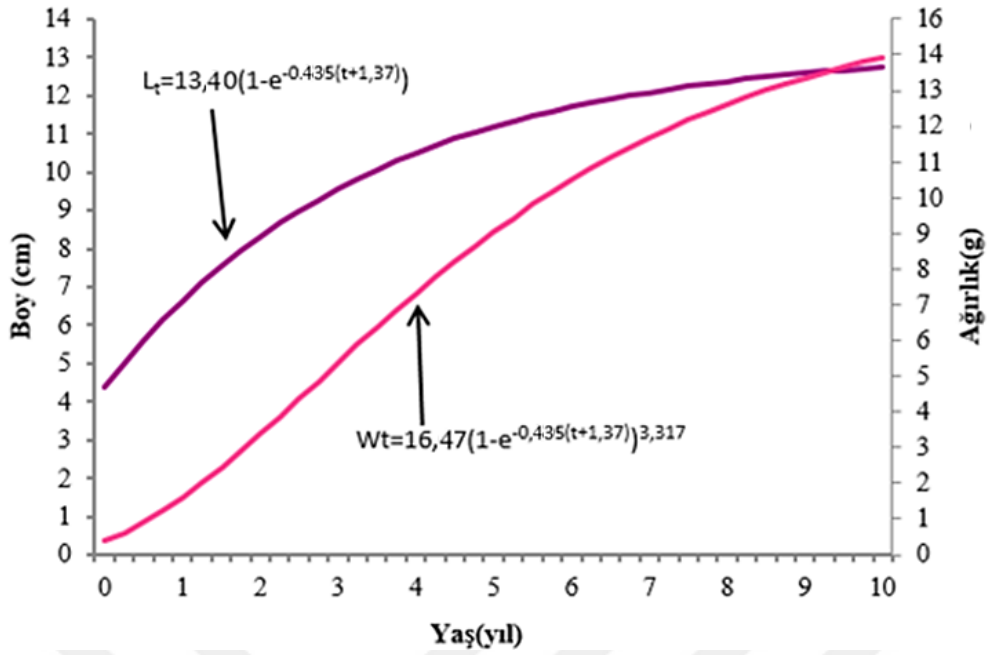
Tablo 5.3 2017-2022 tarihleri arasında incelenen çaça balığının yaş gruplarına göre ortalama total boy (cm) ve ortalama ağırlıkları (g)

Av Sezonu		Yaşlar				
		0 ⁺	1	2	3	4
2017	T. Boy(cm)	5,39	7,93	9,21	10,2	10,97
	Ağırlık(g)	0,87	2,89	4,64	6,50	8,01
2018	T. Boy(cm)	5,93	7,53	8,84	10,04	10,78
	Ağırlık(g)	1,14	2,47	4,18	6,09	7,42
2019	T. Boy(cm)	5,45	7,52	8,76	9,98	11,14
	Ağırlık(g)	1,19	2,56	4,20	6,40	8,91
2020	T. Boy(cm)	5,58	7,65	9,06	9,99	10,63
	Ağırlık(g)	1,00	2,75	4,42	6,28	7,56
2021	T. Boy(cm)	5,44	7,48	9,1	10,01	10,74
	Ağırlık(g)	0,98	2,54	4,56	6,09	7,58
2022	T. Boy(cm)	5,31	7,72	9,13	10,3	11,09
	Ağırlık(g)	0,88	2,68	4,53	6,48	7,67
Genel	T. Boy(cm)	5,58	7,50	9,02	10,02	10,86
	Ağırlık(g)	0,99	2,50	4,51	6,23	8,38

İncelenen çaça balığı örneklerinin yaş-boy, yaş-ağırlık büyüme parametreleri Tablo 5.4’de verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere L_{∞} değeri 12-14 cm arasında değişim göstermektedir. Örnekleme yapıldığı bireylerin dağılımından farklılık oluşmaktadır. K (yıl⁻¹) değeri 0,31-0,57 arasında değişmektedir. Tüm yıllar için büyüme parametreleri L_{∞} :13,40; K:0,43; t_0 :-1,37 bulunmuştur (Şekil 5.6).

Tablo 5.4 2017-2021 yılları arasında incelenen çaça balığına ait büyüme parametreleri

Av Sezonu	Von bertalanffy büyüme parametreleri				
	L_{∞}	K	t_0	W_{∞}	θ'
2017	12,27	0,31	-1,594	12,438	3,843
2018	13,48	0,44	-1,626	16,241	4,381
2019	14,16	0,37	-1,277	20,485	4,307
2020	13,45	0,49	-1,12	16,878	4,485
2021	13,55	0,47	-1,22	17,162	4,458
2022	13,65	0,57	-1,449	17,073	4,630
Genel	13,40	0,43	-1,370	16,472	4,347



Şekil 5.6 2017-2022 yılları arasında incelenen çaça balığının boy ve ağırlıkça büyüme eğrileri

5.1.5. Çaçá balığında mortalite ve stok işletim oranı

Çaçá balığında av sezonlarına göre mortalite değerleri Tablo 5.5’de verilmiştir. Toplam kayıplardaki balıkçılığın oranını gösteren işletme oranının küçük pelajikler için 0,4 ün üzerinde olmaması önerilir. Tüm av sezonlarında bu değerin üzerine çıkıldığı görülmektedir. Çaçá balığı stoklarında av baskısının süregeldiği görülmektedir.

Tablo 5.5 2017-2020 yılları arasında incelenen çaça balığının mortalite ve işletme oranları

Av Sezonu	Total Mortalite (Z)	Doğal mortalite (M) ¹	Balıkçılık Mortalitesi (F)	İşletim oranı (E)
2017	1,95	0,66	1,29	0,66
2018	1,87	0,57	1,30	0,70
2019	1,47	0,58	0,89	0,61
2020	1,51	0,75	0,76	0,50

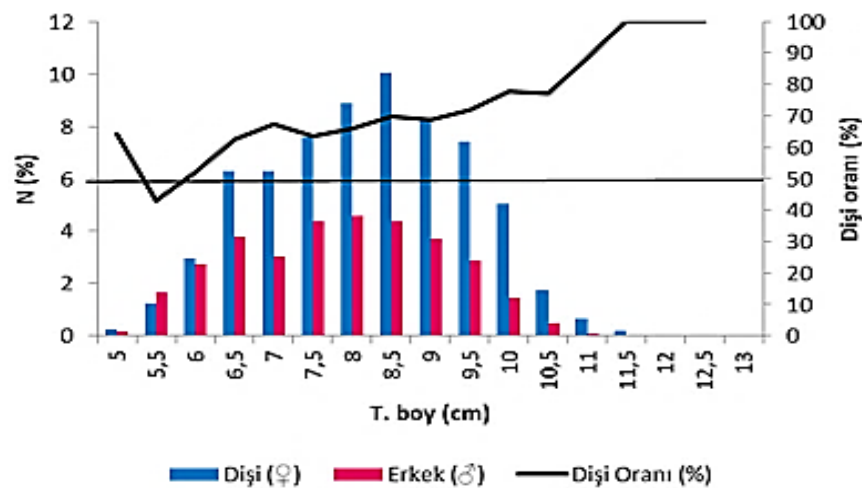
✓ ¹Pauly(1983) (ort sıcaklık 16°C olarak alınmıştır).

5.1.6. Çaçá balığında cinsiyet oranları

Çaçá balığı dişi-erkek oranı %66,77: %33,23 olarak bulunmuştur. Boy gruplarına göre irdelendiğinde dişilerin oranının arttığı görülmektedir (Tablo 5.6, şekil 5.7). Yapılan ki-kare testinde cinsiyet oranı 1:1 den istatistiki olarak farklı hesaplanmıştır ($\chi^2 = 11,25$, $df = 1$, $P = 0,001$).

Tablo 5.6 2016-2022 yılları arasında incelenen çaça balığı dişi-erkek oranlarının boy gruplarına dağılımı

Boy grubu	N	%	Dişi	%	Erkek	%
5	14	0,40	9	0,25	5	0,14
5,5	102	2,88	44	1,24	58	1,64
6	202	5,71	105	2,97	97	2,74
6,5	356	10,06	222	6,27	134	3,79
7	329	9,30	222	6,27	107	3,02
7,5	423	11,95	269	7,60	154	4,35
8	476	13,45	314	8,87	162	4,58
8,5	509	14,38	355	10,03	154	4,35
9	421	11,90	290	8,19	131	3,70
9,5	364	10,29	262	7,40	102	2,88
10	229	6,47	178	5,03	51	1,44
10,5	79	2,23	61	1,72	18	0,51
11	26	0,73	23	0,65	3	0,08
11,5	7	0,20	7	0,20		
12	1	0,03	1	0,03		
12,5	1	0,03	1	0,03		
	3 539	100	2363	66,77	1176	33,23



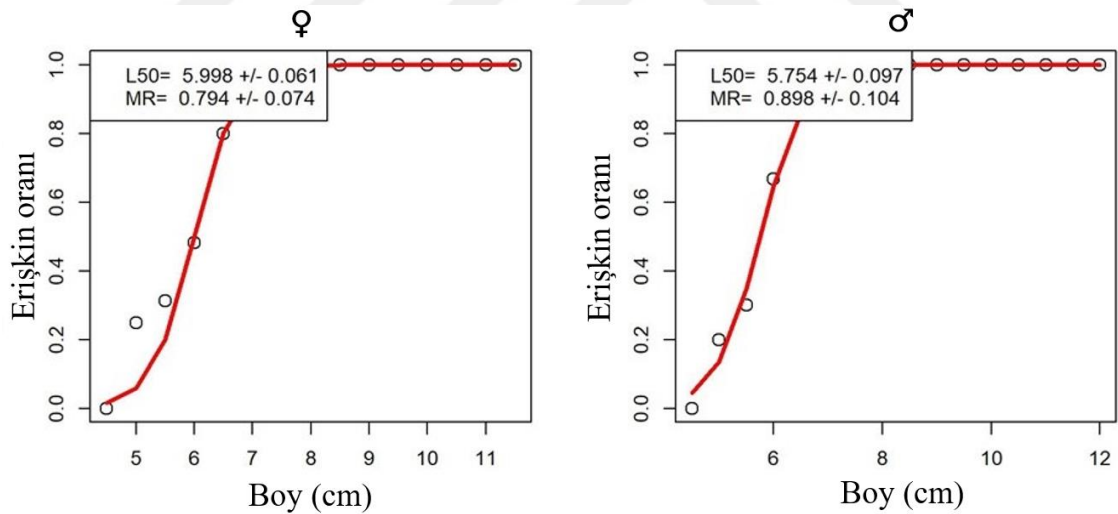
Şekil 5.7 İncelenen çaça balıklarının boy gruplarına göre cinsiyet oranları ve dişilerin popülasyondaki oranı

5.1.7. Çaça balığında ilk üreme boyu

2017-2021 yılları arasında üreme dönemi süresince kasım-mart ayları arasında toplam 2 287 örnek toplanmış ve örneklenen balıklarda total boy, vücut ağırlığı, cinsiyet ve eşeysel olgunluk durumu belirlenmiştir. Dişi/erkek birey oranı 1:0,59 olarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerde ortalama total boy sırasıyla $8,40 \pm 0,059$ cm ve $8,18 \pm 0,062$ cm olarak, ortalama vücut ağırlığı $3,86 \pm 0,063$ g ve $3,42 \pm 0,074$ g olarak belirlenmiştir. Boy ağırlık ilişkisi denklemi dişiler için $W=0,0034 L^{3,2666}$, erkekler için $W = 0,0038 L^{3,2037}$ her iki cins için $W = 0,0035 L^{3,251}$ olarak tahmin edilmiştir.

İlk üreme boyu dişiler için 5,99 cm, erkek bireyleri için ise 5,74 cm olarak tahmin edilmiştir (Şekil 5.8). Örneklenen balıkların içerisinde 5,74 cm'den küçük balıkların oranı %0,65 olarak belirlenmiştir.

İlk üreme boyunun belirlenmesi hedef türün balıkçılık yönetimine ilişkin kolaylaştırıcı fırsatlar sunar. Ancak literatürden edinilen bilgiye göre geçmiş yıllara kıyasla ilk üreme boyundaki (7cm) küçülme sadece balıkçılıkla (av baskısı) değil aynı zamanda çevresel parametreler ve stokun döngüsel doğasıyla birlikte açıklanabilir.



Şekil 5.8. Çaça balığı için hesaplanan ilk üreme boyu (cm)

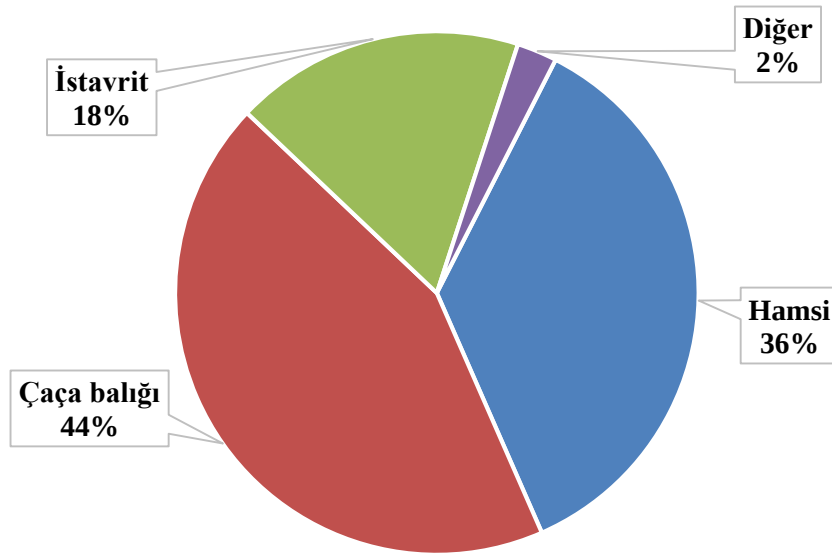
5.2. Akustik Sörvey Bulguları

5.2.1. Tür dağılımına ilişkin bulgular

Araştırma süresince Kasım 2016 - Mart 2022 tarihleri arasında sonbahar ve ilkbahar sörveyi olarak toplam 10 sefer düzenlenmiş olup her seferde biyometrik ölçümler yapılmıştır. Ayrıca tür çeşitliliğine rastlanan beş seferde av kompozisyonu belirlenmiştir. Örnekler içindeki çaça balığı oranı %4,0 ile %64,9 arasında değişmekte olup ortalama $43,7 \pm 11,37$ olarak hesaplanmıştır. Örnek sahası, örnekleme saati, rüzgâr ve deniz suyu koşullarına göre balıklar ayrı veya karışık sürü oluşturabilmektedir. Bu nedenle örnek içindeki çaça balığı oranı geniş bir dağılım göstermiştir. Ortasu trolü örneklerindeki tür dağılımları Tablo 5.7 ve Şekil 5.9'da gösterilmiştir.

Tablo 5.7. Örneklenen balıkların tür dağılımı

Tür	Tarih										Toplam	
	2016 Güz		2017 Güz		2018 Güz		2021 Güz		2022 Güz			
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Hamsi	39,47	35,4	8,32	5,5	180	54,5	3,00	6,0	1,26	39,9	232,05	35,9
Çaça balığı	39,68	35,6	98,01	64,9	142	43,0	2,00	4,0	0,24	7,6	281,93	43,7
İstavrit	23,01	20,6	42,12	27,9	5,1	1,5	44,00	88,0	1,66	52,5	115,89	17,9
Diğer	9,36	8,4	2,67	1,8	2,98	0,9	1,00	2,0	0	0,0	16,01	2,5
Toplam	111,52	100,0	151,12	100,0	330,08	100,0	50,00	100,0	3,16	100,0	645,88	100,0



Şekil 5.9 Örneklenen balıkların türlere göre oransal dağılımı

5.2.2. Boy, Ağırlık ve TS Değerleri

Araştırma süresince örneklenen toplam 6550 adet çaça balığının ortalama ağırlık ($2,172 \pm 0,033$ gr), ortalama boy ($6,72 \pm 0,04$ cm) ve ortalama boya karşılık gelen TS (Target Strength) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5.8).

Tablo 5.8 Örneklenen balıkların boy, ağırlık ve TS Değerleri

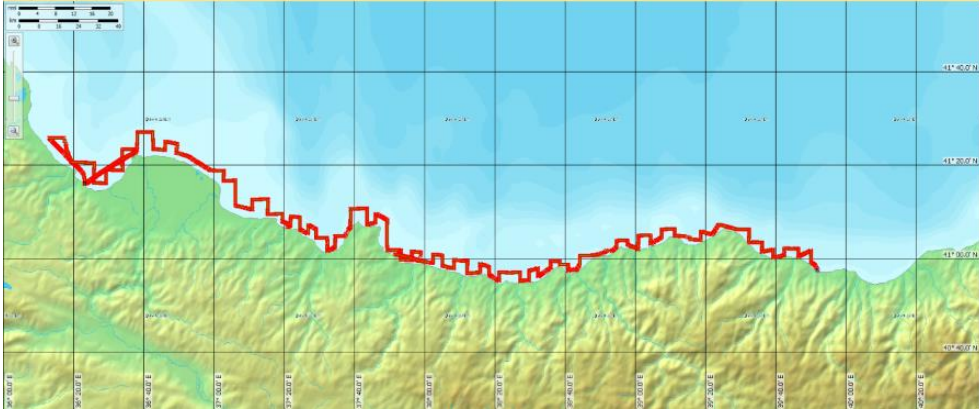
Sefer	N	$L_{ort} \pm st_{hata}$	$W_{ort} \pm st_{hata}$	TS (dB)
1	748	$7,1 \pm 0,04$ (4,2-9,5)	$2,38 \pm 0,04$ (0,39-5,52)	-54,0809
2	722	$7,6 \pm 0,04$ (4,2-10,5)	$3,07 \pm 0,04$ (0,39-8,52)	-52,3299
3	277	$5,9 \pm 0,12$ (2,2-9,4)	$1,47 \pm 0,02$ (0,03-5,07)	-54,8223
4	1138	$5,8 \pm 0,01$ (4,3-8,3)	$1,06 \pm 0,01$ (0,39-3,5)	-56,1200
5	1700	$6,9 \pm 0,06$ (2,1-13,6)	$2,74 \pm 0,06$ (0,02-19,9)	-54,0520
6	407	$6,81 \pm 0,01$ (4-10)	$2,24 \pm 0,11$ (0,42-6,32)	-55,0064
7	368	$7,21 \pm 0,04$ (5,5-9,7)	$2,15 \pm 0,04$ (0,91-4,5)	-54,0598
8	104	$6,81 \pm 0,01$ (5,5-8)	$1,7 \pm 0,11$ (0,62-4,32)	-52, 8591
9	441	$6,97 \pm 0,01$ (3,2-9,6)	$2,21 \pm 0,04$ (0,4-4,7)	-54,5167
10	245	$5,6 \pm 0,05$ (4,1-7,2)	$0,98 \pm 0,03$ (0,4-2,7)	-53,8826

5.2.3. Stok tahmini, dağılımı ve NASC verileri

5.2.3.1. 2016-2017 av sezonu akustik sefer

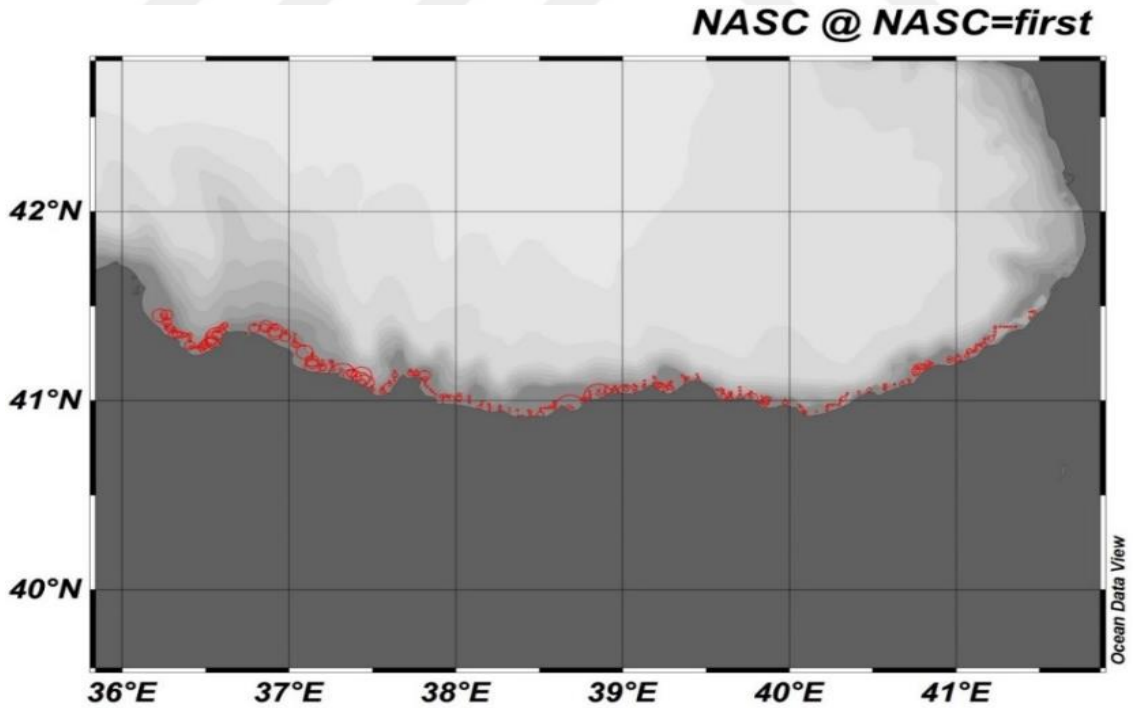
2016-2017 av sezonunda 16.11.2016 – 28.11.2016 tarihleri arasında Samsun Dereköy ile Trabzon arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Sefer hatlarının belirlenmesinde balık davranışları belirleyici olmuştur. Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetlerinin kıyıya yakın olduğunun belirlenmesi üzerine çalışma kıydan 3 mil mesafeye kadar hatlar çizilerek yapılmıştır (Şekil 5.10.).



Şekil 5.10 Sonbahar-2016 sörveyi Trabzon-Samsun arası akustik hatlar

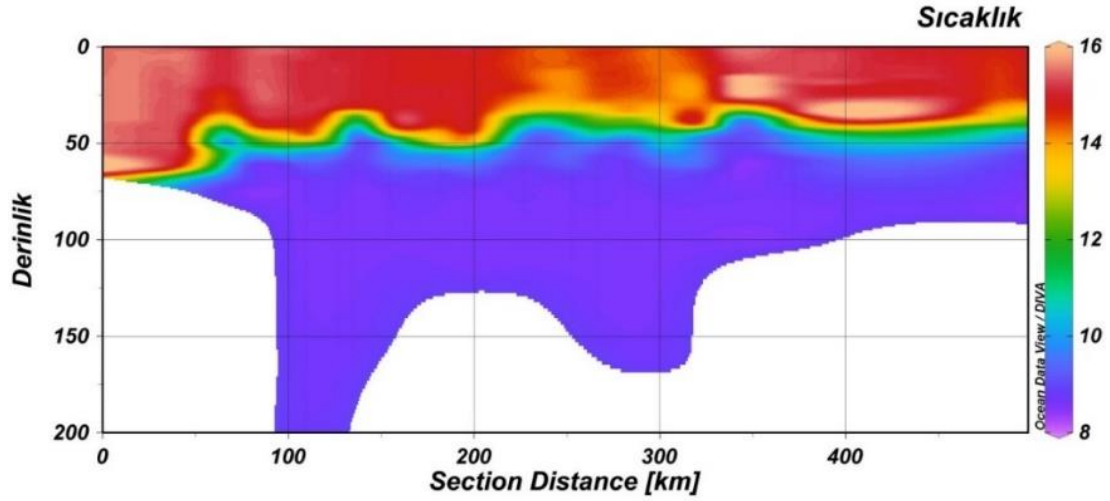
Sörveyde hamsi ve çaça balığı türlerinin birbirleri ile iç içe sürüler oluşturdıkları tespit edilmiştir. Bu sebeple akustik bir ayırım yapılmamıştır. Örneklemelelerdeki diğer türler dışında karışım oranı çaça balığı için %50,12 olarak hesaplanmıştır. Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.11). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 48,0103 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.11 2016 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Sörveyden elde edilen verilere göre ortalama 1 mil² deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 1,242 ton olarak hesaplanmıştır. Çaça balığı stoku Samsun ve Ünye bölgesinde daha yoğun olarak tespit edilmiştir.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür. Kasım ayı itibarı ile henüz doğu ile batı arasındaki su sıcaklığında bir farkın oluşmadığı tespit edilmiştir. Tüm sahada yüzey suyu sıcaklığı 15-15,5 °C olarak ölçülmüştür. Samsun körfezi sığ olmasının da etkisi ile 65 m derinliğe kadar bu sıcaklığı muhafaza etmektedir. Doğuya doğru ilerledikçe yaklaşık 45 m derinliklerde 12-14 °C sıcaklık ve termoklin tabakası görülmekte ve bunun altında 50 m derinliklerde 10° ve 60 m derinlikten sonra ise 8°C sıcaklık görülmektedir (Şekil 5.12).

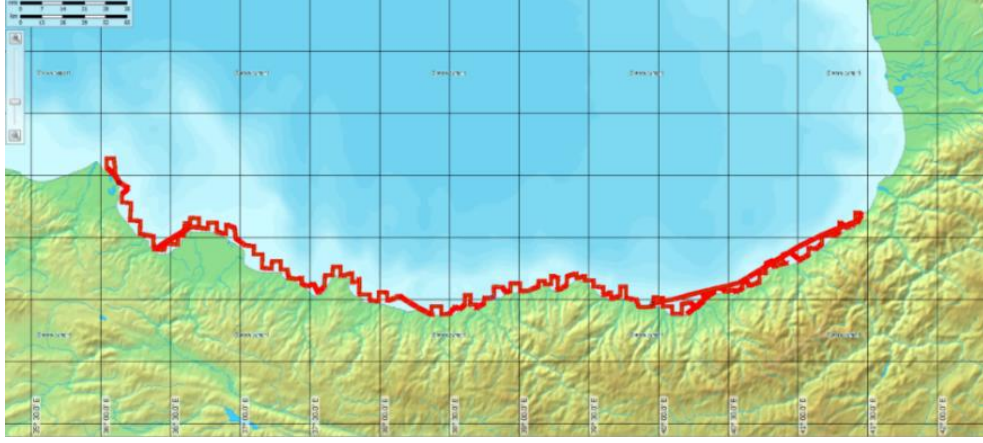


Şekil 5.12 Samsun Hopa arası sıcaklık profili (Kasım 2016).

5.2.3.2. 2017-2018 av sezonu akustik seferi

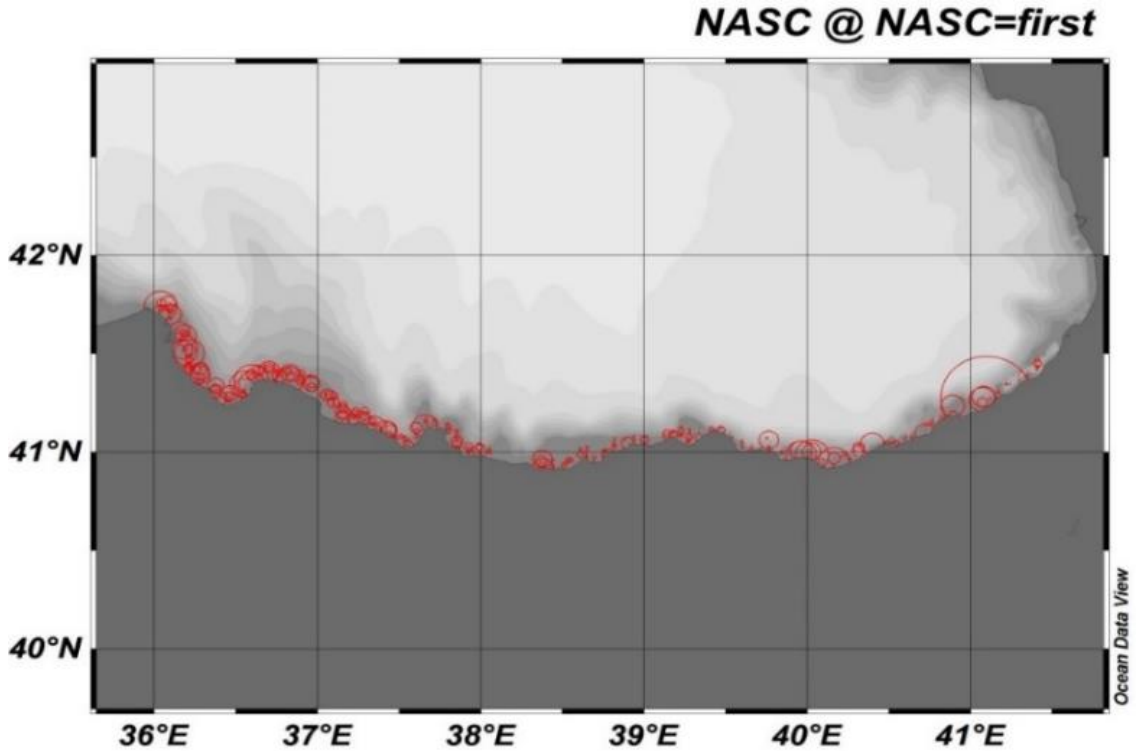
2017-2018 av sezonunda 18.11.2017 – 02.12.2018 tarihleri arasında Samsun Dereköy ile Artvin Hopa ilçesi arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Sefer hatlarının belirlenmesinde balık davranışları belirleyici olmuştur. Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetlerinin kıyıya yakın olduğu belirlenmesi üzerine çalışma, kıyından 5 mile kadar mesafede hatlar çizilerek yapılmıştır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 2017 yılı Kasım ayı Samsun Dereköy ile Artvin Hopa arası akustik hatlar.

Sörveyde çaça balığı ve istavrit türlerinin birbirleri ile iç içe sürüler oluşturdukları tespit edilmiştir. Örneklemelerdeki diğer türler dışında karışım oranı çaça balığı için %69,94 olarak hesaplanmıştır. Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.14). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 23,7495 olarak hesaplanmıştır.

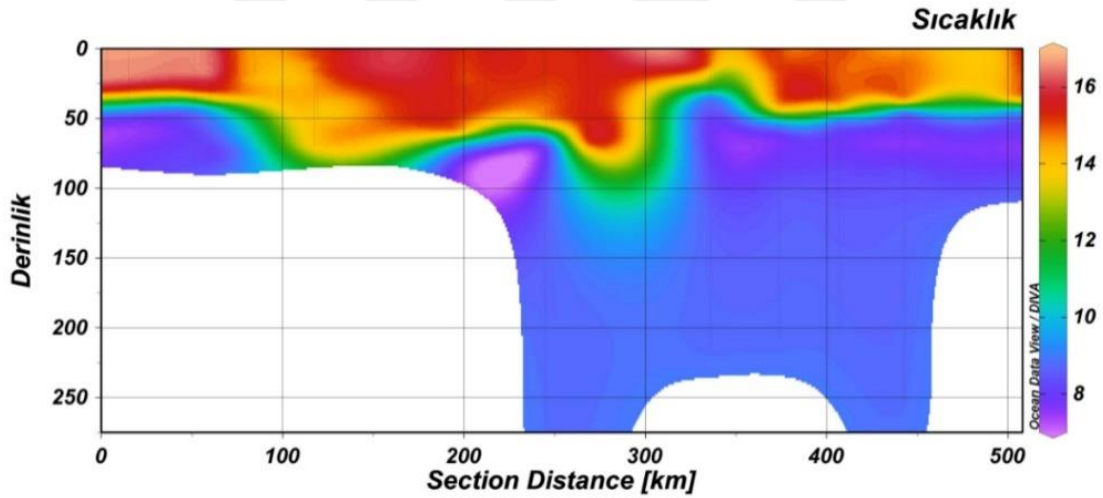


Şekil 5.14 2017 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Sörveyden elde edilen verilere göre ortalama 1 mil² deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 2,03 ton olarak hesaplanmıştır. Çaça balığı stoku Samsun ve Ünye etrafındaki sahada daha yoğun olarak tespit edilmiştir.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür. Kasım ayı itibari ile henüz doğu ile batı arasındaki su sıcaklığında bir farkın oluşmadığı tespit edilmiştir. Fakat yüzey suyu sıcaklığında belirli bölgelerde 16 °C'den 14 °C'ye düşüş tespit edilmiştir. Bu düşüşün nehirlerden gelen soğuk suyun etkisi ile olduğu düşünülmektedir.

Tüm sahada yüzey suyu sıcaklığı 16-16,5 °C olarak ölçülmüştür. Samsun körfezi ve Ünye civarında termoklin tabakası 40 m seviyesinde görülmektedir. Bu sayede hamsi ve çaça balığı sürüleri birbirinden ayırt edilebilmektedir. Çaça balığı sürülerin büyük kısmının termoklin seviyesinin altında varlıklarını sürdürdüğü görülmüştür. Doğuya doğru ilerledikçe Ordu ve Giresun sahalarında 60-75 m derinliklerde Trabzon ve sonrasında ise yaklaşık 45 m derinliklerde 15°C ve termoklin tabakası görülmektedir (Şekil 5.15).



Şekil 5.15 Samsun Hopa arası sıcaklık profili (Kasım 2017).

5.2.3.3. 2018-2019 av sezonu nisan akustik seferi

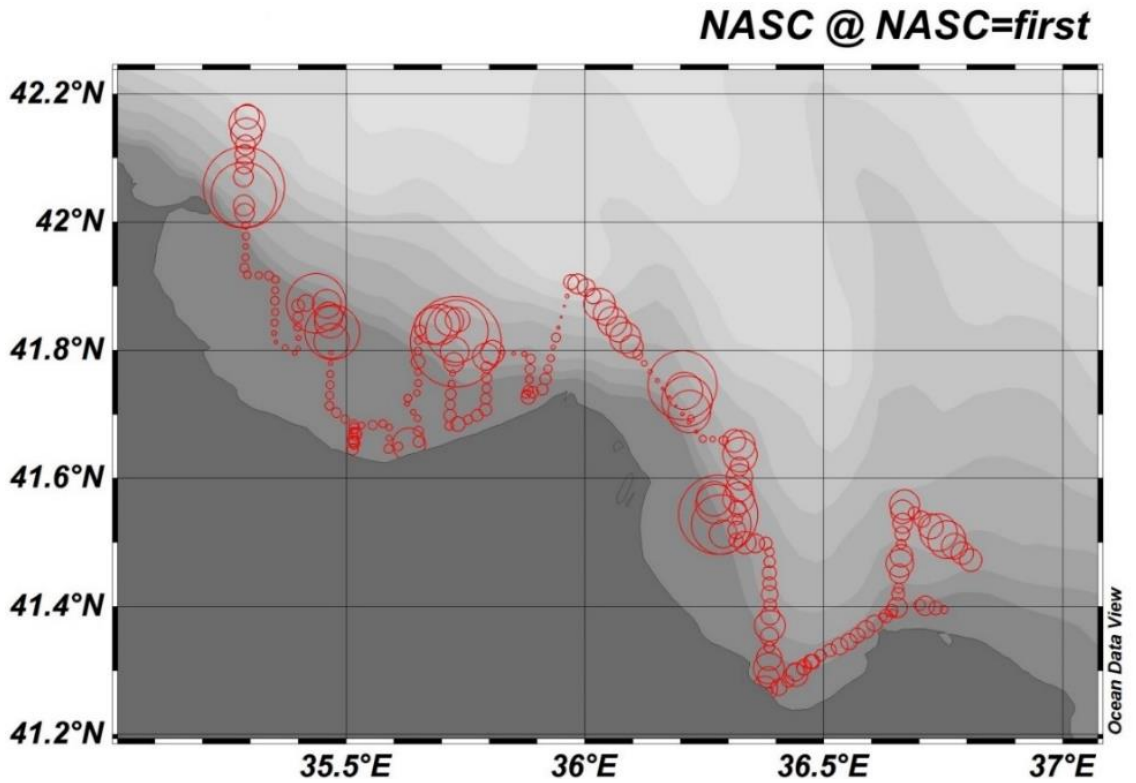
2018-2019 av sezonunda 25 Mart - 5 Nisan tarihleri arasında Samsun ve Ünye körfezlerinde akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Kasım ayında yapılan akustik sörvey ile avcılığın yoğun yapıldığı bu döneme ilişkin durumun değerlendirilebilmesi için belirtilen sahadaki çalışma kıyından 5-10 mil mesafede akustik hatlar çizilerek yapılmıştır (Şekil 5.16).



Şekil 5.16 2018 yılı Nisan ayı Sinop-Samsun arası akustik hatlar.

Sahada yapılan incelemede derinlik konturları 0-25m, 25-50m ve 50m ve daha derin saha olarak tabakalandırılmıştır. Ayrıca iki körfez doğu ve batı olarak ayrılmıştır. Çaçı balıklarının batıya göre doğuda daha yoğun olduğu ve kıydan açığa gidildikçe miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Sörveyde çaça balığı sürü büyüklüklerini gösteren dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.17). Ayrıca sürülerin farklı derinlik konturlarındaki büyüklüklerini gösteren NASC değerleri belirlenmiştir (Tablo 5.9).



Şekil 5.17 2018 Nisan ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Tablo 5.9 Çaça balıklarının sürü büyüklüklerinin derinliğe göre değişimi

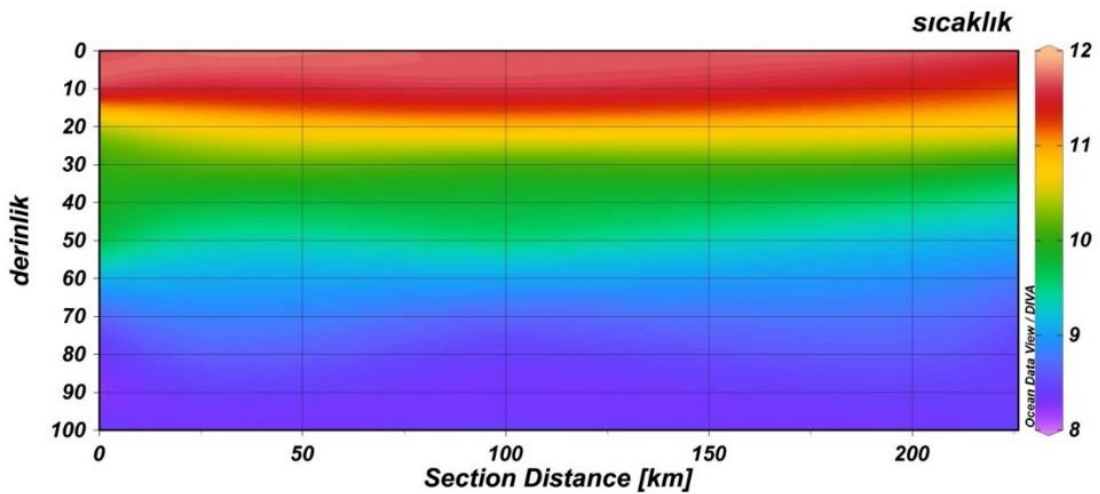
NASC (Nautic Area Scattering Coefficient)		
Derinlik (m)	Batı (Samsun Körfezi)	Doğu (Ünye Körfezi)
0-25	16,51	22,56
25-50	23,84	41,54
50+	69,94	90,59

Alanlara göre NASC değerleri ve trol örneklemelerinden elde edilen boy ağırlık bilgileri ışığında sahada 1 mil²'lik alanda ortalama olarak bulunan çaça balığı stok miktarı tahmin edilmiştir (Tablo 5.10).

Tablo 5.10 Samsun ve Ünye körfezi derinlik konturlarına göre stok tahminleri

Stok Tahmini (kg/mil ²)		
Derinlik (m)	Batı (Samsun Körfezi)	Doğu (Ünye Körfezi)
0-25	807,98	1 104,22
25-50	1 166,7	2 033,18
50+	3 423,17	4 434,06

Tüm saha genel olarak değerlendirildiğinde ortalama NASC değeri 66,96 olarak hesaplanmakta ve her iki körfez için stok tahmini 3277,21 kg/mil² olarak bulunmaktadır. Su sıcaklığı yüzeyde, batı sahada 12 °C iken doğuda 11 °C'dir. Derinliğe göre incelendiğinde doğuda soğuk su tabakasının yüzeye daha yakın olduğu görülmektedir. Bu sebeple çaça balığı doğuda 50 m'den derinlerde daha yoğun tespit edilmiştir (Şekil 5.18).

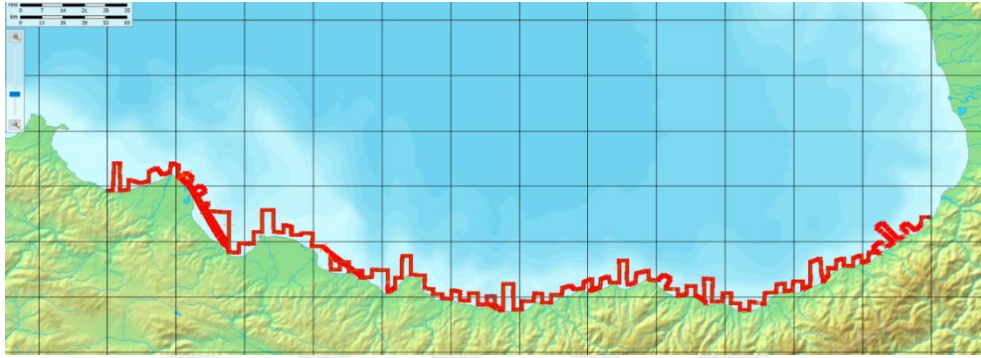


Şekil 5.18 2018 yılı Nisan ayı Samsun ve Ünye körfezlerinde sıcaklık değişimi.

5.2.3.4. 2018-2019 av sezonu kasım akustik seferi

2018-2019 av sezonunda 08.11.2018 – 21.11.2018 tarihleri arasında Samsun ili Yakakent ile Artvin Hopa ilçesi arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıydan 3 - 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak açık sulardaki çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.19).

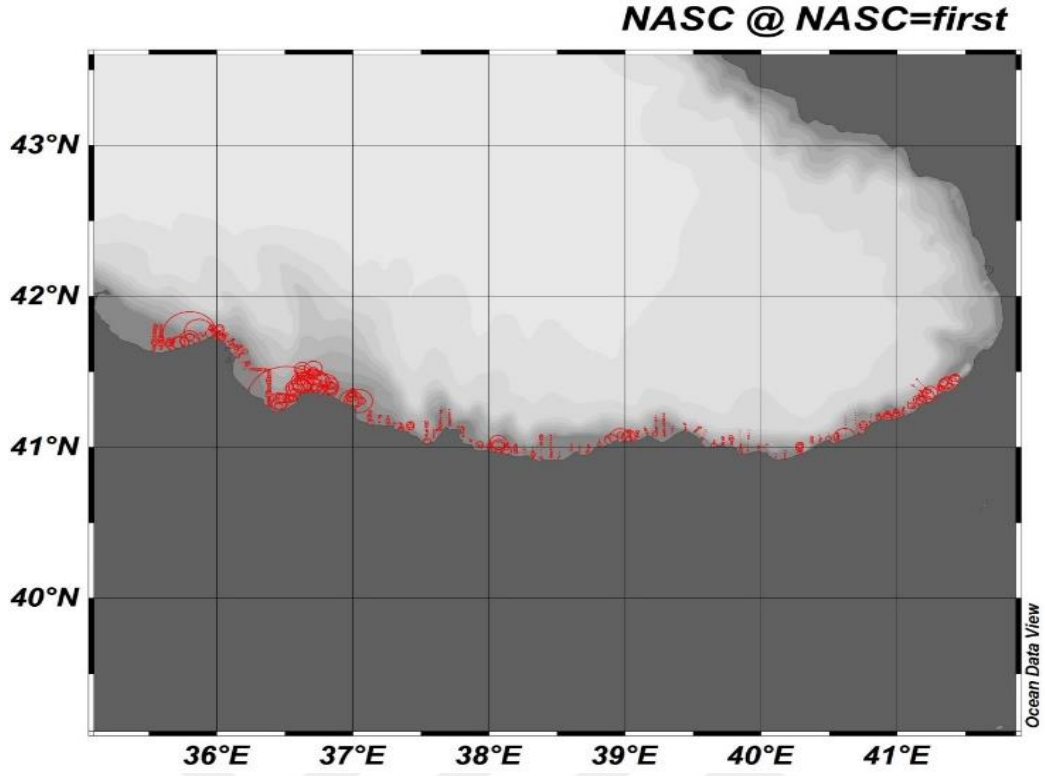


Şekil 5.19 2018 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.

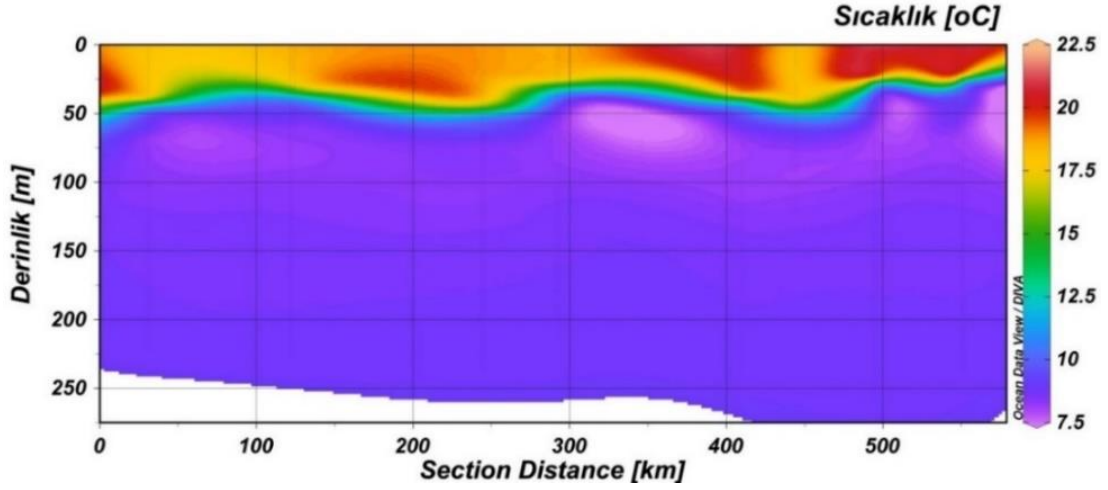
2018 yılı Kasım ayında yapılan akustik sörveyde çaça balığı ve hamsi türlerinin birbirleri ile iç içe sürüler oluşturdıkları tespit edilmiştir. Örneklemelerdeki diğer türler dışında karışım oranı çaça balığı için %44,18 olarak hesaplanmıştır. Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.20). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 59,73 olarak hesaplanmıştır.

Sörveyden elde edilen verilere göre ortalama 1 mil² deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 2,06 ton olarak hesaplanmıştır. Önceki yıllara benzer durumda çaça balığı stoku Samsun ve Ünye avlak sahasında daha yoğun dağılım gösterdiği, batıdan doğuya gidildikçe dağılımın azaldığı tespit edilmiştir.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür. Kasım ayı itibari ile yüzey suyu sıcaklığı 17,5 - 22 °C arasında batıdan doğuya yükselen bir seyir göstermiştir. Termoklin tabakası 50 m derinlikte belirgin olarak tespit edilmiştir. Rize ile Hopa arasında bu tabakanın 30 m'ye kadar yükseldiği görülmüştür. Geçiş tabakasının üst kısmı 16°C iken alt kısmı 11°C olarak ölçülmüştür (Şekil 5.21).



Şekil 5.20 2018 Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.



Şekil 5.21 2018 yılı Kasım ayı Samsun-Hopa arası sıcaklık değişimi.

5.2.3.5. 2019-2020 av sezonu nisan akustik seferi

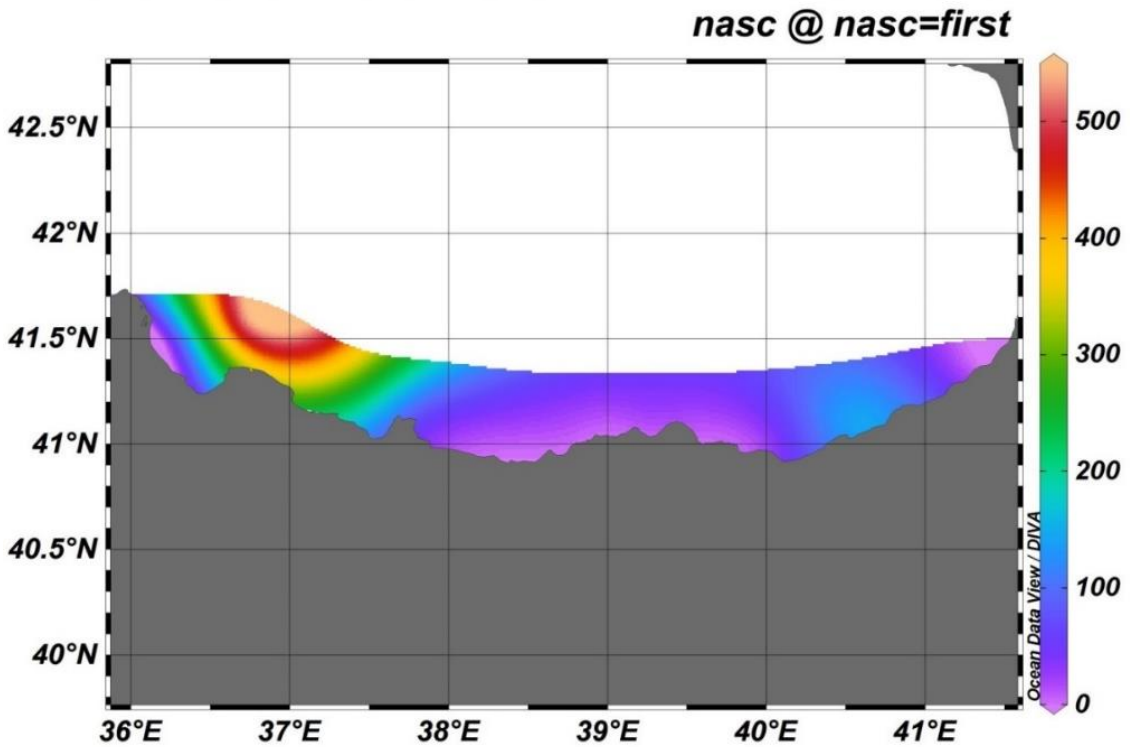
2019-2020 av sezonunda 01-11 Nisan 2019 tarihleri arasında Samsun-Ünye körfezi ile Hopa arasında akustik sürvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında, kıyıdan 3 - 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak açık sularda bulunan çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.22).



Şekil 5.22 2019 yılı Nisan ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.

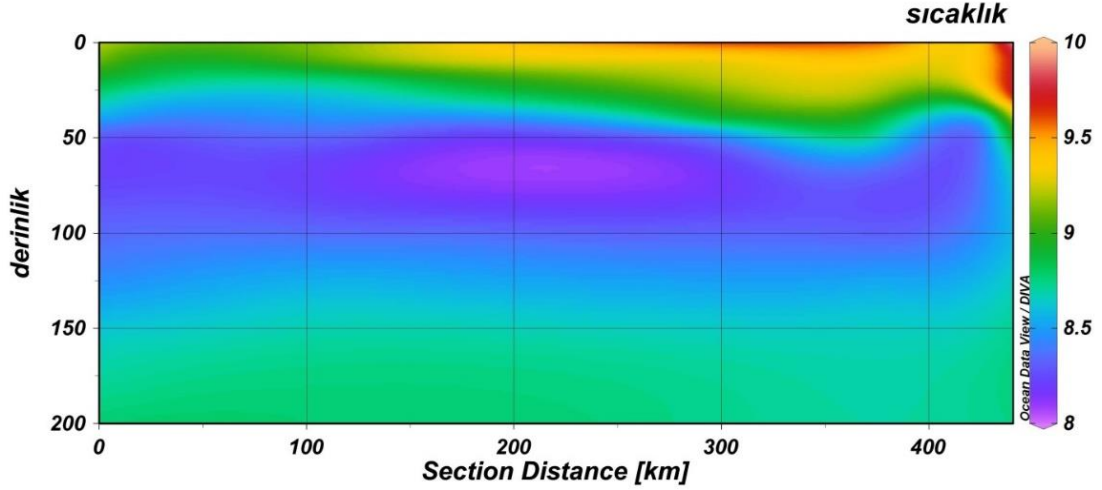
Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.23). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 255,69 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² deniz alanında avlak sahada bulunan çaça balığı miktarı 14,11 ton, Samsun-Hopa arasında ise ortalama 5,6 ton/mil² olarak hesaplanmıştır. Dağılım incelendiğinde ise yoğunluğun Samsun ve Ünye körfezlerinde olduğu daha doğusunda ise sürülerin küçük ve seyrek olduğu görülmüştür.



Şekil 5.23 2019 yılı Nisan ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür (Şekil 5.24). Samsun körfezi ve çevresinde sıcaklık yüzeyde 9°C ve derinlikle birlikte 8°C'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Doğuya doğru geldikçe yüzey suyu sıcaklığı 9,5 °C'ye kadar artmakta ve termoklin 40 m derinlikte kendini göstermektedir.

Çaça balığı türünün soğuk suyu tercih ettiği bilinmektedir. Özellikle Samsun ve Ünye körfezlerinde av vermesinin sebebi elde edilen CTD değerlerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 5.24 2019 yılı Nisan ayı Samsun Hopa arası sıcaklık profil grafiği.

5.2.3.6. 2019-2020 av sezonu kasım akustik sefer

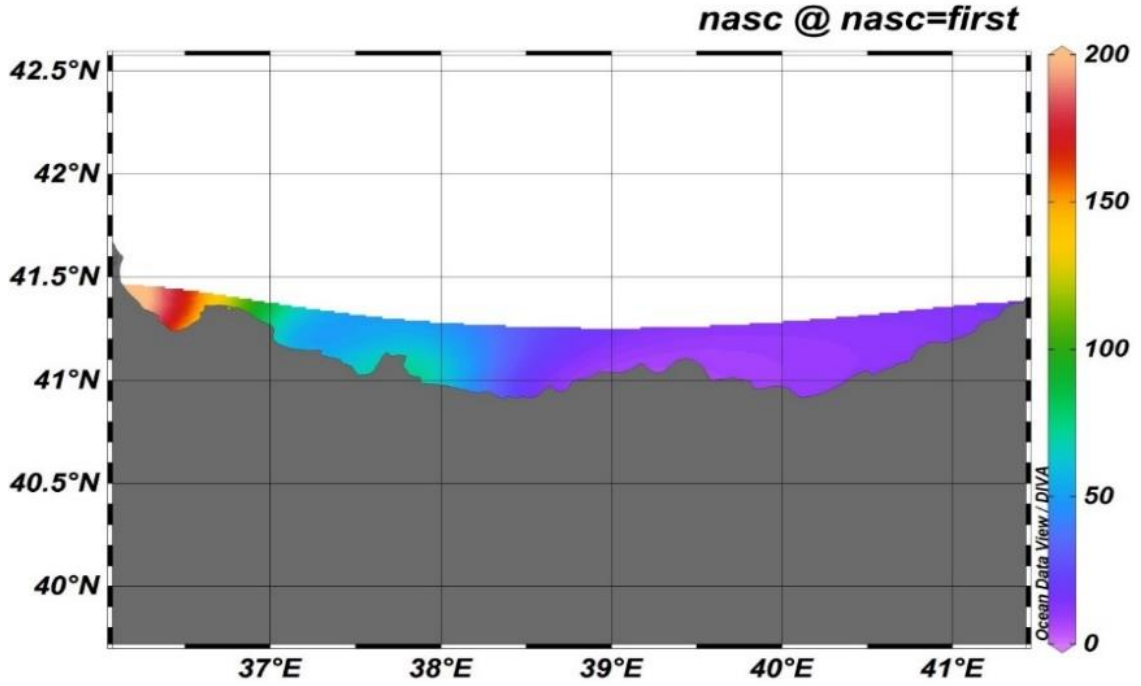
2019-2020 av sezonunda 15.11.2019 – 04.12.2019 tarihleri arasında Samsun ili Yakakent ile Artvin Hopa ilçesi arasında akustik sörvey ve orta su trol örneklemesi yapılmıştır.

Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıyından 3 ile 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.25).



Şekil 5.25 2019 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.26). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 45,58 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² taranan deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 3,13 ton/mil² olarak hesaplanmıştır. Önceki yıllara benzer durumda çaça balığı stoku Samsun körfezinde daha yoğun dağılım gösterdiği, batıdan doğuya gidildikçe dağılımın azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.26 2019 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Sefer esnasında sadece yüzey suyu sıcaklık ölçümleri yapılabilmektedir. Yüzey suyu sıcaklığı Samsun'da 17,3°C ölçülmüş ve doğuya gidildikçe kademeli olarak artış izlenmiştir. Hopa'da yüzey suyu sıcaklığı 17,7°C olarak ölçülmüştür.

5.2.3.7. 2020-2021 av sezonu mart akustik seferi

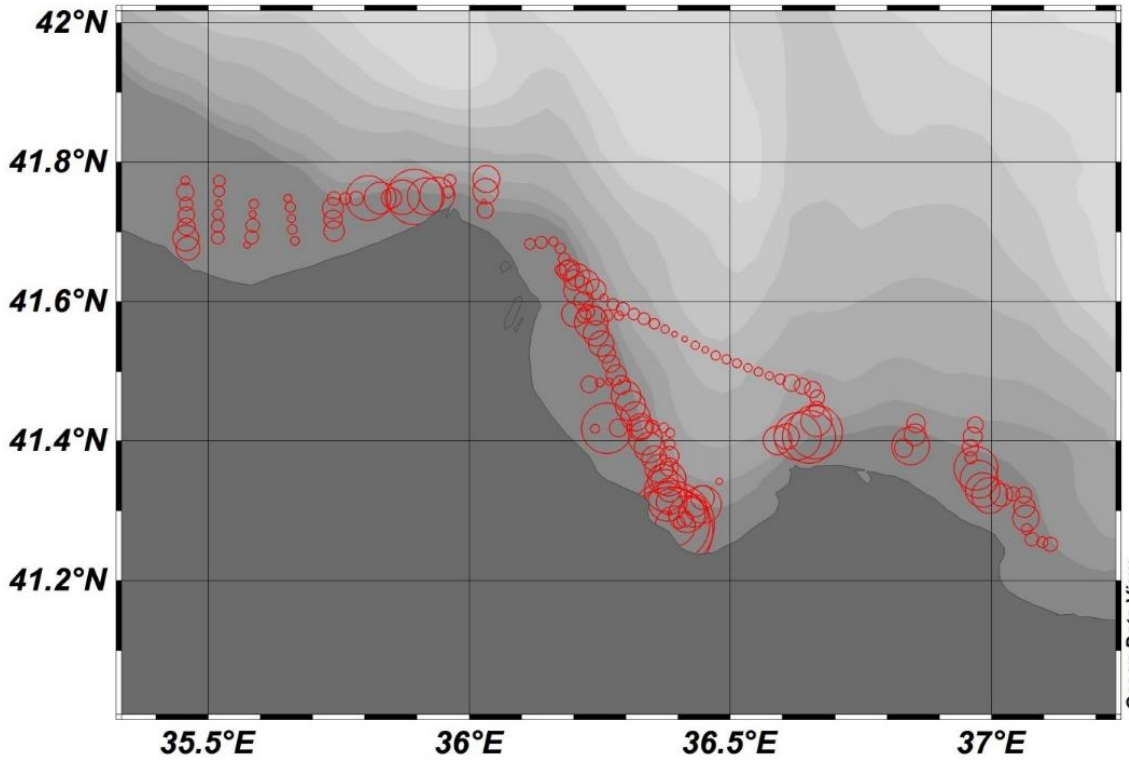
2020-2021 av sezonunda çaça balığı avcılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı Samsun-Ünye körfezi arası 16-20 Mart 2021 tarihleri arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Çalışma esnasında çaça balığı stoku dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıyıdan 3 ile 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.27).



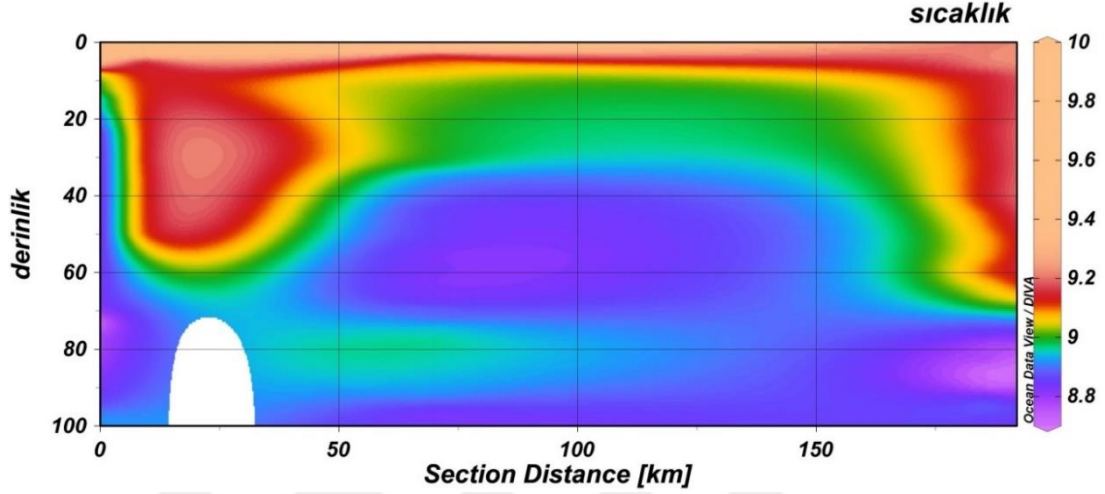
Şekil 5.27 2021 yılı Mart ayı Samsun- Ünye körfezi arası akustik hatlar

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.28). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 35,42 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² taranan deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 1,4 ton/mil² olarak hesaplanmıştır. Önceki yıllara nazaran çaça balığı stoku dağılımının azaldığı tespit edilmiştir. Tarama yapılan sahanın yaklaşık 900 nm² olduğu dikkate alındığında 3 günlük sörvey süresince bölgede yaklaşık 1266,63 ton çaça balığının olduğu tahmin edilmiştir.



Şekil 5.28 2021 yılı Mart ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

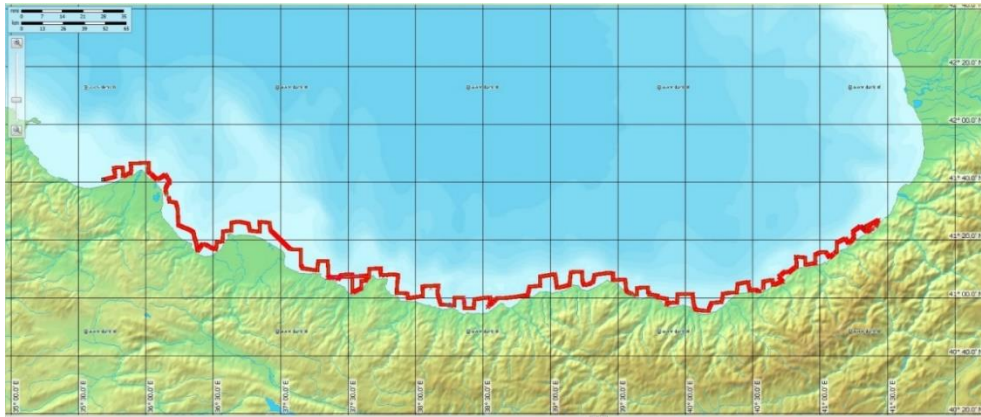
Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür (Şekil 5.29). Samsun körfezi ve çevresinde yüzeyden itibaren 40 metre derinliklere kadar su sıcaklığının 9,4-10 °C arası olduğu ve özellikle Kızılırmak'tan gelen sıcak su etkisinin 50 m derinliğe kadar ulaştığı belirlenmiştir.



Şekil 5.29 2021 yılı Mart ayı Samsun Ünye körfezi arası sıcaklık profil grafiği

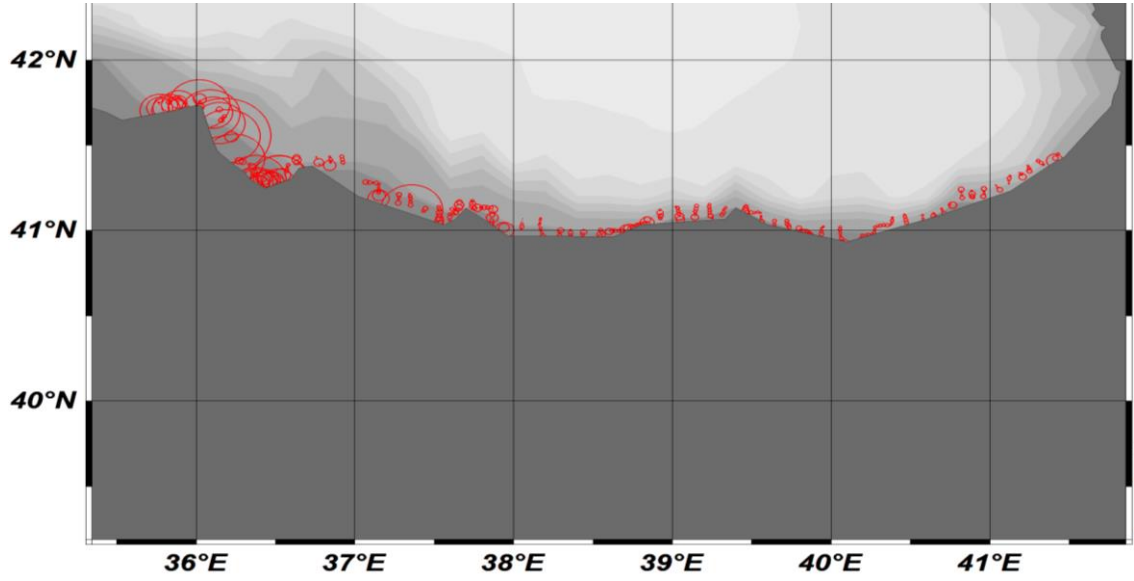
5.2.3.8. 2020-2021 av sezonu kasım akustik sefer

2020-2021 av sezonunda 08.11.2021 – 17.11.2021 tarihleri arasında Samsun ili Yakakent ile Artvin Hopa ilçesi arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır. Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıyıdan 3 ile 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.30).



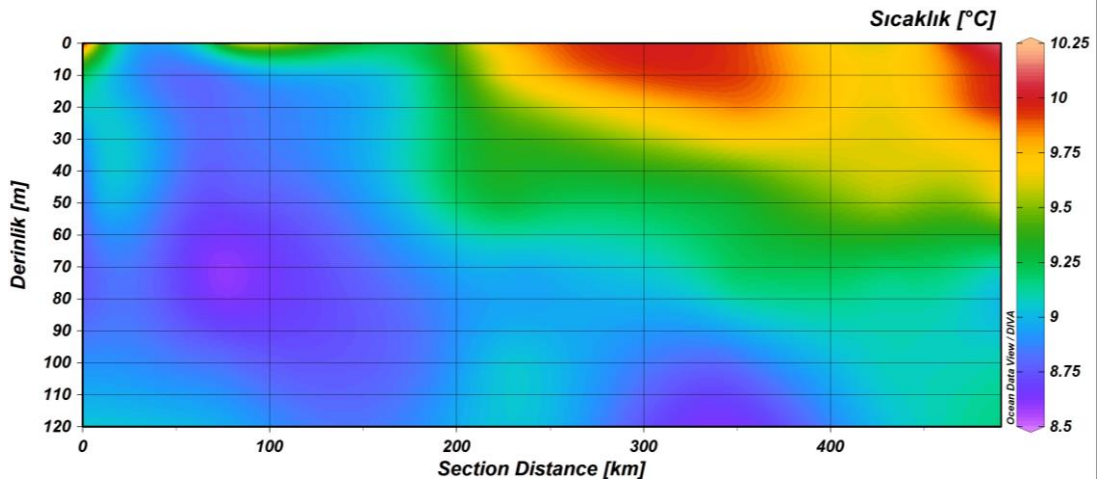
Şekil 5.30 2021 yılı Kasım ayı Yakakent-Hopa arası akustik hatlar.

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.31). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 39,41 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² taranan deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 0,4 ton/mil² olarak hesaplanmıştır. Önceki yıllara benzer durumda çaça balığı stoku Samsun körfezinde daha yoğun dağılım gösterdiği, batıdan doğuya gidildikçe dağılımın azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.31 2021 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür (Şekil 5.32). Batıdan doğuya doğru gidildikçe derinliğe bağlı olarak su sıcaklığının arttığı gözlenmektedir. Samsun körfezi dolaylarında su sıcaklığının yaklaşık 9 °C olması ve termoklin tabakasının oluşmaması hamsi ile çaça balığı sürülerinin bir arada dağılım göstermesine neden olmuştur.



Şekil 5.32 2021 yılı Kasım ayı Samsun Hopa arası CTD Profil grafiği

5.2.3.9. 2021-2022 av sezonu mart akustik seferi

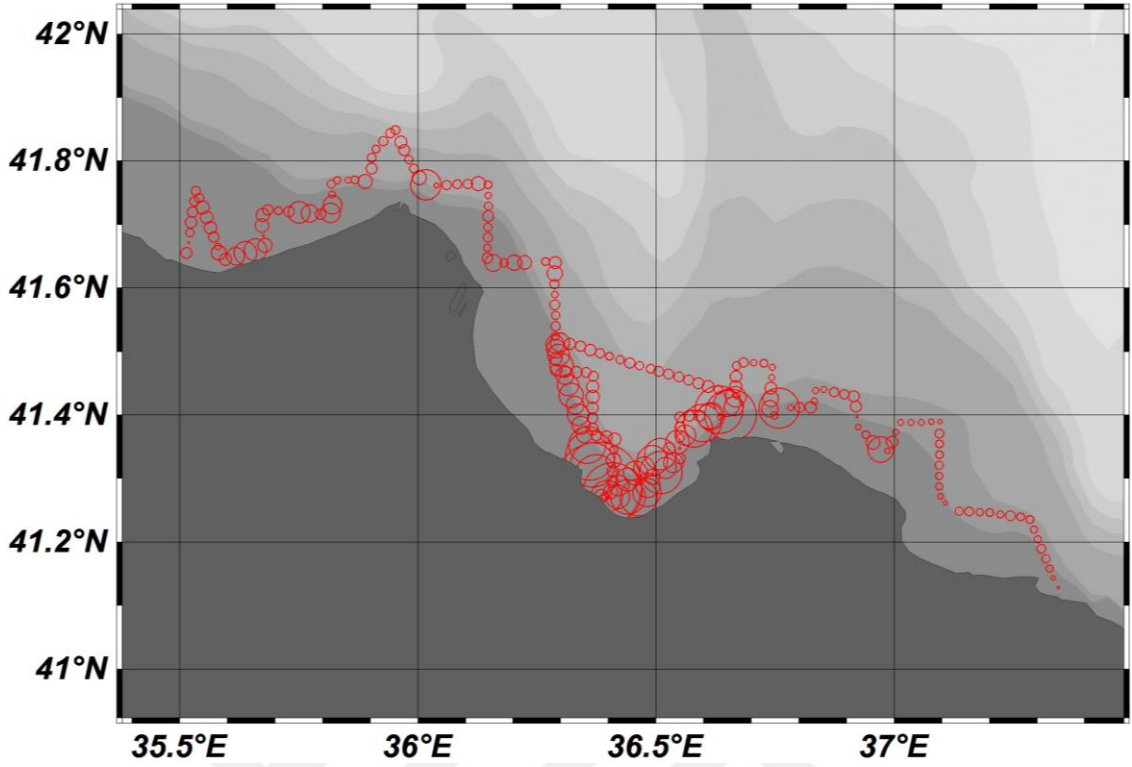
2021-2022 av sezonunda 12-15 Mart 2022 tarihleri arasında Samsun-Ünye körfezi bölgesinde akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

Çalışma esnasında çaça balığı stoku dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıydan 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.33).



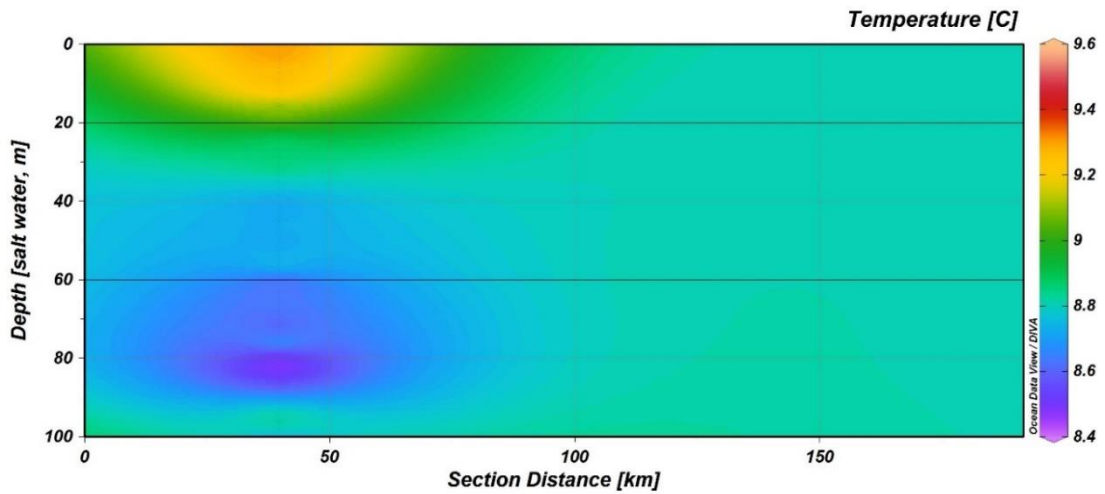
Şekil 5.33 2022 yılı Mart ayı Samsun- Ünye körfezi arası akustik hatlar

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (şekil 5.34). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 15,255 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² taranan deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 0,76 ton/mil² olarak hesaplanmıştır. Önceki yıllara nazaran çaça balığı stoku dağılımının azaldığı tespit edilmiştir. Tarama yapılan sahanın yaklaşık 900 nm² olduğu dikkate alındığında 3 günlük sörvey süresince bölgede yaklaşık 685,607 ton çaça balığının olduğunu tahmin edilmiştir.



Şekil 5.34 2022 yılı Mart ayı çaa balığı stoklarının dağılım haritası.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür (Şekil 5.35). Samsun körfezi ve çevresinde su sıcaklığı ortalama 9°C olduğu görülmektedir. Özellikle örnekleme sahasının batı tarafında Kızılırmak'ın etkisi ile olduğu tahmin edilen 9,2 °C'lik daha sıcak bir yüzey suyu da bulunmaktadır. Ayrıca, 80 m derinliğin altında su sıcaklığının 8,5 °C 'ye düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 5.35 2022 yılı Mart ayı Samsun Ünye körfezi arası sıcaklık profil grafiği

5.2.3.10. 2022-2023 av sezonu kasım akustik seferi

2022-2023 av sezonunda 26.11.2022 – 03.12.2022 tarihleri arasında Samsun ili Yakakent ile Artvin Hopa ilçesi arasında akustik sörvey ve orta su trol örnekleme yapılmıştır.

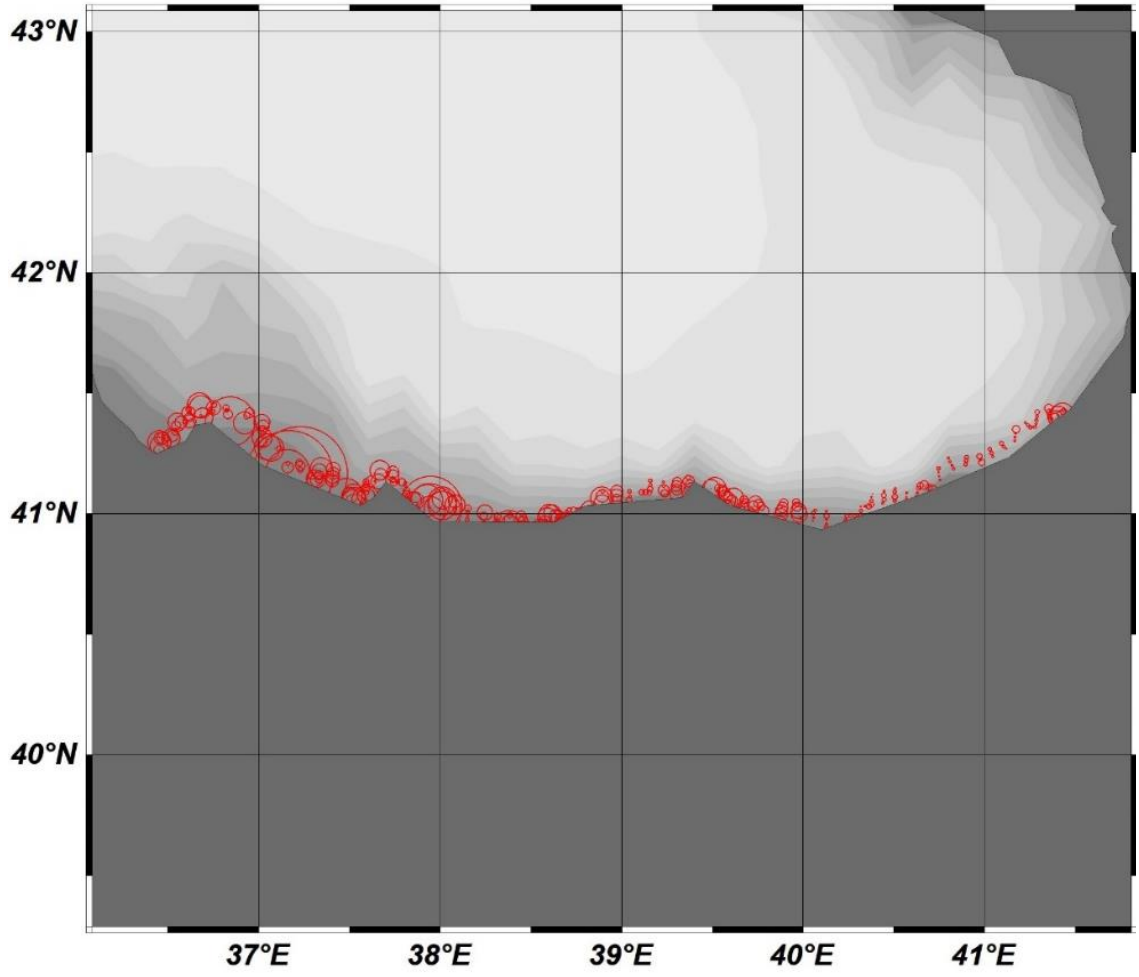
Çalışma esnasında çaça balığının dağılımı ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında kıyıdan 3 ile 10 mil uzunluğunda hatlar taranarak çaça balığı stoku varlığı araştırılmıştır (Şekil 5.36).



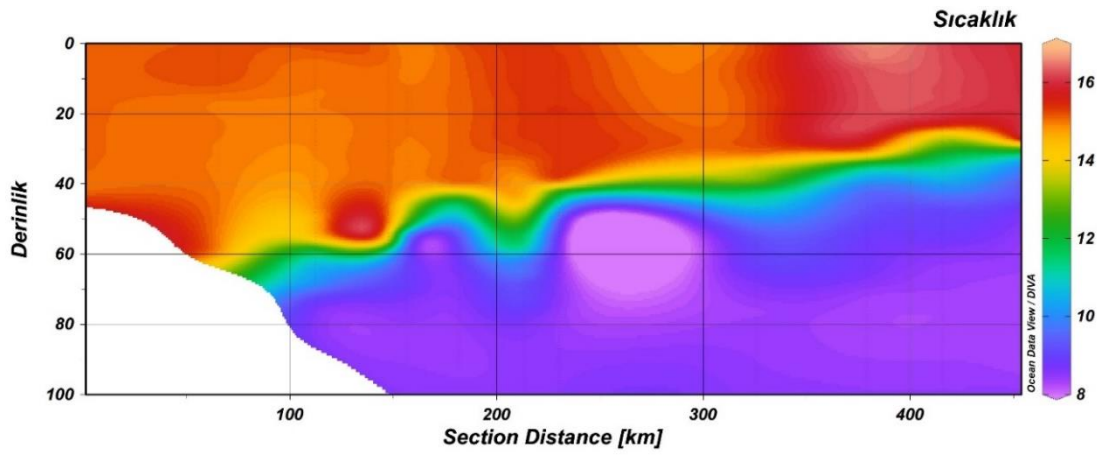
Şekil 5.36 2022 yılı Kasım ayı Samsun- Hopa arası akustik hatlar

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen çaça balığı sürülerinden yansıyan enerji değeri üzerinden dağılım haritası elde edilmiştir (Şekil 5.37). Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 27,394 olarak hesaplanmıştır. 1 mil² taranan deniz alanında bulunan çaça balığı miktarı 3,18 ton/mil² olarak hesaplanmıştır.

Sefer boyunca CTD kullanılarak derinliğe bağlı sıcaklık değişimleri ölçülmüştür (Şekil 5.38). Samsun körfezi ve çevresinde su sıcaklığının bir önceki yıla göre ortalama 5 °C daha yüksek, yaklaşık 16°C olduğu görülmektedir. Ayrıca, doğuya doğru gidildikçe 14°C nin altında 60-40 m derinliklerde termoklin tabakasının oluştuğu görülmüştür. Samsun avlak sahasında sıcaksu kolonunda hamsi, çaça ve istavrit balıkları birarada dağılım göstermiş doğuya doğru gidildikçe çaça balığı varlığı azalmıştır.



Şekil 5.37 2022 yılı Kasım ayı çaça balığı stoklarının dağılım haritası.

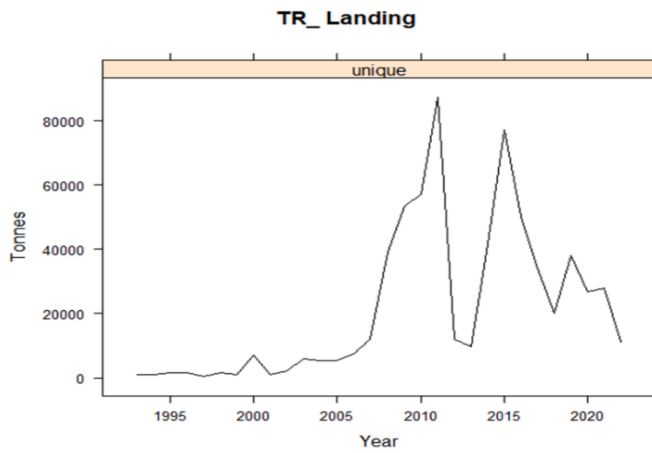


Şekil 5.38 2022 yılı Kasım ayı Samsun-Hopa arası sıcaklık profil grafiği

5.3. Stok Değerlendirme

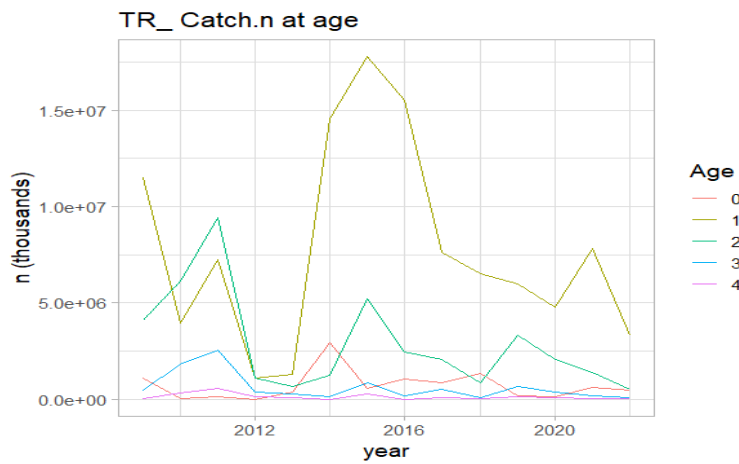
5.3.1. Veri kalitesinin testi

Stok değerlendirme öncesi veri kalitesinin analize uygunluğu test edilmiştir. Yıllara bağlı av miktarı Şekil 5.39’da verilmiştir. Tüm dalgalanmalara baktığımızda çaça balığının yaşam süresi boyunca her 5 yılda bir döngüsel bir salım yaptığı görülmektedir. Ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme periyodu olarak değerlendirilebilir.



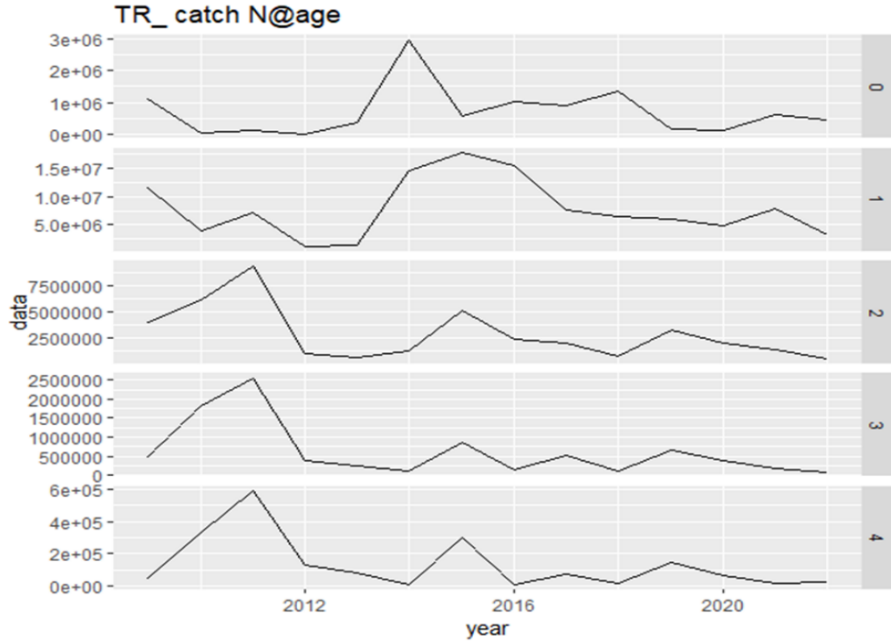
Şekil 5.39 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton)

Yıllara bağlı olarak av kompozisyonunun yaşlara dağılımına baktığımızda 2013 yılından sonra avın çoğunu 1 yaş grubu bireyler oluşturmuştur. Daha büyük yaşlar avın içerisinde daha düşük oranı temsil etmektedir (Şekil 5.40).



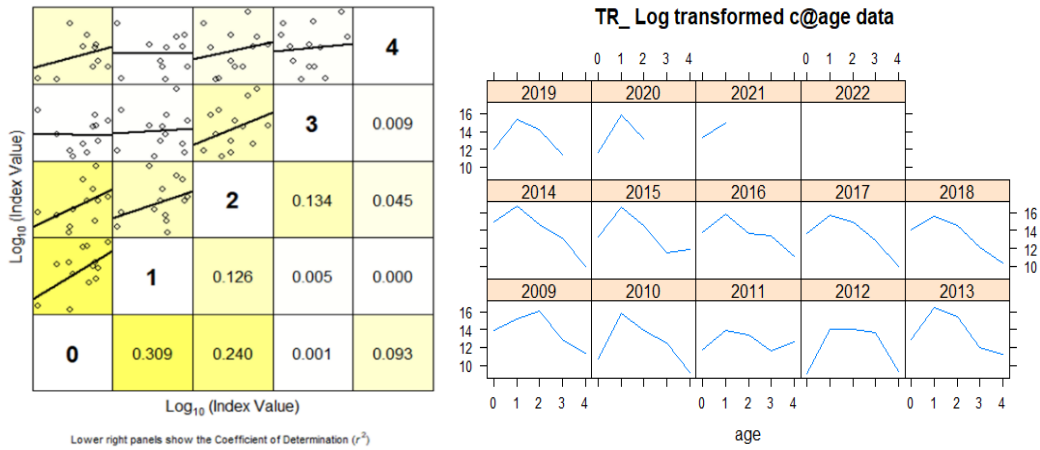
Şekil 5.40 Karadeniz’de avlanan çaça balığı av kompozisyonunun yaş dağılımı (catch.n at age)

Karaya çıkarılan avın yaşlara göre sayıca dağılımına (catch n@ age) bakıldığında son yıllarda yaşlardaki yakalamaların azaldığı görülmektedir (Şekil 5.41).



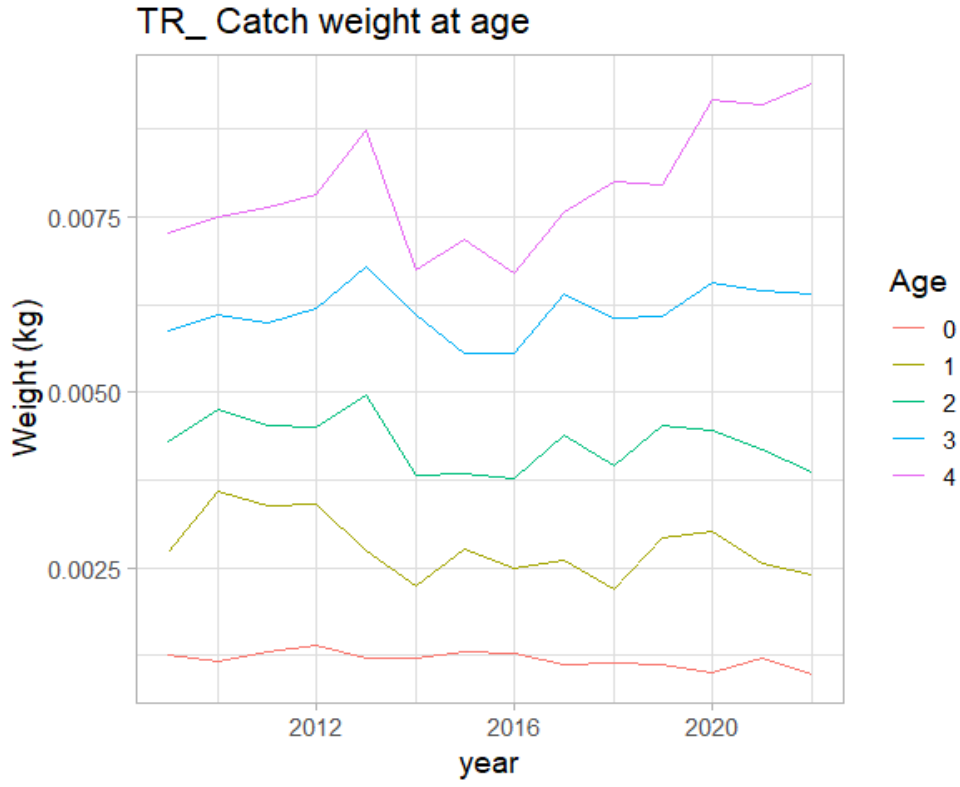
Şekil 5.41 Karadeniz’de avlanan çaça balığı av kompozisyonun yaş dağılımı (catch.n at age)

Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tuttarlılık (ilişki) ve geçmişe dönük 1’er yıl çıkararak yapılan retro analizide kötü gözükmemektedir (Şekil 5.42).

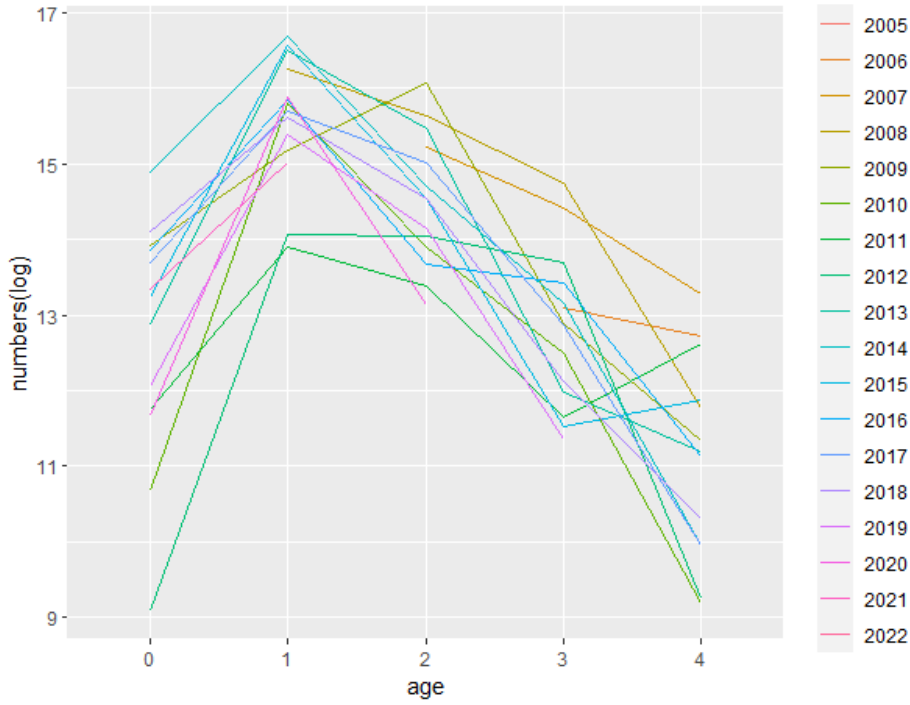


Şekil 5.42 Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tuttarlılık

Karaya çıkarılan avın ağırlıkça yaşlara dağılımına baktığımızda son yılda 0-2 yaş grubunda düşüşün, 4 yaş grubunda kısmi bir artışın olduğu görülmektedir (Şekil 5.43). Bazı yıllar yaşlara gelen kohortun takip edilemez olduğu görülmektedir (Şekil 5.44).

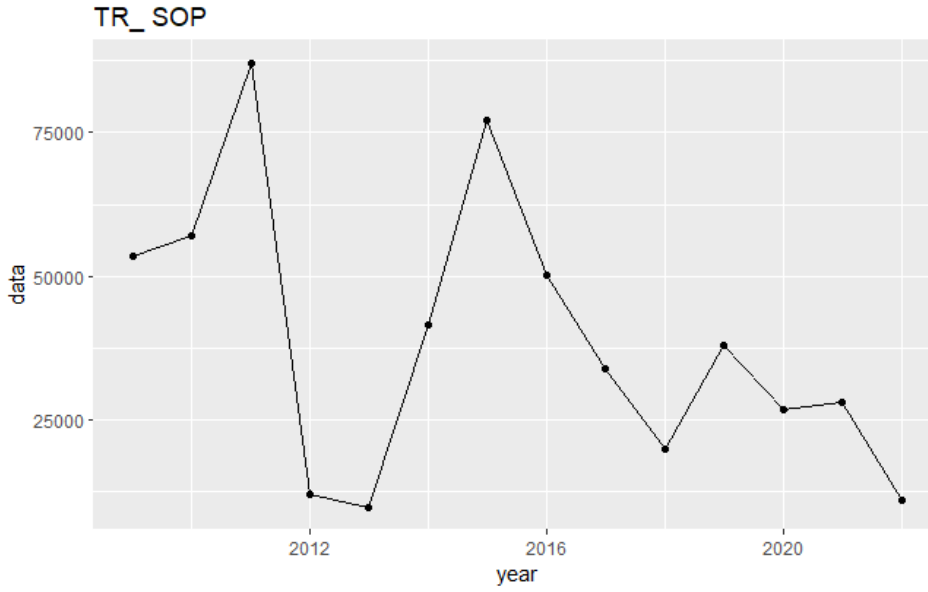


Şekil 5.43 Karaya çıkarılan avın ağırlıkça yaşlara dağılımı (Catch weight at age)



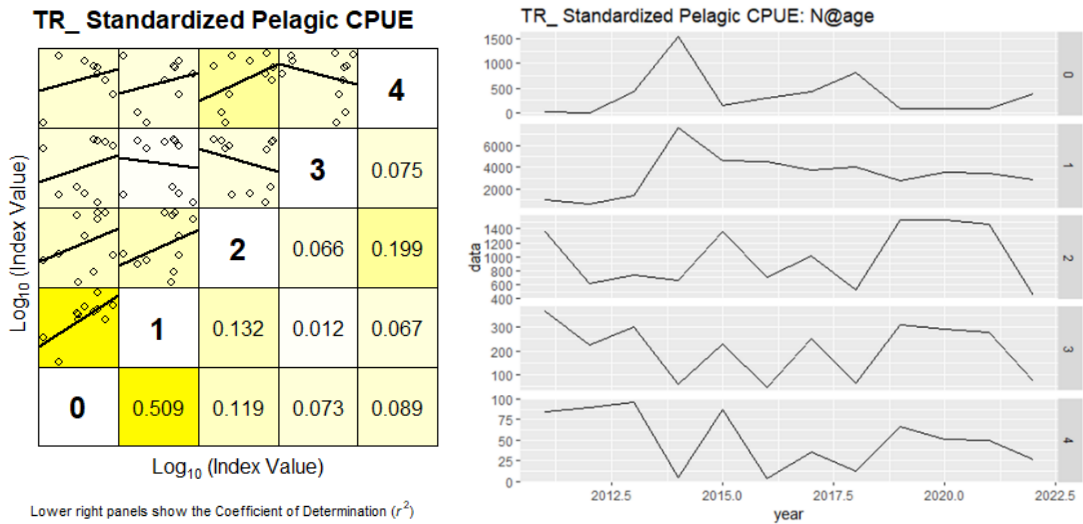
Şekil 5.44 Av kompozisyonunda yaşlara gelen kohortlar

Karaya çıkarılan toplam av (çizgi) ve ortalama balık ağırlığı ile sayısından hesaplanan değerler (nokta) arasında sop korelasyon iyi (uyumlu) gözükmemektedir (Şekil 5.45).



Şekil 5.45 Toplam av (çizgi) ve hesaplanan değerler (nokta) arasındaki sop korelasyon

Çaça balığı avcılığında faal her bir geminin bir günlük toplam av miktarı yıl, bölge ve av miktarı dikkate alınarak standardize edilmiştir. Standardize edilmiş CPUE data kalitesi için 0-1 yaş grubu ile 2-4 yaş grubu kendi içinde benzerlikler göstermektedir (Şekil 5.46). Standardize edilmiş CPUE ayar dosyasında indeks olarak kullanılmaktadır.



Şekil 5.46 Standardize edilmiş CPUE nin sayıca yaşlara dağılımı

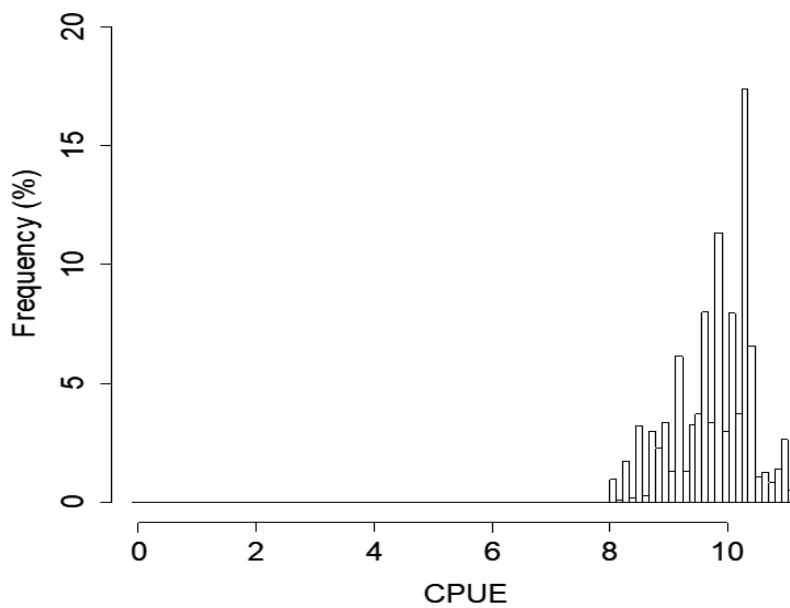
5.3.2. CPUE standardizasyonu

CPUE, stok büyüklüğündeki değişiklikleri izlemek için sıklıkla kullanılan bir göstergedir. Veri azlığında nominal CPUE kullanılır ve genellikle av miktarı balıkçı gemi sayısına bölünerek hesaplanır. Buna ek olarak avın birim zaman ve alandaki dağılımı bilindiğinde ise, daha gerçekçi bir gösterge olan standardize edilmiş CPUE kullanılır. CPUE standardizasyonu için öncelikle ortak değişkenler olan yıl, ay ve avlanma alanına göre örneklem büyüklükleri sınıflandırılmıştır. 2011-2021 yılları süresince 12 metre ve üzeri çaça balığı avcılığında faal ortasu gemilerinin her biri için günde 3 ton ve üzeri avlanan 2 bölge ve aylar (12, 1, 2, 3, 4, 5) değerlendirmeye alınmış ve standardize edilmiştir.

5.3.2.1. Nominal CPUE frekansının dağılımı

CPUE standardizasyon model seçimi, 0 (sıfır) yakalama (CPUE) oranına göre belirlenmektedir. Eğer nominal CPUE veri setindeki 0 yakalama oranı yaklaşık %30'dan az ise log-normal Genel Doğrusal Model (GLM), aksi takdirde ise 0 yakalama (CPUE) verisinin neden olduğu yanlılıkları azaltmak için Delta tipi 2 adımlı log-normal GLM modeli kullanılmaktadır.

Şekil 5.47'de CPUE'nin yüzde frekans dağılımı grafiği verilmiş ve Nominal CPUE veri setindeki verilerin %17'sinin 0 (sıfır) av (CPUE) içerdiği görülmüştür. Dolayısıyla veriye bağlı olarak CPUE standardizasyonu için Genel Doğrusal Model (GLM) yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 5.47 Nominal CPUE frekansının dağılımı

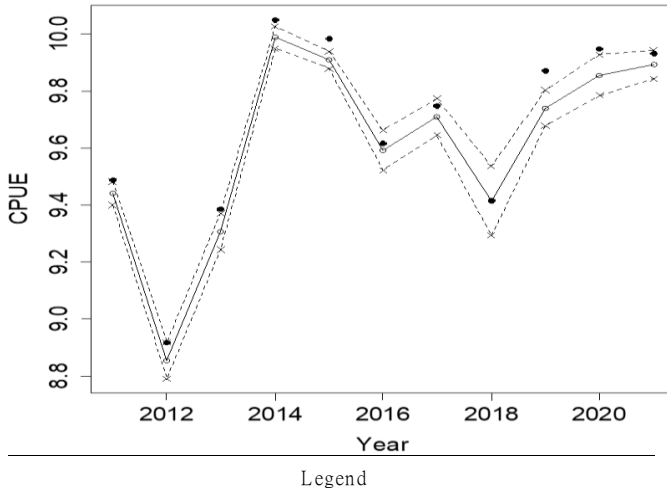
Veri setimiz, bağımsız değişken ("yıl", "mevsim" ve "alan" etkileri) ve bağımlı değişkenden (nominal CPUE) oluşmaktadır. Bağımsız değişkenlerin veri seti (nominal CPUE) üzerine etkisi test edilmiş ve üretilen çıktılar Tablo 5.11’de verilmiştir.

Tablo 5.11 Karadeniz’de belirlenen yıllara, aylara ve bölgelere göre standardize edilmiş nominal CPUE değerleri

	Area 17	Area 19		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 12		Area 17	Area 19
2011	138	717	2011	177	136	295	93	36	118	M 1	259	823
2012	34	263	2012	77	55	64	93	6	2	M 2	156	496
2013	30	297	2013	14	45	149	70	8	41	M 3	226	1392
2014	211	923	2014	100	42	181	430	96	285	M 4	252	1599
2015	473	1377	2015	331	116	440	713	184	66	M 5	89	404
2016	100	171	2016	63	43	97	47	.	21	M 12	183	574
2017	62	281	2017	138	43	73	43	8	38			
2018	29	57	2018	37	10	28	3	.	8			
2019	3	388	2019	28	7	86	192	55	23			
2020	1	289	2020	60	42	112	65	7	4			
2021	84	525	2021	57	113	93	102	93	151			

5.3.2.2. CPUE trendi

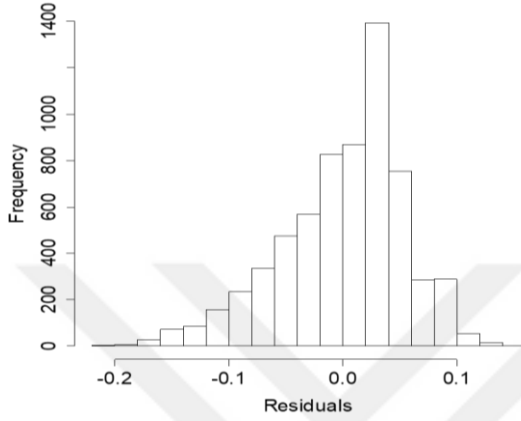
2011-2022 yılları arası nominal ve standardize edilmiş CPUE trendi Şekil 5.48’de verilmiştir.



Şekil 5.48 Nominal ve standardize edilmiş CPUE trendi.

5.3.2.3. Kalıntılar

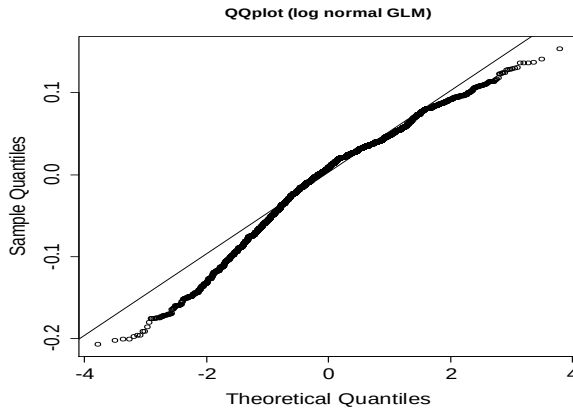
Varyansın normal dağılıp dağılmadığını kontrol etmek için kalıntı histogramı kullanılmıştır (Şekil 5.49). Sıfır etrafında yaklaşık eşit olarak dağılan simetrik çan şeklindeki histogram, log normal GLM'nin normallik varsayımının muhtemelen doğru olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.49 Kalıntı histogramı

5.3.2.4. Örnek ve teorik nicelikler

Q-Q grafiği, bir veri setinin normal veya üstel bazı teorik dağılımlardan gelip gelmediğini değerlendirmemize yardımcı olan grafiksel bir araçtır. Her iki örnek ve teorik niceliklerin aynı dağılımdan gelip gelmedikleri test edilmiştir (Şekil 5.50). Bu test sadece görsel bir kontroldür ve kesin kanıt içermez, bu nedenle öznelidir. Şekle baktığımızda Varsayımımızın makul olduğunu ancak bazı veri noktalarının ihlale katkıda bulunduğunu görmekteyiz.



Şekil 5.50 Örnek ve teorik nicelikler

Stok değerlendirme için standardize edilmiş CPUE değerleri Tablo 5.12’de verilmiştir.

Tablo 5.12 LN Log Std. CPUE (kg) ve Std. CPUE (ton) LN

Yıllar	Gözlenen (nominal) CPUE	Hesaplanan (standardized) CPUE	Lower boundary of %95 CI (%2,5)	Upper boundary of %95 CI (%97,5)
2011	9,49	9,44	9,40	9,48
2012	8,92	8,85	8,79	8,92
2013	9,39	9,31	9,24	9,37
2014	10,05	9,99	9,95	10,03
2015	9,98	9,91	9,88	9,94
2016	9,62	9,59	9,52	9,66
2017	9,75	9,71	9,65	9,77
2018	9,42	9,42	9,29	9,54
2019	9,87	9,74	9,68	9,80
2020	9,95	9,86	9,79	9,93
2021	9,93	9,89	9,84	9,94

Std. CPUE (ton)

Yıllar	Gözlenen (nominal) CPUE	Hesaplanan (standardized) CPUE	Lower boundary of %95 CI (%2,5)	Upper boundary of %95 CI (%97,5)
2011	13,22	12,60	12,09	13,13
2012	7,46	7,01	6,58	7,47
2013	11,94	11,03	10,35	11,75
2014	23,18	21,78	20,96	22,63
2015	21,69	20,12	19,52	20,74
2016	15,02	14,65	13,67	15,72
2017	17,12	16,47	15,45	17,56
2018	12,30	12,27	10,88	13,86
2019	19,38	17,00	15,98	18,09
2020	20,89	19,08	17,77	20,51
2021	20,56	19,79	18,84	20,80

5.3.3. Stok değerlendirme sonuçları

XSA ve SAM modeli; 2009-2022 yıllarını kapsayan girdi verileri ile çalıştırılmış, kıyaslama esnasında çeşitli duyarlılık analizleri yapılmıştır. Model sonuçlarının iyileştirilmesi için CPUE kullanılarak çalıştırılan stokun yapısı 0-4⁺ yaş aralığını kapsamaktadır. Modellerden elde edilen seçiciliğin beklenenle tutarlı olması için stokun yaş yapısı 0-3⁺ olarak da denenmiştir. Artı yaş grubun 3⁺ olarak denenmesi ile seçicilik modeli iyileşmiş ancak modellerin temel parametreleri (F_{bar} , SSB ve stoka katılım) üzerindeki belirsizlikler artmıştır. Model tarafından 3⁺ varsayılarak tahmin edilen temel parametrelerde 2009 ve takiben ilk yıllarda yumurtlayan stok ve stoka katılım yüksek tahmin edilmiş, son yıllarda ise F_{bar} düşük tahmin edilmesine karşın yumurtlayan stok ve

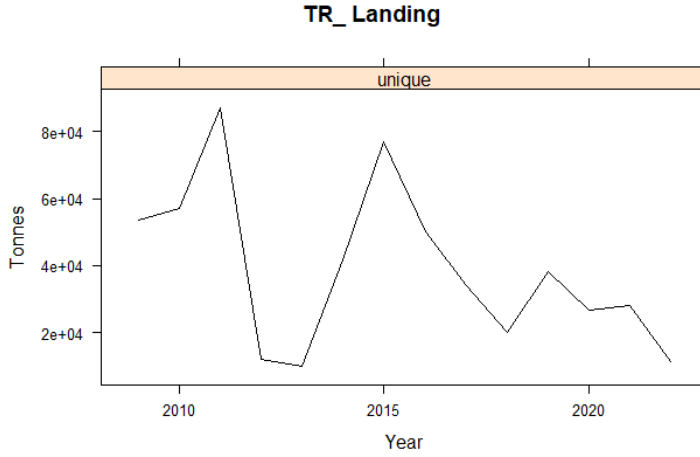
stoka katılımdaki düşüş anlamlı bulunmamıştır. Bu aşamadan sonra yaş grupları 4^+ ve 3^+ üzerinden diğer duyarlılık testleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Çaçı balığı, gerek ekolojik faktörler ve gerekse diğer türler için besin olma özelliğı nedeni ile yüksek doğal ölüm oranına maruz kalması beklenir, ancak her yıl 0 yaş bireyler için tahmin edilen doğal ölüm oranları düşük olabilir. Çaçı balığı stoku için mortaliteyi tahmin etmek üzere alternatif hipotez olarak 0 yaş için daha yüksek, diğer yaşlar için ise sabit bir mortalite değeriinin etkisi 4^+ ve 3^+ olmak üzere iki farklı yaş yapısı üzerine test edilmiştir. Ancak, kısa ömürlü göçmen bir tür olan çaça balığı için sabit bir mortalite belirlemek doğru yaklaşım olmayabilir. Sonuç olarak 4^+ ve 3^+ için elde edilen seçicilik modeli artan bir belirsizlik göstermiştir. Araştırma süresince 2017-2022 yılları arası her yıl için otolitlerden yaş anahtarları oluşturulmuş ancak toplam veri seti için eksik yıllara ait (2009-2016) yaş anahtarları nedeni ile karaya çıkarılan avın sayıca ve ağırlıkça tek bir yaş anahtarı üzerinden duyarlılık testleri denenmiştir. Genel olarak denenen hipotezlere göre, stok değerlendirme için kullanılan yaş sınıflarını (4^+ yerine 3^+) azaltmak model çıktılarındaki (F_{bar} , SSB ve stoka katılım) belirsizlikleri artırmakta, 0 yaş için yüksek ve kalan yaşlar için ise daha düşük sabit bir mortalite, herbir yaş için hesaplanan mortalite değeriinin etkisine göre yüksek varyans yaratmakta ve belirsizlikleri artırmakta olduğu görülmüş, aşağıda belirtilmiş stoku yansıtan duyarlılık testleri üzerinden model seçimler gerçekleştirilmiştir.

5.3.3.1. XSA (eXtended Survivors Analysis):

XSA modeli test edilmiş, değerlendirme için gerekli olduğu düşünölen senaryo seçimi ve özet çıktıları aşağıda sıralanmıştır.

5.3.3.1.1. Av miktarı

Stok değerlendirme amaçlı bu grafikte dikkat edilmesi gereken avın yıllara göre seyridir (Şekil 5.51). Çaçı balığı stokunun yaşam periyodu boyunca her 5 yılda bir döngüsel bir salım yaptığı görölmektedir. Ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme periyodu olarak değerlendirilebilir. Artış ve azalışlar doğrudan stokun durumu hakkında bilgi vermemekle birlikte diğer grafiklerle birlikte ele alındığında yararlı bir göstergedir.



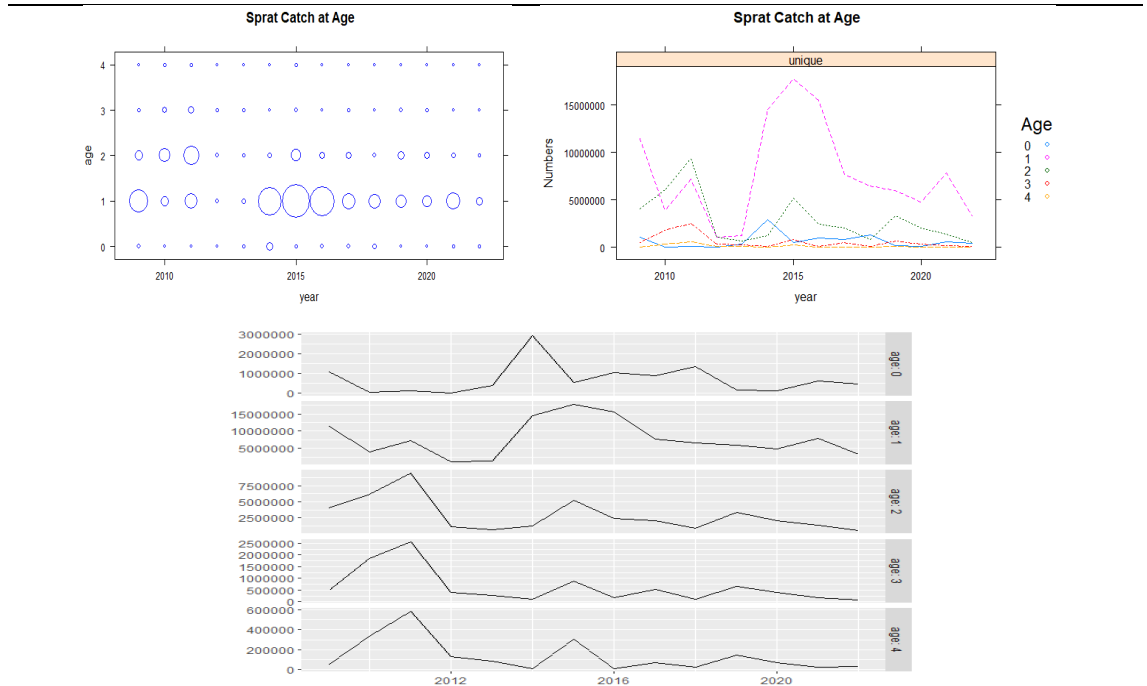
Şekil 5.51 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton)

5.3.3.1.2. Caa (catch.n.at age)

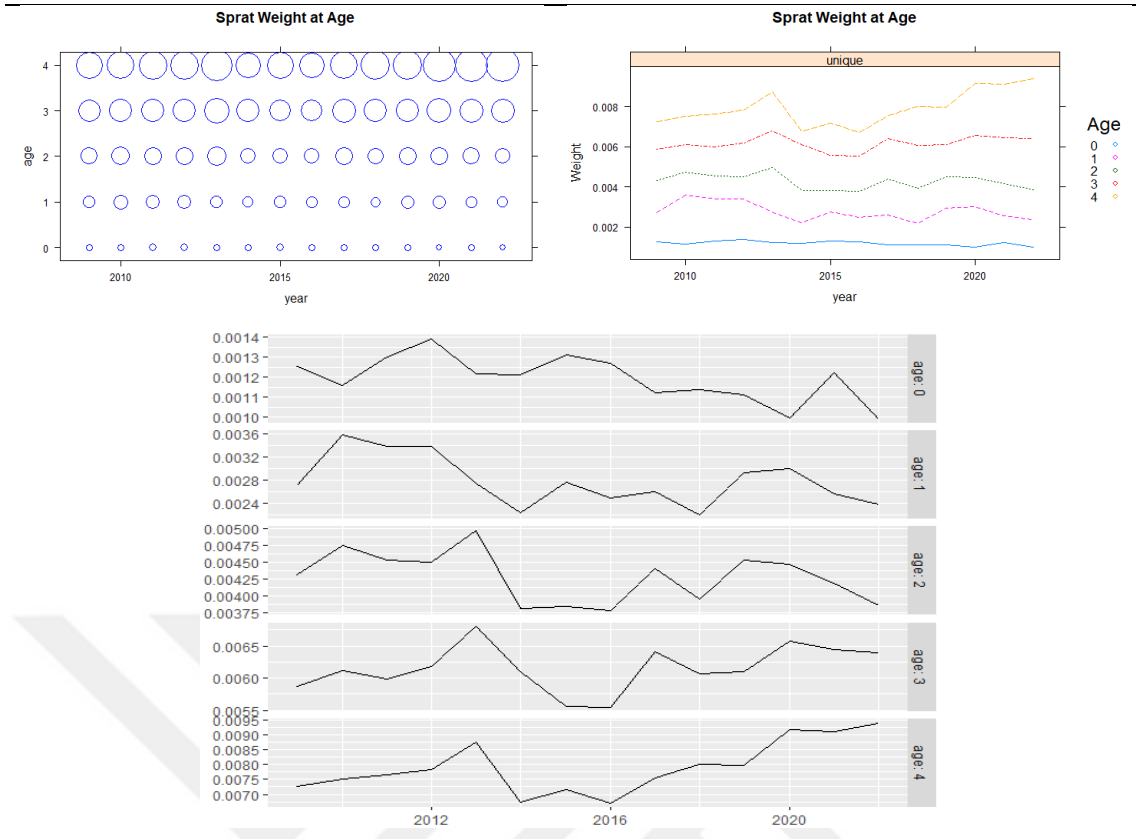
Karadeniz’de 2009-2022 yılları arası karaya çıkarılan çaça balığı avında yaşlara göre yakalanan balık sayısı matrisi Şekil 5.52’de verilmiştir.

5.3.3.1.3. Waa (weight at age)

Karadeniz’de 2009-2022 yılları arası karaya çıkarılan çaça balığı avında yaşlara göre yakalanan balık ağırlığı matrisi Şekil 5.53’de verilmiştir.



Şekil 5.52 Karadeniz’de karaya çıkarılan çaça balığı avının yaşlara göre sayısı (catch.n at age)

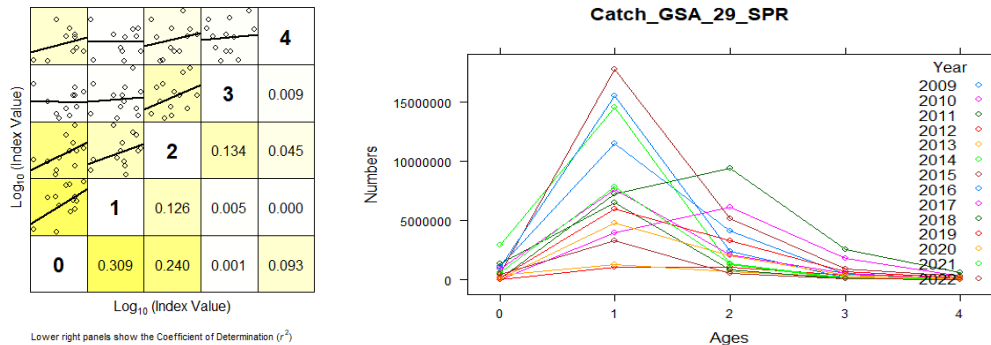


Şekil 5.53 Karadeniz’de karaya çıkarılan çaça balığı avının yaşlara göre ağırlığı (catch weight at age)

“Stokun yaşlara göre ağırlığı” büyüme nedeni ile yıl boyunca değiştiğinden tercihen üreme dönemindeki ortalamalar alınmalıdır; zira bu değer ağırlıklı olarak üreyen stok biyokütlesinin (Spawning Stock Biomass, SSB) hesaplanmasında kullanılmaktadır.

5.3.3.1.4. Karaya çıkarılan av ile yaşlar arası ilişki

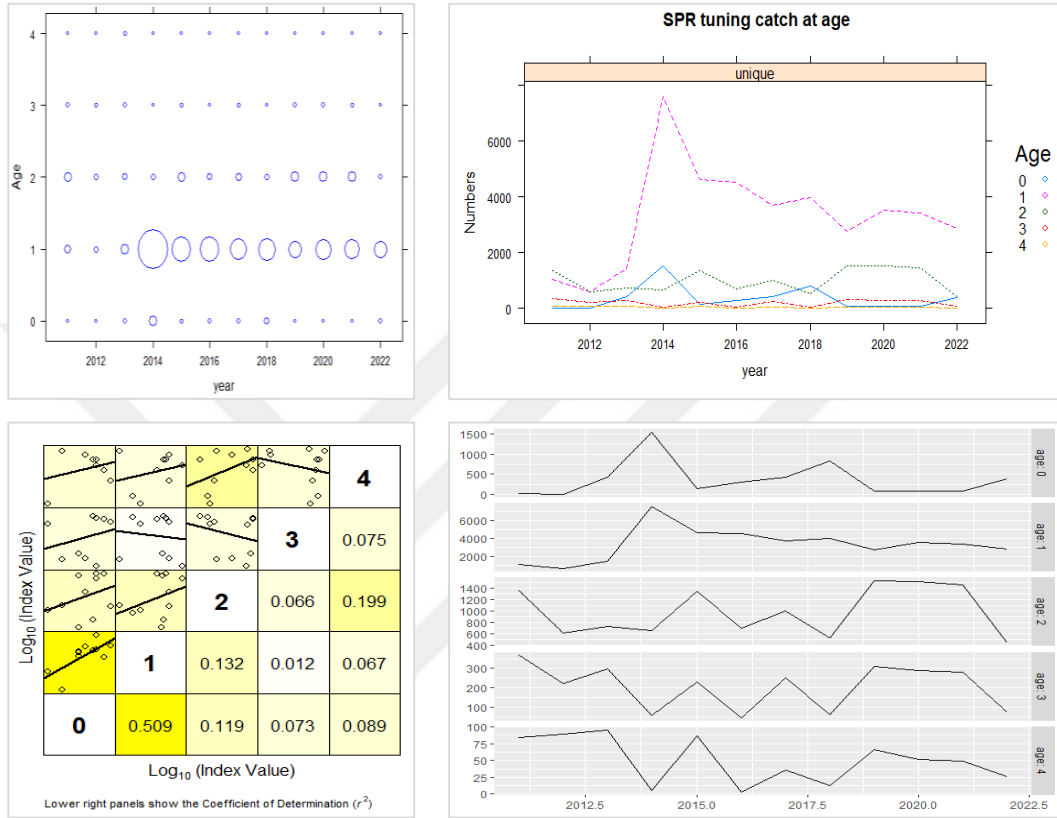
Belirleme katsayısına göre karaya çıkarılan av ile yaşlar arası ilişki yüksek ve avın çoğunu 1 yaş grubu bireyler oluşturmaktadır (Şekil 5.54).



Şekil 5.54 Karaya çıkarılan av ile yaşlar arası ilişki

5.3.3.1.5. Tuning Caa

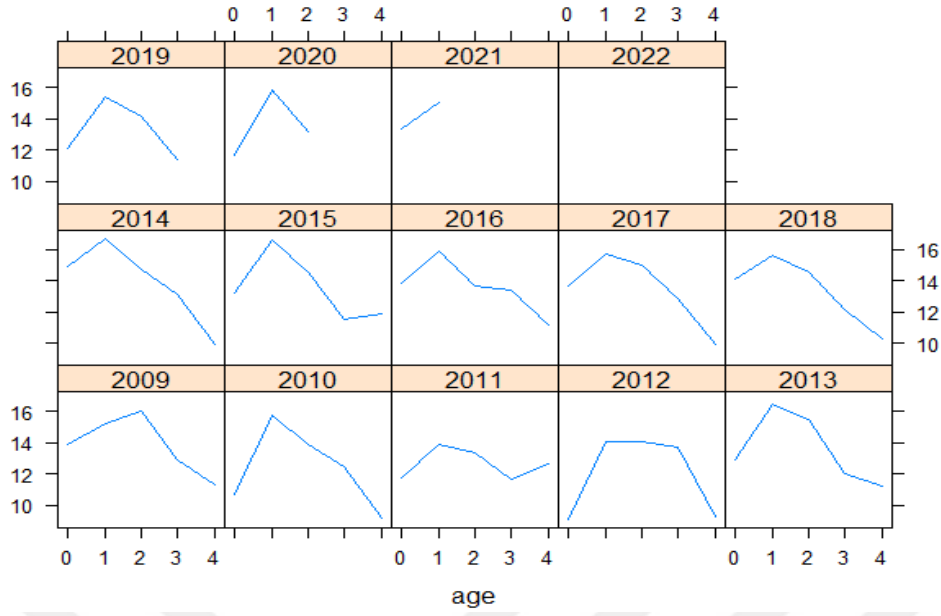
Standardize edilmiş CPUE; ayar dosyasında indeks olarak kullanılmış, sayıca yaşlara göre dağılım ve kohort tutarlılığı irdelenmiş ve de 0-1 yaş grubu ile 2-4 yaş grubu kendi içinde benzerlikler göstermiştir (Şekil 5.55).



Şekil 5.55 Standardize edilmiş CPUE’de yaşlara göre sayıca dağılım, kohort tutarlılığı.

5.3.3.1.6. Kohort

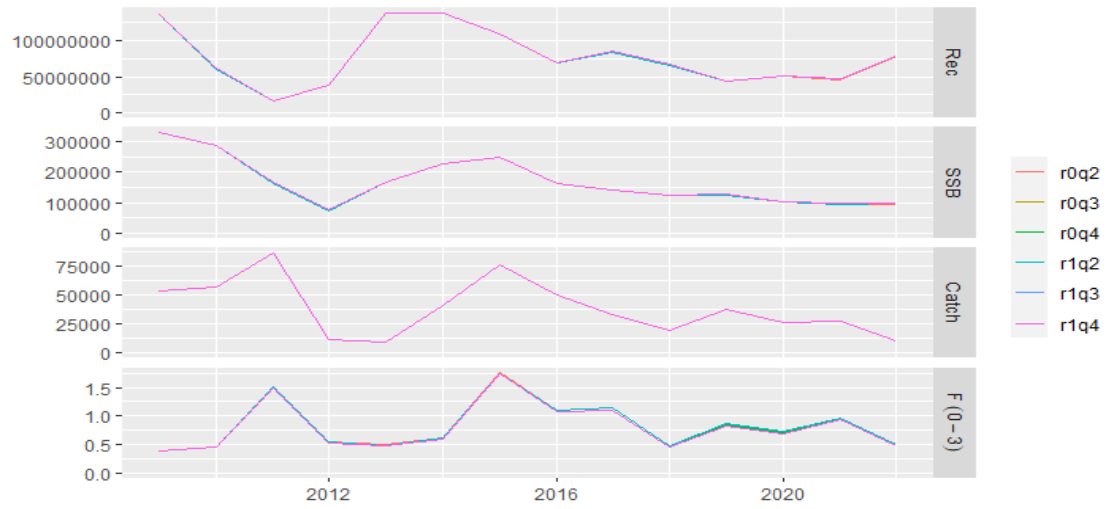
Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tutarlılık (ilişki) ve geçmişe dönük 1’er yıl çıkararak yapılan retro analizi fena gözükmemektedir (Şekil 5.56).



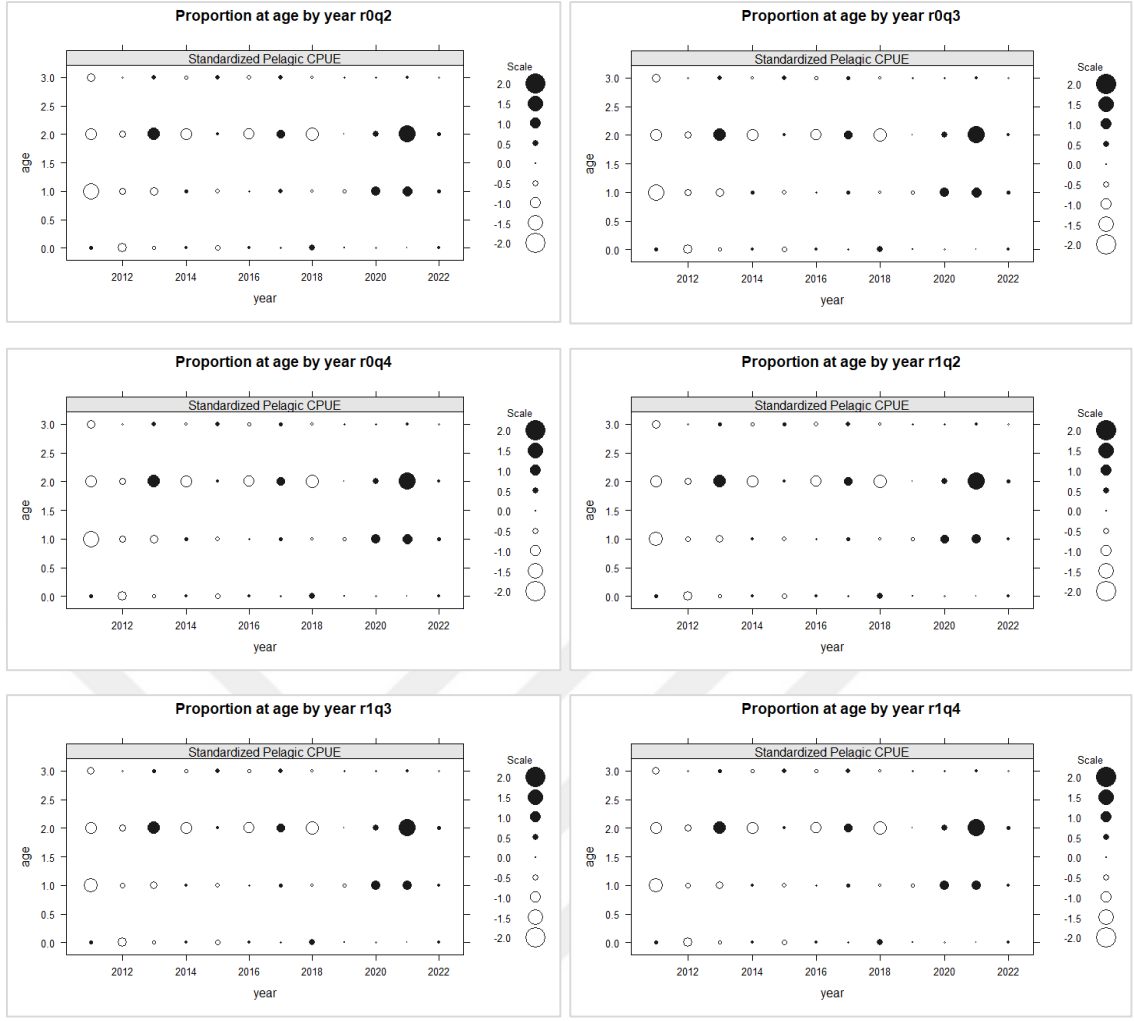
Şekil 5.56 Logaritmik dönüşümde ardışık yaşlar arasındaki tutarlılık.

5.3.3.1.7. Hassas analiz değişimi

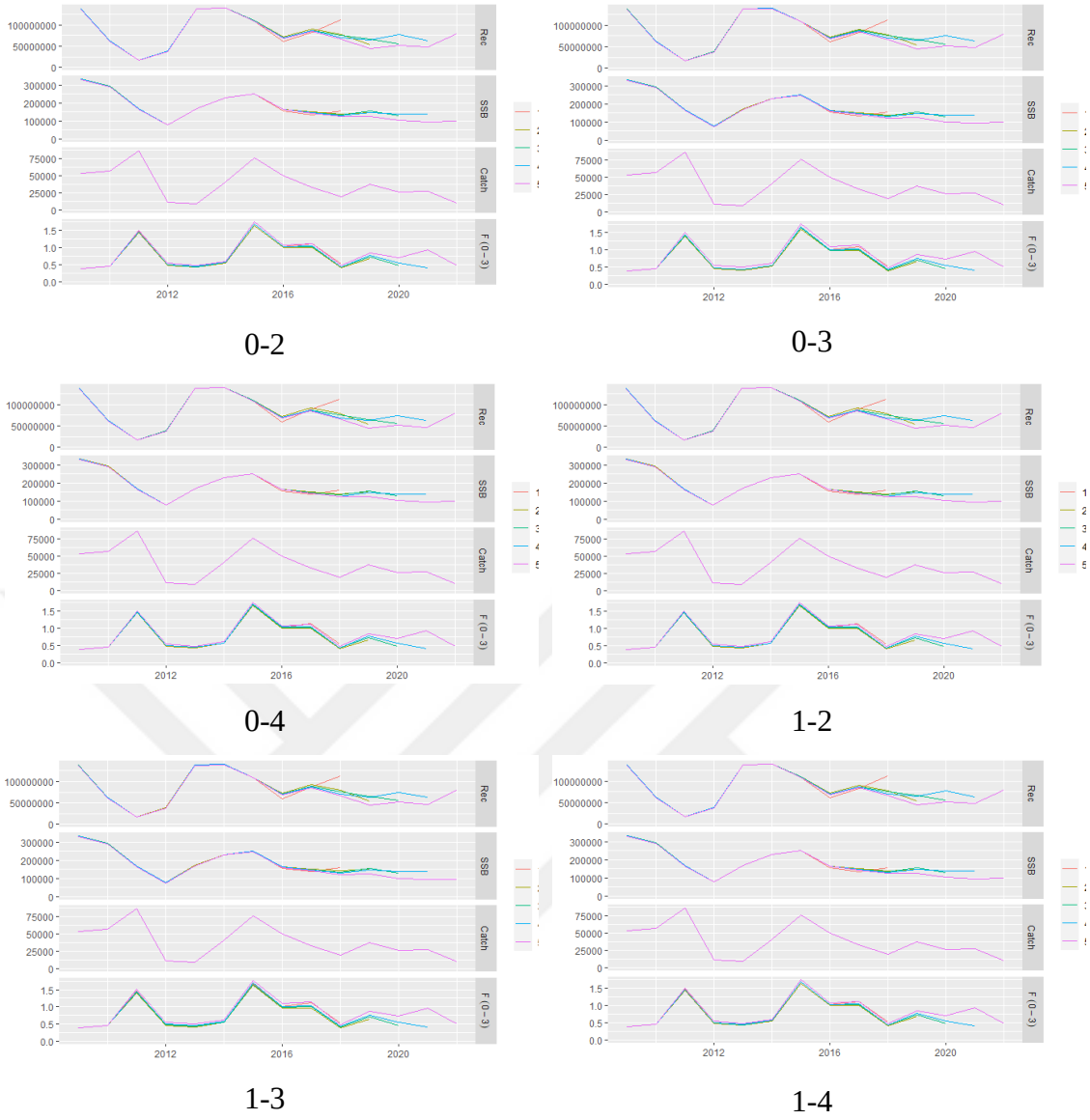
Range – qage duyarlılık analizi Şekil 5.57’de, kalıntı analizi Şekil 5.58’de ve retro analizi Şekil 5.59’da verilmiştir.



Şekil 5.57 Range – qage duyarlılık analizi



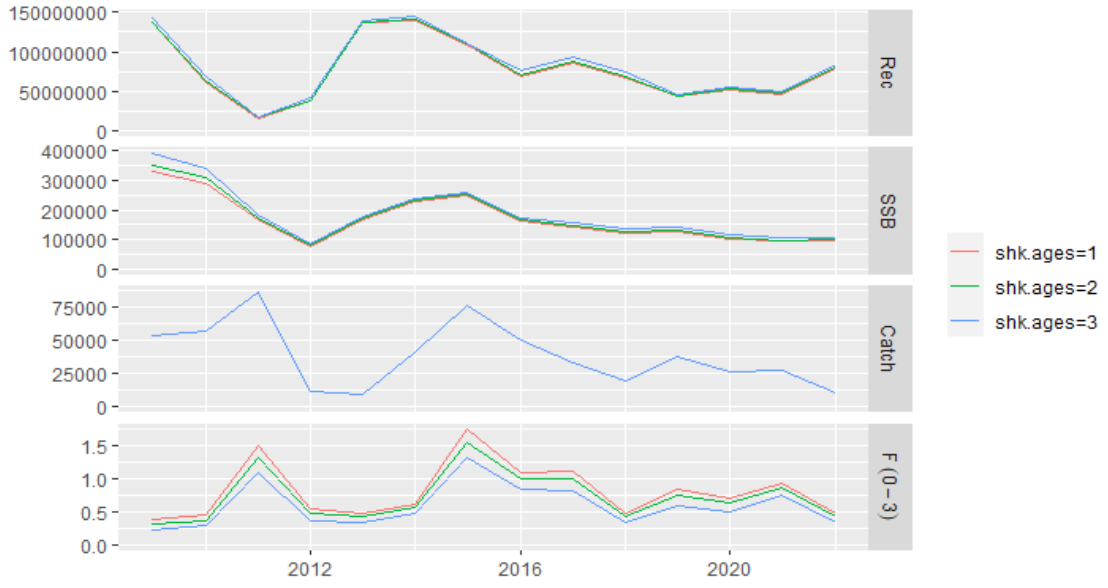
Şekil 5.58 Rage – qage kalıntı analizi



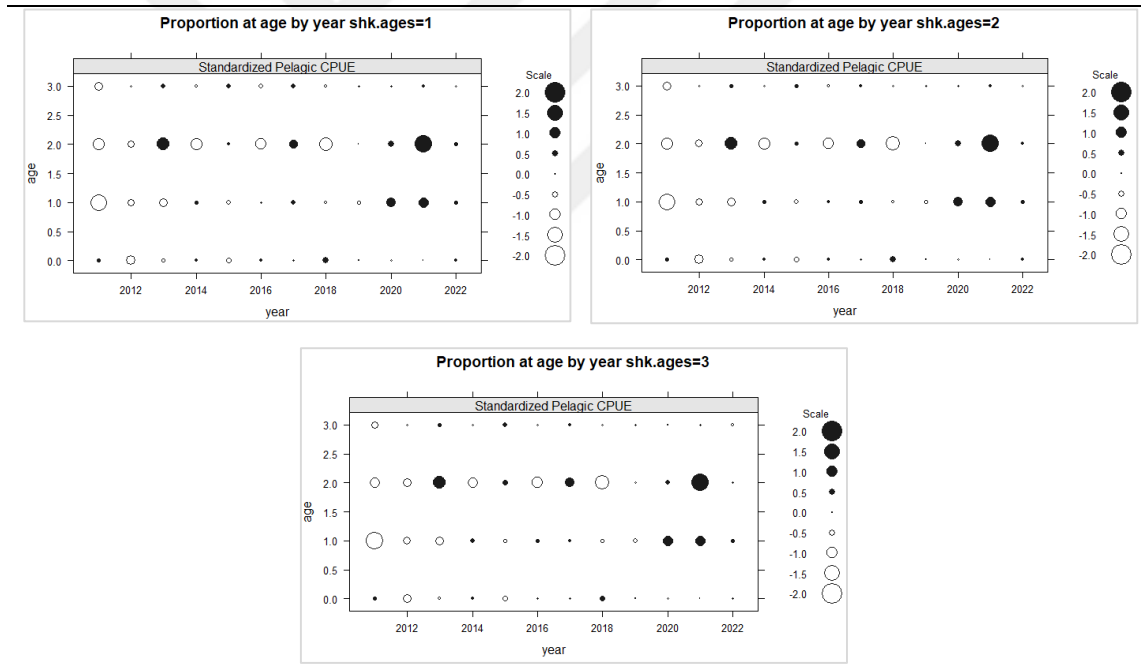
Şekil 5.59 Rage – qage retro analizi

5.3.3.1.8. Shk age. hassas analiz

Shk.age duyarlılık analizi Şekil 5.60’da, kalıntı analizi Şekil 5.61’de verilmiştir.



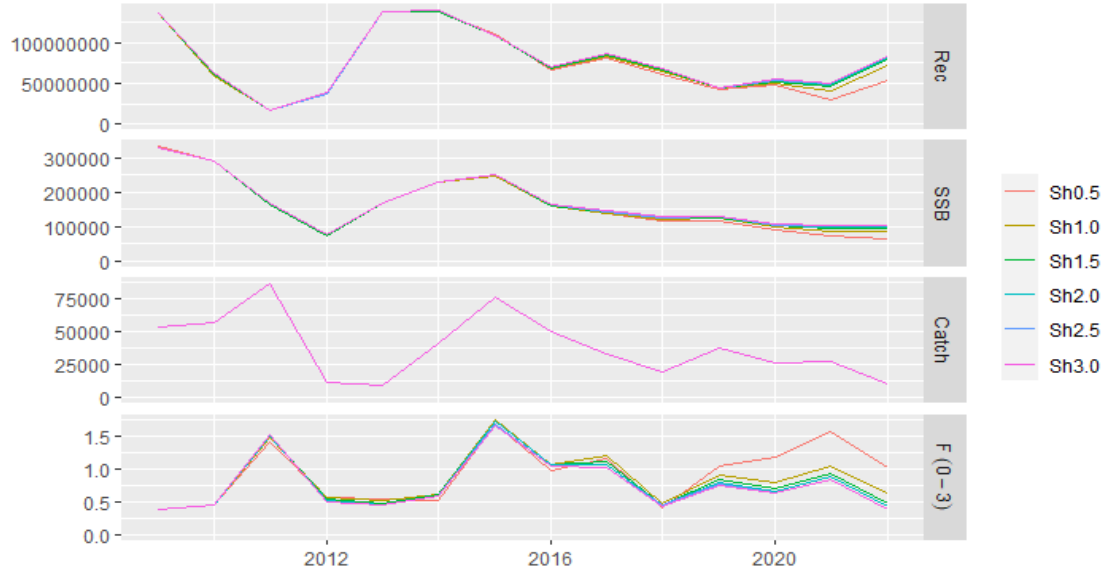
Şekil 5.60 Shk.age duyarlılık analizi



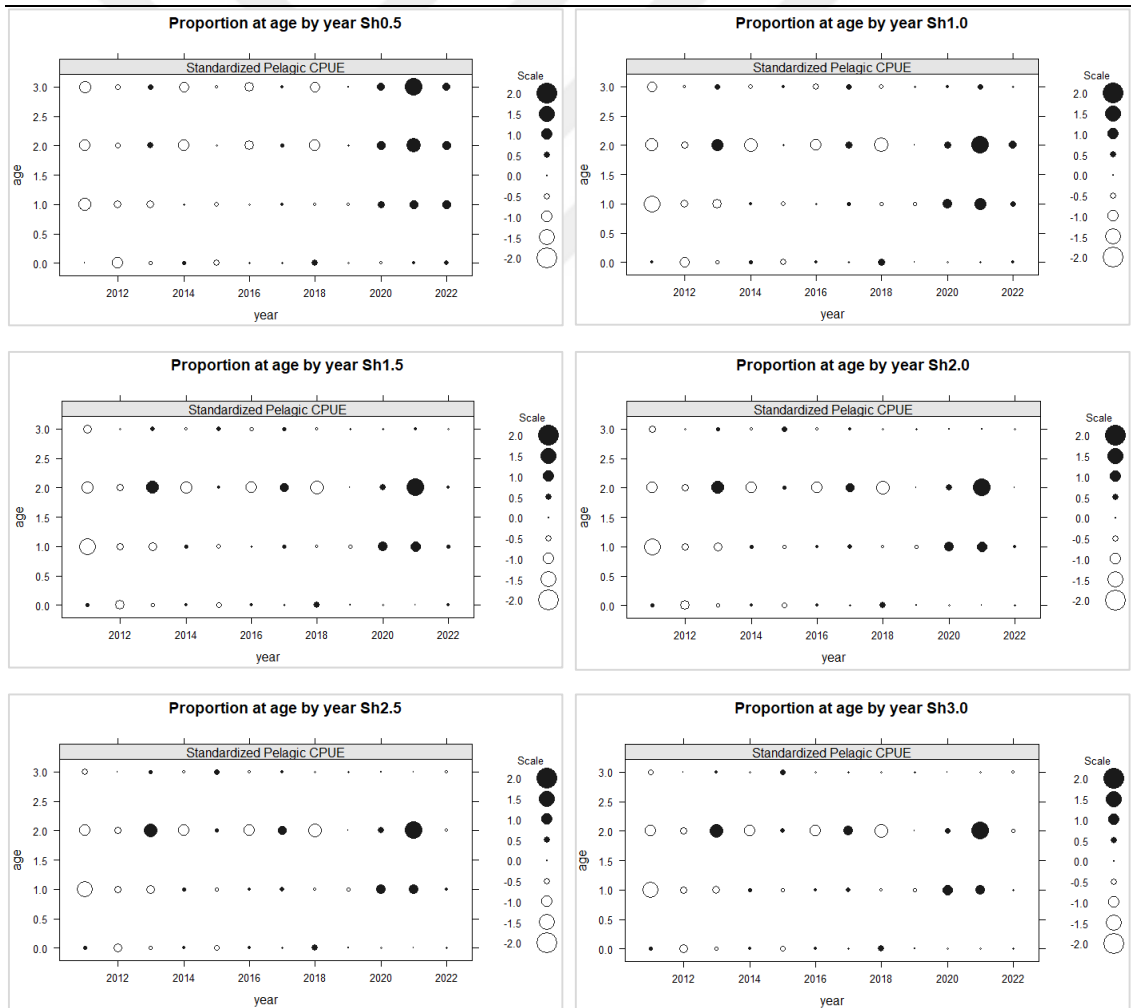
Şekil 5.61 Shk.age kalıntı analizi

5.3.3.1.9. F_{se} 'nin hassas analizi

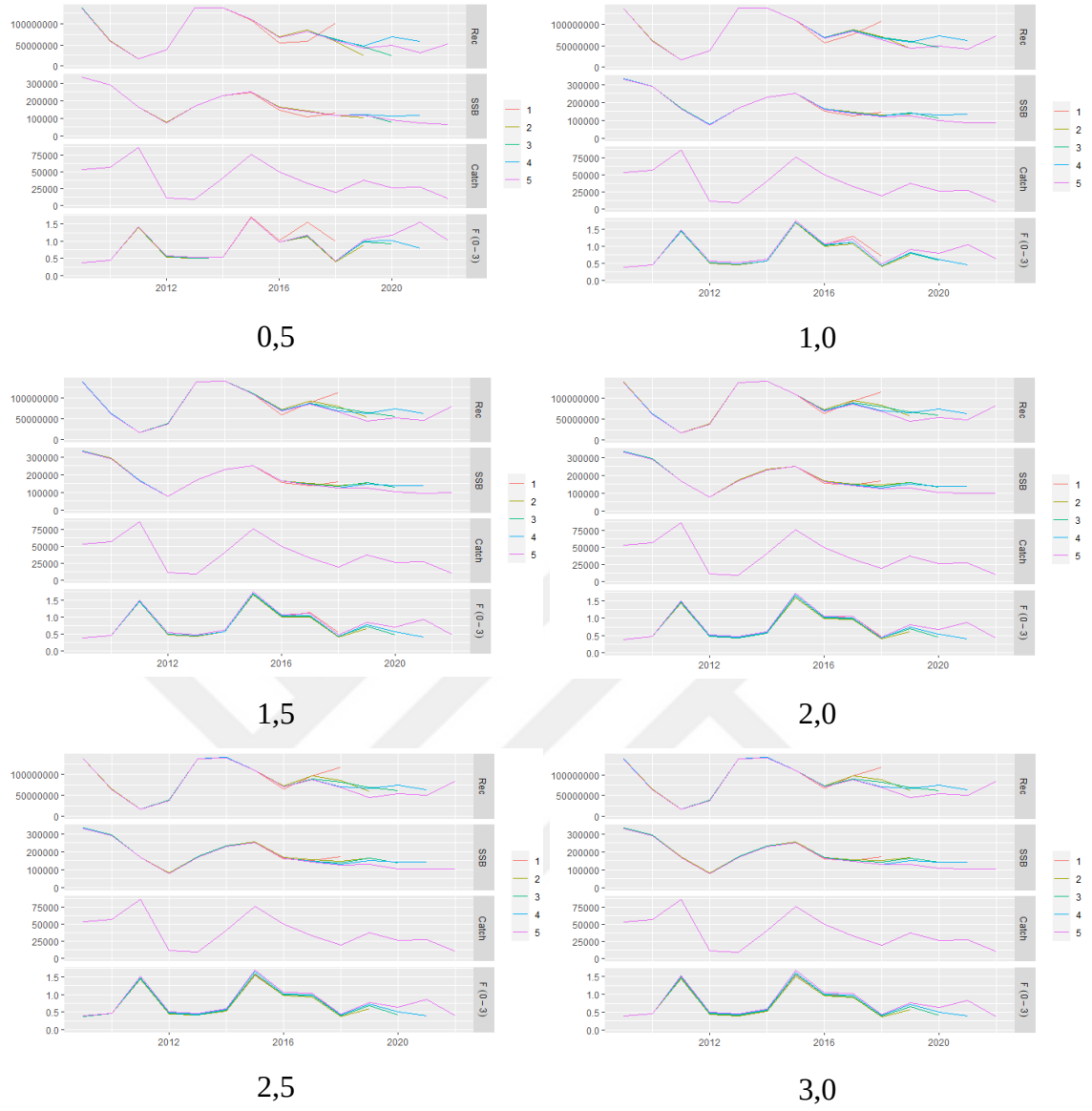
F_{se} 'nin duyarlılık analizi Şekil 5.62'de, kalıntı analizi Şekil 5.63'de ve retro analizi Şekil 5.64'de verilmiştir.



Şekil 5.62 F_{se} 'nin duyarlılık analizi



Şekil 5.63 F_{se} 'nin kalıntı analizi

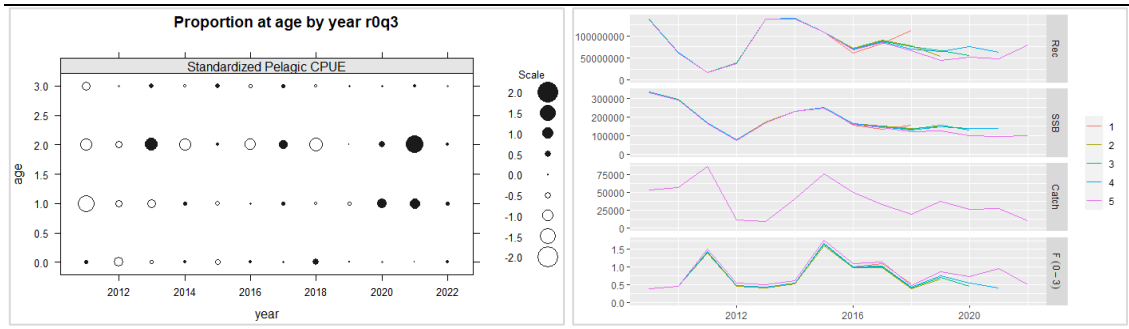


Şekil 5.64 F_{se} 'nin retro analizi

5.3.3.1.10. Seçilen model

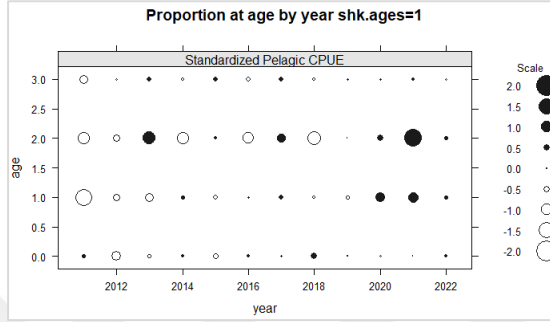
Duyarlılık testleri üzerinden gerçekleştirilen seçimler Şekil 5.65'de verilmiştir.

Rages: 0
 Qages: 3
 FSE: 1,5
 shk_yrs: 5
 shk_ages: 1

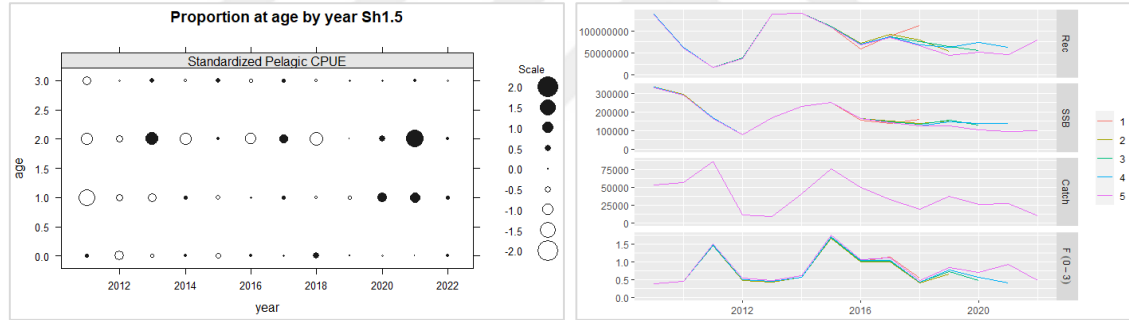


rage:0, qage:3

rage:0, qage:3



Shk.age:1



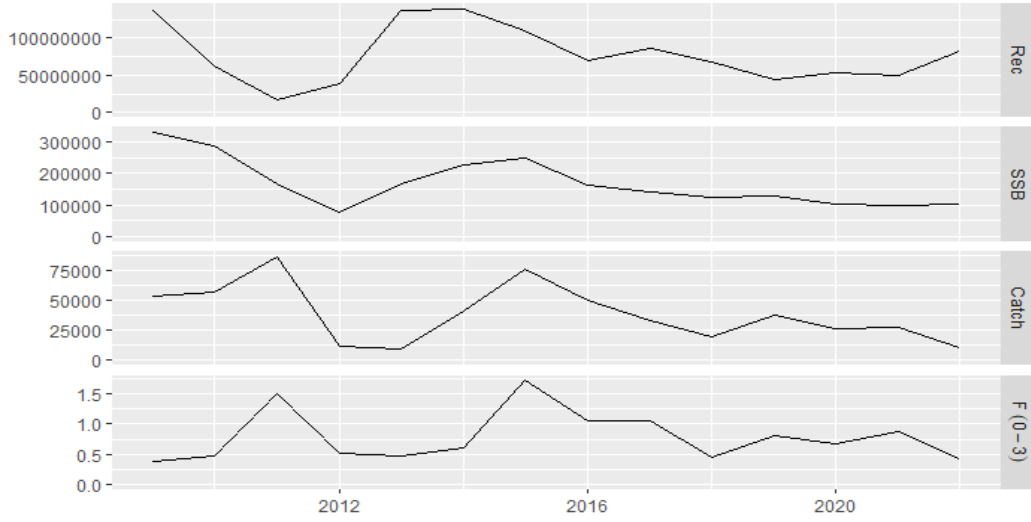
Fse:1,5

Fse:1,5

Şekil 5.65 Duyarlılık testleri üzerinden gerçekleştirilen seçimler

5.3.3.1.11. XSA model sonuçları

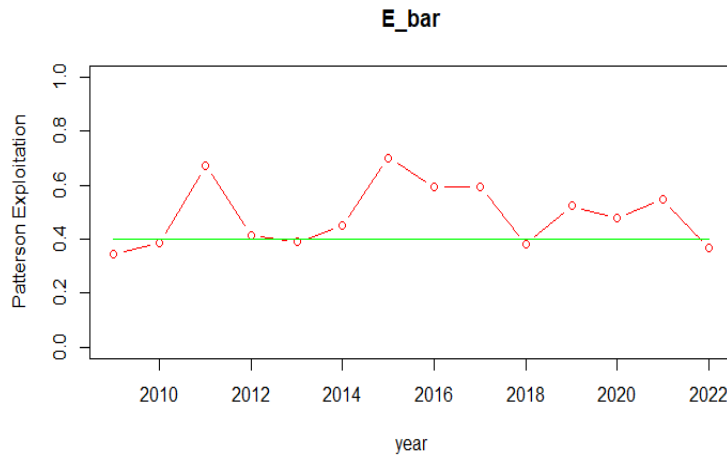
XSA analizi sonucunda model çıktıları (F_{bar} , SSB ve stoka katılım, Biomass) Şekil 5.66 ve Tablo 5.13’de, Sömürülme oranı (E_{bar}) ise Şekil 5.67’de verilmiştir.



Şekil 5.66 XSA model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)

Tablo 5.13. XSA model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)

Yıl	F_{bar}	Recruitment	SSB	Biomass
2009	0,38603	136 775 957	330 526	373 443
2010	0,46334	62 099 520	290 295	308 318
2011	1,50527	16 593 397	166 498	171 899
2012	0,51789	37 962 390	75 747	88 961
2013	0,46578	137 713 128	169 066	210 948
2014	0,59702	139 908 238	229 434	271 733
2015	1,72153	109 330 696	250 147	286 022
2016	1,06314	69 661 353	162 707	184 862
2017	1,06208	86 219 795	143 346	167 587
2018	0,45545	68 101 070	125 343	144 708
2019	0,80170	44 393 881	128 695	141 029
2020	0,66650	53 529 025	103 935	117 262
2021	0,88054	49 116 849	98 997	113 981
2022	0,42213	81 761 452	100 994	121 266



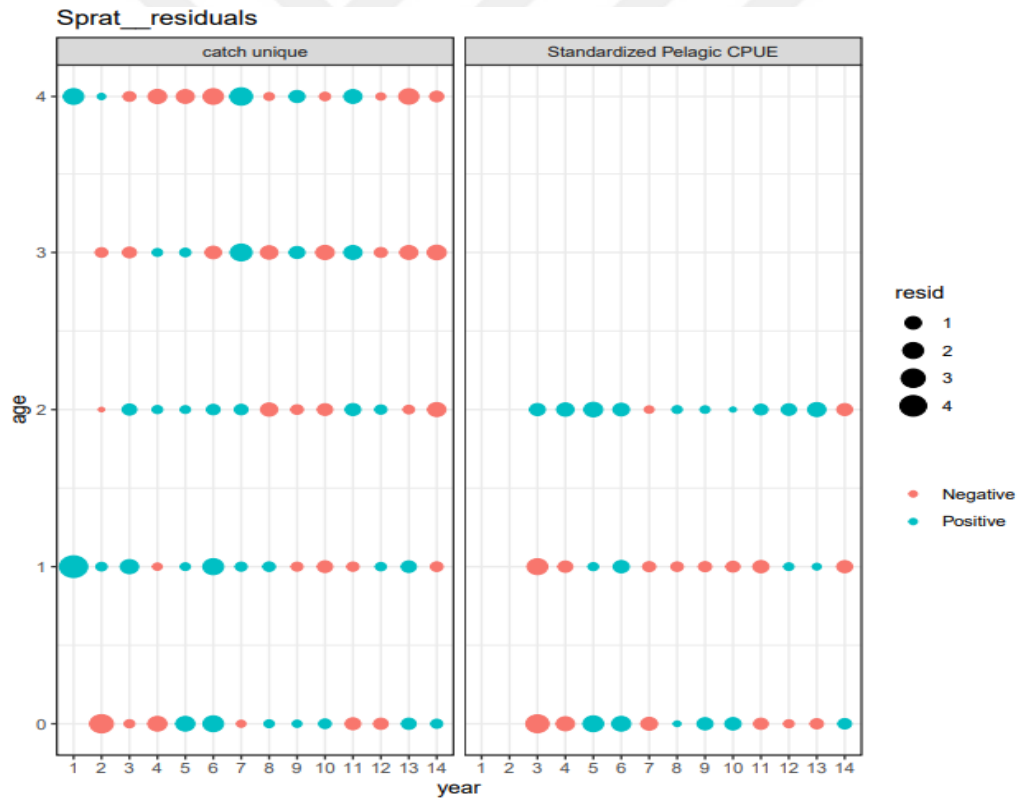
Şekil 5.67 XSA model çıktıları (E_{bar})

5.3.3.2. SAM (State-space Assessment Model)

SAM modeli test edilmiş, değerlendirme için gerekli olduğu düşünülen senaryo seçimi ve özet çıktıları aşağıda sıralanmıştır. Model çıktıları, geriye dönük teşhisleri Şekil 5.68'den Şekil 5.77'ye kadar olan kısımda sunulmaktadır. Her ne kadar son modelde parametreler arasında bazı daha güçlü korelasyonlar görünse de (Şekil 5.77), SSB, Fbar ve stoka katılımların etrafındaki belirsizlik önemli ölçüde azalmıştır (Şekil 5.69, Şekil 5.73, Tablo 5.14). Nihai modelin geriye dönük analizleri de tutarlılık içermektedir (Şekil 5.72, Tablo 5.14).

5.3.3.2.1. Kalıntılar (residuals)

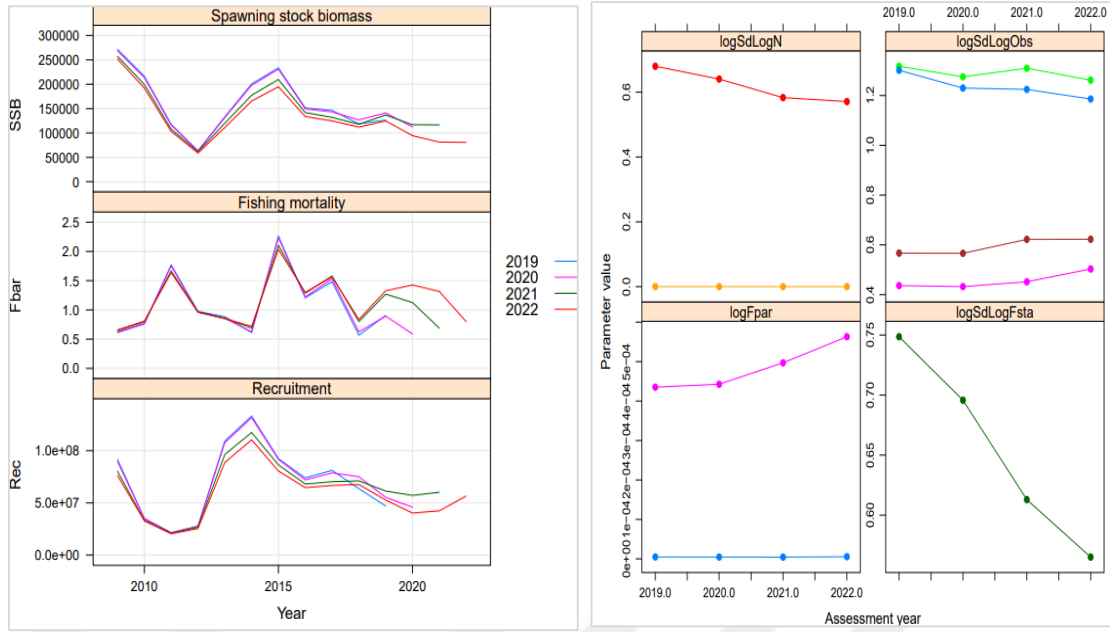
Seçilen modele ilişkin kalıntılar Şekil 5.68'de verilmiştir. Modele uyumlu ve kalıntılarda yaş etkisi gözlenmemektedir. Ancak CPUE verisinde yıl etkisi gözükmemektedir.



Şekil 5.68 Son modelin kalıntıları

5.3.3.2.2. Retro (geriye dönük) analizi

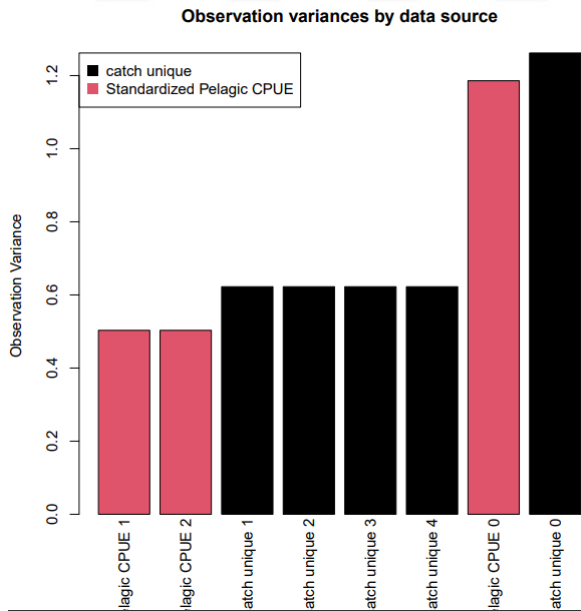
Seçilen modele ilişkin Retro analizi Şekil 5.69'da verilmiştir. Son iki yılın verilerinin stok tahminine değişken bir etki yaptığı gözlenmektedir.



Şekil 5.69 Seçilen modele ilişkin geriye dönük (retrospective) analiz

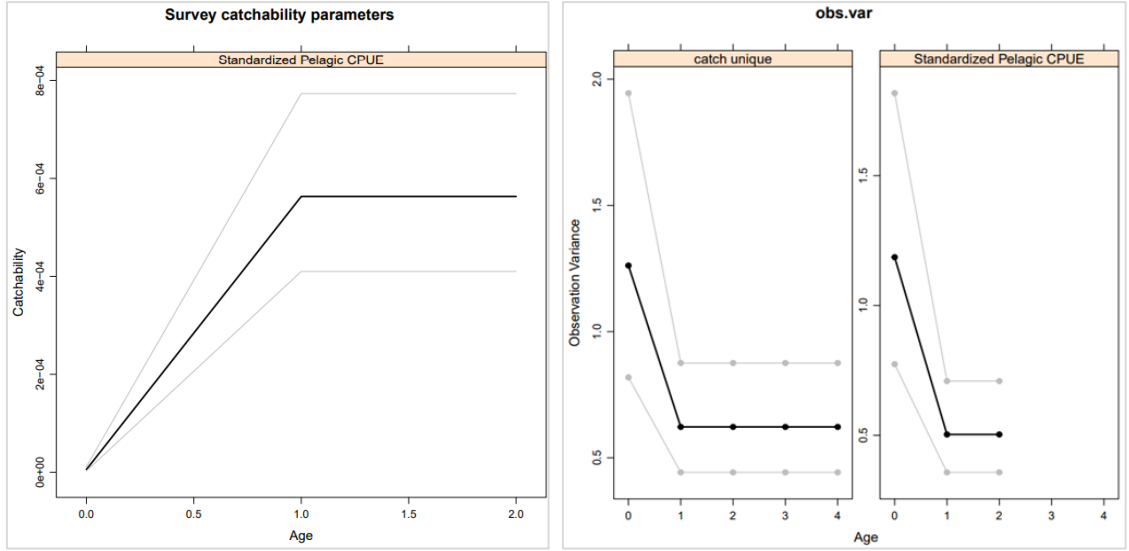
5.3.3.2.3. Gözlem varyansı

Seçilen modele ilişkin veri setindeki gözlem varyansları Şekil 5.70, Şekil 5.71 Şekil 5.72’de verilmiştir.

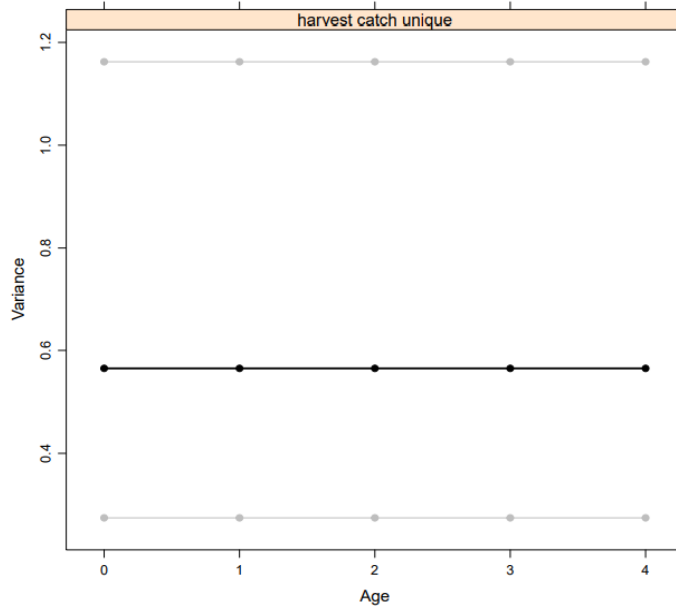


Şekil 5.70 Veri setinde gözlem varyansı

CPUE veri setinde 3 ve 4 yaş için gözlemlenen yüksek varyanslar değerlendirmeye alınmamıştır (Şekil 5.71). F’deki rastgele ilerleme varyansı tüm yaşlar için sabit kabul edildi (Şekil 5.72).



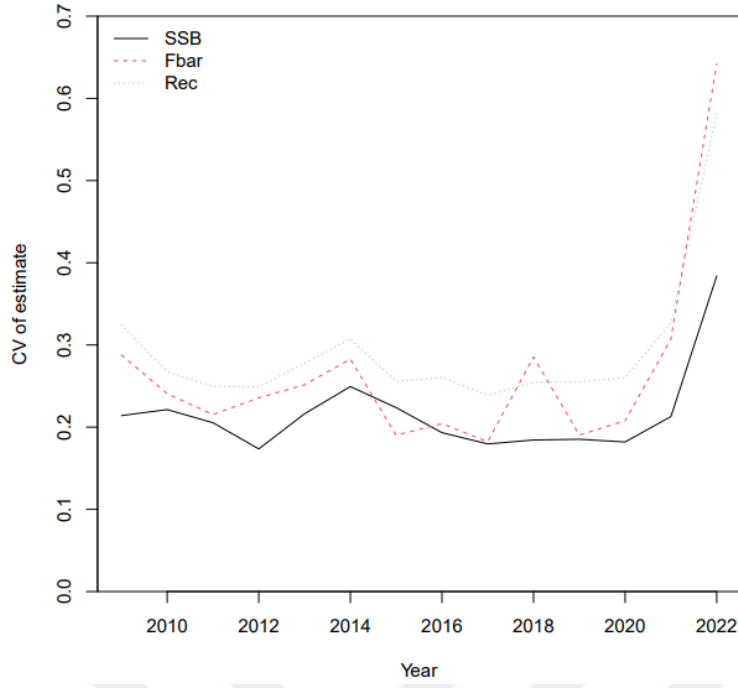
Şekil 5.71 Sörvey verisinde gözlem varyansı



Şekil 5.72 Rasgele ilerleme varyansı

5.3.3.2.4. Belirsizlikler

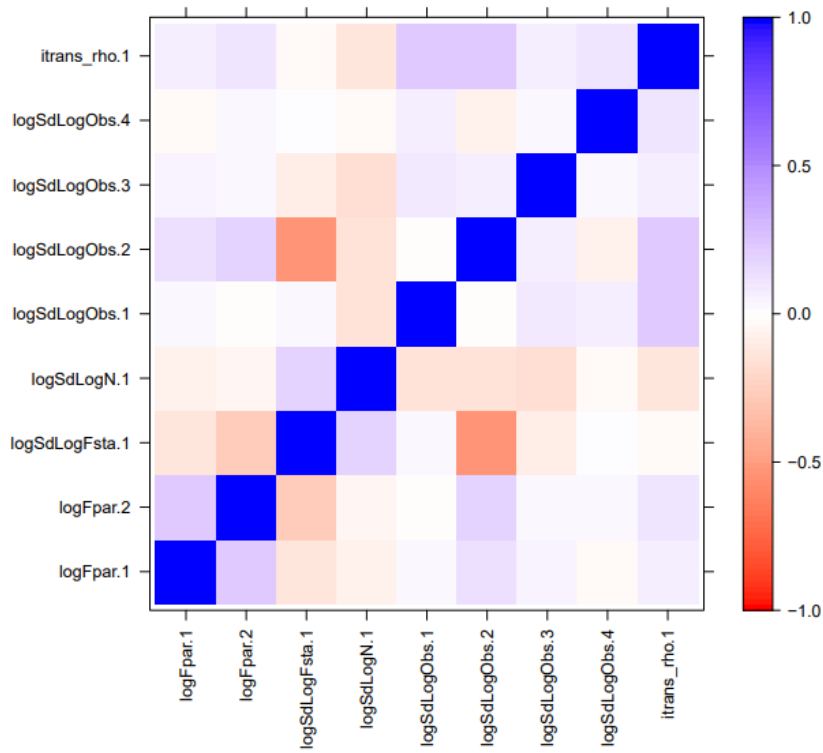
Model de tahmin edilen parametrelerdeki belirsizlikler kıyaslandığında stoka katılımın diğerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 5.73).



Şekil 5.73 Seçilen modeldeki belirsizlikler

5.3.3.2.5. Korelasyon

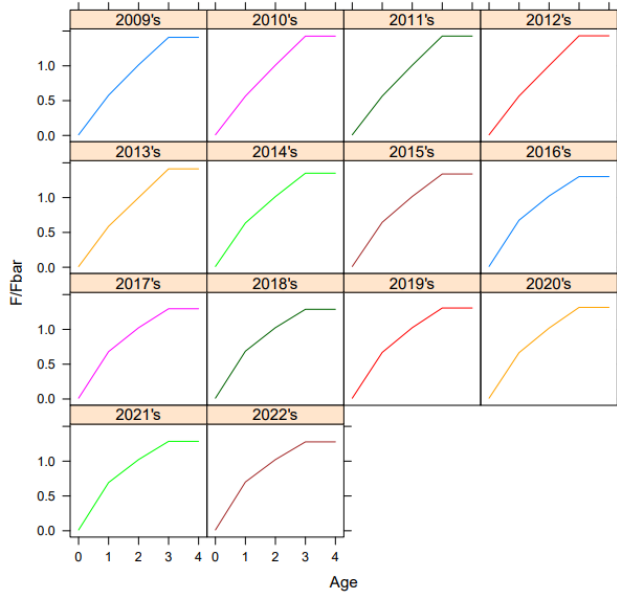
Nihai modelin tahmin edilen parametreleri arasındaki korelasyon Şekil 5.74’de verilmiştir.



Şekil 5.74 Tahmin edilen parametreler arasındaki korelasyon

5.3.3.2.6. Seçicilik

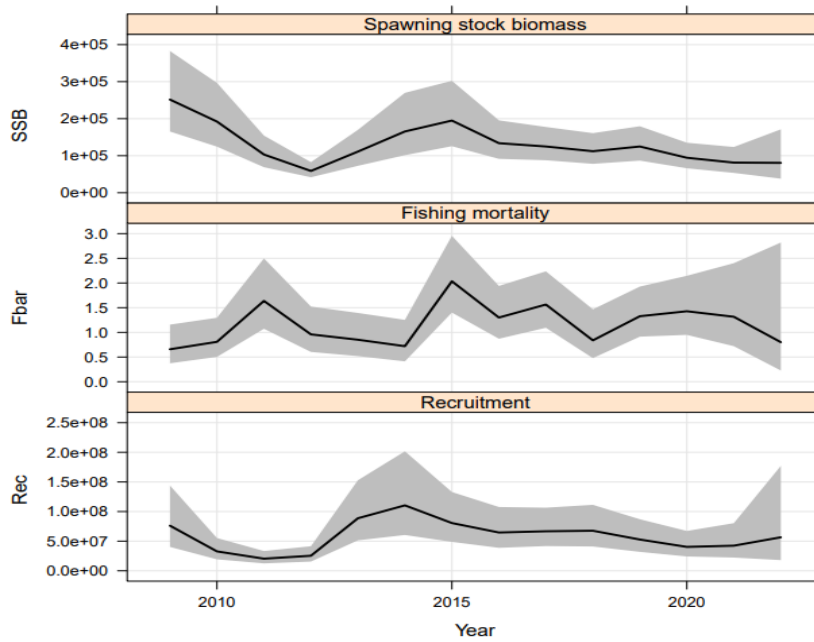
Yıllara ilişkin seçicilik modelleri Şekil 5.75'te verilmiştir.



Şekil 5.75 Yıllara ilişkin seçicilik modelleri

5.3.3.2.7. SAM model sonuçları

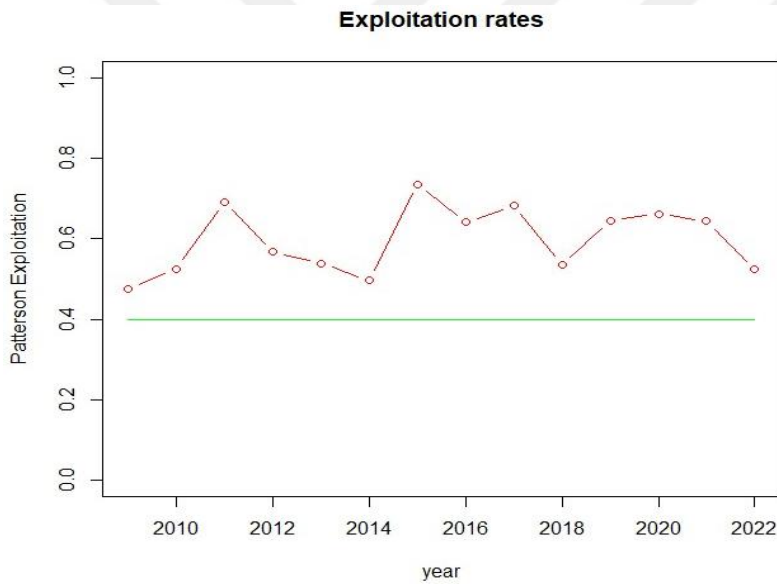
SAM analizi sonucunda model çıktıları (F_{bar} , SSB ve stoka katılım, Biomass) Şekil 5.76 ve Tablo 5.14'de, Sömürülme oranı (E_{bar}) ise Şekil 5.77'de verilmiştir.



Şekil 5.76 SAM model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)

Tablo 5.14 SAM model çıktıları (F_{bar} , SSB, Recruitment, Biomass)

Yıl	Yumurtlayan Stok (SSB)				F_{bar}				Stoka Katılım (Recruitment)			
	Değer	CV	lbnd	ubnd	Değer	CV	lbnd	ubnd	Değer	CV	lbnd	ubnd
2009	251 561,08	0,21407	165 356,66	382 705,94	0,6578415	0,28793	0,37414	1,1567	76 173 803	0,32439	40 334 682	143 857 544
2010	1921 53,85	0,22135	124 517,13	296 530,30	0,8082507	0,24073	0,50423	1,2956	32 706 711	0,26735	19 367 244	5 523 329
2011	103 153,75	0,20538	689 69,89	154 280,31	1,6375575	0,21538	1,07365	2,4976	20 426 135	0,24964	1 252 357	33 318 567
2012	58 698,44	0,17351	41 776,76	82 474,24	0,9593519	0,23565	0,60449	1,5225	25 383 863	0,24936	15 570 251	41 382 795
2013	111 070,52	0,21627	72 694,94	169 704,51	0,8509795	0,25153	0,51977	1,3933	88 668 492	0,27767	51 452 762	152 802 322
2014	165 384,97	0,24940	101 437,71	269 645,19	0,7197619	0,28279	0,41350	1,2529	110 422 678	0,30723	60 470 099	201 639 624
2015	194 874,00	0,22375	125 687,75	302 144,62	2,0353313	0,19020	1,40196	2,9548	80 571 305	0,25543	48 837 352	132 925 618
2016	133 765,66	0,19331	91 579,51	195 384,87	1,3003733	0,20419	0,87149	1,9403	64 611 342	0,26037	38 786 146	107 631 872
2017	124 822,41	0,17957	87 788,35	177 479,53	1,5641007	0,18232	1,09413	2,2359	66 676 671	0,23880	41 754 786	106 473 507
2018	112 046,82	0,18437	78 065,91	160 819,12	0,8379280	0,28535	0,47897	1,4659	67 585 573	0,25444	41 046 342	111 284 206
2019	124 786,75	0,18528	86 787,46	179 423,78	1,3271355	0,19037	0,91384	1,9274	52 733 370	0,25508	31 986 108	86 938 002
2020	94 456,21	0,18195	66 123,08	134 929,83	1,4277356	0,20781	0,95008	2,1455	40 312 993	0,26036	24 200 309	67 153 582
2021	81 314,58	0,21290	53 572,61	123 422,43	1,3158008	0,30701	0,72087	2,4017	42 384 424	0,32637	22 355 959	80 356 180
2022	80 615,52	0,38394	37 984,41	171 092,86	0,8010542	0,64206	0,22758	2,8197	56 543 214	0,58229	18 060 160	177 026 952

**Şekil 5.77** SAM model çıktıları (E_{bar})

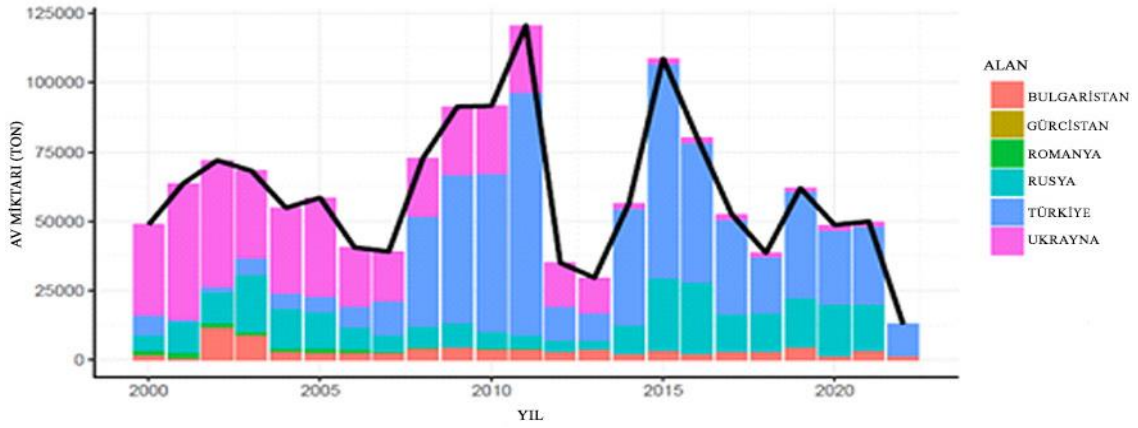
6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karadeniz'deki çaça balık stokları, Avrupa Birliği tarafından paylaşılan stoklar kategorisinde değerlendirilmekte, ekosistemdeki anahtar rolü ise hem ticari hem de ekolojik açıdan önemi ile belirlenmektedir. Ticari açıdan gerek insan gıdası ve gerekse de balıkçılık sanayiinde alternatif hammadde kaynağı olarak değerlendirilmekte, ekolojik açıdan ise planktonik canlılardan predatörlere enerji akışına katkı sağlamaktadır.

Türün sürdürülebilir yönetimine ilişkin AB-STEFCF Karadeniz Çalışma Grubu 2008'den 2017'ye, GFCM (Akdeniz Balıkçılık Komitesi) Çalışma Grubu ise 2018 ve sonrası için paydaş ülke uzmanlarının katılımı ile balıkçılık stoklarını değerlendiren çalıştaylar düzenlemiş, balıkçılık faaliyetlerine bağlı olarak çaça balık stoklarının aşırı sömürü riski taşıdığı, biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak Mnemiopsis leidyi, alg patlamaları, iklimsel salınımlar ve besin rekabeti gibi bir çok faktörün etkisi altında olduğu rapor edilmiştir. AB üyeliği sonrası Bulgaristan ve Romanya'da AB Balıkçılık Mevzuatı kapsamında çaça balıkçılık faaliyetleri sürdürülmekte, Türkiye ile Ukrayna ise taraf ülke olarak bu faaliyetlere katılmaktadır.

Karadeniz'de 2000 yılı sonrası karaya çıkarılan çaça balık avı incelendiğinde, türün yaşam periyodu boyunca av miktarı her 5 yılda bir döngüsel bir dönem geçirmiştir (Şekil 6.1). Bu durum ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme dönemi olarak değerlendirilebilir. Ancak son yıllarda av miktarındaki azalma sadece balıkçılıkla (av baskısı) değil aynı zamanda ekolojik döngü, sektör talebindeki azalma ve ekonomik değeri yüksek türlere yönelimle birlikte açıklanabilir. Zira balıkçılar her zaman yüksek ticari türleri avlama eğilimindedirler.

Türkiye'de çaça balıkçılık faaliyetleri, artan balık unu sektörü ihtiyacına ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak 2000 yılından itibaren artış göstermiş, son 15 yılda Karadeniz'deki toplam avın yaklaşık %61'i Türkiye, % 19'u Rusya, %15'i Ukrayna ve %5'i Bulgaristan tarafından karşılanmıştır (Şekil 6.1). Son yıllarda ise toplam avda Türkiye ile Rusya belirleyici durumdadır. Ticari açıdan Türkiye'de hamsiden sonra en çok avlanan balık türü olan çaça balığı insan gıdası olarak tüketilmeyip tamamı balık unu-yağına dönüştürülmekte ve Türkiye'de Karadeniz balıkçılık sahası boyunca sadece Samsun avlak sahasında avcılığına müsaade edilmektedir.



Şekil 6.1 Karadeniz’de avlanan çaça balığı miktarı (ton)

Bu çalışmada 2016-2022 yılları arası 7 av sezonu boyunca elde edilen çaça verileri değerlendirildiğinde, örneklenen çaça balıklarının zamana bağlı olarak ortalama boy ve ağırlıkları 7,71 cm ve 2,97 g. olarak ölçülmüş, ortalamaların en düşük ve yüksek olduğu sezonlar sırası ile 2018 yılı (7,13 cm ve 2,33 g.) ve 2017 yılı (8,31 g. ve 3,72 cm) olarak belirlenmiştir. Mevsimsel olarak ilkbahar boy-frekans dağılımlarının sonbahar ve kış periyoduna göre daha düşük boy değerlerinde olduğu belirlenmiş ve bu durumun ilkbaharda yeni bireylerin stoka katılımı ile ilişkili olduğu varsayımı önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Zengin vd., 2019). Buna ek olarak sonbahar boy-frekans dağılımlarının mevsimsel en büyük boy değerlerde olması da av sezonu öncesi çoklu göç yapan büyük bireylerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örneklenen çaça balıklarının tüm av sezonlarını içeren genel boy-ağırlık ilişkisine ait regresyon parametreleri a, b ve R^2 sırasıyla 0,0030, 3,3179 ve 0,977 ve b regresyon katsayıları 3,2576 - 3,3779 arasında bulunmuş, R^2 ’nin büyüklüğü popülasyonun yüksek oranda temsil edildiğini, $b > 3$ ’ün pozitif allometrik büyümenin olduğunu göstermektedir. Çaça balığının kondisyon faktörü aylık verileri değerlendirildiğinde ise üreme dönemi olan kış aylarında en düşük (0,53), ilk bahar ve yaz aylarında yükseldiği ve de sonbahar aylarında ise en yüksek (0,62) değere ulaştığı gözlenmiştir. Bu durumda çaça balığının soğuğa toleranslı olduğu, üreme dönemi olan kış aylarında ağırlık kaybettiği (yağ tükettiği), ilkbahar ve yaz ayları başlangıcında ise beslendiği (yağ biriktirdiği), son bahar aylarında ise beslenmeye devam edip vücut ağırlığını artırdığını dolayısıyla çaça balığının Karadeniz’in Türkiye kıyılarını kışlama, üreme ve beslenme alanı olarak değerlendirdiği söylenebilir. Sonbaharda Karadeniz’in kuzeyinden güney sahillerine açık denizden kıyıya doğru, ilkbaharda da tersine göç yaptığı, göç sırasında sürü oluşturma eğiliminde olduğu geçmiş sonuçları (Ivanov ve Beverton 1985) teyid eder niteliktedir.

İncelenen çaça balığı örneklerinde maksimum yaş 4 olarak tespit edilmiş, I ve II yaş grubu bireyler kompozisyonunda dominant ve de ortalama boy ağırlıkları sırası ile (7,5 cm ve 2,5 g) ve (9,02 g. ve 4,51 cm) olarak belirlenmiştir. Karaya çıkarılan avın yaşlara dağılımına bakıldığında 0-2 yaş aralığı bireyler için avın sayıca ve ağırlıkça azaldığı ve özellikle 2013 yılı sonrası avın çoğunun 1 yaş grubu bireylerden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 6.2).

...	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0	1105935	43287,93	126778,4	8851,051	386039,7	2954824	558204,4	1035308	883136,9	1344719	171331,4	116244,5	625682,6	452216,8
1	11483628	3943990	7242938	1092876	1279389	14532921	17775402	15507429	7654837	6520549	5998363	4765849	7845744	3310587
2	4083174	6114435	9418734	1091978	654266	1254224	5195966	2440036	2076816	867895,4	3321553	2046408	1391458	509840,6
3	488252,2	1839968	2543920	395508	264826,2	113378,8	882314,6	160078,7	515240,1	101296,5	671711,3	390701,4	183749,7	86401,24
4	52495,99	335442,1	585921,7	129166,3	83390,12	9740,166	302664,5	10343,08	73323,98	21063,92	143513	68964,05	21166,49	29946,15

Şekil 6.2 Karaya çıkarılan avın ağırlıkça yaşlara dağılımı

Örneklenen tüm sezonlarda çaça balığı için hesaplanan VBGF büyüme parametreleri sırası ile L_{∞} :13,40; K:0,43; t_0 :-1,37 bulunmuş, Türkiye sularındaki asimptotik uzunluk Karadeniz’de diğer ülkelere göre farklılık göstermiştir.

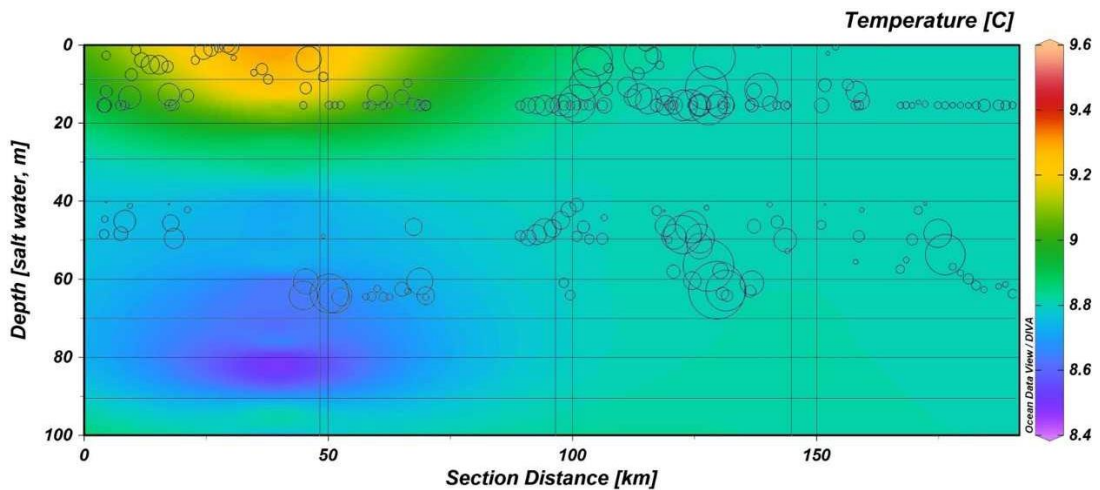
İlk üreme boyunun belirlenmesi hedef türün balıkçılık yönetimine ilişkin kolaylaştırıcı fırsatlar sunar. Bu amaçla 2017-2021 yılları arasında üreme dönemi süresince cinsiyet ve eşeyssel olgunluk durumu belirlenmiş, dişi/erkek birey oranı 1:0,59 ve ilk üreme boyu dişi bireyler için 5,99 cm, erkek bireyleri için ise 5,74 cm olarak tahmin edilmiştir. Ancak literatürden edinilen bilgiye göre geçmiş yıllarda belirtilen 7 cm’lik ilk üreme boyuna (Avşar ve Bingel, 1994) kıyasla hesaplanan ilk üreme boyundaki küçülme sadece balıkçılıkla (av baskısı) değil aynı zamanda çevresel parametreler ve stokun döngüsel doğasıyla birlikte açıklanabilir.

Hidroakustik sörvey çalışmaları kapsamında tüm sezonlar için elde edilen ortalama boy, TS, NASC ve biyokütle değerleri Tablo 6.1’de özetlenmiştir. Sörvey süresince taranan alanda gözlemlenen çaça stok yapısı, ticari av kompozisyonuna benzer çoğunlukla 1 yaş grubu bireylerden ve ayrıca 0⁺ grubu bireylerden oluştuğu belirlenmiş, balık boyundaki düşüşler TS değerlerini etkilemiştir. Genel olarak ticari av miktarı günümüze değin düşüş eğiliminde olup sonbahar sörveyleri ile Sinop İnceburun ve Hopa arasında, ilkbahar sörveyleri ile Samsun avlak sahada taranan 1 nm² alanda tahmin edilen çaça balığı biyo-kütle miktarları ve ticari av verileri açısından 2019 yılı ile 2022 yılı farklılık göstermiş, tahmin edilen biyokütle miktarına karşın 2019 ve 2022 yılı ticari av değerleri düşük çıkmıştır.

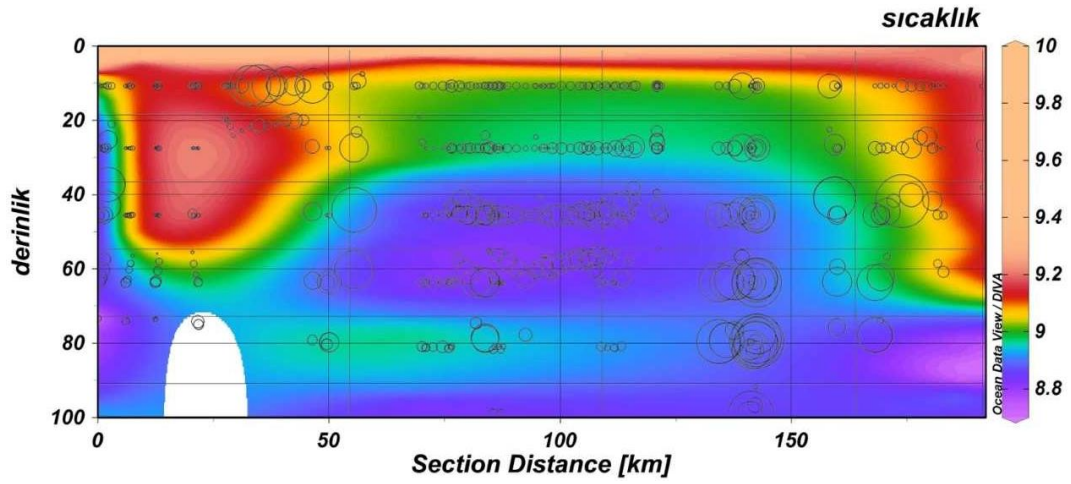
Tablo 6.1 Hidroakustik sörveye ait ortalama boy, TS, NASC, biyokütle ve ticari av

Sezonlar	Ort. boy (cm)	TS (dB)	Ort. NASC	Biyokütle (ton/mil ²)	Ticari Av (ton)
2016-Sonbahar	7,1	-54,0809	48,0103	1,24	50 225
2017-Sonbahar	7,6	-52,3299	23,7495	2,03	33 950
2018-Sonbahar	5,8	-56,12	59,73	2,06	
2018-İlkbahar	5,8	-54,8223	66,99	3,28	20 057
2019-Sonbahar	6,8	-55,0064	45,58	3,13	
2019-İlkbahar	6,9	-54,0526	255,69	14,11	38 078
2021-Sonbahar	6,8	-52,8591	39,4079	0,4	
2021-ilkbahar	7,2	-54,0598	35,42	1,4	28 041
2022-Sonbahar	5,6	-53,8826	27,394	3,18	
2022-İlkbahar	6,9	-54,5167	15,255	0,76	11 162

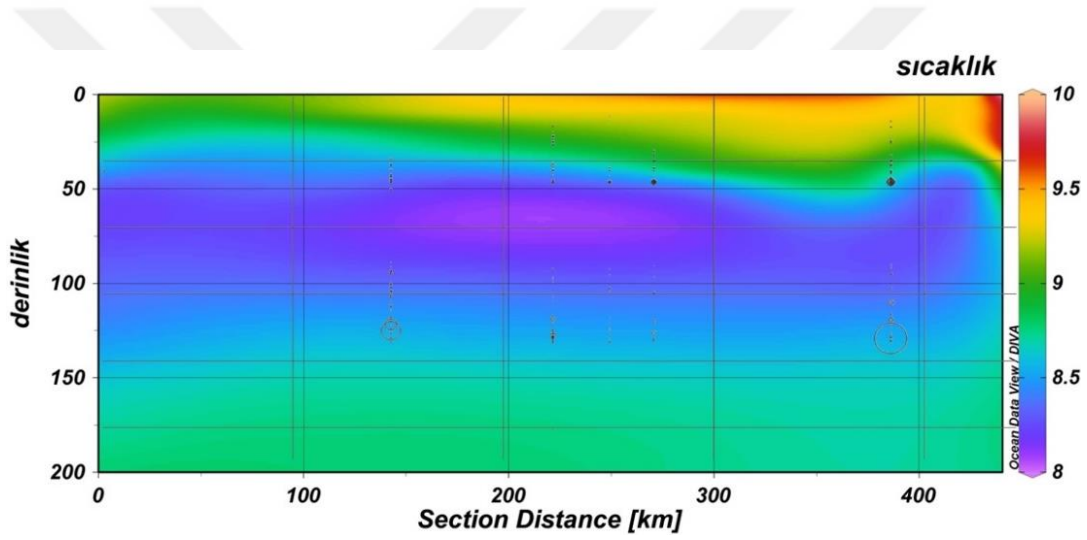
Samsun avlak sahasında bahar sörveylerinden elde edilen sürü büyüklükleri ve CTD profil haritaları içiçe değerlendirildiğinde çaça balığı tüm Karadeniz kıyı şeridi boyunca dağılım gösterdiği ancak Samsun avlak sahasından doğuya doğru gidildikçe biyokütlenin azaldığı, soğuk suya toleranslı olup termoklin tabakasının altında dağılım gösterme eğiliminde olduğu, genel olarak ticari balıkçılık veren stok kıyıya nehir girdilerinin etkisine doğru derin sularda, açık yüzey sularında ise küçük bireyler halinde dağılım gösterdiği vede besin ve deniz suyu sıcaklığına bağlı olarak ilkbaharda sürüler oluşturma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5, Şekil 6.6).



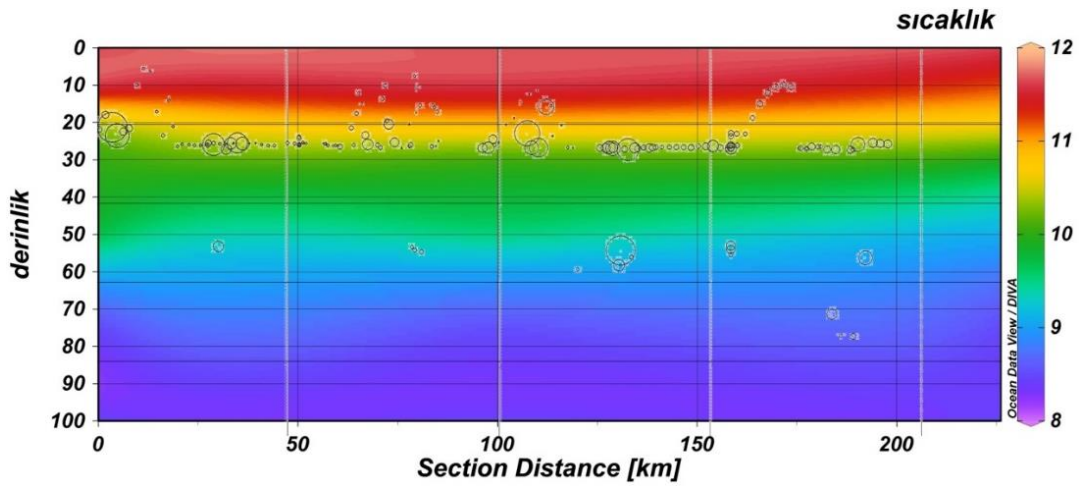
Şekil 6.3 2022 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri



Şekil 6.4 2021 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri



Şekil 6.5 2019 ilkbahar yılı seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri



Şekil 6.6 2018 ilkbahar seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri

Tüm Karadeniz birlikte ele alındığında çaça ile palamut arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon tespit edilmiştir. Bu korelasyon prey-predatör ilişkisinden kaynaklanmış olabilir. Lüfer ile çaça arasında var olan negatif korelasyon da istatistiksel olarak anlamlı değildir.

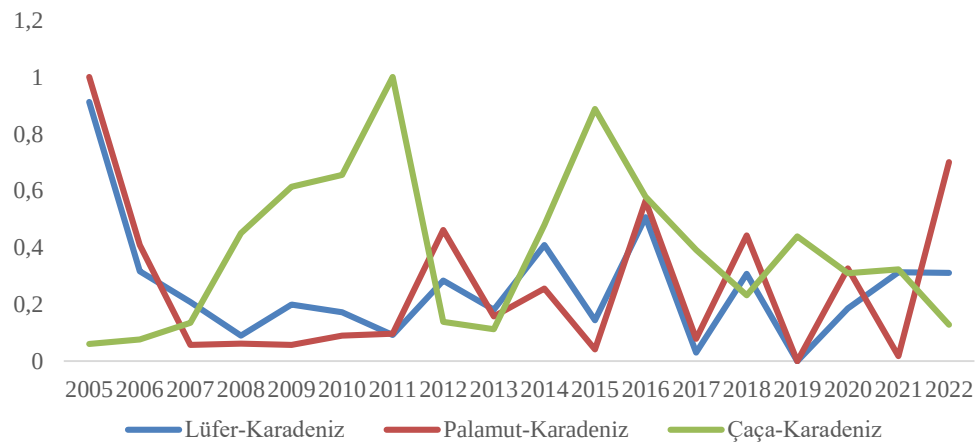
Ancak, tüm Karadeniz birlikte ele alındığında çaça ile mezgit ve çaça ile barbun-tekir arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Çaça ile mezgit arasındaki anlamlı pozitif korelasyon Batı Karadeniz av verilerinde de görülmektedir (Tablo 6.2).

Tablo 6.2 Çaça balığı ve bazı pelajik türler arasındaki korelasyon

Türler	Test	Karadeniz Toplam	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz
		Çaça balığı	Çaça balığı	Çaça balığı
Hamsi	Pearson Correlation	0,066	0,089	0,278
	Sig. (2-tailed)	0,794	0,724	0,264
	N	18	18	18
İstavritler	Pearson Correlation	-0,188	0,005	-0,41
	Sig. (2-tailed)	0,456	0,984	0,091
	N	18	18	18
Lüfer	Pearson Correlation	-0,389	-0,169	-0,166
	Sig. (2-tailed)	0,11	0,502	0,509
	N	18	18	18
Palamut	Pearson Correlation	-0,502*	-0,426	-0,236
	Sig. (2-tailed)	0,034	0,078	0,346
	N	18	18	18
Mezgit	Pearson Correlation	0,520*	0,347	0,655**
	Sig. (2-tailed)	0,027	0,158	0,003
	N	18	18	18

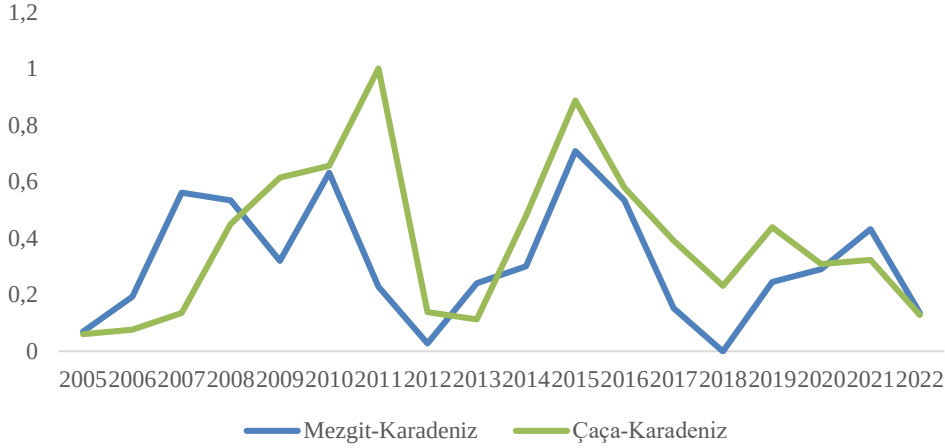
Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Şekil 6.7 Çaça balığı, palamut ve lüfer türlerinin av miktarları arasındaki korelasyon

Bu grafikte görüldüğü gibi palamutun bol olduğu 2005-2006 arasında çaça az, çaçanın bol olduğu 2008-2011 ve 2014-2016 arasında palamut az olduğu için negatif bir korelasyon ortaya çıkmıştır.

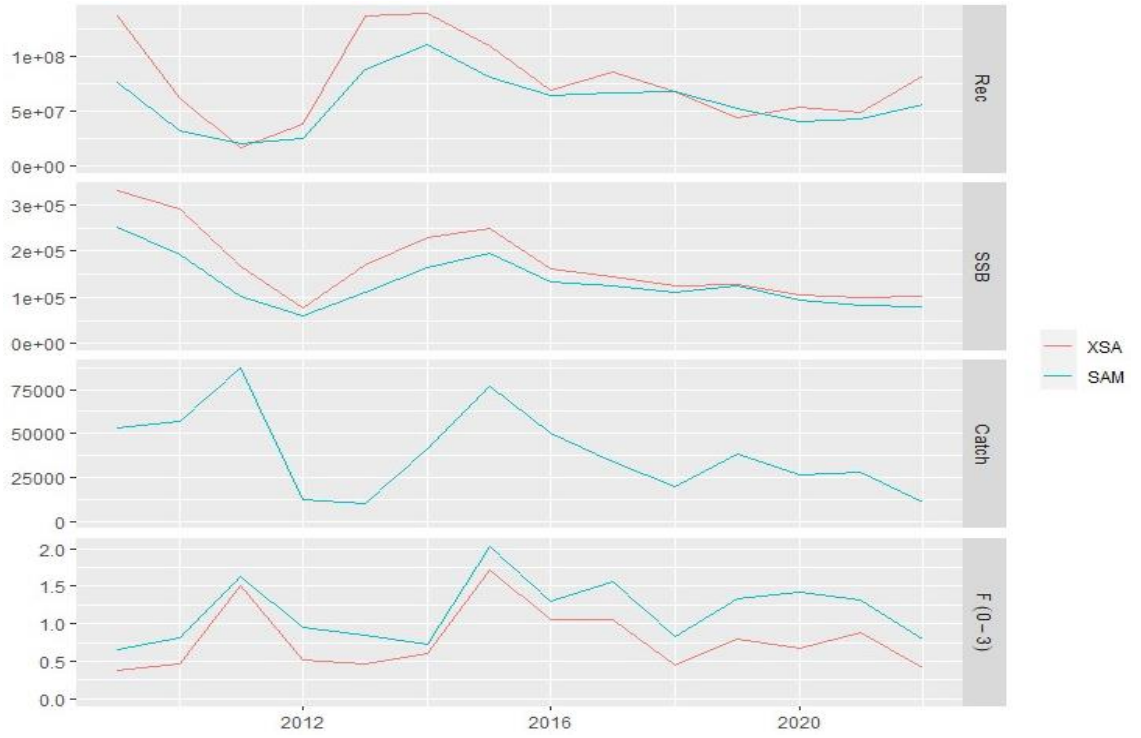


Şekil 6.8 Çaça balığı ve mezgit av miktarları arasındaki korelasyon

Bu grafikte üç türün av verileri benzer bir salınım göstermekte, bu durum türler arasındaki pozitif korelasyonu göstermektedir.

Herhangi bir balık türüne ilişkin yapılacak stok değerlendirme için model seçimi yapılırken ihtiyaç duyulan veriler ile modelin entegrasyonu hedeflenmektedir. Gözlemlenen veriler (gerçek av) ile popülasyon modelindeki gözlemlenemeyen biyokütleler (geçmiş yıllara ait av denklemi) ilişkilendirilmektedir. Nilsen ve Berg (2019), model seçimine ilişkin veri uyumu ve tahmin yeteneğinin karşılaştırılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca zamanla değişen seçicilik, yaşa dayalı değerlendirme modellerindeki temel zorluklardan biridir. VPA temelli modellerde balıkçılık ölüm oranları, gözlemlenen avların filtrelenmemiş temsilleridir. Sonuç olarak seçicilik zamanla değişir, ancak bu temsil, gözlem gürültüsünü içerdiği için çok dalgalıdır. VPA tabanlı yaklaşımlarda yaygın bir varsayım seçiciliğin tüm yıllarda sabit olduğudur, ancak veri dönemini farklı seçiciliklere sahip yaş sınıflarına bölerek zamanla değişen seçicilik modele eklenebilir. Bu tip yaklaşımlar stokastik süreçler olarak değerlendirilir, seçiciliğin modele eklenmesi ile veri setindeki belirsizliklerin tespit edilmesi ve bilimsel öngörülerin daha ihtiyatlı olması amaçlanır. Bu vesile bu çalışmada deterministik ve stokastik yaklaşımlar olarak kabul görmüş stok değerlendirme modelleri XSA ve SAM ile stokun durumu özetlenmiştir (Şekil 6.9).

Stok değerlendirmeye ilişkin gerekli olan senaryo seçimi için XSA ve SAM modeli; 2009-2022 yıllarını kapsayan girdi verileri ile çalıştırılmış, kıyaslama esnasında çeşitli duyarlılık analizleri yapılmıştır. Gözlenenle beklenen model çıktıları tutarlılığı için çaça balığı stoku 4^+ ve 3^+ yaş yapısı ile ve de her bir yaş için sabit ve hesaplanan mortalite ile hipotezler test edilmiş, yaş sınıfının azaltılması ve sabit bir mortalitenin belirlenmesi model çıktılarındaki (Fbar, SSB ve stoka katılım) belirsizlikleri artırdığı görülmüş, dolayısıyla stoku yansıtan duyarlılık testleri üzerinden model seçimleri gerçekleştirilmiştir.

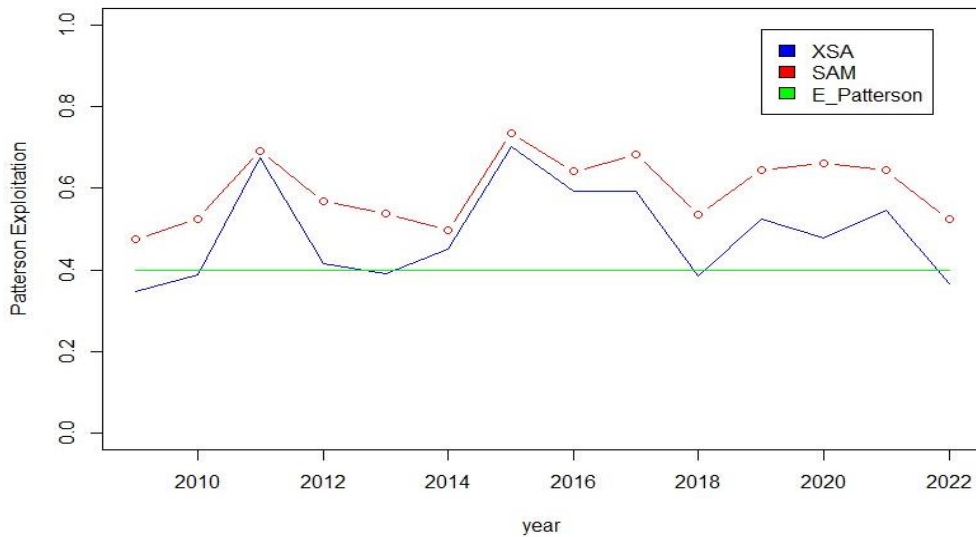


Şekil 6.9 XSA ve SAM sonuçlarının karşılaştırılması (SSB, Rec, Fbar, Biomass)

Stok değerlendirmeye ilişkin model çıktıları yorumlarken stoktaki denge durumu açısından bazı yaklaşımlar özetlenebilir.

Üreyen stok biyokütlesi (SSB) düşerken stoka katılımın artması (Recruitment), stoktaki balıkçılık dışı etkenlerin belirleyici olduğunu ve iklimsel salınımlarının gözlenmesi gerektiğini, balıkçılık kaynaklı stoktan çekilme orandaki (F) artışa karşılık SSB sabit veya azalırken stoka katılımın düşmesi, aşırı avcılığın olduğunu ve ergin birey sayısının yetersiz olabileceğini, SSB ve recruitment'ın birlikte artması ve F'in düşmesi veya değişmemesi, karaya çıkarılan avın artırılabilceğini gösterir. Ancak, Recruitment ve SSB artarken F'de artıyorsa stoka katılımın baskılanabileceğini, bu durumda yaş grupları üzerindeki baskıyı azaltacak avcılık biçimi değişikliklerine gidilebilir. Bu mihvalde XSA

ve SAM modeli sonuçları değerlendirildiğinde 2009-2012 yıllarda çaça balığı stokları, ekosistem ve balıkçılık kaynaklı ölümlerin etkisinde olmasına rağmen 2015 yılında yüksek oranda stoka katılım nedeniyle 2010'lardaki düşüşten kurtulduğu, döngüsel bir modele tabi olmasına rağmen, biyokütle ve avların 2011 ve 2015'te kademeli olarak arttığı görülmektedir. Sonrasında 2012-2013 yıllarında avın hızlı düştüğü ve yumurtlayan stokun (SSB) 2012 de yaklaşık 85 000 ton düzeyinde olduğu tahmin edilmiştir. 2013 sonrası avlanma ve biyokütle, 2012-2015 yıllarındaki yüksek yumurtlama ve stoka katılımın olumlu etkisini yansıtacak şekilde yeniden yükselmeye başlamış, ancak 2015 yılındaki aşırı avcılık, stokların kullanımını referans seviyenin (E_{bar}) üzerine çıkarmıştır (Şekil 6.10). Dolayısıyla bu dönemden sonra SSB'de ve avlarda kademeli düşüşler yaşanmıştır (Şekil 6.9). Modellerin çıktıları incelendiğinde; 2022 yılında XSA ve SAM'a göre sırası ile yumurtlayan stok (SSB) 100 994 ile 80 615 ton, stoka katılım 81 761 452 ile 56 543 214 adet ve avcılık baskısı F_{bar} 0,42 ile 0,8 yıl⁻¹ olarak hesaplanmış, XSA'a göre stoktan yararlanma referans seviyesinde (E_{bar}), SAM'a göre ise stokların kullanımı referans seviyesinin (E_{bar}) üzerine çıkarmıştır. Tüm bu dalgalanmalara baktığımızda çaça balığının yaşam süresi boyunca her 5 yılda bir döngüsel bir salım yaptığı görülmektedir. Ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme periyodu olarak değerlendirilebilir. Yine de son yıllarda ortalama stok durumu avlanma dikkate alındığında stoktan yararlanma oranı referans seviyenin altında tutulmalıdır. Geçmiş araştırmalara ilişkin karşılaştırmalar Tablo 6.3 de verilmiştir.



Şekil 6.10 XSA ve SAM sonuçlarının karşılaştırılması (E_{bar})

Tablo 6.3 Çaça balığı türüne ilişkin önceki araştırmalar ve mevcut çalışma

Araştırmacı	Metot	Yıl/Sonuç
Pope (1972)	VPA	1976 - 1979 yıl Çaça balığı biyokütle varyasyonu 167,5 - 204,6 Ortalama 179,8 bin ton
Ivanov (1983)	Yaşa göre yapılandırılmış VPA	1976 ve 1977 yılı 573 600 ile 595 900 ton arası F opt = 1,01
Prodanov (1989)	Ricker's denklemi	Fopt = 0,68
Prodanov and Daskalov (1992)	Üretim modeli Fox (1970), Bulgaristan kıyıları	1976-1985 yılları MSY = 17,71 bin ton Fmsy = 0,437 1986-1990 yıl MSY = 11,95 bin ton Fmsy = 0,77
Daskalov ve Prodanov (1995)	LCA, Bulgaristan	Yumurtlayan stok 1978-1980 yılları arasında ortalama 176,6 bin ton, 1990-1993 yılları arasında 23,5 ton olarak hesaplanmıştır.
Daskalov vd. (1996)	SVPA, VPA ve XSA, bütün KARADENİZ	1970-1988 Ortalama SSB: 356,6 bin ton F ortalaması: 0,176 1989-1993 Ortalama SSB: 185,1 bin ton F ortalaması: 0,472
Daskalov (1998)	XSA, ICA, bütün KARADENİZ	1945-1993 Karadeniz için av ile yaş modeli ve anket verileri kullanılmıştır.
Daskalov (2001)	ICA, Bulgaristan	1996-2000 için Ortalama SSB 78,5 bin ton ve ortalama F: - 0,06
Daskalov vd., 2007	ICA, bütün KARADENİZ	1950-2000 av ve sörvey datası kullanılmıştır.
Daskalov, 2001	Hidroakustik sörvey, Bulgaristan	1984-1991 yıl 16 bin ton (1987) – 77 bin ton (1986)
Prodanov vd., (1997)	SVPA, VPA ve XSA, bütün KARADENİZ	1951-1993 yıl Ortalama SSB 199,8 binton
Prodanov (2004)	VPA, Bulgaristan	Ortalama SSB: 1994-2002 için 43 284,1 bin ton
Panayotova ve Mikhailov (2006)	LCA, VPA	1998, 1999 ve 2000 SSB: 21 892 t (1998), 28 733 t (1999) t ve 10 948 t (2000); TAC: 10 968 t (1997) ve 18 463t (2000).
Raykov vd., 2007	LCA, VPA	1996-2004 yılları arasında SSB: 41,9 ve 89,7 bin ton
Raykov, 2007	ASPIC 5 üretim modeli	MSY=11 380 t. Fmsy=1,922; Fnow=1,166 Projected F=1,266 (assuming yeild=MSY)
Mevcut Çalışma, 2024	XSA-SAM	(SSB) 100 994 ile 80 615 ton Stoka katılım 81 761 452 ile 56 543 214 adet Fbar 0,42 ile 0,8 yıl-1

7. ÖNERİLER

Karadeniz pelajik ekosisteminde meydana gelebilecek süreçlerin izlenmesi, ekosistem eğilimini ve stokların durumunu anlamamıza olanak sağlarken balık stoklarının yapısı, dağılımı ve göçüne ilişkin bilgi, hedef türün balıkçılık yönetimini kolaylaştıracak fırsatlar sunar.

Bu vesile ile temelde balıkçılığa dayalı ve balıkçılıktan bağımsız verilerle stok tespiti yapılabilecek hidroakustik sörvey, VPA temelli deterministik modellerden XSA ve stokastik modellerden SAM ile çaça balığı stokları değerlendirilmiş 2022 yılında XSA ve SAM'a göre sırası ile yumurtlayan stok (SSB) 100 994 ile 80 615 ton, stoka katılım 81 761 452 ile 56 543 214 adet ve avcılık baskısı F_{bar} 0,42 ile 0,8 yıl⁻¹ olarak hesaplanmış, XSA'e göre stoktan yararlanma referans seviyesinde, SAM'a göre ise stokların kullanımı referans seviyesinin (E_{bar}) üzerinde çıkmıştır.

XSA ve SAM modeli çıktılarına göre 2016-2022 yılları süresince avcılığa bağlı olarak SSB'de ve avlarda dalgalı düşüşler yaşanmış, çaça balığının yaşam periyodu boyunca her 5 yılda bir döngüsel salınım yaptığı görülmüştür. Bu durum ekolojik parametreler ve balıkçılık faaliyetleri kapsamında stokun kendini yenileme periyodu olarak değerlendirilebilir. Ancak, son yıllardaki stok durumu ve avlanma dikkate alındığında, stoktan yararlanma oranı referans seviyesinin altında tutulmalıdır.

Ayrıca, VPA tabanlı ve stokastik yaklaşımlar için zaman serisine bağlı yaş anahtarları oluşturularak, farklı yaş kompozisyonlarının etkilerinin modelleri daha kararlı hale getirebileceği varsayılmakta, CPUE retrorespektif analizinde son iki yılda düşen av verisinin geçmişle birleştirilmesindeki güçlüklerin önümüzdeki yıllarda eklenecek zaman serileri ile giderilmesi, 3 ve 4 yaş için gözlenen yüksek varyansların gözlem hatası olarak kabul edilip sörvey datasının analize dahil edilmesi önerilmektedir.

Türün kısa ömürlülüğü nedeniyle hızlı toparlanma yeteneğine sahip oluşu, makul bir balıkçılık yönetim planı ile sürdürülebilirliğinin diğer türlere nazaran daha kolay olacağı öngörülmekte uzun vadeli yönetimi için çaça stoklarının sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alheit, J. (1987). Variation of batch fecundity of sprat, *Sprattus sprattus*, during spawning season. ICES CM. H:44, 6 pp.
- Anonim. (2022). Tarım ve Orman Dergisi Ocak-Şubat Sayısı. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/735/su-urunleri-yetistiriciligi-her-gecen-yil-artiyor>.
- Avşar, D., & Bingel, F. (1994). A preliminary study on the reproduction biology of sprat (*Sprattus sprattus phalericus*) in Turkish waters of the Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 18, 77-85. TÜBİTAK.
- Avşar, D. (1994). A stock differentiation study of the sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) off the southern coast of the Black Sea, *Fisheries Research*, 19(3-4), 363-378
- Avşar, D. (1998). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, Adana, 5/20, 303 s.
- Bagenal, T. (1978). Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Black Well Scientific Publication Ltd., Chapter 7, 166-178.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H. H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kıdeyş, A. E., Shulman, & G. E. (2007). Karadeniz'in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. *FisheriesSciences.com*, 1(4), 191–227. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2007024>
- Beverton, R.J.H., & Holt, S.J. (1957). *On the dynamics of the exploited fish populations*. Ser. 2-6. Chapman and Hall, U.K., 28-31.
- Bilim-2 Araştırma Gemisi. (2011). IMO 7729667, MMSI 271008504. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- BSGM, (2023). Su Ürünleri İstatistikleri 2022, TOB, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 148 s.
- Çeliker, S.A., Dönmez, D., Demir, A., Genç, Y., Kalanlar, Ş., & Özdemir, İ. (2006). Karadeniz Bölgesi'nde Su Ürünleri Avcılığı Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Analizi. TKB Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., & Okumuş, İ. (1999). Türkiye Su Ürünleri Sektörü: Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1999-2, İstanbul, 414 s.
- Çıra Duruer E., & Şumlu Ş. (2010, 17-18 Haziran). *Avrupa Birliği'nde Kota Yönetimi ve Karadeniz'e Yansımaları*. [Çalıştay Sunumu]. I. Ulusal Hamsi Çalıştayı (Sürdürülebilir Balıkçılık), Haziran, Trabzon, Bildiri Kitabı, 113-117.
- Dağtekin, M., & Emeksiz, F. (2010). Trabzon İlinde Su Ürünleri Üretimi ve Pazarlama Yapısı. Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 206-208.
- Darby, C.D., & Flatman, S. (1994). Virtual Population Analysis: Version 3.1 (Windows/DOS), User Guide. Inf. Techn. Ser., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft (1):85 p.
- Daskalov, G., & Prodanov, K. (1995). Stock assessment of Sprat *Sprattus sprattus* L. of Bulgarian Black Sea Coast, using Length Cohort Analysis. *Cahiers Options Mediterraneennes (CIHEAM)*.
- Daskalov, G., Prodanov, K., Shljakhov, V., & Maxim, K. (1996). Stock Assessment of sprat (*Sprattus sprattus* L.) in The Black Sea during 1945–1993 using International Fishery and Research Data. *Proc. of the Institute of Fisheries*, XXIV, 67-93.

- Daskalov, G. M. (1998). Using abundance indices and fishing effort data to tune catch-at-age analyses of sprat *Sprattus sprattus* L., whiting *Merlangius merlangus* L. and spiny dogfish *Squalus acanthias* L. in the Black Sea. Zaragoza: CIHEAM, p. 215-228 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 35).
- Daskalov, G. M. (2001). Population ecology and dynamics of the Black Sea sprat. Annual report of the Institute of Fisheries, Varna (in Bulgarian).
- Daskalov, G. M., Grishin, A. N., Rodionov, S., & Mihneva, V. (2007). Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(25), 10518–10523. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701100104>
- Daskalov, G., & Prodanov, K. (1995). Stock assessment of sprat *Sprattus sprattus* L. Of Bulgarian Black Sea coast, using length cohort analysis. *Dynamique des populations marines*. Zaragoza: CIHEAM, 1995. p. 71-72. (Cahiers Options Méditerranéennes; n.10). 1. Première Réunion du Groupe de Travail DYNPOP du CIESM, 1994/09/10-14, Tunis (Tunisia). <http://om.ciheam.org/om/pdf/c10/95605405.pdf>
- Erbay, M. (2022). *Doğu Karadeniz'de istavrit (Trachurus mediterraneus Steindachner, 1868) stoklarının akustik yöntem ile tahmin edilmesi*. [Yayınlanmış doktora tezi], Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Erbay, M., & Şahin, C. (2022). An acoustic survey in the southeastern black sea in the assessment of trachurus mediterraneus (steindachner, 1868) distribution. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 38(2), 1345–1355. <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00418-4>
- Erdem, Y., & Özdemir, S. (2008). Karadeniz kıyılarında çift tekneyle çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2), 78-82.
- Erdem, E. (2012). *Orta Karadeniz bölgesi'nde ortasu trolü ile avlanan balık stoklarının tahmin edilmesi*. [Yayınlanmış doktora tezi], Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop.
- Erkoyuncu, İ. (1995). Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği. Ders Kitabı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Sinop. ISBN 975-7636-29.
- European Commission. (2007). Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – Black Sea Synergy – Regional Cooperation Initiative, April, Brussels, 160.
- FAO. (1983). Calibration. <https://www.fao.org/3/X5818E/x5818e08.htm>
- FAO. (2018). FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2016. Rome/Roma. 104pp.
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.
- FAO. (2023). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries 2023 – Special edition. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8888en>
- Fassler, S. M., Gorska, N., Ona, E., & Fernandes, P. G. (2008). Differences in swimbladder volume between Baltic and Norwegian spring-spawning herring: Consequences for mean target strength. *Fisheries Research*, 92(2-3), 314-321.
- Fishstatj. (2023). FishStat Plus-Universal software for fishery statistical time series <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> (Erişim tarihi: 08.07.2022)
- Fox, W.W. Jr. (1970). An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Transactions of the American Fisheries Society*, 99, 80-88.

- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & R. van der Laan (eds) (2024). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Erişim: 05 02 2024.
- Genç, Y. (1991). *Ekonomik deniz ürünleri araştırma projesi, karadeniz'deki hamsi balıkları üzerine araştırmalar*, T.K.B. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon.
- GFCM (2021). *Report of seventh meeting of the subregional group on stock assessment in the black sea* (SGSABS), Working Group on the Black Sea (WGBS), Online, 12–16 July 2021, 36pp.
- Guggisberg, S. (2016). The Use of CITES for Commercially-exploited Fish Species. A Solution to Overexploitation and Illegal, Unreported and Unregulated Fishing? Springer, ISBN: 3319237012, 474 pp.
- HLPE (High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition). (2014). *Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. Rome, FAO. www.fao.org/3/i3901e/i3901e.pdf
- ICES (International Council for the Exploration of the Sea). (2006). *Report of the working group on acoustic and egg surveys for sardine and anchovy in ices areas viii and ix* (WGACEGG). ICES Document CM 2006/LRC: 18, 165. 75
- ICES (International Council for the Exploration of the Sea). (2014). *Report of the working group on southern horse mackerel, anchovy and sardine* (WGHANSA) 20-25 June 2014, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2014/ACOM:16
- Ivanov, L.S. (1983). Population parameters and methods for limiting of the sprat catches (*Sprattus sprattus* L.) in the western part of the Black Sea. *Proceedings of IFR-Varna*. 20, 7-47.
- Ivanov, L., & Beverton, R.J.H. (1985). The fisheries resources of the Mediterranean, part two: Black Sea. Studies and Reviews. GFCM. 60, FAO, Rome, 135 s.
- İlhan, S. (2012). *Karadeniz'de hamsi (Engraulis encrasicolus l. 1758) avcılığında uygulamaya konulan yönetim stratejilerinin (gündüz av yasağı ve kota uygulamaları) stok yapısına ve balıkçılık ekonomisine olan etkilerinin araştırılması*, [Yayınlanmış yüksek lisans tezi], Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- İlhan, S., Düzgüneş, Z. D., & Kasapoğlu, N. (2023). The morphometric, meristic and genetic characteristics of European sprat (*Sprattus sprattus*) in the Black Sea. *Journal of Fisheries*, 11(1), 111202. <https://doi.org/10.17017/j.fish.476>
- Küçük, E. vd. (2020). *Karadeniz'de ticari öneme sahip pelajik balık stokların izlenmesi. Tagem sürekli izleme projesi*. TAGEM/HAYSÜD/2015/A11/P01
- King, M. (1995): *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata [10th revised edition], vol. 1: 824 pp.
- Love, R. H. (1971). Measurements of fish target strength: a review. *Fishery Bulletin*, 69(4), 703-715.
- Mathews, C.P. (2010a). *10 tür için ekosistem yaklaşımına dayalı çok yıllık deniz balıkçılığı yönetimi eylem planı, türkiye balıkçılık yönetim sisteminde stok değerlendirmenin başlatılmasına teknik destek projesi*, Ankara.

- Mathews, C.P. (2010b). *Balıkçılık araştırmaları türkiye ulusal stratejik planı, türkiye balıkçılık yönetim sisteminde stok değerlendirmenin başlatılması stratejik plan raporu*, Ankara.
- Mathews, C.P. (2010c). *Entegre veri toplama eylem planı raporu, türkiye balıkçılık yönetim sisteminde stok değerlendirmenin başlatılması* 2010, Ankara.
- Mathews, C.P. (2010d). *Türkiye'deki balıkçılık filosunun kapasitesini yönetmeye yönelik eylem planı, türkiye balıkçılık yönetim sisteminde stok değerlendirmenin başlatılmasına teknik destek projesi*, Ankara.
- MEDIAS (Mediterranean Acoustic Surveys). (2010). *Report of 3rd meeting for pan Mediterranean acoustic surveys (MEDIAS) in the framework of european data collection framework, capo granitola*, 25-26 March 2010, s29.
- Medvin, H., & Clay, C.S. (1998). *Fundamentals of acoustical oceanography*. Academic Press. s.712.
- Moksness, E., & Torstensen, E. (1985). *The buoyancy of sprat (Sprattus sprattus) eggs and larvae in the Skagerrak area*. ICES CM 1985/L:6. 7pp
- Mutlu, T. (2012). *Farklı İki Av Sezonunda Karadeniz Gırgır Balıkçılığında Gırgır Gemilerinin Performans Değerlendirmesi* [Yayınlanmış yüksek lisans tezi] Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Nielsen, A., & Berg, C. W. (2014). Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. *Fisheries Research*, 158, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.01.014>
- Nordquist, M. H., Moore J. N. & Long R. (2016). *Challenges of the changing arctic: continental shelf, navigation, and fisheries*. (center for oceans law and policy, 19, X, 636 p. Ed. Edition, Martinus Nijhoff, ISBN: 9004314245, 646 pp.
- Odaira, Y., Itoh, K., & Nishida, T. (2018). *User's Manual CPUE Standardization by GLM* (Menu-driven software) Version 1.2 (February 13, 2018).
- Özdemir, S., Erdem, Y., Özdemir, Z. B., Erdem, E., & Aksu, H. (2018). Karadeniz'de avlanan çaça (*Sprattus sprattus* L.) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) balıklarının büyüme parametreleri ve ölüm oranlarının tahmini. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4(2), 106-115.
- Özsandıkçı, U. (2014). Orta Karadeniz'de (Samsun-Yakakent, Ordu-Akçay) Avlanan Çaça Balığının (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) Avlanabilir Biyokütle Tahmini. [Yayınlanmış yüksek lisans tezi], Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop.
- Panayotova, M., & Mikhailov, K. (2006). *State of most abundant pelagic fish resources along the Bulgarian Black Sea coast during the period 1970–2004*. In: 1st Bilateral Scientific Conference 'Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond', extended abstracts, Istanbul.
- Pauly, D. (1983). *Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks*. FAO Fisheries Technical Papers, 234, 52 p.
- Pope, J.G. (1972). *An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis*. ICNAF Research Bulletin, 9, 65–74.
- Prodanov, K.B. (1989). On the problem of determining the optimum value of fishing mortality coefficient (Fopt) and the value of total allowable catch (TAC). *Hydrobiology*, BAS, 34, 79.
- Prodanov, K. B. (2004). *Responsible Fisheries Booklet for The Black and Azov Seas*, 10-15. TÜDAV, ISBN, 975-8825-01-1. İstanbul,

- Prodanov, K., & Daskalov, G. (1992). *Stock assessment of sprat *Sprattus sprattus* L. along Bulgarian Black Sea coast (1976-1990)*. Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 33, 305.
- Prodanov, K. B., Mikhailov, K. R., Daskalov, G., Maxim, C., Chashchin, Archipov, A.A., Schlykhov, V., Ozdamar, E. (1997). *Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation*. GFCM N. (68), 53-73.
- Radu, G., & Radu, E. (2008). *Determinator al principalelor specii de pesti din Marea Neagră*. Editura Virom, Constanta. Virom, 557pp.
- Radu, G., Anton, E., Raykov, V., Yankova, M., Panayotova, M., (2010). *Sprat and turbot fisheries in the Bulgarian and Romanian Black Sea areas*. International Multidisciplinary Scientific Geoconference and Expo SGEM, 20 - 26 June 2010, Albena, Bulgaria.
- Raykov, V. (2006). From EU25 to EU27. European newsletter of fisheries and environment, *IEEP*, 17, 10-11.
- Raykov, V.S., Mihneva, V.V., Daskalov, G. (2007). Investigations on sprat (*Sprattus sprattus* L.) population dynamics related to its trophic base and climate change over the period 1996-2004 in Bulgarian waters of the Black Sea. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 8(2), 319-332.
- Raykov, V. (2007). Primary management objectives for sustainable sprat (*Sprattus sprattus* L.) stock exploitation at the Bulgarian Black Sea coast - preliminary results. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 8(2), 302-318.
- Raykov, V. (2008). Stock agglomerations assessment of sprat (*Sprattus sprattus* L.) off the Bulgarian Black Sea coast. *Cercetari marine*, 181-205.
- Reid, A., S. Cavalieri (2011). *Policy brief: Policy recommendations for improved EU and US cooperation in maritime governance*. CALAMAR, 23pp
- Resmî Gazete. (2020). *5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ* (Tebliğ No: 2020/20).
- Risso, A. (1827). *WoRMS name details *Sprattus sprattus phalericus**. Retrieved from <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=322684>
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, 191, 392 p.
- Russell, F.S. (1976). *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Academic Press, London. 524 p.
- Schneider (1908). *WoRMS taxon details *Sprattus sprattus**. Retrieved from <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126425>
- Shepherd, J.G. (1992). *Extended survivors analysis: an improved method for the analysis of catch and catch-at-age data and CPUE data*. ICES W.P. 22 p.
- Shepherd, J.G. (1999). Extended survivors analysis: an improved method for the analysis of catch-at-age data and abundance indices. *ICES Journal of Marine Sciences*, 56, 584-591.
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment*, Part I: Manual. FAO Fisheries Technical Papers, No:306/1 Rev.2. ISBN 92-5-103996-8.
- SIMRAD (2012). *Simrad EK-60 scientific echo sounder reference manual*, Konsberg Maritime AS, 44 p.
- Simmonds, E.J., & MacLennan, D.N. (2005). *Fisheries acoustics*. 2nd ed. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- Simmonds, E.J., & MacLennan, D.N. (2008). *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*. John Wiley & Sons.

- STECF. (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries). (2009). *Review of Scientific Advice for 2012 Part 2 (STECF-11-09)*, European Commission Joint Research Centre, ISBN 978-92-79-21383-0. Doi: 10.2788/77654
- STECF. (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries). (2012). *Assessment of Black Sea stocks ECF-12-15*, European Commission Joint Research Centre, ISBN 978-92-79-27208-0, Doi:10.2788/63715.
- SUMAE. (2019). *Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü Islah ve Genetik Laboratuvarı*, “Ulusal Su Ürünleri Gen Bankası” veri tabanı.
- TÜİK. (2022). Su Ürünleri İstatistikleri. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Accessed: 01.05.2023).
- TÜİK. (2023). Su Ürünleri İstatistikleri. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Accessed: 05.07.2023).
- Ulupınar, M. (1992). *Büyük gırgır takımlarının yatırım verimliliği açısından ekonomik analizi*. [Yayınlanmış yüksek lisans tezi], Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- URL-1. Acoustical Society of America. <https://acoustics.org/> (Erişim tarihi: 12.12.2021, 18:50).
- URL-2. www.stokassessment.org. (2023). (Erişim tarihi: 18.12.2021, 19:08)
- Ünal, V. (2013). *Türkiye balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı ve örgütlenme*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), 1. Balıkçılık Çalıştayı, 4-6 Kasım 2013 Antalya.
- Üstündağ, E. (2013). Karadeniz’de balıkçılık yönetimi uygulamalarının balıkçılığımıza olan etkilerinin değerlendirilmesi. (Yayınlanmış doktora tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Walford, L.A. (1946). A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin Marine Biological Laboratory, Woods Hole*, 90, 141-147.
- Zengin, M., Düzgüneş, E., Dinçer C., Mutlu, C., Bahar M., Tabak, İ. (1998). Karadeniz’de orta Su Trolünün Kullanım Olanakları ve Av Verimliliğinin Araştırılması, TAGEM/HAYSUD, 29-37.
- Zengin, M., Genç, Y., Başçınar, N.S., Ak, O., Dağtekin, M., Atılğan, E., Erbay M. ve Akpınar İ.Ö. (2012). *TR90 Doğu Karadeniz Bölgesi Su Ürünleri Sektör Raporu* (Su Ürünleri Avcılığı Bölümü), Sözleşme No: TR90/11/DFD/21, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (TC Kalkınma Bakanlığı, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı Tarafından Desteklenmiştir), Trabzon, 105 s.
- Zengin, M., Gümüş, A., Süer, S., Akpınar, İ. Ö., Dağtekin, M., Van, A., Rüzgar, M., Dalgıç, G. & Zengin, B. (2019). *Karadeniz’deki trol balıkçılığını izleme*. Proje Sonuç Raporu. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü. Trabzon-2019. TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01.

EKLER

Ek 1. Veri Kalitesinin Kontrolü

```
#Data Quality Control
library(FLCore)
library(ggplot2)
library(dplyr)
library(reshape)

rm(list=ls())

setwd ("C:/Users/VCUROG/Desktop/SPR_TR_2023/QC_Data")
getwd()

BSA      <- readFLStock("TR_BSA00IND.DAT",no.discards=TRUE)
BSA@catch <- BSA@landings

units(BSA)[1:17] <- as.list(c(rep(c("tonnes","thousands","kg"),4),
                             rep("NA",2),"f",rep("NA",2))))
BSA@discards.n[] <- 0; BSA@discards.wt[] <- 0; BSA@discards <-
computeDiscards(BSA)

#Set object details
BSA@name <- "Black Sea sprat"

BSA.tun <- readFLIndices("TR_BSA011TU.DAT")
BSA.tun <- lapply(BSA.tun,function(x) {x@type <- "number"; return(x)})

save(BSA, file="BSA_stk_TR_.RData")
save(BSA.tun, file="BSA_tun_TR_.RData")

#-----
# Input Data Demonstration
#-----

source("functions.R")
```

```

xyplot(data~year|unit, data=landings(BSA), xlab="Year",
       ylab="Tonnes", main="TR_ Landing",type="l", lty=1, col=1)

ggplot(as.data.frame(catch.wt(BSA)),
       aes(year,
           data,
           group=factor(age),
           col=factor(age))) +
  geom_line() +
  theme_light(base_size=14) +
  ylab("Weight (kg)")+
  ggtitle("TR_ Catch weight at age") +
  scale_color_discrete(name="Age")

ggplot(as.data.frame(catch.n(BSA)),
       aes(year,
           data,
           group=factor(age),
           col=factor(age))) +
  geom_line() +
  theme_light(base_size=14) +
  ylab("n (thousands)")+
  ggtitle("TR_ Catch.n at age") +
  scale_color_discrete(name="Age")

stklogc <- FLCohort(log(catch.n(BSA)))#

p<-ggplot(data=as.data.frame(stklogc))
p+(aes(x=factor(age), y=data,group=cohort,col=factor(cohort)))+geom_line()+
  labs(x="age",y="numbers(log)",title=paste0(name(BSA)," TR_ Catch Cohorts\n"))+
  theme(legend.title=element_blank())

ca<-catch.n(BSA)

```

```

print(ggplot(as.data.frame(ca,drop=T),aes(year,data))+geom_line()+facet_grid(age~.,scales="free") + ggtitle("TR_ catch
N@age"))

BSAlogc <- FLCohort(log(catch.n(BSA)))
plot(trim(BSAlogc, cohort=2009:2022, age=0:4),main="TR_ Log transformed c@age
data")

catchAsTun <- FLIndices(catchAsTun=FLIndex(index=BSA@catch.n))
plot(catchAsTun[[1]],type="internal",main="TR_ sprat Catch")

# check data for consistency of wt and n and decide whether SOP is needed #####
max(catch.wt(BSA)/landings.wt(BSA)) # should be = 1
max(catch(BSA)/landings(BSA)) # should be = 1
max(catch.n(BSA)/landings.n(BSA)) # should be = 1 otherwise sop is needed

landings(BSA)/quantSums(landings.n(BSA)*landings.wt(BSA)) # check consistency in
landings

ggplot() +
  geom_line(data=as.data.frame(quantSums(catch.n(BSA)*catch.wt(BSA))), aes(x=year,
y = data)) +
  geom_point(data=as.data.frame(landings(BSA)), aes(x=year,y=data)) +
  ggtitle("TR_ SOP")

##_____TUNING_____

plot(BSA.tun[["Standardized Pelagic CPUE"]],type="internal", main="TR_
Standardized Pelagic CPUE")

print(ggplot(as.data.frame(BSA.tun[["Standardized Pelagic
CPUE"]])@index,drop=T),aes(year,data))+
  geom_line()+facet_grid(age~.,scales="free") + ggtitle("TR_ Standardized Pelagic
CPUE: N@age"))

#dev.off()

```

Ek. 2 XSA modelinde kullanılan kodlar

XSA ANALİZİ

```
#####  
# XSA  
#####  
  
library(FLCore)  
library(FLAssess)  
library(FLXSA)  
library(FLEDA)  
library(FLash)  
library(FLBRP)  
library(ggplotFL)  
library(ggplot2)  
library(gridExtra)  
library(plyr)  
  
##Cleaning the workspace  
rm(list=ls())  
  
getwd()  
setwd ("C:/Users/VCUROG/Desktop/SPR_TR_2023")  
#read stock file  
aa.stk <-  
readFLStock("C:/Users/VCUROG/Desktop/SPR_TR_2023/TR_BSA00IND.DAT",  
no.discards=TRUE) # stock with 0.4 Nat Mortality across ages  
  
options(scipen = 999) # disabling scientific notation in R  
aa.stk@catch.n  
  
# Selected Values: Please, choose the most appropriate values  
EFS <- 1.5 # selected fse value  
ESY <- 5 # selected shk.yrs value  
ESA <- 1 # selected shk.ages value  
ERA <- 0 # selected rage value  
EQA <- 3 # selected qage value  
  
ggplot(data=aa.stk, aes(year, data)) + geom_line(aes(group=age, colour=factor(age))) +  
  facet_wrap(~slot, scales="free", nrow=3) + labs(x="", y="") + theme(legend.position =  
  "bottom")  
  
##### SOP correction  
# (not always needed. Use this code if there are differences between total landings and  
product matrix of catch.n*catch.weigh)  
  
sop(aa.stk,"landings")
```

```

landings(aa.stk)*sop(aa.stk,"landings")
# landings(aa.stk)
landings(aa.stk)<-catch(aa.stk)

#set up the stock
units(harvest(aa.stk))<-"f"
range(aa.stk)["minfbar"] <- 0
range(aa.stk)["maxfbar"] <- 3

#Set the plus group
aa.stk <- setPlusGroup(aa.stk, 4)

# to see how the catch at age data look like
bubbles(age~year, data=(catch.n(aa.stk)), main="Sprat Catch at Age", bub.scale=5)
xyplot(data ~ year | unit, data = aa.stk@catch.n, groups = age, type = "l", lty = 1:15,
ylab="Numbers", main="Sprat Catch at Age", auto.key=list(title="Age", space = "right",
cex=1.0) )
plot(catch.n(aa.stk))

# to see how the weight at age data look like
bubbles(age~year, data=(catch.wt(aa.stk)), main="Sprat Weight at Age", bub.scale=5)
xyplot(data ~ year | unit, data = aa.stk@catch.wt, groups = age, type = "l", lty = 1:15,
ylab="Weight", main="Sprat Weight at Age", auto.key=list(title="Age", space = "right",
cex=1.0) )
plot(catch.wt(aa.stk))

## Catch (Internal consistency)
Catch.int <- FLIndex(FLQuant(NA,
                        dimnames=list(year = dimnames(catch.n(aa.stk))$year,
                        age = dimnames(catch.n(aa.stk))$age)))

index(Catch.int) <- catch.n(aa.stk)
plot(Catch.int)
plot(Catch.int, type="internal")

#read index (tuning file)
aa.idx <- readFLIndices("TR_BSA11TU.DAT")

# to see how the tuning fleet data look like
bubbles(age~year, data=(index(aa.idx[[1]])), main="SPR tuning catch at age",
bub.scale=5, ylab="Age")
xyplot(data ~ year | unit, data = index(aa.idx[[1]]), groups = age, type = "l", lty = 1:15,
main="SPR tuning catch at age", ylab="Numbers", auto.key=list(title="Age", space =
"right", cex=1.0) )

plot(index(aa.idx[[1]]))

## Tuning (Internal consistency)

```

```

names(aa.idx)

plot(aa.idx[[1]], type="internal")
plot(aa.idx[[1]])

# weight at age
bubbles(age~year, data=(catch.wt(aa.stk)), main="Sprat weight at age", bub.scale=5)
xyplot(data ~ year | unit, data = aa.stk@catch.wt, groups = age, type = "l", lty =
1:15, ylab="Weight", main="Sprat weight at age", auto.key=list(title="Age", space =
"right", cex=1.0) )

# maturity and mortality
mat(aa.stk)
m(aa.stk)
plot(mat(aa.stk))
plot(m(aa.stk))

#plot the stock
plot(aa.stk)
plot(landings(aa.stk))

aa.stklogc <- FLCohort(log(catch.n(aa.stk)))
#Plot the cohorts in catch data
plot(trim(aa.stklogc, cohort=2009:2022, age=0:4), ylab="Numbers", main=("Sprat
Cohorts"))

#####
#### sensitivity analisys changing rage and qage
#####

### rage 0, qage2
FLXSA.control.aa2 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=0, qage=2, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)

### rage 0, qage3
FLXSA.control.aa3 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=0, qage=3, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)

### rage 0, qage4
FLXSA.control.aa4 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=0, qage=4, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)

```

```
### rage 1, qage2
FLXSA.control.aa6 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=1, qage=2, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### rage 1, qage3
FLXSA.control.aa7 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=1, qage=3, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### rage 1, qage4
FLXSA.control.aa8 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=EFS,
    rage=1, qage=4, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY, shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
#Running the assessments with different settings
aa.xsa2 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa2)
aa.xsa3 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa3)
aa.xsa4 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa4)
aa.xsa6 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa6)
aa.xsa7 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa7)
aa.xsa8 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa8)
```

```
#Add the results to the stock files
```

```
aa.stk2 <- aa.stk+aa.xsa2
aa.stk3 <- aa.stk+aa.xsa3
aa.stk4 <- aa.stk+aa.xsa4
aa.stk6 <- aa.stk+aa.xsa6
aa.stk7 <- aa.stk+aa.xsa7
aa.stk8 <- aa.stk+aa.xsa8
```

```
stocks <- FLStocks(aa.stk2,aa.stk3,aa.stk4,aa.stk6,aa.stk7,aa.stk8)
names(stocks)<- c("r0q2","r0q3","r0q4","r1q2","r1q3","r1q4")
plot(stocks)
```

```
###Residuals by fleet (control xsa vs Sh)
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa2)
    , main = "Proportion at age by year r0q2")
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa3)
    , main = "Proportion at age by year r0q3")
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa4)
```

```

, main = "Proportion at age by year r0q4")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa6)
, main = "Proportion at age by year r1q2")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa7)
, main = "Proportion at age by year r1q3")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa8)
, main = "Proportion at age by year r1q4")

retro.years <- 2018:2022

aa.stk.retro2 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
return(window(aa.stk2,end=x)+FLXSA(window(aa.stk2,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa2)))

aa.stk.retro2<- FLStocks(aa.stk.retro2)
plot(aa.stk.retro2)

aa.stk.retro3 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
return(window(aa.stk3,end=x)+FLXSA(window(aa.stk3,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa3)))

aa.stk.retro3<- FLStocks(aa.stk.retro3)
plot(aa.stk.retro3)

aa.stk.retro4 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
return(window(aa.stk4,end=x)+FLXSA(window(aa.stk4,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa4)))

aa.stk.retro4<- FLStocks(aa.stk.retro4)
plot(aa.stk.retro4)

aa.stk.retro6 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
return(window(aa.stk6,end=x)+FLXSA(window(aa.stk6,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa6)))

aa.stk.retro6<- FLStocks(aa.stk.retro6)
plot(aa.stk.retro6)

aa.stk.retro7 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
return(window(aa.stk7,end=x)+FLXSA(window(aa.stk7,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa7)))

aa.stk.retro7<- FLStocks(aa.stk.retro7)
plot(aa.stk.retro7)

aa.stk.retro8 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)

```

```
return(window(aa.stk8,end=x)+FLXSA(window(aa.stk8,end=x),aa.idx,
FLXSA.control.aa8)))
```

```
aa.stk.retro8<- FLStocks(aa.stk.retro8)
plot(aa.stk.retro8)
```

```
#####
#### sensitivity analisys on shk.age
#####
```

```
FLXSA.control.stk <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=150, min.nse=0.3,
fse=EFS,
      rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=1,
      window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
FLXSA.control.stk1 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=150, min.nse=0.3,
fse=EFS,
      rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=2,
      window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
FLXSA.control.stk2 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=150, min.nse=0.3,
fse=EFS,
      rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=3,
      window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
#Running the assessments with different settings
```

```
aa.xsa <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.stk)
aa.xsa1 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.stk1)
aa.xsa2 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.stk2)
```

```
#Add the results to the stock files
```

```
aa.stk <- aa.stk+aa.xsa
aa.stk1 <- aa.stk+aa.xsa1
aa.stk2 <- aa.stk+aa.xsa2
```

```
stocks1 <- FLStocks(aa.stk,aa.stk1,aa.stk2)
names(stocks1)<- c("shk.ages=1","shk.ages=2","shk.ages=3")
plot(stocks1)
###Residuals by fleet (controlla xsa e Sh)
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa)
      , main = "Proportion at age by year shk.ages=1")
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa1)
      , main = "Proportion at age by year shk.ages=2")
```

```
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa2)
, main = "Proportion at age by year shk.ages=3")
```

```
#####
#### sensitivity analisys on fse
#####
```

```
####Set the control object####qage catchability =5 means that q is constant from age 6 ,
rage=1 q indipendent by stock size at age (=1 no constrains),
#shk.yrs=mortality of last 2 years dependent by the previous year mort.
```

```
### shrinkage 0.5
FLXSA.control.aa <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=0.5,
    rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### shrinkage 1.0
FLXSA.control.aa1 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=1.0,
    rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### shrinkage 1.5
FLXSA.control.aa2 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=1.5,
    rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### shrinkage 2.0
FLXSA.control.aa3 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=2.0,
    rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### shrinkage 2.5
FLXSA.control.aa4 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=2.5,
    rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
    window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
### shrinkage 3.0
```

```
FLXSA.control.aa5 <- FLXSA.control(x=NULL, tol=1e-09, maxit=30, min.nse=0.3,
fse=3.0,
      rage=ERA, qage=EQA, shk.n=TRUE, shk.f=TRUE, shk.yrs=ESY,
shk.ages=ESA,
      window=100, tsrange=20, tspower=3, vpa=FALSE)
```

```
#Running the assessments with different settings
aa.xsa <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa)
aa.xsa1 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa1)
aa.xsa2 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa2)
aa.xsa3 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa3)
aa.xsa4 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa4)
aa.xsa5 <- FLXSA(aa.stk, aa.idx, FLXSA.control.aa5)
```

```
#Add the results to the stock files
```

```
aa.stk <- aa.stk+aa.xsa
aa.stk1 <- aa.stk+aa.xsa1
aa.stk2 <- aa.stk+aa.xsa2
aa.stk3 <- aa.stk+aa.xsa3
aa.stk4 <- aa.stk+aa.xsa4
aa.stk5 <- aa.stk+aa.xsa5
```

```
stocks <- FLStocks(aa.stk,aa.stk1,aa.stk2,aa.stk3,aa.stk4,aa.stk5)
names(stocks)<- c("Sh0.5","Sh1.0","Sh1.5","Sh2.0","Sh2.5","Sh3.0")
plot(stocks)
```

```
##### Results
```

```
res <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk),
      "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk),
      "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk)[1,,],
      "SSB(t)" = ssb(aa.stk))
res
```

```
res1 <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk1),
      "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk1),
      "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk1)[1,,],
      "SSB(t)" = ssb(aa.stk1))
res1
```

```
res2 <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk2),
      "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk2),
      "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk2)[1,,],
      "SSB(t)" = ssb(aa.stk2))
res2
```

```
res3 <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk3),
      "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk3),
      "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk3)[1,,],
```

```

      "SSB(t)" = ssb(aa.stk3))
res3

res4 <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk4),
  "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk4),
  "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk4)[1,,],
  "SSB(t)" = ssb(aa.stk4))
res4

res5 <- FLQuants("Yield(t)" =landings(aa.stk5),
  "Fbar(1-3)" = fbar(aa.stk5),
  "R(age 1)" = R <- stock.n(aa.stk5)[1,,],
  "SSB(t)" = ssb(aa.stk5))
res5

#####Diagnostics
(diagnostics(aa.xsa))
(diagnostics(aa.xsa1))
(diagnostics(aa.xsa2))
(diagnostics(aa.xsa3))
(diagnostics(aa.xsa4))
(diagnostics(aa.xsa5))

###Residuals by fleet (check xsa and Sh)
bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa)
  , main = "Proportion at age by year Sh0.5")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa1)
  , main = "Proportion at age by year Sh1.0")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa2)
  , main = "Proportion at age by year Sh1.5")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa3)
  , main = "Proportion at age by year Sh2.0")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa4)
  , main = "Proportion at age by year Sh2.5")

bubbles(age ~ year|qname, data = index.res(aa.xsa5)
  , main = "Proportion at age by year Sh3.0")

##Run the retrospective
# library(copula)
# library(ggplotFL)
# library(latticeExtra)
# library(np)
# library(plyr)

```

```

# library(triangle)

retro.years <- 2018:2022
aa.stk.retro <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk,end=x)+FLXSA(window(aa.stk,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa)))

aa.stk.retro<- FLStocks(aa.stk.retro)
plot(aa.stk.retro)

aa.stk.retro1 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk1,end=x)+FLXSA(window(aa.stk1,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa1)))

aa.stk.retro1<- FLStocks(aa.stk.retro1)
plot(aa.stk.retro1)

aa.stk.retro2 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk2,end=x)+FLXSA(window(aa.stk2,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa2)))

aa.stk.retro2<- FLStocks(aa.stk.retro2)
plot(aa.stk.retro2)

aa.stk.retro3 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk3,end=x)+FLXSA(window(aa.stk3,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa3)))

aa.stk.retro3<- FLStocks(aa.stk.retro3)
plot(aa.stk.retro3)

aa.stk.retro4 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk4,end=x)+FLXSA(window(aa.stk4,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa4)))

aa.stk.retro4<- FLStocks(aa.stk.retro4)
plot(aa.stk.retro4)

aa.stk.retro5 <- tapply(retro.years,1:length(retro.years),function(x)
  return(window(aa.stk5,end=x)+FLXSA(window(aa.stk5,end=x),aa.idx,
  FLXSA.control.aa5)))

aa.stk.retro5<- FLStocks(aa.stk.retro5)
plot(aa.stk.retro5)

#####
# Choose the final model and save it
#####

```

```
EFM <- aa.stk3 # Please choose the most appropriate value
```

```
plot(EFM)
```

```
### Output to fill final table ##
```

```
ssb(EFM)
```

```
rec(EFM)
```

```
harvest(EFM)
```

```
fbar(EFM)
```

```
stock.n(EFM)
```

```
stock.wt(EFM)
```

```
quantSums(stock.n(EFM)*stock.wt(EFM)) #biomass
```

```
#####
```

```
###final comparison Ecurr(E_bar) against Ereference point (E0.4)
```

```
fbar(EFM)
```

```
Zbar=fbar(EFM)+0.73 # + Avr. of nat. mor. by ages
```

```
Ebar=fbar(EFM)/Zbar
```

```
Erp=0.4
```

```
E_bar=as.data.frame(Ebar)
```

```
E_bar=cbind(E_bar,Erp)
```

```
plot(E_bar$year,E_bar$data,type="b",col="red",main
```

```
"E_bar",ylim=c(0,1),ylab="Patterson Exploitation",xlab="year")
```

```
lines(E_bar$year,E_bar$Erp,col="green")
```

=

Ek 3. SAM modelinde kullanılan kodlar

```
library(devtools)
library(stockassessment)

library(FLCore)
library(FLSAM)
library(FLEDA)

library(ggplotFL)
library(ggplot2)

rm(list=ls())

setwd ("C:/Users/gizem/Desktop/Sprat_SalihBey")
getwd()

source("additionalPlottingRoutines.r")
source("functions.R")
source("funs.R")
source("bubble_plot.R")

BSA      <- readFLStock("TR_BSA00IND.DAT",no.discards=TRUE)
BSA@catch <- BSA@landings

units(BSA)[1:17] <- as.list(c(rep(c("tonnes","thousands","kg"),4),
                             rep("NA",2),"f",rep("NA",2))))
BSA@discards.n[] <- 0; BSA@discards.wt[] <- 0; BSA@discards <-
computeDiscards(BSA)

BSA@name      <- "Black Sea sprat"
range(BSA)[c("minfbar","maxfbar")] <- c(1,3)
BSA          <- setPlusGroup(BSA,4)

#- Read the tuning data

BSA.tun      <- readFLIndices("TR_BSA011TU.DAT")
BSA.tun      <- lapply(BSA.tun,function(x) {x@type <- "number"; return(x)})
BSA.tun      <- lapply(BSA.tun,function(x) {x@range["plusgroup"] <- 4; return(x)})

#
summary(BSA)
summary(BSA.tun)
#=====

BSA.ctrl      <- FLSAM.control(BSA,BSA.tun)

#- Set the number of catchabilities to estimate by index and age
BSA.ctrl@catchabilities["Standardized Pelagic CPUE",ac(0:4)] <- c(0,1,1,1,1)
```

```

BSA.ctrl@cor.obs.Flag[0:2]      <- as.factor("AR")

#- Update the control object which automatically scales the parameter numbering
BSA.ctrl      <- update(BSA.ctrl)
BSA.ctrl@residuals      <- T

BSA.sam      <- FLSAM(BSA,BSA.tun,BSA.ctrl)

BSA.fit      <- FLSAM(BSA,BSA.tun,BSA.ctrl,return.fit=T)

BSA.fit
partable(BSA.fit)

AIC(BSA.sam)
plot(BSA.sam)

BSA.retro <- retro(BSA,BSA.tun,BSA.ctrl,retro=3)
plot(BSA.retro)

residual.diagnostics(BSA.sam)

resids <- subset(residuals(BSA.sam),year>=2009)
resids <- residuals(BSA.sam)

ggplot(resids)      +      geom_point(aes(x=factor(year),      y=age,      size
=abs(std.res),colour=factor(sign(std.res)))) +
  scale_size("resid")      +      scale_colour_discrete(name="",      breaks=c(-1,      1,0),
labels=c("Negative", "Positive", "NA"))+
  facet_wrap(~fleet)+labs(x="year",title="Sprat_BaseModel_residuals")+theme_bw()+
  scale_y_continuous(breaks=c(0:4))
#=====

# figure - catchabilities at age from HERAS
catch <- catchabilities(BSA.sam)
print(xyplot(value+ubnd+lbnd ~ age | fleet,catch,
  scale=list(alternating=FALSE,y=list(relation="free")),as.table=TRUE,
  type="l",lwd=c(2,1,1),col=c("black","grey","grey"),
  subset=fleet %in% names(BSA.tun),
  main="Survey catchability parameters",ylab="Catchability",xlab="Age"))

# Observation variances of all data sources
obv <- obs.var(BSA.sam)
print(xyplot(value+ubnd+lbnd ~ age | fleet,obv,
  scale=list(alternating=FALSE,y=list(relation="free")),as.table=TRUE,
  type="b",lwd=c(2,1,1),col=c("black","grey","grey"),pch=19,
  main="obs.var",ylab="Observation Variance",xlab="Age"))

# F random walk variances

```

```

fvars <- f.var(BSA.sam)
print(xyplot(value+ubnd+lbnd ~ age | fleet,fvars,
  scale=list(alternating=FALSE,y=list(relation="free")),as.table=TRUE,
  type="b",lwd=c(2,1,1),col=c("black","grey","grey"),pch=19,
  main="F random walk variances",ylab="Variance",xlab="Age"))

# figure - fishing age selectivity per year
sel.pat <- merge(f(BSA.sam),fbar(BSA.sam),
  by="year",suffixes=c(".f",".fbar"))
sel.pat$sel <- sel.pat$value.f/sel.pat$value.fbar
sel.pat$age <- as.numeric(as.character(sel.pat$age))
print(xyplot(sel ~ age|sprintf("%i's",floor((year)/1)*1),sel.pat,
  groups=year,type="l",as.table=TRUE,
  scale=list(alternating=FALSE),
  main="Selectivity of the Fishery ",xlab="Age",ylab="F/Fbar"))

# figure - correlation matrix of model parameters
print(cor.plot(BSA.sam), main="correlation matrix of model parameters")

#Plot uncertainties as a function of time
CV.yrs <- ssb(BSA.sam)$year
CV.dat <- cbind(SSB=ssb(BSA.sam)$CV,
  Fbar=fbar(BSA.sam)$CV,Rec=rec(BSA.sam)$CV)
print(matplot(CV.yrs,CV.dat,type="l",ylim=range(pretty(c(0,CV.dat))),yaxs="i",
  xlab="Year",ylab="CV of estimate",main="Uncertainties of key parameters"))
legend("top",legend=colnames(CV.dat),lty=1:5,col=1:6,bty="n")

print(plot(BSA.retro, main="Retrospectives"))

retroParams(BSA.retro)

```

Oluşturulan stok nesneleri

> [summary\(BSA\)](#)

An object of class "FLStock"

Name: Black Sea sprat

Description: Imported from a VPA file. (TR_BSA00IND.DAT). Sat Dec 30 22:48:05 2023

Quant: age

Dims:	age	year	unit	season	area	iter
	5	14	1	1	1	1

Range:	min	max	pgroup	minyear	maxyear	minfbar	maxfbar
	0	4	4	2009	2022	1	3

Metrics:

rec: NA - NA (thousands)

ssb: NA - NA (NA)
 catch: 9764 - 87141 (tonnes)
 fbar: NA - NA (f)

> [summary\(BSA.tun\)](#)

An object of class "FLIndices"

Elements: Standardized Pelagic CPUE

Name: Standardized Pelagic CPUE

Description: BLACK SEA SPRAT TUNING DATA,2021benchmark . Imported from VPA file.

Range:	min	max	pgroup	minyear	maxyear	startf	endf
	0	4	4	2011	2022	0	1

Quant: age
 dim: 5 12 1 1 1

Model istatistik ve parametrik sonuçları

> [BSA.fit](#)

SAM model: log likelihood is -138.8772 Convergence OK

> [AIC\(BSA.sam\)](#)

[1] 293.7544

attr(,"logarithm")

[1] TRUE

> [partable\(BSA.fit\)](#)

	par	sd(par)	exp(par)	Low	High
logFpar_0	-12.3756492	0.4149494	4.220111e-06	1.840362e-06	9.677080e-06
logFpar_1	-7.9418920	0.3259587	3.555332e-04	1.852491e-04	6.823453e-04
logSdLogFsta_0	-0.2415867	0.1870788	7.853807e-01	5.402386e-01	1.141760e+00
logSdLogN_0	0.6385375	0.2038188	1.893709e+00	1.259733e+00	2.846742e+00
logSdLogN_1	0.2026834	0.1059134	1.224685e+00	9.908983e-01	1.513629e+00
logSdLogObs_0	-2.5568856	2.7245439	7.754587e-02	3.334647e-04	1.803298e+01
logSdLogObs_1	-2.8818687	5.4103352	5.602996e-02	1.119600e-06	2.803998e+03
itrans_rho_0	1.3921576	0.2359534	4.023522e+00	2.509920e+00	6.449899e+

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Salih İLHAN

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Trabzon Lisesi, 1997

Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri
Fakültesi, 2007

Yüksek Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2012

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Elazığ Su ürünleri
Araştırma Enstitüsü, 2012-2016 (Balıçılık Teknolojisi Mühendisi)

İş Yeri : Tarım ve Orman Bakanlığı, Trabzon Su ürünleri Merkez
Araştırma Enstitüsü, 2016-devam ediyor (Balıçılık Teknolojisi
Yüksek Mühendisi)

Yayın Listesi

: İlhan, S., Düzgüneş, Z. D., & Kasapoğlu, N. (2023). The morphometric, meristic and genetic characteristics of European sprat (*Sprattus sprattus*) in the Black Sea. *Journal of Fisheries*, 11(1), 111202. <https://doi.org/10.17017/j.fish.476>

Çiçek, E., Akgün, H., İlhan, S., (2014). Elazığ İli Balık Eti Tüketim Alışkanlığı ve Tercihinin Belirlenmesi. *Aquaculture Studies*, 2014(1), 1-11. <https://doi.org/10.17693/yunus.21364>

Kasapoğlu N, Düzgüneş ZD, İlhan S (2022) Morphometric, meristic and genetic characteristics of Atlantic bonito (*Sarda sarda*) in the Black Sea. *Journal of Fisheries* 10(2): 102206. DOI: 10.17017/j.fish.391

Zengin, M., İlhan, S., Küçükara, R., Güler, M., vd. (2021). Yeniçağa Gölü (Bolu, Türkiye) Balıçılık Yönetimi Üzerine Bir Değerlendirme. *Acta Aquatica Turcica*, 17(4), 489-504. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.867466>