



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

**DOĞU KARADENİZ’DE İSTAVRİT (*Trachurus mediterraneus*
Steindachner, 1868) STOKLARININ AKUSTİK YÖNTEM ile
TAHMİN EDİLMESİ**

(Doktora Tezi)

Murat ERBAY

**Danışman
Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN**

RİZE

2022

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalında, Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN danışmanlığında, Murat ERBAY tarafından hazırlanan *Doğu Karadeniz’de İstavrit (Trachurus mediterraneus Steindachner, 1868) Stoklarının Akustik Yöntem ile Tahmin Edilmesi* adlı bu tez çalışması, 20/06/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği /oy çokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

İmza

Başkan	:	Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN
Üye	:	Prof. Dr. Göktuğ DALGIÇ
Üye	:	Prof. Dr. Hacer SAĞLAM
Üye	:	Prof. Dr. Mehmet AYDIN
Üye	:	Prof. Dr. Süleyman ÖZDEMİR

ETİK BEYAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı Doktora Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Doğu Karadeniz’de İstavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) Stoklarının Akustik Yöntem ile Tahmin Edilmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

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

20 /06/2022

Murat ERBAY

ÖN SÖZ

Bu araştırma “Ulusal Balıkçılık Veri Toplama Programı için Karadeniz’de Hamsi Stoklarının Akustik Yöntem ile Belirlenmesi ve Sürekli İzleme Modelinin Oluşturulması” başlıklı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir. Tez danışmanlığımı yürüten, bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren hocam Sayın Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN ve benden yardımlarını esirgemeyen Dr. Yusuf CEYLAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma projesinin yürütülmesinde çalışanı olduğum Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü’ne, Enstitü Müdürü Sayın Dr. Ercan KÜÇÜK’e, proje lideri Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ’ye ve R/V SÜRAT ARAŞTIRMA-1 gemisi mürettebatına saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca lisansüstü öğrenimim boyunca benden desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen eşim Dr. Esen ALP ERBAY’a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından KAMAG-110G124 no’lu proje ile desteklenmiştir.

Murat ERBAY

2022 / RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET... ..	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
GİRİŞ... ..	1
1. GENEL BİLGİLER	4
1.1. Hidro Akustik.....	4
1.2. İstavrit Balığının Genel Özellikleri	10
1.3. Önceki Çalışmalar	15
1.4. Karadeniz'in Genel Özellikleri	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	21
2.1. Materyal	21
2.1.1. Çalışma Sahası.....	21
2.1.2. Araştırma Gemisi.....	21
2.1.3. Kullanılan Ekipman.....	22
2.2. Metot	28
2.2.1. Örnekleme Stratejisi	28
2.2.2. Akustik Verilerin Alınması ve Analizi	29
2.2.3. Çevresel Su Parametrelerinin Alınması ve Analizi	37

2.3. Bulgular.....	37
2.3.1. İstavritin Dağılımı, Sürü Yapısı ve NASC.....	37
2.3.2. Örnekleme Sezonlarına Göre Boy Ağırlık İlişkileri, Boy Frekans Dağılımları ve Yansıtma Gücü (TS)	41
2.3.3. Sörvey Sezonlarına Göre Oşinografik Veriler ile İlişkisi.....	46
3. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	60
3.1. Sonuçlar.....	60
3.2. Öneriler	66
KAYNAKÇA.....	68

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Su Ürünleri Anabilim Dalı
Tez türü : Doktora Tezi
Danışmanı : Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN
Hazırlayan : Murat ERBAY
Yıl : 2022
Sayfa sayısı : 73

ÖZET

**DOĞU KARADENİZ’DE İSTAVRİT (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868)
STOKLARININ AKUSTİK YÖNTEM ile TAHMİN EDİLMESİ**

İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında ticari olarak öneme sahip pelajik türlerden biridir. İstavrit balığının avlanma miktarı yıllara göre değişkenlik gösterse de, genel olarak stokların azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle istavrit balık stoklarında yıllara göre değişimi gözlemlemek için akustik yöntemle stokların tahminleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen veriler yıllara göre (2013, 2014, 2015) incelendiğinde ortalama balık boyları sırasıyla $8,21 \pm 1,95$ cm, $7,97 \pm 2,22$ cm ve $8,40 \pm 1,41$ cm olarak belirlenmiştir. İstavrit stokları yıllara göre sırasıyla 19516 kg/nm², 12306 kg/nm² ve 2622 kg/nm² olarak tahmin edilmiştir. Alınan sıcaklık verileri değerlendirildiğinde Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarında su sıcaklığındaki azalmanın batıdan doğuya doğru olduğu gözlenmiştir. İstavrit balığının termoklin tabakası varken suyun nispeten daha sıcak yüzeye yakın kısımlarında kaldığı doğrulanmıştır. Termoklin tabakasının kaybolması ve sıcaklıkların batıdan doğuya doğru düşmeye başlamasıyla istavrit stoklarının doğuya doğru göç ettiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde incelenen tuzluluk değerleri batıdan doğuya doğru herhangi bir değişim göstermemiştir. Ancak derinliğe bağlı olarak tuzluluk değerleri ‰ 18-18,5 arasında değişmesine rağmen stokların dağılımı üzerine bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstavrit, *Trachurus mediterraneus*, Stok tahmini, Akustik yöntem, Sıcaklık, Karadeniz.

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Department of Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences
Thesis Type : Ph.D Thesis
Supervisor : Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN
Author : Murat ERBAY
Year : 2022
Pages : 73

ABSTRACT

ESTIMATION of HORSE MACKEREL (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) STOCK in the EASTERN BLACK SEA by ACOUSTIC METHOD

Horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) is one of the most commercially important pelagic species in the Black Sea in Turkey. Although, the variety of catching amount of the species fluctuate by years, it is obvious that the stocks are getting smaller. For this reason, in order to observe the alterations in horse mackerel fish stocks over the years, the a survey was conducted to estimate stocks by acoustic method. Due to the obtained data from this survey, mean length was determined by years (2013, 2014, 2015) as $8,21\pm1,95$ cm, $7,97\pm2,22$ cm, and $8,40\pm1,41$ cm respectively. Likewise, stock of horse mackerel was estimated as 19516 kg/nm^2 , 12306 kg/nm^2 and 2622 kg/nm^2 by years respectively. Water temperature in Turkey's eastern Black Sea coast has been decreasing from west to east. It was confirmed that, horse mackerel remain in relatively warmer parts of the water when thermocline layer exists. When the thermocline layer disappears and temperature begins to decrease, horse mackerel has an eastward migration. Water salinity did not differ between west and east. However, water salinity changed depending on the depth varying between 18-18.5 ‰ and this alteration did not not affect stock distribution.

Keywords: Horse mackerel, *Trachurus mediterraneus*, Stock estimation, Acoustic method, Temperature, Black Sea.

KISALTMALAR

ASDIC	:	Anti Submarine Detection and Investigation Committee (Denizaltı tespit ve araştırma komitesi)
b ₂₀	:	TS hesabında kullanılan katsayı
cm	:	Santimetre
CTD	:	Conductivity, temperature, depth (İletkenlik, sıcaklık, derinlik)
dk	:	Dakika
dB	:	Desibel
EDSU	:	Elementary Distance Sampling Unit (Temel örneklem mesafesi)
FAO	:	Food and agriculture organization
ft	:	Feet
GFCM	:	General Fisheries Comission of the Mediterranean (Akdeniz genel balıkçılık komisyonu)
gr	:	Gram
Hz	:	Hertz
ICES	:	International Council for the Exploration of the Sea (Uluslararası deniz keşif konseyi)
kg	:	Kilogram
kHz	:	Kilo Hertz
km ²	:	Kilometre kare
km ³	:	Kilometre küp
kt	:	Knot
m	:	Metre
MEDIAS	:	Mediterranean International Acoustic Survey (Uluslararası Akdeniz akustik sörveyi)
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
PRC_NASC	:	Proportion that the Region contributes to Cell Nautic area scattering coefficient (Her bir alanın 1 mil ² 'deki saçılım katsayısına katkı oranı)
R/V	:	Research vessel (Araştırma gemisi)
SHAPES	:	Shoal analysis and patch estimation system (Sürü tahmin sistemi)
SONAR	:	Sound Navigation and Ranging
TS	:	Target Strength (Hedef Yansıtma gücü)
VPA	:	Virtual population analysis (Gerçek popülasyon analizi)
μPa	:	micro pascal
χ	:	İks açısal değeri
Φ	:	Fi açısal değeri
°C	:	Santigrat derece

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. MEDIAS protoklü av aracı ve av operasyon özellikleri.	25
Tablo 2. MEDIAS protokolüne göre planlanan sörvey dizaynı.	28
Tablo 3. Kalibrasyon kürelerine ait TS değerleri.	30
Tablo 4. İstavrit için sürü belirleme kriterleri.....	35
Tablo 5. Yıllara ait ortalama boy, TS, NASC ve biokütle ve toplam stok değerleri.	46



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İstavrit balığına ait röntgen filmi (Orjinal).	5
Şekil 2. Yansıtma gücü (TS) ile balık boyu arasındaki ilişki.....	6
Şekil 3. Yankısayar (echo sounder) çalışma diagramı.	7
Şekil 4. Akustik sorvey esnasında orta su trolü ve ağ takip sensörlerinin kullanımı.	9
Şekil 5. İstavrit balığının dünya üzerindeki dağılım haritası.	10
Şekil 6. İstavrit (<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)) (Orjinal).	11
Şekil 7. İstavritin Karadeniz'deki göç yapısı.	12
Şekil 8. 1911-1955 yılları arasında istavritte görülen av periyodu.	13
Şekil 9. Yıllara göre istavrit üretim miktarları.	13
Şekil 10. Denizlere göre istavrit üretim miktarları.	14
Şekil 11. Hopa civarında istavrit sürülerine ait tipik bir kayıt (04 Aralık 1955).	16
Şekil 12. Mayıs 1973 tarihinde yapılan sorveyde tespit edilen istavrit sürüleri.	17
Şekil 13. Batı Karadeniz'deki küçük istavrit sürüleri.	18
Şekil 14. Doğu Karadeniz'deki büyük istavrit sürüleri.....	18
Şekil 15. Karadeniz'in genel görünümü.	19
Şekil 16. Çalışma sahası.	21
Şekil 17. R/V Sürat Araştırma – 1 (Orjinal).	22
Şekil 18. Bölünmüş ışıklı (Split beam) yankı sayar çalışma tekniği.....	22
Şekil 19. 38 kHz transducer gövdesi (a) ve suya temas eden yüzeyi (b) (Bilim-2 araştırma gemisinden derlenmiştir, 2011).	23
Şekil 20. Akustik ekran.....	24
Şekil 21. Ağ içerisinden sinyal veren sensör (a) ve ekran üzerinde derinliğin okunması (b).25	
Şekil 22. SBE 25 Plus CTD.	27
Şekil 23. Trol ağının çekilmesi (a) sonrasında ağın torba kısmında biriken av kaldırılıp gemiye alınmıştır (b). Türlerin ayrımı yapıldıktan sonra (c) istavritlerin boy ölçümleri yapılmıştır (d) (Orjinal).	29
Şekil 24. Bakır kalibrasyon küresi (60 mm çapında).....	30
Şekil 25. Kalibrasyon küresinin su altındaki konumu.	31
Şekil 26. Kalibrasyon ekranında kürenin konumu merkez hat üzerinde iskele tarafta görülmektedir.....	31
Şekil 27. Dip ve yüzey hatlarının belirlenmesi ve 1 nm'lik gridlerin oluşturulması.	33
Şekil 28. Pervane tornistan köpüklenmesi ve diğer sonar veya yankı sayar kaynaklı parazitlenme.....	34
Şekil 29. Yüksek hızlarda ortaya çıkan pervane gürültüsü.	34

Şekil 30. Deniz memelilerine ait gürültüler.	35
Şekil 31. İstavrit sürülerinin görünümü.	36
Şekil 32. 2013 yılı Kasım ayında çalışılan saha ve akustik hatları.	38
Şekil 33. 2013 yılı Kasım ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz’deki dağılımı.	38
Şekil 34. 2014 yılı Kasım ayında çalışılan saha ve akustik hatları.	39
Şekil 35. 2014 yılı Kasım ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz’deki dağılımı.	39
Şekil 36. 2015 yılı Aralık ayında çalışılan saha ve akustik hatları.	40
Şekil 37. 2015 yılı Aralık ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz’deki dağılımı.....	41
Şekil 38. 2013 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy –ağırlık ilişkisi.....	42
Şekil 39. 2013 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı.....	42
Şekil 40. 2014 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy-ağırlık ilişkisi.	43
Şekil 41. 2014 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı.....	43
Şekil 42. 2015 yılı Aralık ayında istavrit balığının boy-ağırlık ilişkisi.....	44
Şekil 43. 2015 yılı Aralık ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı.	44
Şekil 44. Çalışma yıllarına ait boy frekans değerleri.	45
Şekil 45. 2013 yılı Kasım seferinde CTD’ile ölçüm yapılan istasyonlar.....	47
Şekil 46. 2013 yılı Kasım seferinde yüzey sıcaklık değişimleri (Derinlik 2 m).	47
Şekil 47. 2013 yılı Kasım seferinde 10 m derinlikteki sıcaklık değişimleri.	48
Şekil 48. 2013 yılı Kasım seferinde 20 m derinlikteki sıcaklık değişimleri.	48
Şekil 49. 2013 yılı Kasım seferinde 30 m derinlikteki sıcaklık değişimleri.	49
Şekil 50. 2013 yılı Kasım ayında yapılan seferde istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımları.....	50
Şekil 51. 2013 yılı Kasım ayında sömür sahasının batıdan doğuya sıcaklık (°C) değişimleri.	50
Şekil 52. 2013 yılı Kasım ayında sömür sahasının batıdan doğuya ‰ tuzluluk değişimleri.....	51
Şekil 53. 2014 yılı Kasım ayında CTD’ile ölçüm yapılan istasyonlar.....	51
Şekil 54. 2014 yılı Kasım ayında yüzey sıcaklık değişimleri (Derinlik 2 m).	52
Şekil 55. 2014 yılı Kasım ayında 10 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	52
Şekil 56. 2014 yılı Kasım ayında 20 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	53
Şekil 57. 2014 yılı Kasım ayında 30 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	53
Şekil 58. 2014 yılı Kasım ayında istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği.	54
Şekil 59. 2014 yılı Kasım ayında sömür sahasının batıdan doğuya sıcaklık (°C) değişimini gösteren kesit grafiği.	55
Şekil 60. 2014 yılı Kasım ayında sömür sahasının ‰ tuzluluk değişimini gösteren kesit	

grafiği.	55
Şekil 61. 2015 yılı Aralık ayı CTD istasyonları.	56
Şekil 62. 2015 yılı Aralık ayında yüzey sıcaklık değerleri (Derinlik 2 m).	56
Şekil 63. 2015 yılı Aralık ayında 10 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	57
Şekil 64. 2015 yılı Aralık ayında 20 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	57
Şekil 65. 2015 yılı Aralık ayında 30 m derinlikteki sıcaklık değerleri.	58
Şekil 66. 2015 yılı Aralık ayında istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği.	58
Şekil 67. 2015 yılı Aralık ayında sörvey sahasının batıdan doğuya sıcaklık değişimini gösteren kesit grafiği.	59
Şekil 68. 2015 yılı Aralık ayında sörvey sahasının tuzluluk değişimini gösteren kesit grafiği.	59
Şekil 69. 2013 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri.	62
Şekil 70. 2014 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri.	63
Şekil 71. 2015 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri.	63

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artış hızına bağlı olarak gıdaya olan talebin artması, toplumların yeni gıda kaynaklarını aramasına neden olmuştur. İnsanoğlu bu sebeple karalarda başladığı arayışa denizlerde devam etmiştir. Bu çaba genel olarak balıkçılık faaliyeti olarak tanımlanmıştır. Balıkçılık faaliyetleri, bol bulunan ve ekonomik değeri yüksek balık türleri üzerindeki çabasını zaman içerisinde artmıştır. FAO deniz balıkları stoklarının uzun vadeli izlenmesine dayalı değerlendirmesinde deniz balıkçılığı kaynaklarının durumunun azalmaya devam ettiğini bildirmiştir (FAO, 2020). Biyolojik olarak sürdürülebilir seviyedeki balık stokları oranı 1974'te % 90 iken 2017'de % 65,8 olmuştur (FAO, 2020). Bu oranın % 59,6'sı maksimum sürdürülebilir şekilde kullanılırken % 6,2'si yetersiz avlanan stoklar olarak tanımlanmıştır (FAO 2020). Biyolojik olarak sürdürülemez seviyelerde olan stok yüzdesi 1974'te % 10 iken 2017 yılında % 34,2 seviyesine yükselmiştir. Yapılan avcılığın % 78,9'u biyolojik olarak sürdürülebilir stoklardan gelmektedir (FAO, 2020). Stoklardaki bu azalmalar için gösterilen en önemli sebepler balıkçılık av gücündeki artış, av baskısındaki artış ve denetim mekanizmasındaki eksikliklerdir (Mullon vd., 2005). Tüm bu sebepler neticesinde denizel kaynakları korumak, sürdürülebilirliği sağlamak için stoklar üzerinde bilimsel araştırmalar yapılarak durum incelenmekte ve koruma önlemleri alınmaktadır. Bilimsel yöntemlere dayalı balıkçılık yönetimi planları oluşturulmakta ve aşırı işletilmiş stoklar güvenli biyolojik sınırlar içerisine alınmaya çalışılmaktadır. Bir ülkenin sahip olduğu canlı deniz kaynaklarının idaresi o ülkenin yetkisindedir. Bu kaynaklar bilimsel verilere dayalı uzun vadede en yüksek ürün elde edilmesine yönelik olarak kullanılabileceği gibi tamamen balıkçılık iş gücüne yönelik bir yapı kurularak da yönetilebilir. Stokların yayılım alanları ve göç etmeleri gibi faktörler düşünüldüğünde ise paylaşılan stoklar kavramı ortaya çıkmaktadır (Gücü, 2016). Paylaşılan stoklar uluslararası toplantılar ile karara bağlanmaktadır. Bu kararların alınmasında her ülke güvenilir bilimsel veriler ortaya koymak durumundadırlar. Gerek kendi sularınızdaki stokları yönetebilmek, gerekse paylaşılan stoklar veya uluslararası sulardaki münhasır ekonomik bölgede bulunan stokları yönetebilmek için stok tespiti yapılması gerekmektedir.

Stok yönetimi için kullanılan bilimsel yöntemler temelde balıkçılığa dayalı ve balıkçılıktan bağımsız verilerin elde edilmesi şeklindedir. Balıkçılığa dayalı yöntemlerde en başta karaya çıkartılan av miktarı ve çaba değeridir (Bingel ve Gücü, 2010). Bu yöntem, karaya çıkartılan balık miktarı üzerinden örnek alarak yapılacak biyolojik çalışmaları, tüm karaya çıkış faaliyetlerini ve filo hareketlerini içerir. Bu yöntemde ticari balıkçılıktan elde edilecek az miktarda alt örnek yeterli olabilir fakat ülkemiz gibi av sahasının büyük olduğu ve karaya çıkış noktalarının çok olduğu ve balıkçı filosunun kalabalık olduğu bölgelerde bu metot ile çalışmak zor olabilmektedir. Gerçek popülasyon analizi (VPA) metodunda ise ticari balıkçılıktan elde edilen toplam ürüne ihtiyaç duyulmaktadır (Avşar, 2005).

Balıkçılıktan bağımsız stok tahmini metotları ise şu şekilde özetlenebilir:

- Markalama ve yeniden yakalama
- Yumurta ve larva örnekleme
- Alan tarama ya da su süzme yöntemi
- Akustik sorvey.

Markalama ve yeniden yakalama yönteminde kullanılacak balıkların popülasyonu temsil etmesi gerekmektedir. Ayrıca markalı balıkların markasız balıklar ile homojen karıştığı varsayılmalıdır (Avşar, 2005). Yumurta larva örnekleme yönteminde yumurtlayacak dişilerin biyokütlesi tahmin edilerek toplam stoğu tahmin etme mantığına dayanmaktadır. Bu yöntemde yumurtlama tarihinin ve yerinin bilinmesi önemlidir. Kısa zaman içerisinde büyük bir sahayı çalışmak mümkün olmamaktadır (Somarakis vd., 2004; Garcia ve Palomera, 1996). Alan tarama veya su süzme yöntemlerinde bir av aracının deniz tabanında taradığı alan veya zemine değmeksizin hareket ettirilerek süzduğu su miktarı üzerinden toplam alandaki stok miktarını hesaplanabilir. Ancak balık türleri deniz içerisinde homojen yayılmamaktadır. Bu sebeple türlerin dağılımına göre alt alanlar oluşturulup her bir alanda stok tespiti yapmak gerekir (Avşar, 2005; Simonds vd. 1992). Balıkçılıktan bağımsız veri elde edilerek yapılan stok tahmininde son yöntem balıkçılık akustığıdır. Bu yöntemde tekne üzerine monte edilmiş yankı sayar (echo sounder) kullanılarak özellikleri bilinen ses sinyalleri suya iletilir. Metot elde edilen

yansımalarından belirli bir alanda mevcut bulunan balık miktarının hesaplanmasına dayalıdır. Bu yöntemin avantajları diğer yöntemlere göre oldukça fazladır. Öncelikle seyir esnasında veri toplanabildiğinden göreceli olarak geniş sahalarda kısa zamanda sörvey yapılabilmektedir. Balık stoklarının durumu ve dağılımı hakkında bilgi toplanabilmektedir, ayrıca balık davranışları hakkında bilgiler de edinilebilmektedir. Stok miktarının tespitinde biyo-istatistiğe gerek kalmaz. Veri toplama ve işleme daha hızlıdır ve göreceli olarak güvenilirliği yüksektir (Bingel ve Gücü, 2010). Son yıllarda hemen hemen tüm denizlerde akustik yöntemle dayalı sörveyler yapılmaktadır.



1. GENEL BİLGİLER

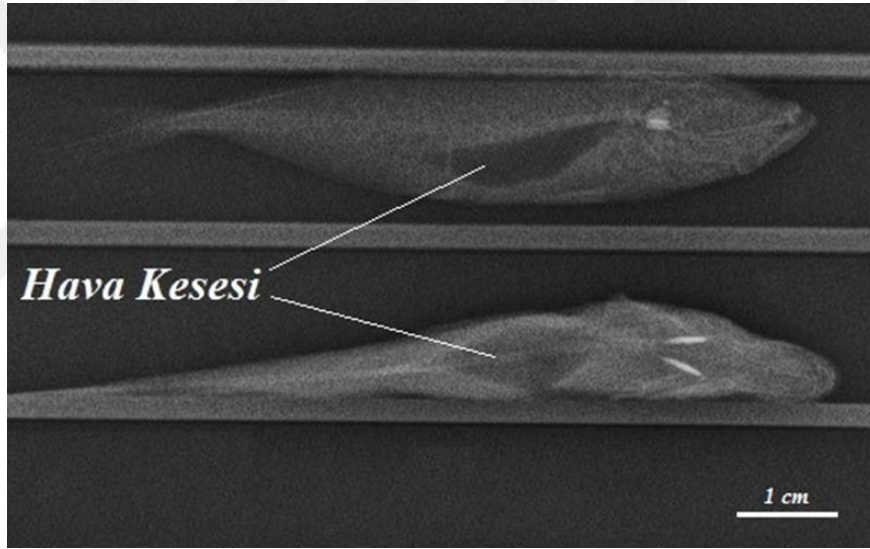
1.1. Hidro Akustik

Ses işitme organları ile algılanan periyodik basınç değişimleridir. Duyma bölgesindeki titreşimlerin oluşturduğu ve aktarılabilen dalga boylarının toplamıdır. Ses titreşimsel dalgalar halinde yayılır. Bu dalga boyları arasında harmonik bir uyum varsa “melodi” yoksa “gürültü” olarak adlandırılmaktadır. Enerjinin dalgalar halinde yayılması, bir frekans değerinin olduğu anlamına gelir. İnsan kulağının duyma aralığı 20 Hz ile 20 kHz arasındadır. Bu frekans değerleri içerisinde kulağın en duyarlı olduğu frekans aralığı 1-4 kHz’dir. Ses basıncı sesin kaynağından belirli bir uzaklıkta oluşturduğu etki olarak tanımlanabilir. Bu etki desibel (dB) olarak tanımlanır. Desibel ses basıncının referans bir basınç seviyesine oranının logaritmasıdır. Referans basınç 20 μ Pa’dır (Hansen, 2001).

Ses, moleküllerin titreşimi ile dalgalar halinde yayılır, boşlukta yayılmaz. Sesin yayıldığı ortamın yoğunluğu arttığında hızı da artar. Ses havada 340 m/sn hızla yayılır iken daha yoğun ortamlarda örneğin suda 1483 m/sn (Del Grosso ve Mader, 1972) seviyesine yükselir. Sesin yayılırken yoğunluğu farklı cisimlere temas etmesi ile yansıdığı bilinmektedir. Yirminci yüzyılın başından itibaren ses dalgaları bu özelliği ile birçok amaç için kullanılmaya başlanmıştır (Simmonds ve MacLennan, 2008).

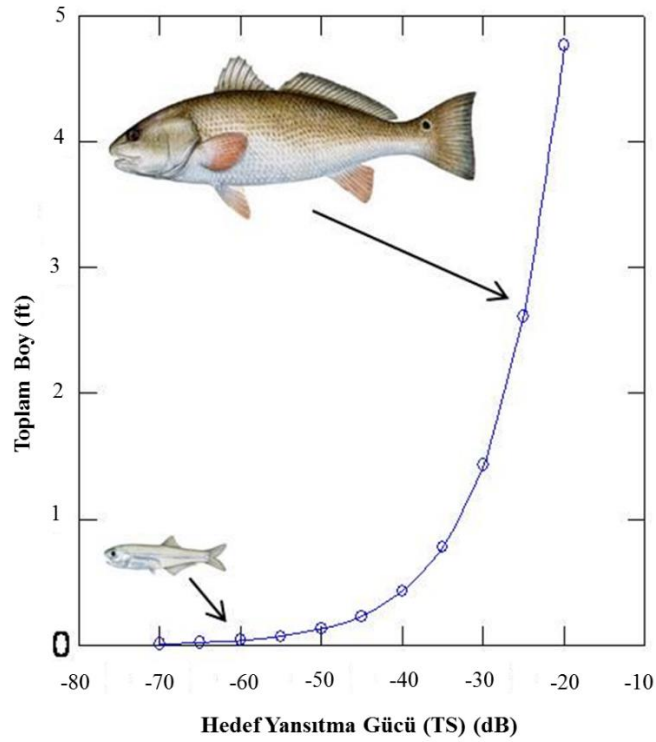
İkinci Dünya Savaşı esnasında İngilizler tarafından denizaltı gemilerinin aranması ve saptanması ile ilgili oluşturulan komitenin (ASDIC: Anti Submarine Detection and Investigation Committee) çalışmaları sonucunda su altına ses gönderip yansımaları dinleyebilen bir cihaz tasarlanmış ve komite ile aynı adı alarak kullanılmaya başlanmıştır. Kısa zaman içerisinde ise bu teknoloji savaşan ülkeler tarafından geliştirilmiştir. İlk kez gemilere monte edilerek kullanılan SONAR (Sound Navigation and Ranging) denizaltı gemilerini tespit için kullanılmaya başlanmıştır. Farklı özellikte sonarlar geliştirildikçe bunların sadece denizaltı gemileri değil su altında eko verebilen her şeyi tespit edebildikleri keşfedilmiştir. Yıllar içerisinde teknolojinin gelişimine paralel hızla sonar ve yankısayar (echosounder) gibi akustik sistemler balıkçı gemileri içerisindeki yerlerini almışlardır (Simmonds ve MacLennan, 2008).

Yankı sayar, akustik özellikleri ve şiddeti bilinen ses sinyallerini su kolonuna gönderip sinyalleri geri yansıtan hedeflerin tespiti ve yorumlanması prensibi ile çalışır. Su kolonuna gönderilen ses sinyalleri balıkların akustik yansıtma özelliklerine göre şekillendirilmektedir. Balıklar en yüksek şiddetli yansıtmayı hava keseleri üzerinden verirler. Çünkü suyun yoğunluğuna göre yoğunluk farkının en yüksek olduğu bölge hava kesesidir (Fassler vd., 2008) İstavrit balığına ait hava kesesinin lateral ve dorsal görünümü incelendiğinde bu kesenin vücudun orta bölümünde uzunlamasına yerleştiği görülmektedir (Şekil 1). Akustik yansıtma kapasiteleri balıkları su içerisindeki diğer balıklardan ve cisimlerden ayırmaktadır. Her balık türü farklı hava kesesi büyüklüğüne sahiptir ve bu sebeple yansıtma güçleri birbirinden farklıdır.



Şekil 1. İstavrit balığına ait röntgen filmi (Orjinal)

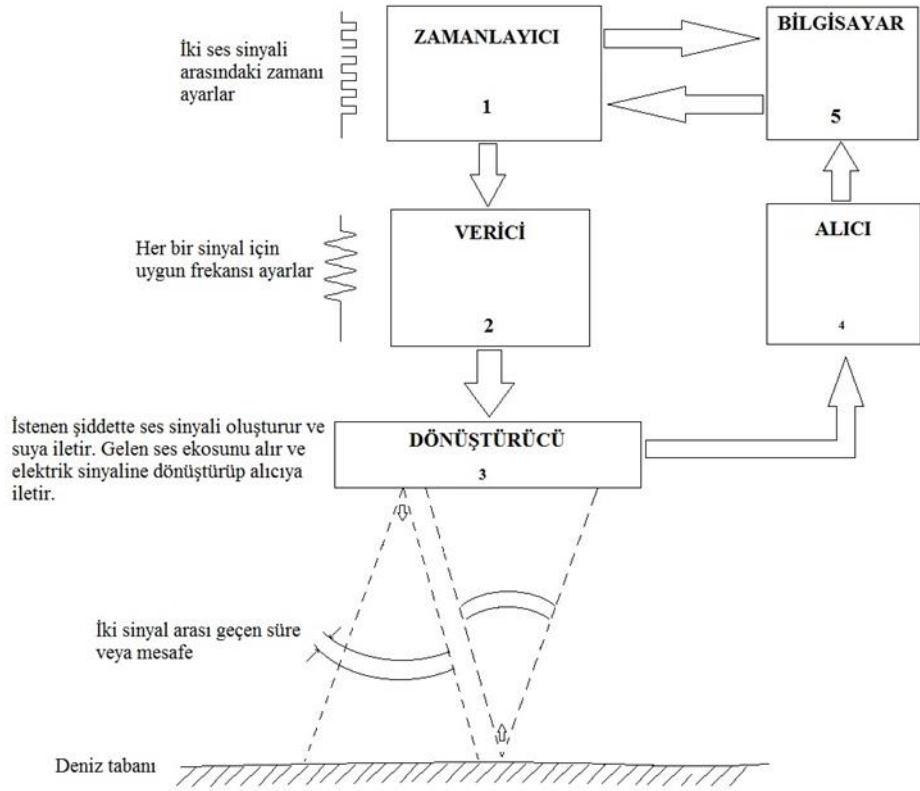
Yansıtma gücü TS (Target Strength) her balık türü için farklı olduğu gibi balığın büyüklüğüne göre de değişiklik gösterir. Hedefin yansıtma gücü, hedeften yansdıktan 1 m sonraki ses yoğunluğunun hedefe çarpan ses yoğunluğuna oranının logaritmasıdır (FAO, 1983). Balık büyüklüğü ile TS arasındaki temsili ilişki Şekil 2’de görülmektedir (URL-1; Love, 1971).



Şekil 2. Yansıtma gücü (TS) ile balık boyu arasındaki ilişki

Yankı sayar veya sonarların sabit olma zorunluluğu yoktur. Bu sayede seyir esnasında iken akustik çalışmalar yapılabilen, veri alınabilmektedir. Böylece kısa zaman içerisinde büyük alanlarda sörvey yapılabilir (Simmonds ve MacLennan, 2008).

Yankı sayar cihazlar genelde 3 parçadan oluşur: Bilgisayar, yankısayar (echo sounder) ve dönüştürücü (transducer). Yankısayar istenilen özellikteki sesin üretilmesine yönelik olarak gerekli özellikleri dönüştürücüye iletir. Dönüştürücü istenilen özellikte sesi üretip su kolonuna gönderir ve yankıyı alıp özelliklerini tekrar yankısayara verir. Yankı sayar bu özellikleri bilgisayara verir. Bilgisayar, ekranında ekogramı görmemizi ve gerektiğinde sinyal sıklığı, derinlik göstergeleri ve dip okumalarına müdahale edebilmemizi sağlar. Ayrıca verileri kayıt eder (Şekil 3) (FAO, 1983).



Şekil 3. Yankısayar (echo sounder) çalışma diagramı

Akustik cihazlar sadece verileri toplarlar ve bu verilerin doğru toplanıp toplanmadığını bize gösterebilirler. Eş zamanlı olarak verilerin doğru toplanabilmesi için bizim müdahale edebilmemize olanak sağlarlar. Veriler incelendiğinde balıklardan alınan ekoların haricinde istenmeyen birçok ekonun da veri olarak alındığını görürüz. Bunlar gürültü (noise) olarak adlandırılırlar. Pek çok gürültü kaynağı vardır. Bunlar teknenin alt kısmında oluşan köpüklenme, pervane gürültüsü, motor titreşimleri, geminin elektriksel olarak oluşturduğu etkiler, diğer akustik cihazların gürültüleri ve deniz memelilerinin oluşturduğu sesler olarak sayılabilir. Bu akustik gürültülerden gemi ile ilgili olanlar direk müdahale edilerek ortadan kaldırılabilir. Örneğin köpüklenme için balast seviyesi ayarlanır, hız optimizasyonu ile pervane kavitasyonu ve motor titreşimleri azaltılabilir ve akustik cihazlar bağımsız bir topraklama hattına bağlanarak elektriksel parazitlenmenin engellenir. Ayrıca veriler değerlendirilmeden önce bu gürültüler kolaylıkla akustik analiz ile ilgili yazılımlar kullanılarak temizlenebilir. Temiz ekogramlar elde edildikten sonra yine akustik yazılımlar kullanılarak sürüler belirlenebilir ve

birbirinden ayırt edilebilir (Simmonds ve MacLennan, 2008).

Dünya üzerinde stok tespitine yönelik akustik çalışmalar 1950’li yıllarda başlamıştır. 1960’lı yılların sonuna yaklaşıldığında avlanan veya avlanmak üzere olan balık stoklarının yankı biriktirme (echo integration) metodu ile tahmin edilebileceği görülmüştür. Bu yöntemin temeli, balıklardan yansıtılan sinyallerin balığın yoğunluğu ile orantılı olması prensibine dayanmaktadır (Dragesund ve Olsen, 1965). Bu metot kolay, güvenilir ve hassas olduğu için sıklıkla uygulanır olmuştur (Stepnowski ve Mitchell, 1990; Weintroub, 1986). Bu yöntem aşağıda sıralanan hallerde de balık miktarının hesaplanmasına olanak sağladığından tercih edilmektedir (Ünlüata vd., 1996):

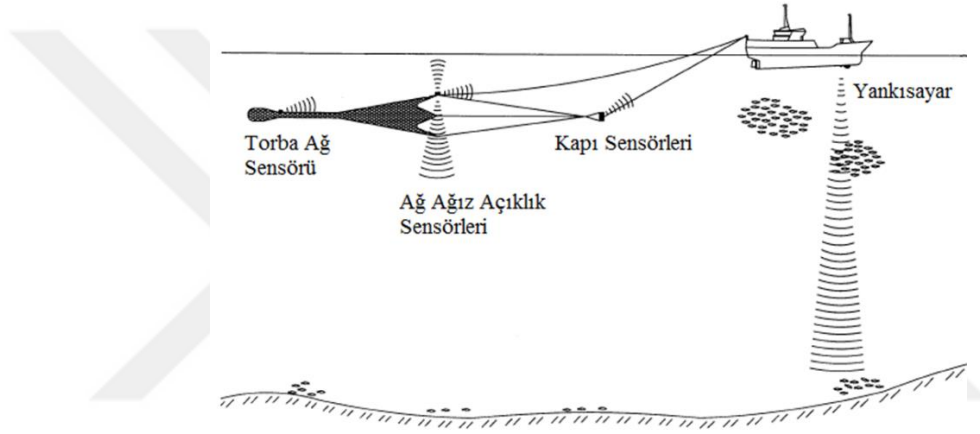
- Balıkçılığa kapalı alanlarda av ve av için harcanan güç verilerinin alınamaması durumunda veya bu verilerin hatalı olduğunun düşünüldüğü durumlarda,
- Geniş bir alana yayılmış büyük bir stoğun hızlı şekilde tahmin edilmesi gerektiğinde,
- Yumurtlama veya başka bir nedenle çok kısa bir süre için bir araya gelen sürülerin stok tahmininde,
- Gerçek popülasyon analizi (VPA) yapmak için gerekli olan av miktarının sağlanmasına imkan olmayan kısa ömürlü balıkların stok tahmininde.

Doksanlı yıllara gelindiğinde çevremizdeki denizlerde pelajik balık stoklarının tahminine yönelik düzenli akustik seferler yapılabilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. 2000’li yıllardan beri ise özellikle Akdeniz’de düzenli sörveyler yapılmaktadır. Türkiye balıkçılığının büyük bir kısmı Karadeniz’de pelajik balıklar üzerine yapılmaktadır (Bingel vd., 1996). Bu sebeple Türkiye tarafından 2011 yılından beri Karadeniz’de pelajik balık stoklarının tahminine yönelik düzenli akustik sörveyler Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde yapılmaktadır.

Stok tahminine yönelik akustik çalışmalarda frekans aralığı 38 kHz ile 1000 kHz arasında değişmektedir. Küçük pelajik balıkların stok çalışmalarında en yaygın kullanılan frekans 38 kHz’dir. Akdeniz’de GFCM (General Fisheries Commission of the Mediterranean) kapsamında küçük pelajiklerin stok tahminine yönelik oluşturulan MEDIAS (Mediterranean Acoustic Survey) protokollerinde de 38 kHz standart frekans olarak kabul edilmiştir. Ayrıca farklı frekansta dönüştürücüler kullanılarak (120, 200 kHz) yumurta-larva ve ihtiyoplankton sörveyleri de yapılabilmektedir

(MEDIAS, 2010).

Yukarıda değinilen olumlu özelliklerinin haricinde yöntemin zayıf yönü, üzerinden geçilen hedefin hangi balık türüne ait olduğunun akustik ekranlardan direkt tespit edilememesidir. Her ne kadar sürü morfolojisi itibari ile hangi tür olduğu kişisel tecrübeyle tahmin edilebilir olsa da bu zayıf yönün bertarafı için av araçları kullanılarak görülen hedeften örnek alınmaktadır. Pelajik türler için ideal av araçlarından birisi de orta su trolüdür. Ağ donanımı üzerine yerleştirilen ağ takip sensörleri (net sounder) sayesinde su altında ağın durumu gözlenebilmekte hareket yönü değiştirilebilmekte ve istenen hedeften örnek alınabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Akustik sörvey esnasında orta su trolü ve ağ takip sensörlerinin kullanımı

Yapılacak akustik bir seferde izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir (Ünlüata vd., 1996):

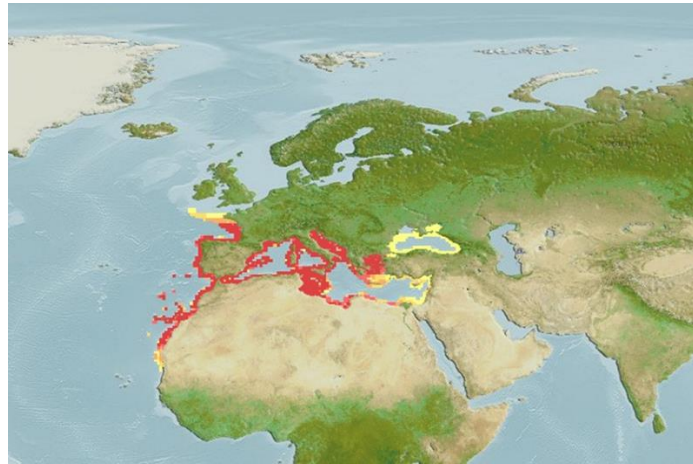
- Kalibre edilmiş akustik cihazın planlanan hatlar boyunca çalıştırılması
- Gönderilen ses sinyallerinden gelen yankıların toplanması ve kayıt edilmesi
- Hatlar boyunca av aracı kullanılarak görülen sürülerden örnek alınması, bunların sınıflandırılması ve boy ağırlık verilerinin hedef şiddetinin (Target Strength: TS) tahmini için ölçülmesi
- Sınıflandırma işleminin (tanımlama ve yorum) sonuçları, gidilmiş olan hat için balık yoğunluğu cinsinden tespiti
- Tek hat için yapılan balık yoğunluğu tahmin sonucunun tüm hatlar için değerlendirilmesi
- Tüm hatlardan elde edilen balık yoğunluğunun tüm sahaya yayılarak stok tahmininin yapılması.

Karadeniz büyük deniz ekosistemleri arasında en ciddi düzeyde sömürülmüş ve bozulmuş olanıdır. 1990'ların sonunda yaşanan pelajik stoklardaki çöküşün ardından hem uygun olamayan balıkçılık yönetimleri hem de istilacı türler, ötrofikasyon ve doğal iklim değişiklikleri Karadeniz ekosisteminin toparlanmasına engel olmuştur. Bu durum Karadeniz'de balıkçılığın veriminin düşmesine, özellikle pelajik stokların ciddi şekilde azalmasına neden olmuştur (Daskalov, 2002; Oğuz, 2017). Türkiye Karadeniz balık stoklarındaki bu düşüşten etkilenen ülkelerden biridir. Sürdürülebilir balıkçılık için gerekli yönetim planlarının oluşturulması ve değişen ekosistem yapısına göre planların uyarlanması gerekmektedir. Bu sebeple sürekli olarak balık stokları izlenmeli, stok tahminleri yapılmalı ve ekosistem değişiklikleri izlenmelidir.

Bu çalışmanın amacı, Karadeniz balıkçılığında önemli bir ticari tür olan istavrit stoklarının, sürdürülebilir yönetimi için gerekli stok tahmininin modern bir yöntem olan akustik metot ile yapılması ve bu stokların sıcaklık tuzluluk gibi oşinografik bazı parametrelerin değişiminden etkilendiğini ortaya koymaktır.

1.2. İstavrit Balığının Genel Özellikleri

İstavrit (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) geniş bir coğrafik alanda dağılım gösteren semi pelajik bir türdür. Akdeniz havzasının tamamı ve Atlas okyanusunun Cebelitarık Boğazı'na yakın doğu kıyılarında varlığını sürdürmektedir (Şekil 5) (URL-2).



Şekil 5. İstavrit balığının dünya üzerindeki dağılım haritası

Ülkemizin Karadeniz kıyılarında istavrit veya sarıkuyruk istavrit olarak bilinir. İstavrit balığının sistematikteki yeri şu şekildedir:

Alem:	Animalia
Şube:	Vertebrata
Sınıf:	Actinopterygii
Takım:	Perciformes
Aile:	Carangidae
Cins:	Trachurus
Tür:	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)

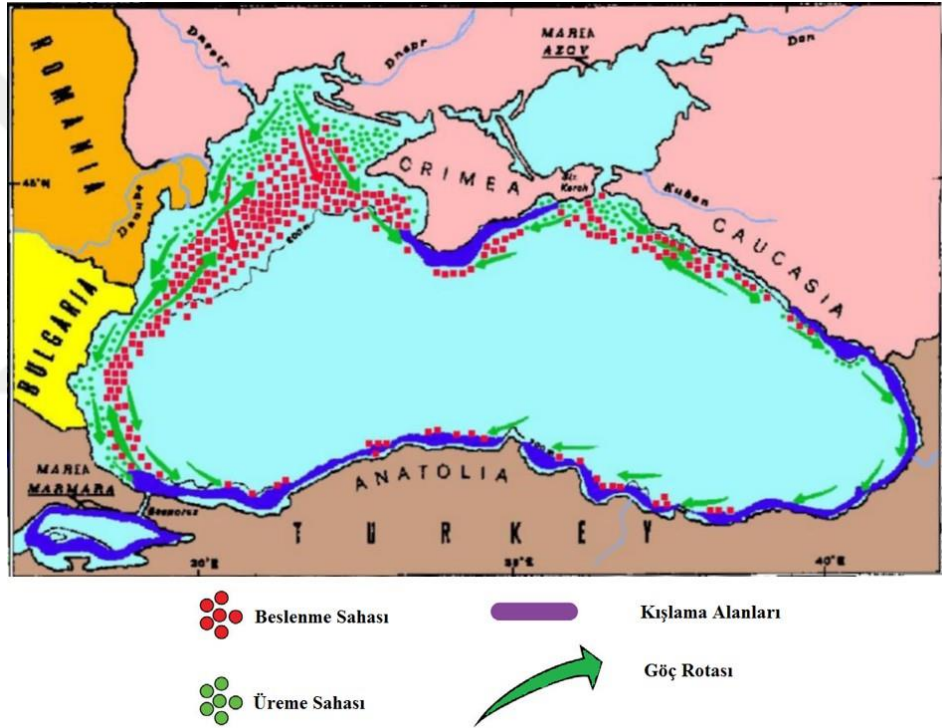
Türün vücudu fusiform yapıdadır. Sırt lacivert renkte olup yan taraflar gümüşidir. Sırt yüzgeçleri, pektoral yüzgeçler ve kuyruk sarımtırak renktedir ve küçük siyah benekler içerir. Gözler iri ve başın ön tarafına yerleşmiştir. Ağız yukarı bakışlıdır. Yan hat solungaç kapağının üst kısmından vücudun orta bölümüne kadar üst kısımda devam edip orta bölümde aşağıya doğru eğim yapar ve kuyruk kısmına kadar vücudun ortasında ilerler. Yan hat üzerinde 78-92 adet kemiksi pul bulunur (Şekil 6). Yüzgeç formülü D VII 25-27, A II 23-30, P 19-21 şeklindedir (Erbay ve Aydın, 2017).



Şekil 6. İstavrit (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) (Orijinal)

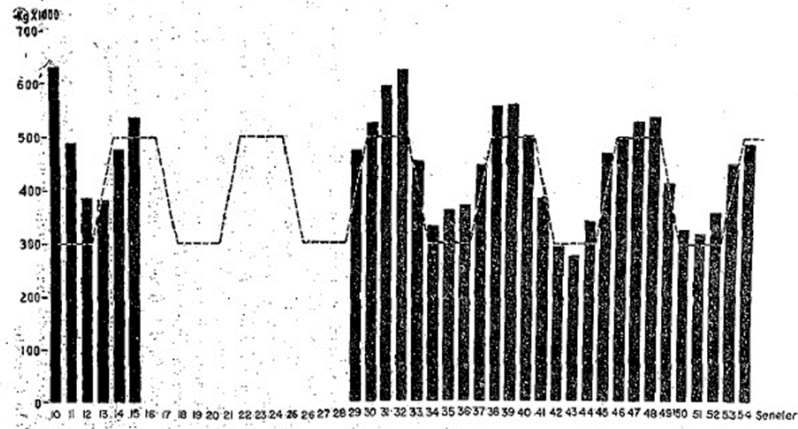
Karnivor bir balıktır. Makro zooplanktonlardan küçük omurgasızlara kadar geniş bir beslenme diyeti vardır. Küçük bireyler zooplanktonları tercih ederken büyük istavritler juvenil hamsi, çaça, sardalya ve mezgitler ile de beslenirler

(Slastenenko 1956). Cinsi olgunluğa 1 yaşında ulaşan istavritlerin cinsiyet oranı 1:1'dir. Dişi balıklar yılda ortalama 65.000 yumurta dökerler. Üreme sezonu mayıs ortası ile başlar ağustos sonuna kadar devam eder (Ivanov ve Beverton, 1985). Yumurtlama 15-26 °C deniz suyu sıcaklığında gerçekleşir. Yumurta çapı 0,84-1,1 mm arasında yuvarlak ve pelajiktir. Yavrular çok hızlı bir şekilde gelişmektedir (Slastenenko 1956). İstavrit yumurta ve larvalarının tüm Karadeniz kıyılarında görülmesi birçok yerde yumurtladığını göstermektedir. Bu faaliyet kıyıdan itibaren ilk 3-4 millik alanda gerçekleşir (Ivanov ve Beverton, 1985) (Şekil 7) (STECF, 2012).



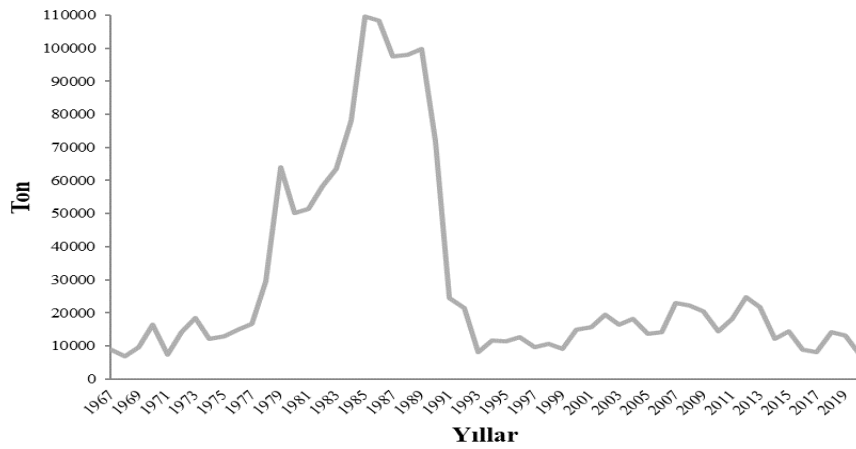
İstavrit ülkemiz için ticari önemi olan balık türlerinden birisidir. İnsan tüketimine ve balık unu yağı üretimine yönelik avlanan istavrit üretim miktarı açısından hamsi, palamut ve sardalyadan sonra 4. Sıradadır (URL-3). Artüz (1957) bazı pelajik balıklarımızda görülen av periyotları ile ilgili çalışmasında İstanbul balık halinde karaya çıkartılan av miktarlarını incelemiştir. 1911-1955 yılları arasını içeren kayıtlara göre istavrit 3 yıl az, 1 yıl orta ve 2 yıl iyi, daha sonra tekrar 1 yıl orta ve 3 yıl az şeklinde bir av periyodu göstermektedir (Şekil 8). Bu çalışmada 500 ton ve

üstü av miktarı iyi, 400 ton civarı orta ve 300 ton ve altı az av veren yıllar olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 8. 1911-1955 yılları arasında istavritte görülen av periyodu

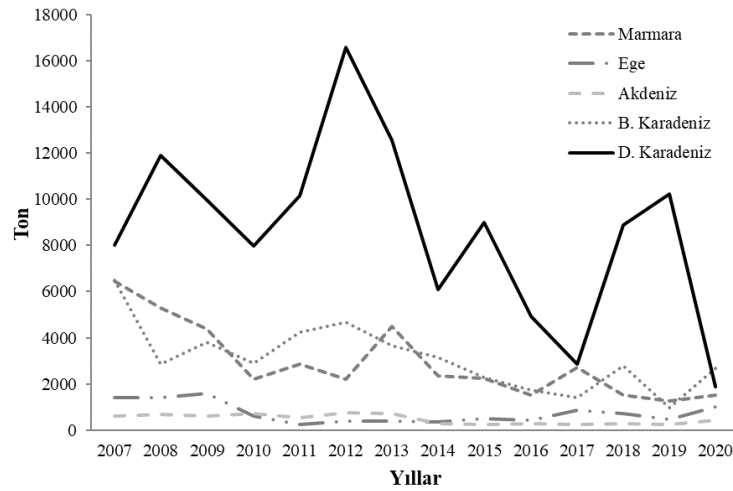
Son 53 yıllık TÜİK istatistiklerine göre toplam üretim 1967-1977 yılları arasında 10.000 ile 20.000 ton arasında iken, 1977 yılından sonra kademeli olarak yükselmiştir. 1985 yılında 109.500 ton av yapılmış fakat daha sonra 1993 yılında 8.000 tona kadar düşmüştür (URL-3), (Şekil 9). 1993 yılından günümüze kadar 8.000 ton ile 24.000 ton arasında av veren istavrit 2020 yılında 7.494 ton ile en düşük av değerini vermiştir. Bu düşüşte istavritin balık unu ve yağı elde edilmek amacıyla fabrikalara gönderilmesinin de etkisi vardır.



Şekil 9. Yıllara göre istavrit üretim miktarları

Ülkemizin her denizinde istavrite rastlamak mümkündür. Avcılığının en yüksek olduğu bölge Doğu Karadeniz’dir. Bunu sırası ile Batı Karadeniz, Marmara, Ege Denizi ve Akdeniz takip eder. 2019 yılı istatistiklerine göre Doğu Karadeniz’de 10213 ton, Batı Karadeniz’de 976 ton, Marmara Denizi’nde 1265 ton, Ege Denizi’nde 473 ton ve Akdeniz’de 250 ton istavrit av sezonu boyunca yakalanmıştır (URL-3), (Şekil 10). Doğu Karadeniz üretim miktarı 2019 yılında tek başına avın % 77,5’ ini oluşturmuştur. 2020 yılı istatistiklerinde ise durum değişmiştir. Doğu Karadeniz’de 1864 ton, Batı Karadeniz’de 2666 ton, Marmara Denizi’nde 1520 ton, Ege Denizi’nde 997 ton ve Akdeniz’de 446 ton istavrit av sezonu boyunca yakalanmıştır. Doğu Karadeniz’deki üretim miktarı 2020 yılında tek başına avın % 24,9’unu oluşturmuştur. Son 14 yılın deniz bölgelerine göre ortalaması alındığında Doğu Karadeniz toplam avın % 53,02’sinin avlandığı bölgedir.

Ülkemizde 1973 yılında ticari avcılığı düzenleyen ilk tebliğ yayınlanmıştır (Anonim, 1973). 1983 yılında 16 numaralı tebliğde ilk defa istavrit için 10 cm boy yasağı getirilmiştir (Anonim, 1983). Bir sonraki yıl yapılan düzenleme ile boy yasağı 11 cm olmuştur. 1985 yılında yenilenen tebliğde istavrit için boy yasağı 13 cm’ye çıkarılmıştır (Anonim, 1985). 1990 yılında 24 nolu tebliğ ile boy yasağı 11 cm indirilen istavrit (Anonim, 1990) 1992 yılında tekrar 13 cm boy yasağına dönmüştür (Anonim, 1992) günümüzde halen istavrit için 13 cm asgari avlanabilir boy yasağı mevcuttur.



Şekil 10. Denizlere göre istavrit üretim miktarları

1.3. Önceki Çalışmalar

İstavritin biyo-ekolojik özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Karadeniz’de yapılan çalışmalara baktığımızda Slastenenko (1956) istavritin 1 yaşında 10 cm uzunluğa ve 2 yaşında 13 cm uzunluğa ulaşabildiğini, üremesini Mayıs ile Ağustos ayları arasında olduğunu, pelajik olan yumurta çapının 0,84 – 1,1 mm arasında olduğunu tespit etmiştir.

Demir (1959) yaptığı çalışmada Karadeniz’deki istavrit türünün *Trachurus mediterraneus* olduğunu ve bu türün üremesini hem Karadeniz hem de Marmara’da gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Bektaş ve Beldüz (2008) yaptıkları genetik metotlu çalışmada Karadeniz’de avlanan istavrit balığının *Trachurus mediterraneus* olduğunu doğrulamıştır.

Yücel (1997) orta Karadeniz’de yaptığı çalışmada en küçük boyu 9,4 cm ve en büyük boyu 16,8 cm olarak tespit etmiştir. Ayrıca 8 yaş grubu tespit ettiğini ve 0-3 yaş grubunun örneklerin %90,41’ini oluşturduğunu söylemiştir.

Genç vd. (1999) Karadeniz’de istavrit için erkeklerde en fazla yaşı 6, dişilerde ise 5 olarak tespit etmişlerdir. Yakalanan bireylerin tamamında boy aralığı 6,6 – 19,3 cm arasında olduğu görülmüştür.

Şahin vd. (2009) yılında yaptıkları çalışmada doğu Karadeniz’deki istavritin gonadosomatik indeks, yaş ve büyümesini çalışmışlardır.

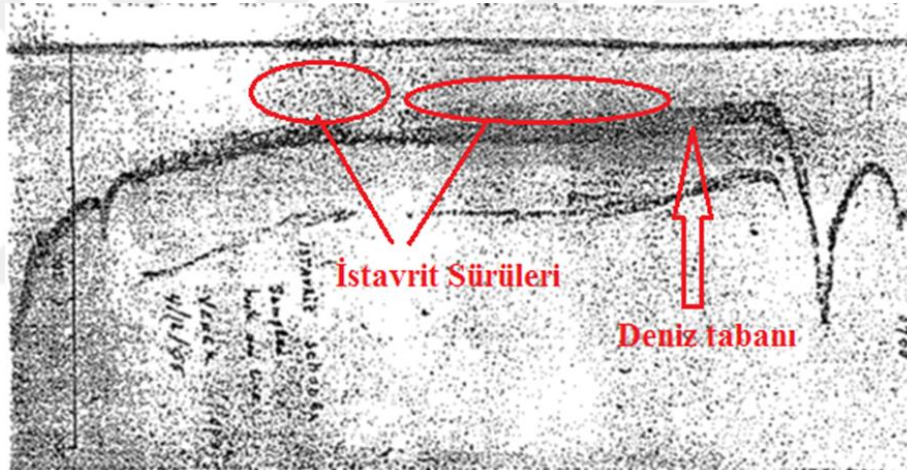
Yankova vd. (2010) Bulgaristan kıyısında yaş ve büyüme üzerine yaptıkları çalışmada yaş gruplarını 2+, 3+ ve 4+ olarak bildirmiştir. Erkeklerde en fazla yaşı 5+, dişilerde ise 6+ olarak tespit etmişlerdir.

Yıldız ve Karakulak (2018) yılında batı Karadeniz’de yaptıkları diptrolü balıkçılığında av kompozisyonu çalışmasında istavritin toplam av içindeki oranını % 2,56 olarak tespit etmişlerdir. Karadeniz’de Türkiye ve komşu ülkelerde istavrit ile ilgili biyo-ekojik çalışmalar yapılmış olmasına rağmen stok tahminine yönelik çalışmalar ve akustik çalışmalar oldukça azdır.

Akustik yöntem ile yapılan araştırmalar sadece bir türün stok miktarını tahmin etmekten çok bölgede bulunan küçük pelajiklerin tamamının tespitine yönelik yapılmaktadır. Bölgemizde yapılmış çalışmalarda yine küçük pelajikler araştırılmış ekonomik önceliğine göre hedeflenen türler raporlanmıştır. Yapılan çalışmalarda istavritin bulunduğu alanlar ve bolluk miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır (Aasen

vd., 1956).

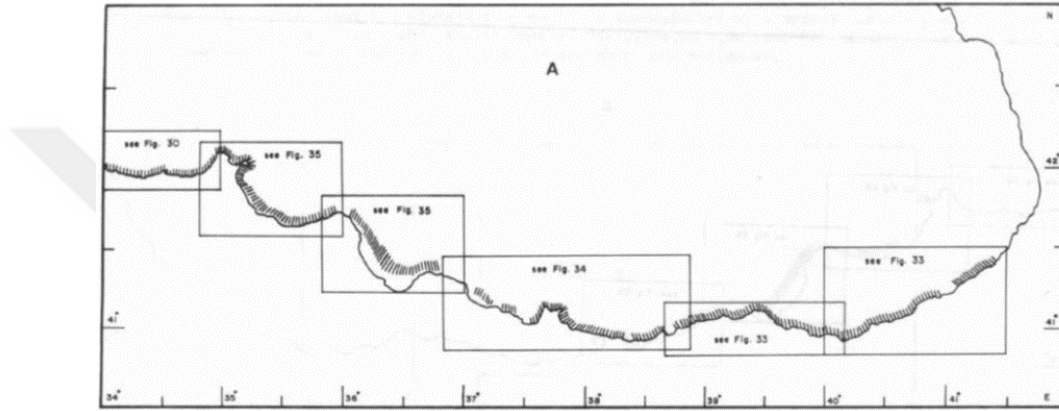
Aasen ve Akyüz (1956) “Karadeniz’deki oşinografik şartlar ve balıkçılık gözlemleri” adlı raporlarında Karadeniz’de sıcaklık klor ve oksijen parametrelerini inceledikleri plankton ve balık lokalizasyonlarını belirlemeye çalıştıkları görülmektedir. “R/V Arar” adlı gemi üzerine monte edilen bir ASDIC kullanılarak yapılan sörveylerde istavrit balığının Hopa ve Rize arasında bol bulunduğu dibe yakın büyük sürüler oluşturduğu fakat su sıcaklığının düştüğü derinliklerde sıcak üst tabakalarda bulunduğunu tespit etmişlerdir (Şekil 11). Yapılan trol örneklemeleri ile elde edilen balıklar üzerinde biyolojik incelemelerde yapılmıştır. Boy frekans 10-39 cm arasında değişirken ortalama boy $20,01 \pm 1,29$ cm olarak tespit edilmiştir. En yüksek yaşı 8 olarak vermişlerdir.



Şekil 11. Hopa civarında istavrit sürülerine ait tipik bir kayıt (04 Aralık 1955)

Aasen vd., (1956) bir sonraki yıl Karadeniz kıyı balıkçılığı üzerine yaptıkları çalışma raporunda R/S Arar gemisi ile ASDIC kullanarak balık sürülerini tespit ettiklerini ve balık sürülerinin lokalizasyonlarını belirlemeye yönelik çalıştıklarını belirtmektedir. Çalışma sonucunda çok az sürü ekosu tespit edilmiş ve bu durumun balıkçıların gözlemleri ile örtüştüğü görülmüştür. Karadeniz’de balıkçılığın izlenmesi için en önemli adımlardan birisinin su sıcaklıklarının düzenli takibi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Türkiye Karadeniz sahilindeki balık avcılığını arttırmaya yönelik planlama yaptığıında, sürü tespiti ve avcılığı için modern cihaz ve donanım kullanımını desteklemesi gerektiği belirtilmiştir.

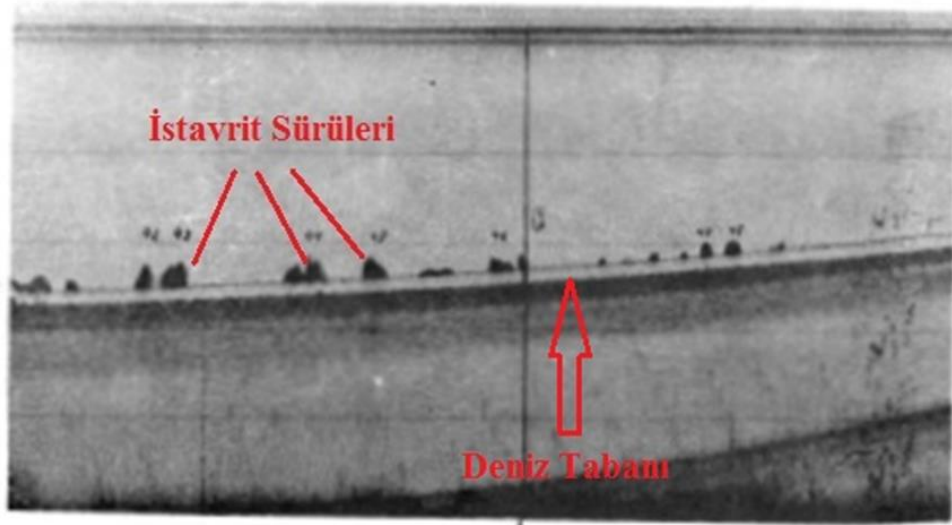
Johannesson ve Loose (1973) Karadeniz'in güney kıyıları ve Marmara'nın kuzey kıyılarında hamsi ve istavrite ait bolluk tahmini ve davranışlarına ilişkin çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada yine R/V Arar gemisi üzerine 120 kHz frekansında Simrad yankı sayar ve trol donanımı kullanmışlardır. Üçgen hatlar çizilerek akustik tarama yapılmış ve trol örnekleme alınmıştır. Samsun ile Hopa arasındaki 357 nm²'lik sahada 305.000 ton istavrit olduğunu tahmin etmişlerdir. Bu sahanın hemen her kısmında istavrit sürüsüne rastlanılmıştır (Şekil 12).



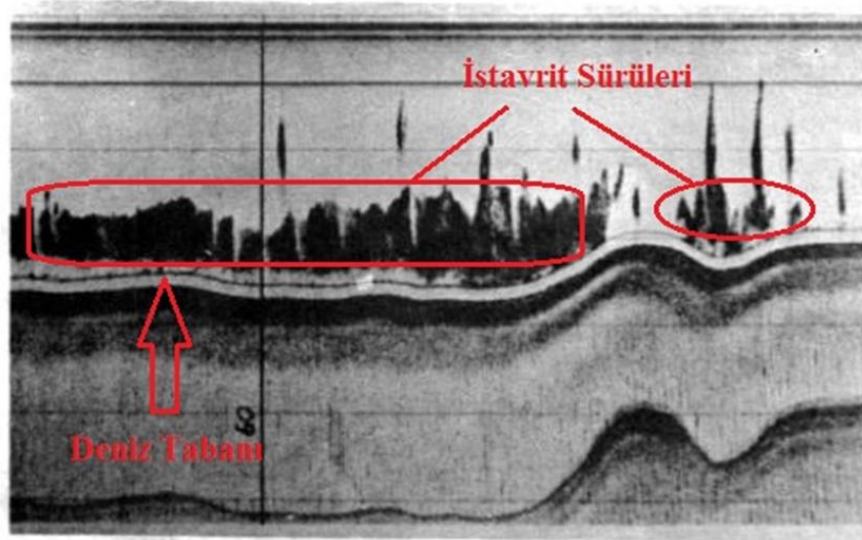
Şekil 12. Mayıs 1973 tarihinde yapılan sörveyde tespit edilen istavrit sürüleri

Sinop'un batısında küçük sürülere (Şekil 13), Doğu Karadeniz'de ise büyük sürülere (Şekil 14) rastlanmıştır. Yaklaşık bir ay sonra yapılan ikinci seferde ise istavritin kıyıya daha yakın sürüler oluşturduğu tespit edilmiştir (Johannesson ve Loose, 1973).

Ünlüata vd., (1996) "Karadeniz'de Stok Tayini" projesi kapsamında pelajik stoklarında büyüklüğünün tahmini için balıkçılık akustiği kullanmış ve hamsi için stok tahmininde bulunmak için model geliştirilmiştir. 1989 – 1994 yılları arasında Karadeniz'in güney kıyılarında kış aylarında akustik seferler yapılmıştır. Tüm sahada Kasım 1989 seferi için 32.000 ton, Şubat ve Kasım 1990 seferlerinde 28.000 ve 14.800 ton, Ocak 1992 seferinde 36.000 ton, Ocak 1994'te ise 12.000 ton hamsi tespit etmişlerdir. Elde edilen bilgilerden istavrit için en yüksek ürün (MSY) modeli çalışılmış ve sürekli en yüksek ürün miktarı 20.000-30.000 ton olarak tespit edilmiştir.



Şekil 13. Batı Karadeniz'deki küçük istavrit sürüleri



Şekil 14. Doğu Karadeniz'deki büyük istavrit sürüleri

Stepnowski vd., (1993) Güney Karadeniz'deki pelajik stok kaynaklarının eko integrasyon ile değerlendirmesi çalışmasında istavrit türü için hedef yansıtma gücü (TS) değerini doğu kıyılarında 13,23 cm ortalama boy için -42,65 dB olarak belirlemiş ve Sinop İnceburun ile Hopa arasındaki toplam sahadaki stok miktarını yaklaşık 6.768 ton olarak hesaplamışlardır.

Lillo vd., (1996) yılında Şili sahili boyunca pelajik balık türlerinin boy ve TS dağılımlarını ve bunların ilişkilerini incelemişlerdir. Bölgede mevcut bir istavrit türü olan *Trachurus symmetricus murphyi* türü için TS değeri hesaplamasında kullanılan

b_{20} sabitini -68,91 olarak tespit etmişlerdir.

Axelsen (2003) yılında Namibya kıyılarında yaptığı deneysel çalışmada yankısayara ait transducer kısmını dibe yakın istavrit (*Trachurus capensis*) sürülerinin üzerine indirerek TS değerini hesaplamıştır. Beklenenden oldukça düşük çıkan bu değerlerden b_{20} değerlerini $-76,0 \pm 1,3$ olarak tespit etmiştir.

Ticina vd (2006) doğu Adriyatik Denizinde Hırvatistan suları boyunca küçük pelajik stokların tahminine yönelik MEDIAS protokolüne uyarak akustik sörvey yapmışlardır. Bu çalışmada hedef türler olan hamsi, sardalya ve çaça balıklarının stok miktarlarını sırası ile 57.373-106.359 ton, 131.004-295.950 ton ve 528-1.518 ton olarak tespit etmişlerdir.

1.4. Karadeniz'in Genel Özellikleri

Karadeniz Asya kıtası ile Avrupa kıtasının birleştiği alanın güneyinde, $40^{\circ} 55' - 46^{\circ} 32'$ kuzey enlemleri ile $27^{\circ} 27' - 41^{\circ} 42'$ doğu boylamları arasında kalan dünyanın en büyük iç denizidir. Güneyinde İstanbul boğazı ile Marmara denizine, kuzeyde Kerç boğazı ile Azak denizine bağlanır. En uç uzaklıkları kuzey güney yönünde 611 km, batı doğu yönünde 1149 km'dir. Türkiye sınırları içinde kalan kıyı uzunluğu 1695 km'dir (Şekil 15).



Şekil 15. Karadeniz'in genel görünümü

Karadeniz'in en derin yeri 2212 m olup ortalama derinliği 1300 m'dir. Yüzey alanı 423.000 km^2 'dir. Karadeniz havzasının toplam hacmi 537.000 km^3 'dür. Kıta

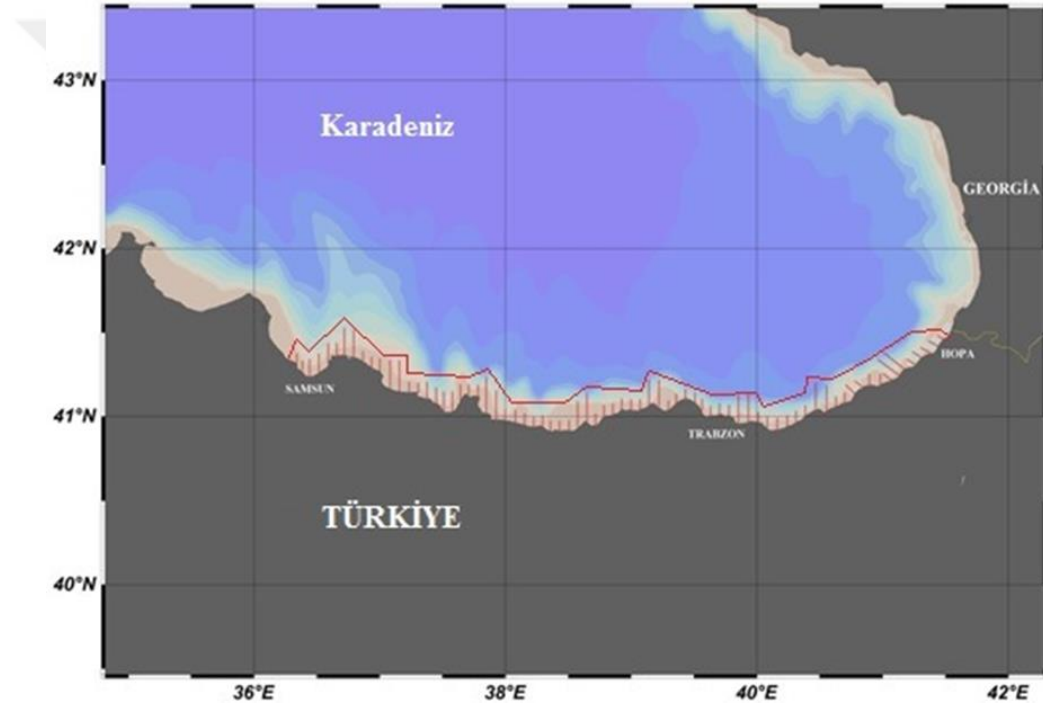
sahanlığının dar olduğu Karadeniz’de derinliğin 200 m’den az olduğu alanlar toplam alanın % 27’si kadardır (Balkas vd., 1990). Sadece kuzeybatı alanlarında sıklıklar mevcuttur. Yüzey suyu tuzluluğu, kışın ortalama ‰ 18-18,5 civarındadır. Karadeniz’in kuzeybatısında tuzluluk daha düşük olup ‰13-15 oranındadır. İstanbul boğazı ve Anadolu kıyılarındaki tuzluluk ‰17,25-17,50 civarındadır (Erüz, 1992). Ortalama sıcaklık, verimli olan yüzey tabakasında 15,4 °C’den, 50-75 m arasında bulunan termoklin tabakasının ortasında 7,0 °C’ye düşmektedir (Boguslavskiy vd., 1982). Karadeniz’in önemli bir özelliği de 150 m derinlikten sonra anoksik olmasıdır. Bu derinlikten daha derinlerde hidrojen sülfür (H₂S) gazının varlığı ve oksijenin hızla azalması biyolojik verimliliği sınırlamaktadır. Bu nedenle bentik tür çeşitliliği azdır (Balkas vd., 1990). 150 m derinlikten daha derinde kalan %87’lik bölümde balık türleri bulunmamaktadır. Geri kalan %13’lük kısımda 127 balık türü yaşamaktadır (Prodanov, 2004).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Sahası

Çalışma güney doğu Karadeniz’de, Samsun il merkezinin batısından (36°10’ Doğu boylamı), doğuda Gürcistan sınırına kadar (41°32’ Doğu boylamı) olan sahada kıyıdan itibaren 10 nm (deniz mili) sahayı kapsamaktadır (Şekil 16). Saha çalışmaları 1-15 Kasım 2013, 15-30 Kasım 2014 ve 1-15 Aralık 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 16. Çalışma sahası

2.1.2. Araştırma Gemisi

Çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne (TAGEM) bağlı Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü’ne (SUMAE) ait Sürat Araştırma – 1 gemisi ile yürütülmüştür. Gemi 28,60 m boyunda 720 HP gücündedir. Gemi en fazla 10 kt (knot) hız yapabilmektedir. Gemi üzerinde bilimsel kapasiteli yankısayar, trol takip sistemi, hidrolik kontrollü trol vinç ve ırgatları, elektrik kontrollü vinç (CDT için), dip ve orta su trol ağları ile çeşitli derinliklerden su parametreleri ölçümleri yapabilen bilgisayar destekli su analiz

probu (CTD) bulunmaktadır. Ayrıca gemide ıslak biyoloji ve kimya laboratuvarı da mevcuttur (Şekil 17).

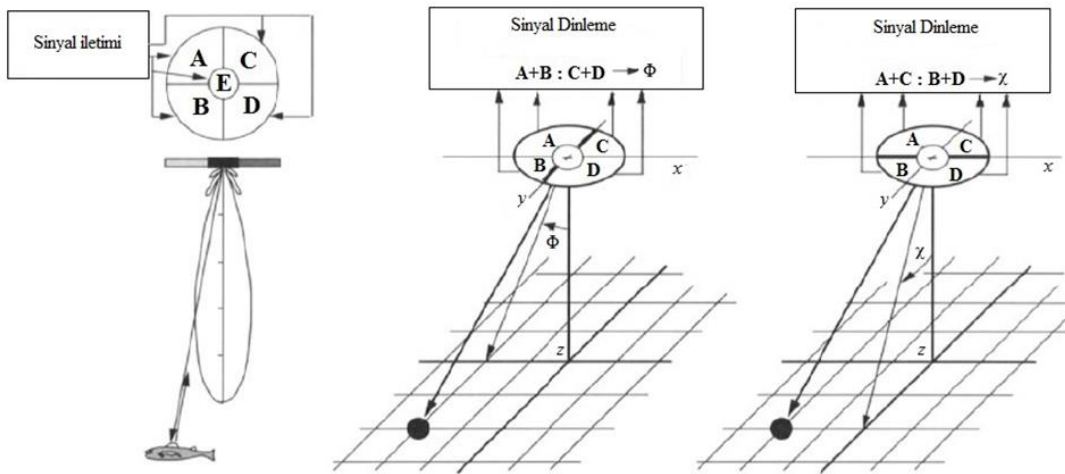


Şekil 17. R/V Sürat Araştırma – 1 (Orijinal)

2.1.3. Kullanılan Ekipman

Yankı sayar:

Akustik araştırmalarda kullanılan bölünmüş ışınlı yankı sayarların (split-beam echosounder) genel çalışma prensibi, yankı sayarın tüm yüzeyinden gönderilen ses dalgası hedefinden yansıdıktan sonra yankı sayarın 4 parçadan oluşan yüzeyinden algılanmaktadır. Bu dört yüzeye geri gelen ses ekosunun yatay düzlem ile yaptığı açı Φ (Fi) ve düşey düzlem ile yaptığı χ (İks) açısı hesaplanarak hedef objenin konumu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır (Şekil 18) (Medvin ve Clay, 1998).



Şekil 18. Bölünmüş ışınlı (Split beam) yankı sayar çalışma tekniği

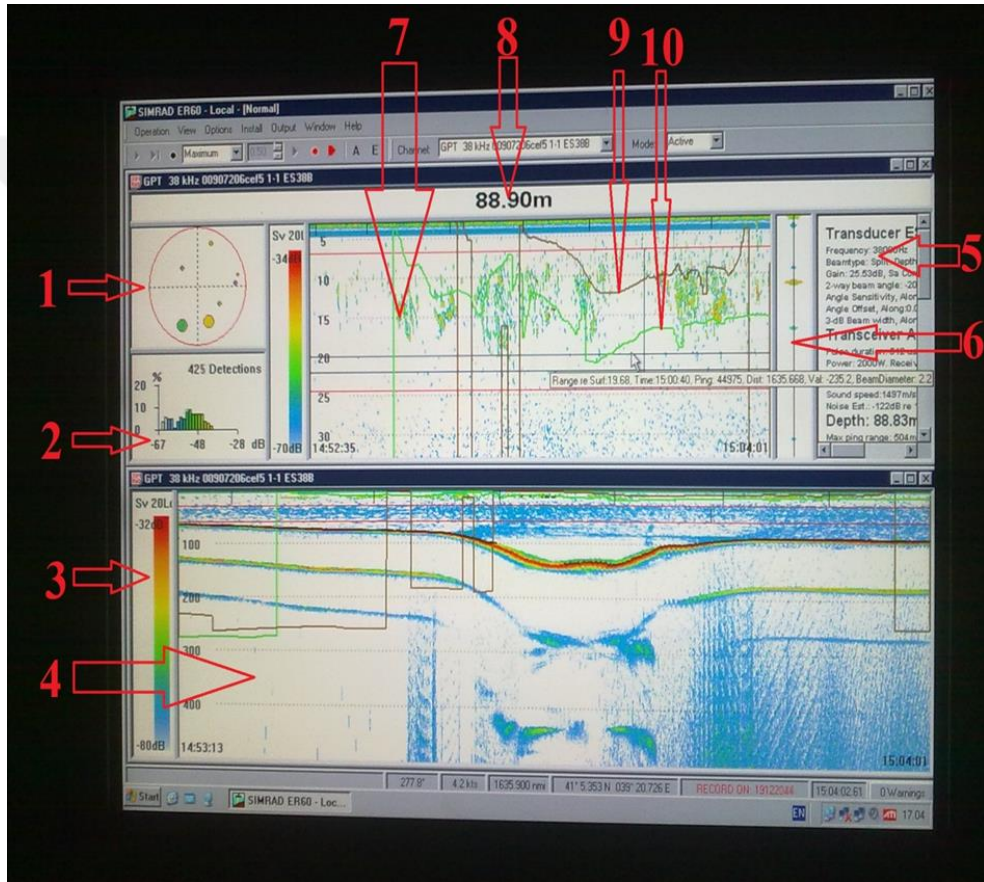
Bu çalışmada SİMRAD EK-60 bölünmüş ışınli yankı sayar (split beam echosounder) kullanılmıştır. Sistem üzerinde entegre 38 kHz frekansında çalışan SİMRAD dönüştürücü (transducer) takılıdır (Şekil 19). 38 kHz frekans özellikle küçük pelajikler için kabul gören frekanstır. Dönüştürücü çenek açısı (ses sinyalinin gönderilme açısı) 7 derecedir ve 2000 Watt gücündedir. Elde edilen eko-gramlar sisteme bağılı bir bilgisayara kaydedilmiştir.



Şekil 19. 38 kHz transducer gövdesi (a) ve suya temas eden yüzeyi (b) (Bilim-2 araştırma gemisinden derlenmiştir, 2011)

Sistem çalışırken yankı sayarın bağılı olduğı bilgisayar ekranında çeşitli pencereler görülmektedir (Şekil 20). Bu ekranda tespit edilen sürünün konumu 1 nolu pencere üzerindeki dairesel diyagramdan görülebilmektedir. Tespit edilen sürünün büyüklüğü ve yansıttığı enerjiye göre grafik içindeki çemberlerin çapı ve rengi değişmektedir. 2 no'lu grafik, her 1 millik mesafe için tespit edilen balıklardan yansıyan enerjinin % değeridir. 3 no'lu dikey renk grafiğı akustik duyma için ayarlanabilen eşik değerini gösterir. 4 no'lu ana görüntü genel akustik ekran görüntüsüdür ve tüm deniz sahası görülmektedir. 5 no'lu ekranda yankı sayarın çalışma özelliklerini ve yoğunlaşmak istediğimiz derinlik hatlarının ayarları görülmektedir. 6 no'lu grafik deniz tabanını ve ekoları yakaladığımız derinliğı göstermektedir. 7 no'lu grafik su kolonu içerisinde istenen bir derinlik alanına yakından bakmak için kullanılmaktadır. Özellikle orta su trol ağı ile istenilen balık sürülerinin yakalanabilmesi için bu ekran kullanılır. 8 no'lu ok işareti ile gösterilen satır derinliğı, 9 ve 10 no'lu ok işaretleri sırası ile mantar yaka ve kurşun yakada bulunan orta su trol sensörlerinin mevcut derinliklerini göstermektedir.

Sörvey esnasında orta su trolü kullanılarak tespit edilen istavritlerden örnek alınmıştır. Bu orta su trol ağı araştırma amaçlı olarak Akdeniz Genel Balıkçılık Komisyonu'nun (GFCM) MEDIAS (Mediterranean Acoustis Survey on Small Pelagics) protokollerine uygun donatılmıştır. MEDIAS protokolünde av aracı ve av operasyonu için belirlenen kriterler Tablo 1'de verilmiştir. Karadeniz için modifiye edilen orta su trol ağının torba kısmı kör gözlü ağ ile donatılmıştır. Bu sayede her boy grubundan örneklenmiştir.



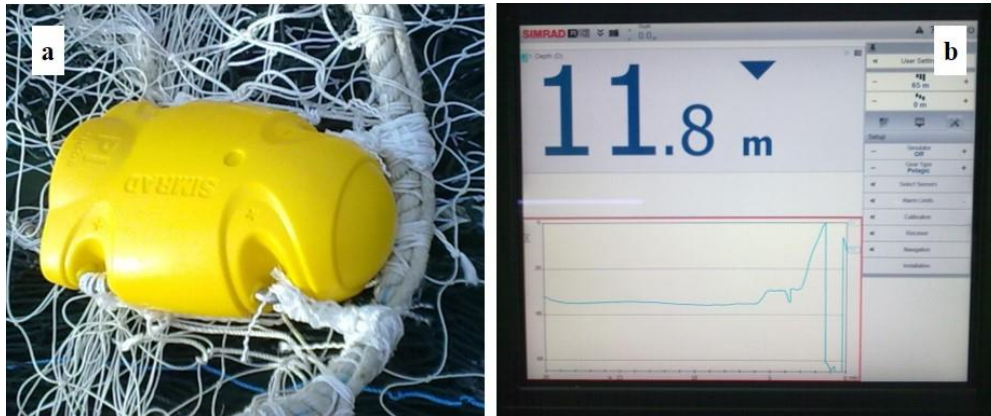
Şekil 20. Akustik ekran

Tablo 1. MEDIAS protoklü av aracı ve av operasyon özellikleri.

Av aracı ve av operasyon özellikleri	Ölçüt
Hedef Türler	Küçük pelajikler (İstavrit, hamsi, çaça)
Diğer Türler	Lüfer, palamut, tırsi, vb.
Av Aracı, torba ağ göz açıklığı	24 mm
Orta su trolü dikey ağz açıklığı	9 m
Ağ takip sistemi	Var. (PI 50)
Örnekleme süresi	30dk.
Gemi hızı	3-4,5 kt.
Örnekleme yoğunluğu	Ekogramlar tanımlanabilir olmalı, Popülasyon yapısı görülebilmeli, Tür kompozisyonu görülebilmeli, Yeterli numune alınabilmeli

Ağ Takip Sistemi:

İstenilen örneklerin yakalanabilmesi için SİMRAD PI 50 ağ takip sistemi kullanılmıştır (Şekil 21). Sistem su altında aktif olan ve ses sinyalleri ile derinlik bilgisi veren sensörlerden oluşur. Bu sensörler ağın mantar ve kurşun yakasına takılırlar. Okunan iki sensöre ait derinlik bilgileri arasındaki fark trol ağının dikey ağz açıklığını verir.



Şekil 21. Ağ içerisinde sinyal veren sensör (a) ve ekran üzerinde derinliğin okunması (b)

Orta Su Trolü:

Örnekleme yapılırken kullanılan orta su trolünün ağız açıklığı dikeyde 9 m, yatayda 16 m olup, torba kısmı kör gözlü ağ ile donatılmıştır. Trol kapıları uçar kanat şeklindedir ve her biri 250 kg ağırlığındadır.

CTD:

Çevresel su parametrelerinin (sıcaklık ve tuzluluk) derinliğe bağlı değişimlerinin ölçülebilmesinde CTD (Sea Bird SBE 25 CTD) kullanılmıştır (Şekil 22). Karadeniz'in tabakalı yapısı sebebi ile oksijenli su tabakasının altında oksijen seviyesi hızla düşmekte ve hidrojen sülfürlü tabaka başlamaktadır (Yılmaz, 2002). 150-200 m'nin altında çözülmüş oksijen olmaması sebebi ile Karadeniz dünyanın en büyük oksijensiz su kütesidir (Kıdeyş, 2002). Bu sebeple ölçümler balık varlığı bakımından önemli olan yüzeyden itibaren ilk 150 m'de alınmıştır.



Şekil 22. SBE 25 Plus CTD

Trol ağından çıkan toplam avın tartılmasında 0,05 kg hassasiyetli asma tartı kullanılmıştır. Elde edilen balıkların laboratuvar ölçümlerinde 0,1 cm hassasiyetli balık ölçüm cetveli ve 0,01 gr hassasiyetli terazi kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Örnekleme Stratejisi

İstavrit balığı avcılığının Türkiye kıyılarında en yoğun yapıldığı kısım Doğu Karadeniz kıyı şerididir. Bu sahada kışın dar bir alana sıkışan istavrit hem akustik veri elde etmek hem de orta su trolü ile örnekleme yapmak için ideal bir pozisyonadadır. Karadeniz’e ait akustik sörvey için bir yöntem belirlenmediği için Akdeniz’de uygulanan MEDIAS (Mediterranean Acoustic Survey on Small Pelagics: Akdeniz’de Küçük Pelajikler için Akustik Sörvey) protokolleri (MEDIAS, 2010) modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu protokolde sörvey dizaynı ile ilgili maddeler Tablo 2’de verilmiştir.

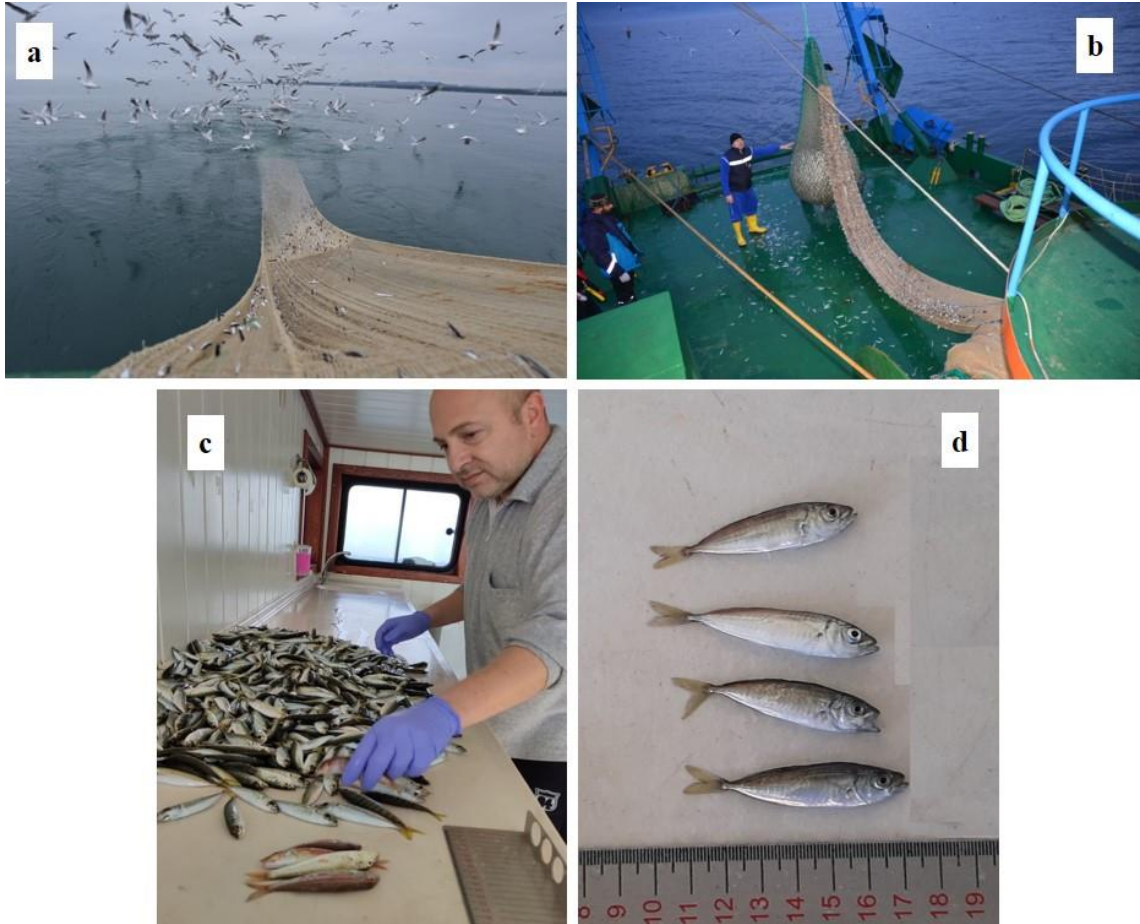
Tablo 2. MEDIAS protokolüne göre planlanan sörvey dizaynı.

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. olmalıdır.
Akustik örnekleme için günün saati	Gündüz (özel bir sürü yapısına bağlı değilse)
EDSU (Elementary Distance Sampling Unit: Temel örnekleme mesafesi)	1 nm.
Dip derinliğine göre kıyıya uzaklık	Minimum 10 m.
Minimum ekogram alma derinliği	10 m. (Gemiye göre değişiklik gösterebilir)
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) tarafından önerilen optimizasyon metodu kullanılarak 7-8 kt hızla seyir yapılarak kıyıya dik hatlar çizilmiştir. Sahadaki dağılımı görmek için 10 nm’lik uzun hatlar (Transect: Rota bacakları) ve 3 nm’lik kısa hatlardan oluşan dikey hatlar kullanılmıştır. Bu hatların bir birine olan uzaklıkları ise balık yoğunluğuna göre 1 nm ile 3 nm arasında değişiklik göstermektedir. Özellikle yoğun sürülerin bulunduğu sahalarda 1 nm aralıklı sık hatlar taranarak daha çok veri elde edilmiştir. Bu taramalar Doğu Karadeniz’de kış

sezonunda her yıl aynı dönemde (Kasım ile Aralık ayı içerisinde) gerçekleştirilmiştir.

Her gün 3 kez 30 dakika süre ile orta su trol çekimi yapılmıştır (Şekil 23). Orta su trol operasyonları esnasında istenilen derinlikteki sürüden örnek almak için SİMRAD PI 50 trol takip sistemi kullanılmıştır. Bu sistem ile trol operasyonları esnasında trol ağının ağız açıklığı ve derinliği kontrol edilerek istenilen yerden örnekleme yapılabilmektedir. Her akustik hat üzerinde hattın başında ve sonunda CTD ile su parametreleri (sıcaklık ve tuzluluk) ölçülmüştür.



Şekil 23. Trol ağının çekilmesi (a) sonrasında ağın torba kısmında biriken av kaldırılıp gemiye alınmıştır (b). Türlerin ayrımı yapıldıktan sonra (c) istavritlerin boy ölçümleri yapılmıştır (d) (Orjinal)

2.2.2. Akustik Verilerin Alınması ve Analizi

Kalibrasyon İşlemi:

Akustik verilerin doğruluğu için sefer başlangıcında EK 60 akustik yankı sayarın kalibrasyonu yapılmıştır. Bölünmüş ışınli yankı sayar üzerindeki her

bölgenin gelen ses dalgalarını eşit aldığından emin olunmalıdır. Burada ses sinyallerini etkileyebilecek doğal olayların da (sıcaklık, tuzluluk) ölçülmesi ve sisteme kaydedilmesi gerekmektedir. Araştırma gemisi akustik olarak sessiz bir alanda yaklaşık 40 m derinliğin olduğu bir bölgede demir atar ve makinelerini kapatır. Yankı sayar hedef yansıtma şiddeti (TS) bilinen 60 mm çapında bakır bir küreyi (Şekil 24) su altına (20-25 m arası) akustik olarak seslendirilen alana indirilir ve üzerine ses sinyalleri gönderilip yansımalar ölçülür (Şekil 25) (Simrad, 2012).

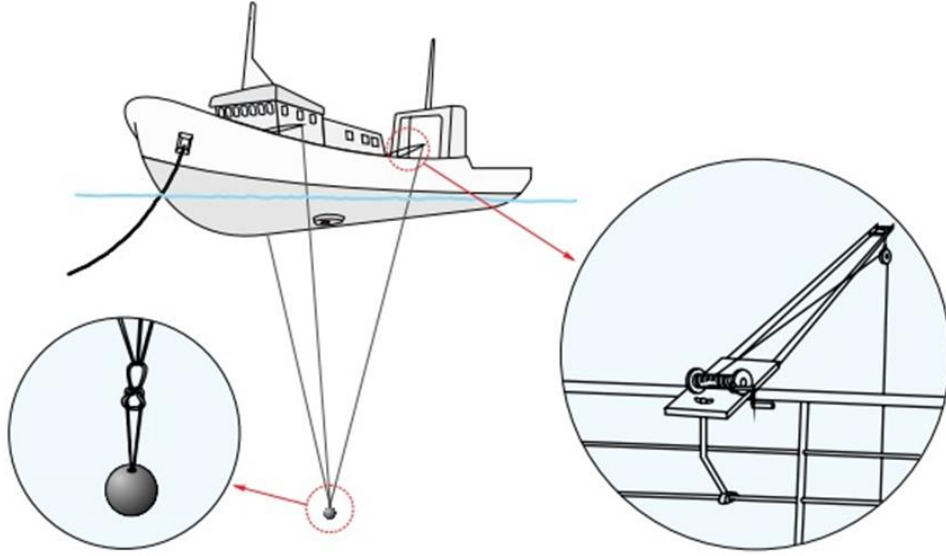


Şekil 24. Bakır kalibrasyon küresi (60 mm çapında)

Bu bakır kürenin standart TS değeri -33,6 dB' dir. Farklı frekans ile çalışan yankı sayarlar farklı çapta bakır küreler ile kalibre edilmektedir. Farklı çaptaki kürelerin TS değerleri Tablo 3' te verilmiştir.

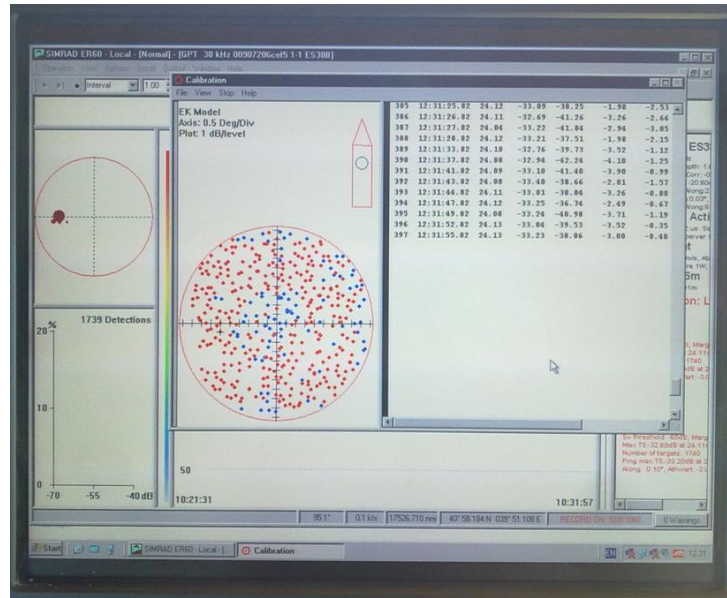
Tablo 3. Kalibrasyon kürelerine ait TS değerleri.

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



Şekil 25. Kalibrasyon küresinin su altındaki konumu.

Burada iki ses sinyali arası süre (ping rate) ilk gönderilen sinyalin yansıması algılanmadan ikinci sinyal gönderilmeyecek şekilde ayarlanır. Bakır küre geminin altında gezdirilerek her seslendirilen alanın her noktasından yankı alınır (300-500 yankı). Tüm alan tamamlandıncaya kalibrasyon kaydedilir (Şekil 26)



Şekil 26. Kalibrasyon ekranında kürenin konumu merkez hat üzerinde iskele tarafta görülmektedir

Sefer:

Sefer başlangıcında akustik cihazlar gemi elektrik sisteminden etkilenmemeleri için gemi gövdesi dışından deniz suyuna topraklanır. Bu sayede diğer cihazlar ve geminin kendi elektrik yükünden kaynaklı parazitler bertaraf edilmiştir.

Akustik hatlar üzerinde ilerlenirken su kolonuna ses sinyalleri gönderilmeye başlanır. Bu sinyallerin sıklığı çalışılan alanın derinliğine göre ayarlanır. Sesin deniz suyu içerisinde hızı yaklaşık 1500 m/sn'dir. 750 m derinlikte ses sinyalinin gidip gelmesi 1 sn sürecektir ve gönderilecek ikinci ses sinyalinin üzerine binecektir. Bunun önlenmesi için bu derinlikten daha derin yerdeki sularda iki sinyal arası süre arttırılmıştır. Sığ alanlarda ise 0,3 sn aralığa kadar ses sinyalleri gönderilmiştir. Ayrıca sisteme verilecek komut ile istenilen derinlikten daha derin yerlerden gelen ekolar kayıt dışı bırakılmıştır. Daha önce belirlenen akustik hatlar (Transect) üzerinde kavitasyon kaynaklı akustik gürültüye maruz kalınmayacak hızlarda eko kayıtları biriktirilmeye başlanır. Elde edilen akustik kayıtlar günlük ayrı klasörler halinde depolanmıştır.

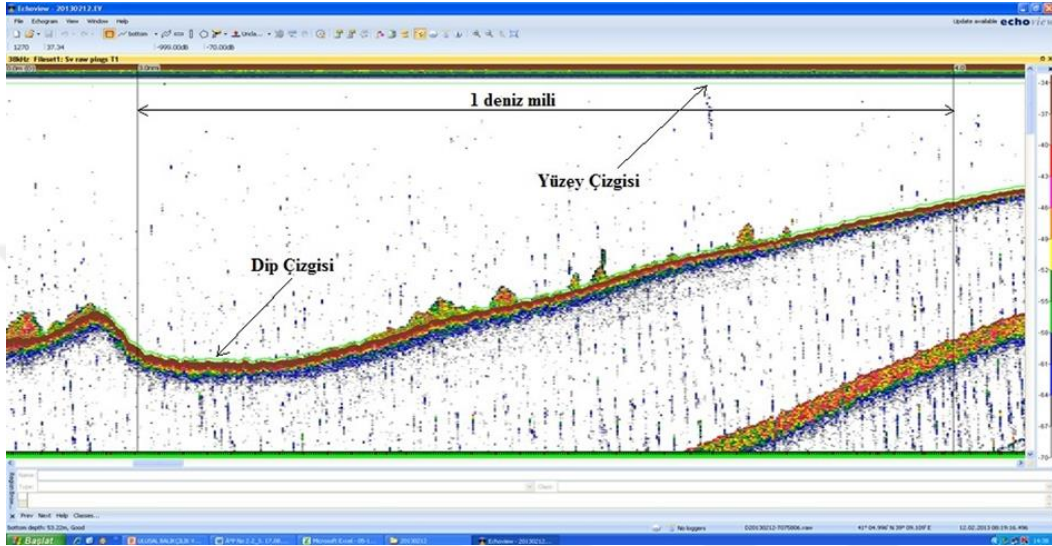
Analiz:

Kayıt edilen akustik veriler Echoview 5.0 adlı program üzerinde analiz edilmiştir. Bu ekogram üzerinde deniz yüzeyi ve tabanı, balık sürüleri ve su içerisinde bulunan tüm cisimleri gösterir.

Balık sürülerinin geri yansıttığı enerji miktarına “alan geri yansıtma gücü” (area scattering coefficient) denir. Her bir balığın 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 biyokütleinin hesaplanmasında kullanılmıştır. NASC değerinin bulunması için önce balıkların haricindeki kaynaklardan gelen sinyaller temizlenmiştir.

Ekogramların filtrelenmesi bazı aşamalardan oluşmaktadır. Çok küçük partiküllerden gelen sinyallerin ayıklanması için eşik değeri 38 kHz'lik transducer için -68,7 ile -71,2 dB arasında belirlenmiştir. Ekogram üzerinde derinliğe bağlı olarak analiz yapılmaktadır. Yüzey kısmının akustik anlamda parazitli olması sebebi ile yüzeyden ilk 1m'lik alan filtrelenmiştir. Deniz tabanında ise dip balıkları ve

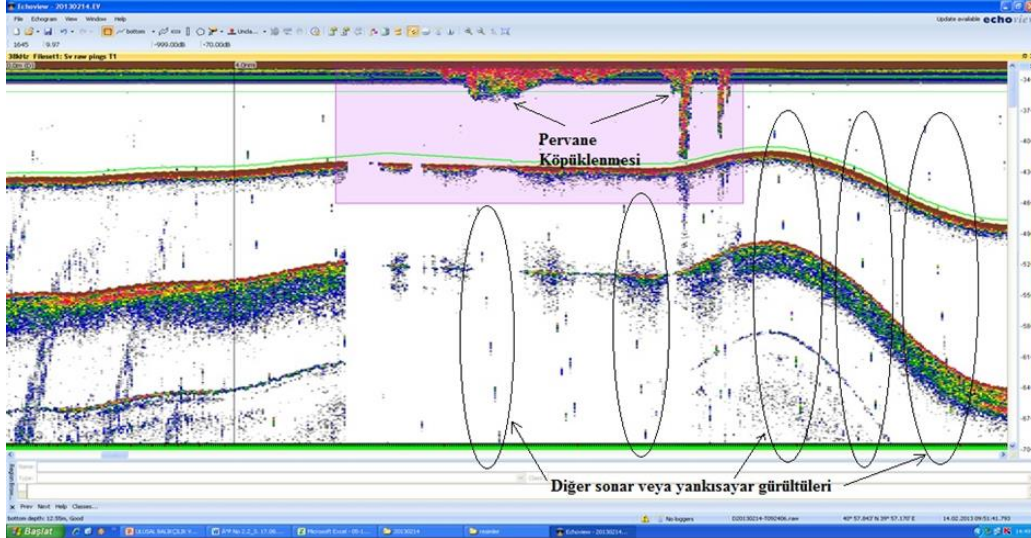
tabandan gelen yankıların karışması sebebi ile otomatik belirlenen dip hattının üzerine 0,5m'lik yeni bir dip çizgisi çekilmiş ve bunun aşağısı filtrelenmiştir. Bu kısma dahil olmuş balık sürüleri göz ile kontrol edilerek hesaplamalara dahil edilmiştir. Filtre edilen saha içindeki veriler hesaplama dahil edilmemiştir (Şekil 27).



Şekil 27. Dip ve yüzey hatlarının belirlenmesi ve 1 nm'lik gridlerin oluşturulması

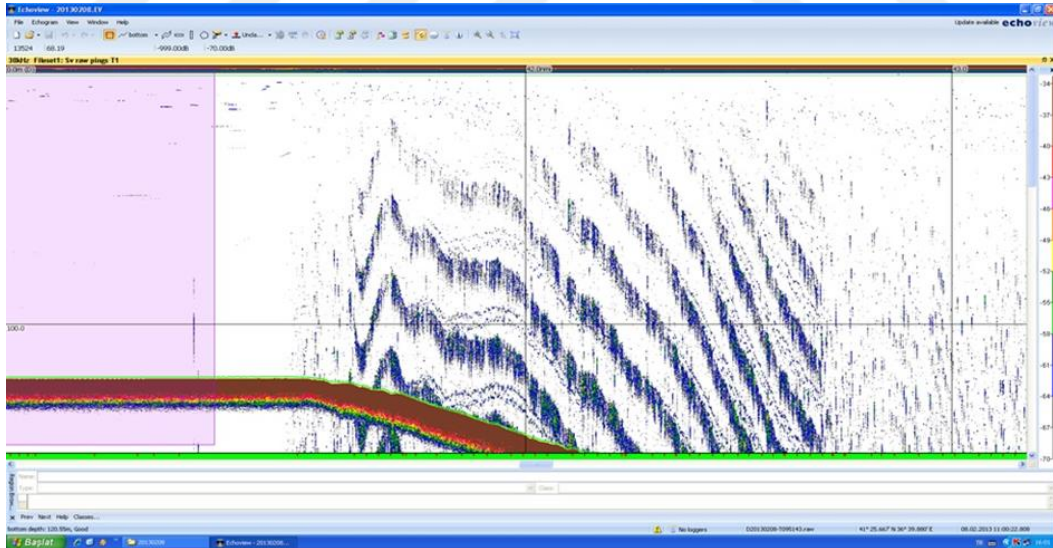
Ekogram filtrelendikten sonra eşit aralıklı gridlere ayrılır. Küçük pelajikler yoğun çekirdekleri olan birkaç küçük sürü halinde hareket ederler (Petitgas ve Levenez, 1996; Petitgas, 2003). Balık dağılımını analiz ederken her küçük sürü kendi örnekleme ünitesi içinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada temel örnekleme mesafesi (EDSU) 1 nm olarak alınmış ve ekogramlar 1'er nm'lik alanlara gridlenmiştir (Burgos ve Horne, 2008).

Ekogramlar filtrelendikten ve gridlere ayrıldıktan sonra gürültü kaynaklarının temizlenmesine başlanır. Şekil 28'de kendi gemimizin tornistan yapmasından kaynaklı pervane köpüklenmesinin etkisi görülmektedir. Gemi altına giren baloncuklar dip çizgisinin dahi okunamamasına sebep olabilirler. Ayrıca geminin seyrüsefer için kullandığı diğer yankı sayarın oluşturduğu parazitlerde eko-gramın kalitesini bozabilir (Şekil 28).



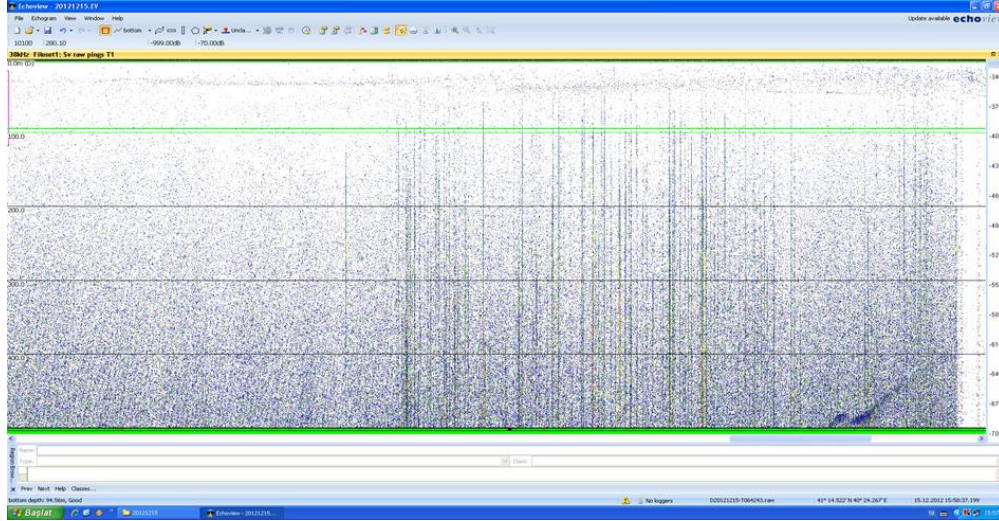
Şekil 28. Pervane tornistan köpüklenmesi ve diğer sonar veya yankı sayar kaynaklı parazitlenme

Hız optimizasyonuna uygun davranılmadığı durumlarda veya akıntı yönü itibari ile hızın düşük fakat pervane devrinin yüksek olduğu durumlarda pervane kavitasyonu kaynaklı gürültüler oluşabilir (Şekil 29). Bu durumlarda en ideal çözüm bu gürültü ekosü kaybolana kadar hızı düşürmektir.



Şekil 29. Yüksek hızlarda ortaya çıkan pervane gürültüsü

Deniz memelilerinden kaynaklanan gürültüler farklı bir karakteristik yapıya sahiptir. Dikey tek bir sütun şeklinde kendilerini belli ederler ve özellikle yunuslar farklı frekanslarda sesler üretebildikleri için şiddetleri değişken olabilir (Şekil 30).

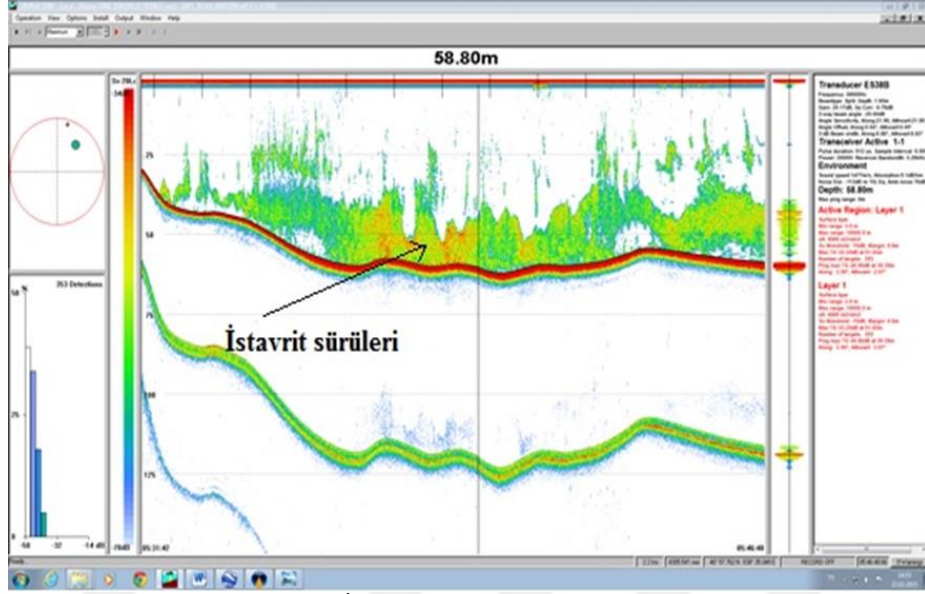


Şekil 30. Deniz memelilerine ait gürültüler

Küçük pelajik balıklar sürü halinde hareket ederler (Freon ve Misund, 1999). Bu sürülerin eko enerjisi merkezden çevreye doğru düşen eliptik, enlemesine çubuk şeklinde kıvrımlı, balya şeklinde olmaktadır. Sürü aktivitesine göre şekil değişiklikleri olabilir. Ekogram üzerinde sürülerin belirlenmesi el ile veya otomatik yapılabilir. Otomatik sürü belirlemede programın SHAPES (Shoal analysis and patch estimation system: Sürü analizi ve tahmin sistemi) modülü (Barange, 1994; Coetzee, 2000) kullanılmıştır. Akustik ekrandan izlenen en küçük sürülerinde belirlenebilmesi için sürü belirleme kriterleri minimumda tutulmuştur. Bu kriterler sürü yüksekliği, sürü uzunluğu ve iki sürü arasındaki yatay ve dikey mesafe olarak tanımlanabilir. Sürüler otomatik olarak belirlense de hepsi el ile kontrol edilmiştir (Şekil 31). Sürü belirleme kriterleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. İstavrit için sürü belirleme kriterleri.

Sürü belirleme kriterleri	Birim
Minimum toplam sürü uzunluğu	7.0 m
Minimum sürü yüksekliği	1.0 m
Minimum aday sürü uzunluğu	7.0 m
Minimum aday sürü yüksekliği	1.0 m
Maksimum iki sürü arası yatay mesafe	5.0 m
Maksimum iki sürü arası dikey mesafe	10.0 m



Şekil 31. İstavrit sürülerinin görünümü

Akustik olarak belirlenen balık sürülerinin hangi tür olduğunun belirlenmesi için orta su trolü örnekleme yapılmıştır. Bu sayede hem tür tespit edilmiş hem de toplam stok miktarının hesaplaması için gerekli boy frekans ve boy ağırlık verileri elde edilmiştir. Tür davranışlarının gece ve gündüz farklı olduğu düşünülerek gece ve gündüz orta su trolü örnekleme yapılmıştır. Ortalama TS değerinin bulunması için ortalama balık boyunun bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik ölçümler esnasında 0,1 cm aralıklı cetvel kullanılarak her boy grubunu yansıtacak şekilde boy frekansı çıkartılmış ve her bireyin boy ölçümü yapılmıştır. Biyo-kütlenin hesaplanmasında ortalama balık ağırlığına ihtiyaç duyulur. Bu nedenle boyu ölçülen bütün balıkların ağırlığı alınır. Ağırlıklar 0,01 gr hassasiyetli elektronik terazi kullanılarak ölçülmüştür. TS değeri balıktan yansıdıktan 1 m sonraki ses enerji değerinin, kaynak dönüştürücüden ilk çıktığı andaki ses enerji değerine oranının logaritma fonksiyonudur. Desibel olarak birimlendirilir. TS değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$TS = 20\log L + b_{20}$$

İstavrit için b_{20} :-68,7 dB olarak alınmıştır (ICES, 2006; ICES, 2014).

Stok büyüklüğünün hesaplanmasında ekogram üzerinde tabakalandırılan alanlarda belirlenen sürülerden geri yansıyan enerjinin PRC_NASC (Proportion that

the Region contributes to Cell Nautic area scattering coefficient: 1 mil² için saçılım katsayısına her bir sürüden gelen katkı) değeri kullanılmıştır. Her bir EDSU için PRC_NASC değerleri toplanmış ve tüm EDSU'lar için ortalama NASC değeri kullanılmıştır. İstavrit boy ortalamasından elde edilen TS değeri ve istavrit ortalama ağırlığı kullanılarak biokütle aşağıdaki formülle tahmin edilmiştir (Simmonds and MacLennan, 2008).

$$Biomass \left(\frac{kg}{nm^2} \right) = \frac{\overline{NASC}}{4\pi 10^{\left(\frac{TS}{10}\right)}} * \frac{Ort.Ağırlık (gr)}{1000}$$

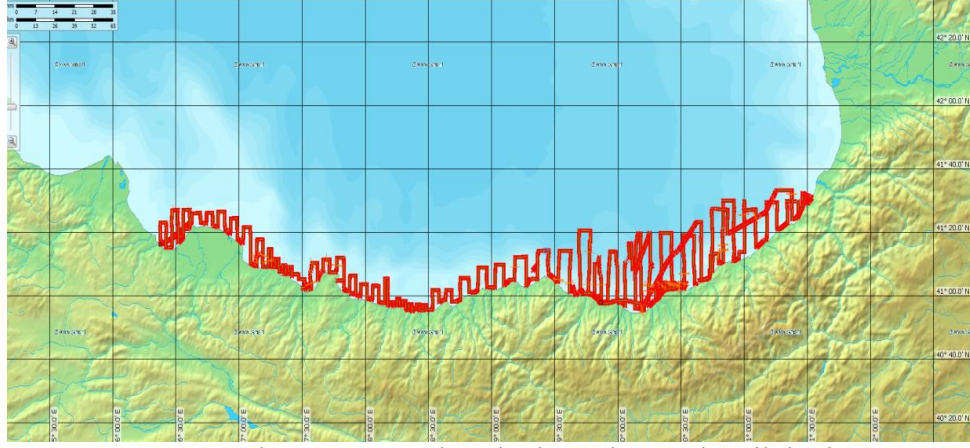
2.2.3. Çevresel Su Parametrelerinin Alınması ve Analizi

Çevresel su parametrelerinin derinliğe bağlı değişimleri Sea Bird SBE 25 CTD ile her akustik hattın başında ve sonunda ölçülmüştür. Açık sularda 150 m derinliğe kadar sığ sularda zemine kadar olan derinliklerde ölçüm alınmıştır. Elde edilen veriler açık kaynak kodlu ODV (Ocean Data View) adlı program ile değerlendirilmişlerdir.

2.3.Bulgular

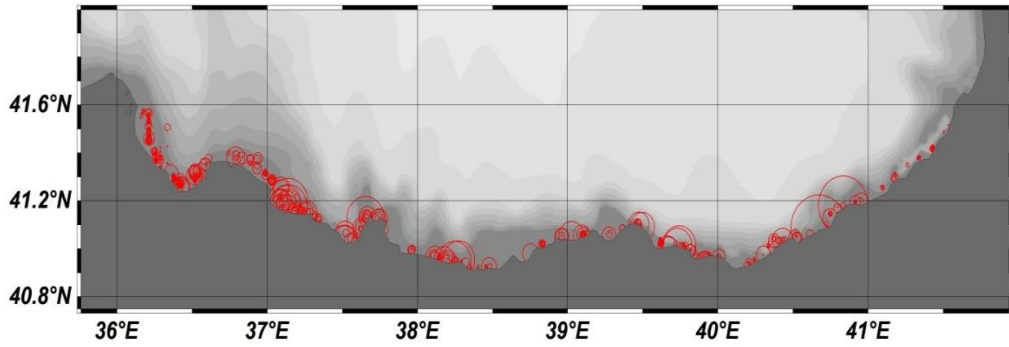
2.3.1. İstavritin Dağılımı, Sürü Yapısı ve NASC

2013-2014 sezonunda 2013 yılı Kasım ayı ortasında başlayan 17 günlük (15 Kasım – 02 Aralık arası) akustik seferde istavrit balığının varlığı geniş bir sahada taranmıştır. Özellikle çalışma sahasının doğu kısmında (Trabzon Hopa arası) uzun hatlar üzerinde tarama yapılarak açık deniz kısmındaki balık varlığı araştırılmıştır (Şekil 32).



Şekil 32. 2013 yılı Kasım ayında çalışılan saha ve akustik hatları

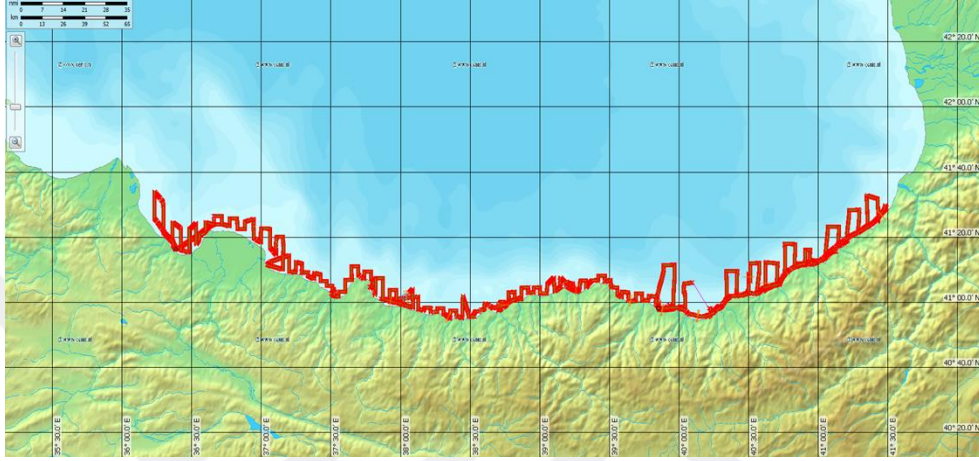
Akustik hatlar üzerinde tespit edilen istavrit sürüleri büyüklüklerine göre kıyısız alandaki dağılımı Şekil 33'te verilmiştir. Burada istavritlerin kıyıdan itibaren ilk 1 nm'den sonra varlık göstermedikleri kıyıya yakın küçük sürüler halinde bulundukları tespit edilmiştir. Sürü büyüklüğü anlamında büyük sürülere sahanın doğusunda (Rize ve çevresi) rastlanırken sürülerin birbirine yakın ve küçük olarak görüldüğü kısım taranan sahanın batısındadır (Samsun ve Giresun çevresi). Avcılığın yeni başladığı ve istavrit üzerine yoğunlaşmadığı dönem olduğu için hemen her bölgede istavrit stoklarına rastlanmıştır.



Şekil 33. 2013 yılı Kasım ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz'deki dağılımı

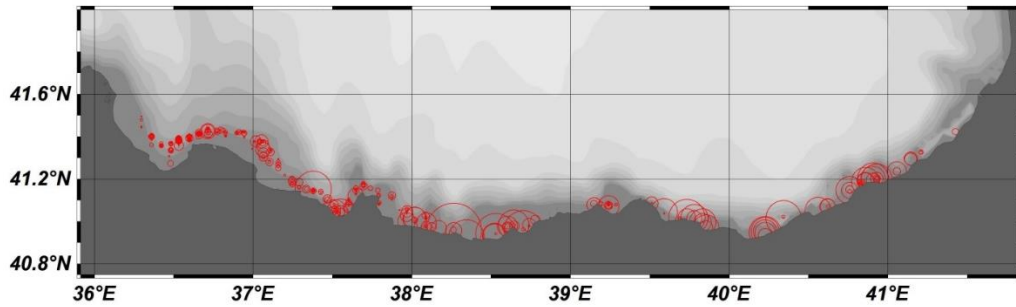
Yapılan sörveyde toplam 482 adet istavrit sürüsü ile temas sağlanmış olup minimum NASC değeri 0,0076 ve maksimum NASC değeri 11798,7 olarak tespit edilmiştir. Her bir 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 521,458 $\pm$ 1073,401 olarak hesaplanmıştır.

2014-2015 sezonunda 2014 yılı Kasım ayı sonunda 16 günlük (25 Kasım – 10 Aralık arası) ikinci örnekleme yılında bir önceki yıla benzer akustik hatlar oluşturulmuştur. Bir önceki yıldan elde edilen bilgiler ışığında istavrit stoklarının kıyıya yakın halde bulunduğunu için bu yılki sörvey sezonunda Şekil 34'te görüldüğü gibi hatlar seyrekleştirilmiştir.



Şekil 34. 2014 yılı Kasım ayında çalışılan saha ve akustik hatları

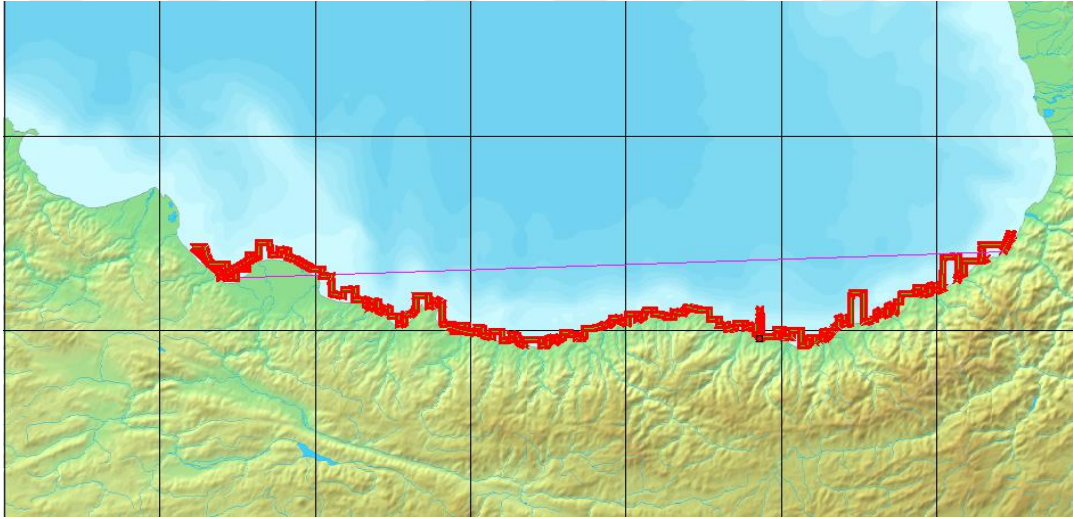
Akustik hatlar üzerinde tespit edilen istavrit sürüleri ve sürü büyüklüklerinin üzerinden elde edilen dağılım haritası Şekil 35'te verilmiştir. Bir önceki yılda olduğu gibi küçük ve sık sürüler batıda daha fazla ve seyrek aralıklı sürüler taranan sahanın orta ve doğusunda tespit edilmiştir. İstavrit sürüleri kıyıya yakın ilk 1 nm'lik sahada yaşamlarını sürdürdükleri görülmüştür. Bu dönemde istavritin küçük ve birbirine yakın sürülerine sahanın batısında rastlanılmıştır. Doğuya doğru gidildikçe istavritlerin sürü sıklığında düşme görülmüştür. Fakat sürü büyüklükleri artmıştır. Ayrıca bu dönemde gırgır balıkçılığı sahada yoğun olarak yapılmaya başlanmıştır.



Şekil 35. 2014 yılı Kasım ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz'deki dağılımı

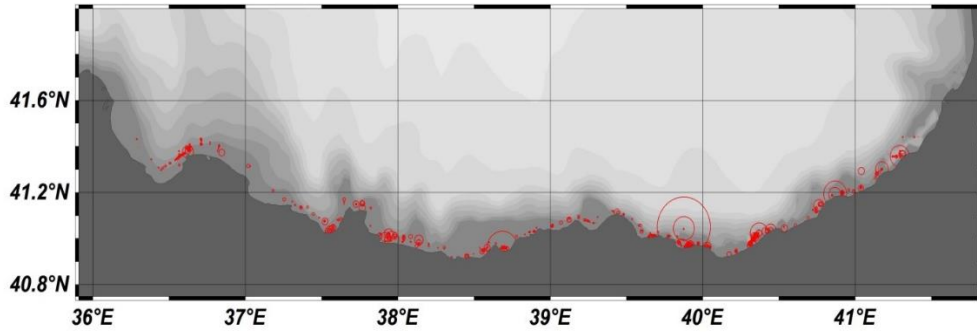
2014-2015 sezonunda toplam 406 adet istavrit sürüsü ile temas sağlanmış olup minimum NASC değeri 0,0020 ve maksimum NASC değeri 9493,5 olarak tespit edilmiştir. Her 1 nm²'lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri 347,252 ±1042,609 olarak hesaplanmıştır.

2015-2016 sezonunda 2015 yılı Aralık ayı ortasında (12 Aralık – 27 Aralık) başlayan 15 günlük seferde istavrit balıklarının açık sularda varlık göstermemeleri nedeni ile kısa ve sık hatlar üzerinde sefer yapılmıştır. Bu sayede daha çok istavrit sürüsü tespit edilmiştir. Sahanın doğu kısmında ise birkaç uzun hat çekilerek açık sulardaki durum tekrar değerlendirilmiştir (Şekil 36).



Şekil 36. 2015 yılı Aralık ayında çalışılan saha ve akustik hatları

Akustik hatlar üzerinde tespit edilen istavrit sürüleri ve sürülerden yansıyan enerji değeri üzerinden elde edilen dağılımlar Şekil 37’de verilmiştir. Bu sezonda belirlenen örnekleme sahasının her bölgesinde istavrit sürüsüne rastlanmıştır. Sürüler çoğunlukla küçüktür. Doğu kısmında az miktarda büyük sürülere rastlanmıştır. Hamsi avcılığın sonuna yaklaşıldığı dönemde balıkçılık istavrit üzerine yoğunlaşmış ve hemen her bölgede istavrit avlanmıştır.



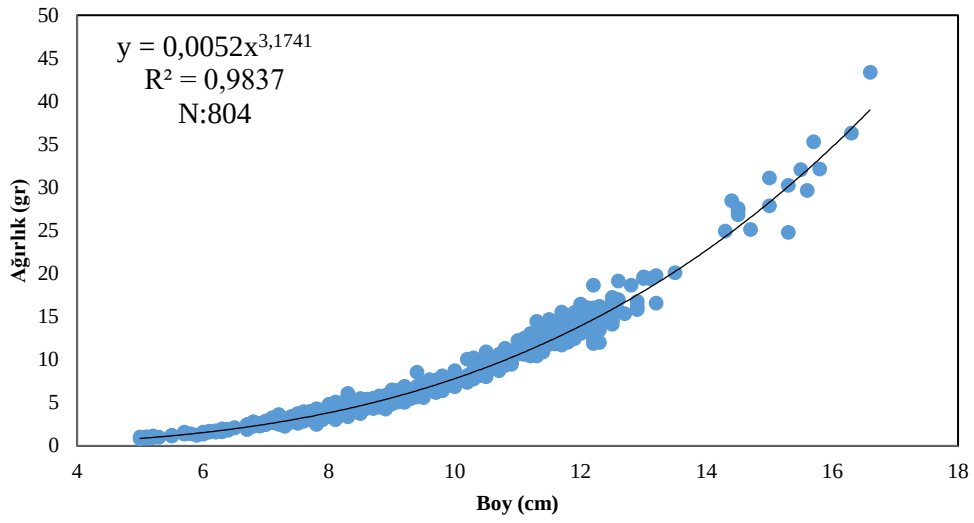
Şekil 37. 2015 yılı Aralık ayında istavritin Güneydoğu Karadeniz’deki dağılımı

Bu çalışmada toplam 583 adet istavrit sürüsü ile temas sağlanmış olup minimum NASC değeri 0,009 ve maksimum NASC değeri 3862,9 olarak tespit edilmiştir. Her bir 1 nm²’lik alandan elde edilen ortalama NASC değeri $68,665 \pm 294,732$ olarak hesaplanmıştır.

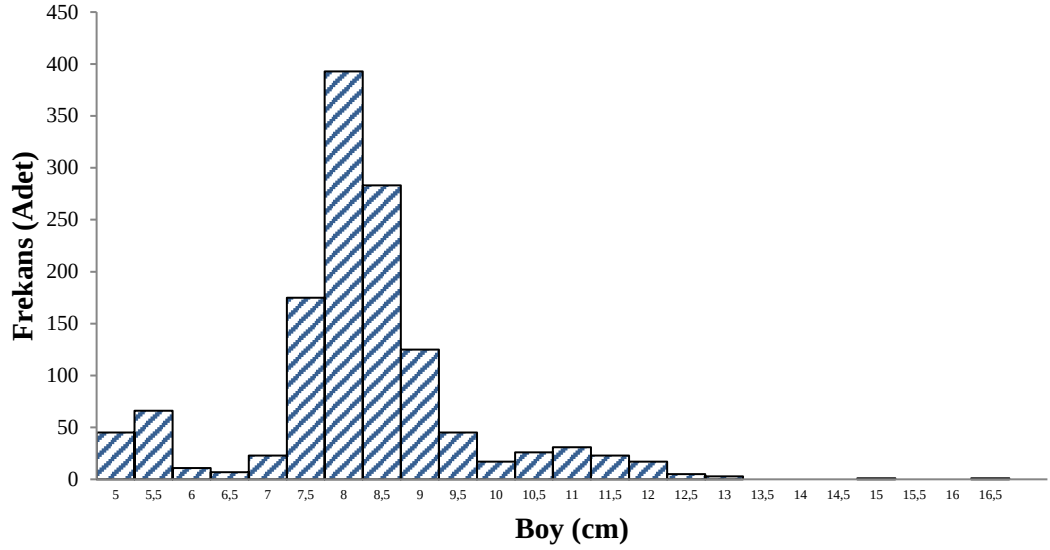
İstavrit balıklarının taranan sahanın kıyıdan ilk 1 nm’lik kısmında hemen her noktada varlığı tespit edilmiştir. Av sezonu başlangıcında tüm sahadaki yoğunluk sezon sonunda düşüş göstermiştir. Sürülerin birbirine olan yakınlığı batı kesimde sık iken doğuda seyrekleşmiştir.

2.3.2. Örnekleme Sezonlarına Göre Boy Ağırlık İlişkileri, Boy Frekans Dağılımları ve Yansıtma Gücü (TS)

Üç yıllık deniz çalışmasında trol örneklemelerinden elde edilen istavritlere ait boy ağırlık grafikleri ve boy frekans grafikleri sırası ile verilmiştir. 2013 yılı Kasım ayında yapılan orta su trol çekimlerinden elde edilen örneklerin boy-ağırlık ilişkisi (Şekil 38) ve boy frekans dağılımları (Şekil 39) belirlenmiştir.



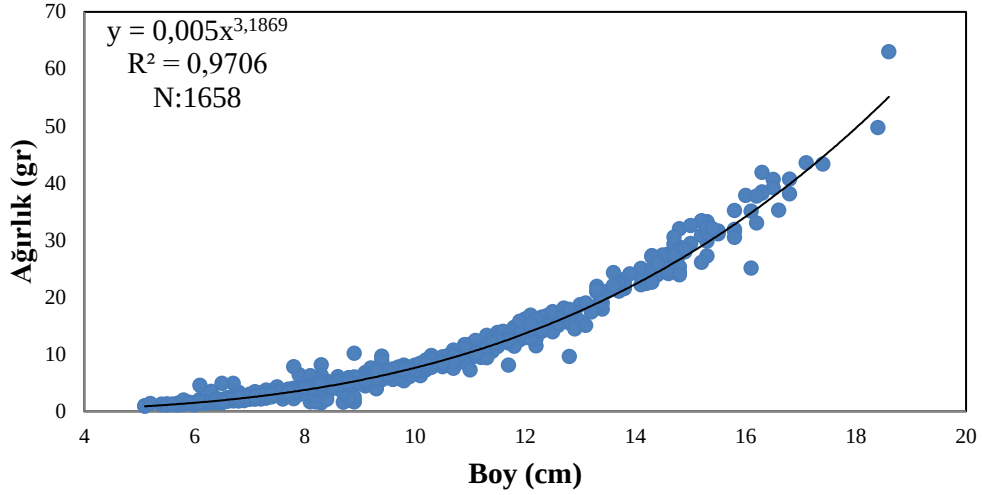
Şekil 38. 2013 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy –ağırlık ilişkisi



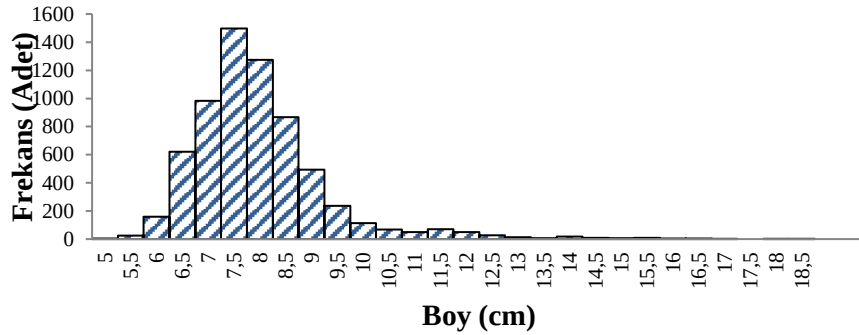
Şekil 39. 2013 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı

Örneklerden elde edilen minimum boy 5,00 cm, maksimum boy ise 16,6 cm olarak tespit edilmiştir. Bu boylara karşılık gelen ağırlıklar ise sırası ile 1,02 gr ve 43,36 gr olarak belirlenmiştir. Boy frekans değerlerinden elde edilen ağırlıklı ortalama boy $8,21 \pm 1,95$ cm (N:1297) ve ortalama ağırlık ise 4,16 gr olarak hesaplanmıştır. Ortalama boya karşılık gelen TS (Target Strength) değeri -50,533 dB olarak hesaplanmıştır.

2014 yılı Kasım ayında yapılan orta su trol çekimlerinden elde edilen örneklerin boy-ağırlık ilişkisi (Şekil 40) ve boy frekans dağılımları (Şekil 41) belirlenmiştir.



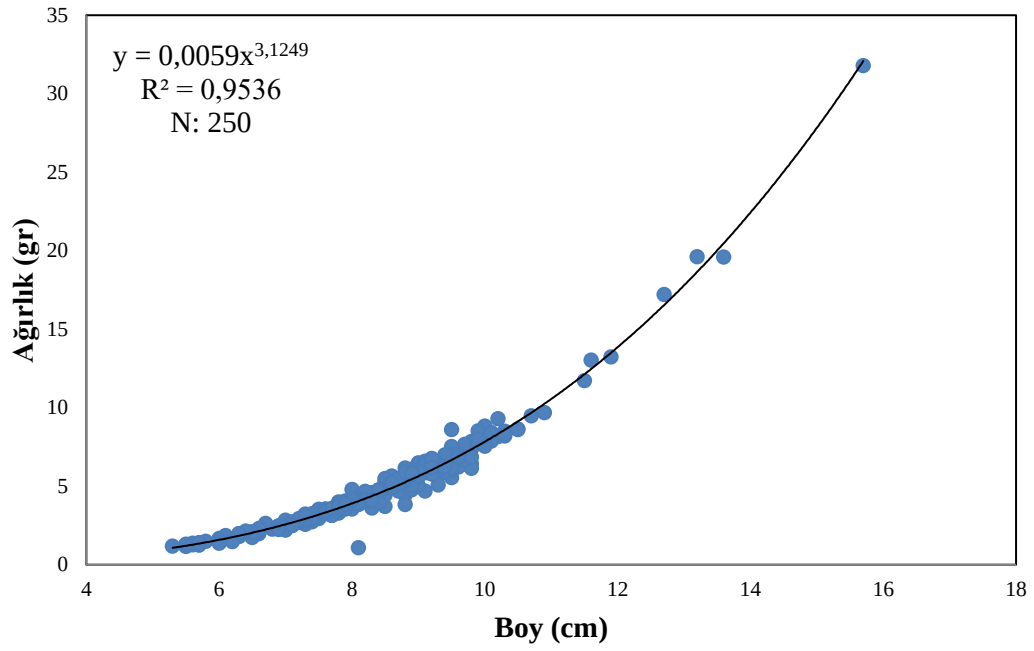
Şekil 40. 2014 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy-ağırlık ilişkisi



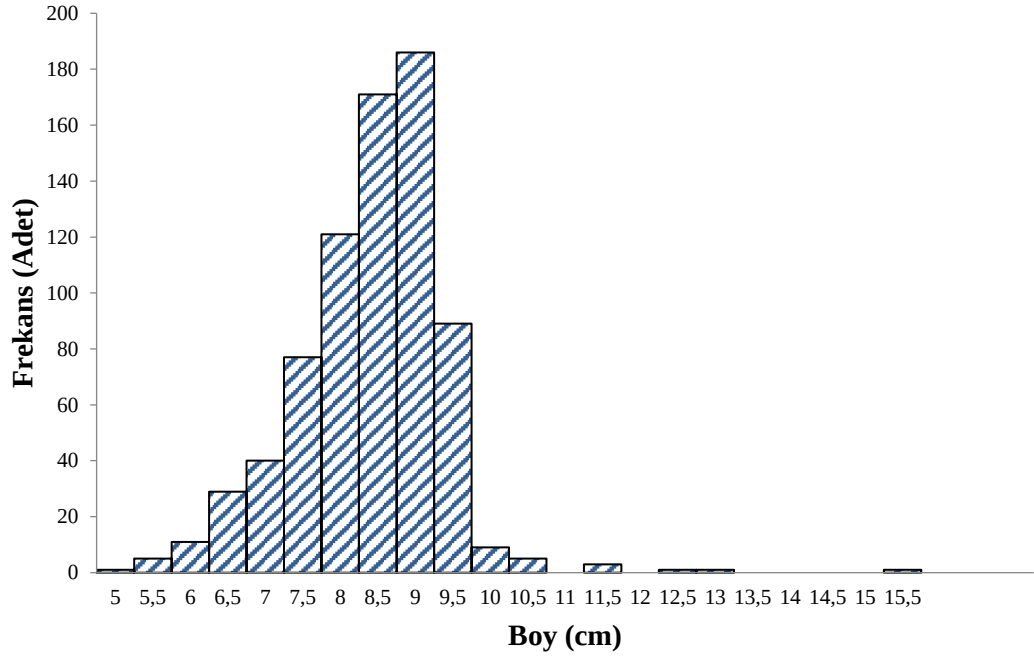
Şekil 41. 2014 yılı Kasım ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı

Elde edilen örneklerin minimum boy 5,1 cm, maksimum boy ise 18,6 cm, bu boylara karşılık gelen ağırlıklar ise sırası ile 0,96 gr ve 63,03 gr olarak ölçülmüştür. Boy frekans değerlerinden elde edilen ağırlıklı ortalama boy $7,97 \pm 2,22$ cm (N:6617) ve ortalama ağırlık ise 3,73 gr olarak hesaplanmıştır. Ortalama boya karşılık gelen TS (Target Strength) değeri -50,770 dB olarak hesaplanmıştır.

2015 yılı Aralık ayında yapılan orta su trol çekimlerinden elde edilen örneklere ait boy ağırlık ilişkisi Şekil 42’de ve boy frekans dağılımı ise Şekil 43’de verilmiştir.



Şekil 42. 2015 yılı Aralık ayında istavrit balığının boy-ağırlık ilişkisi

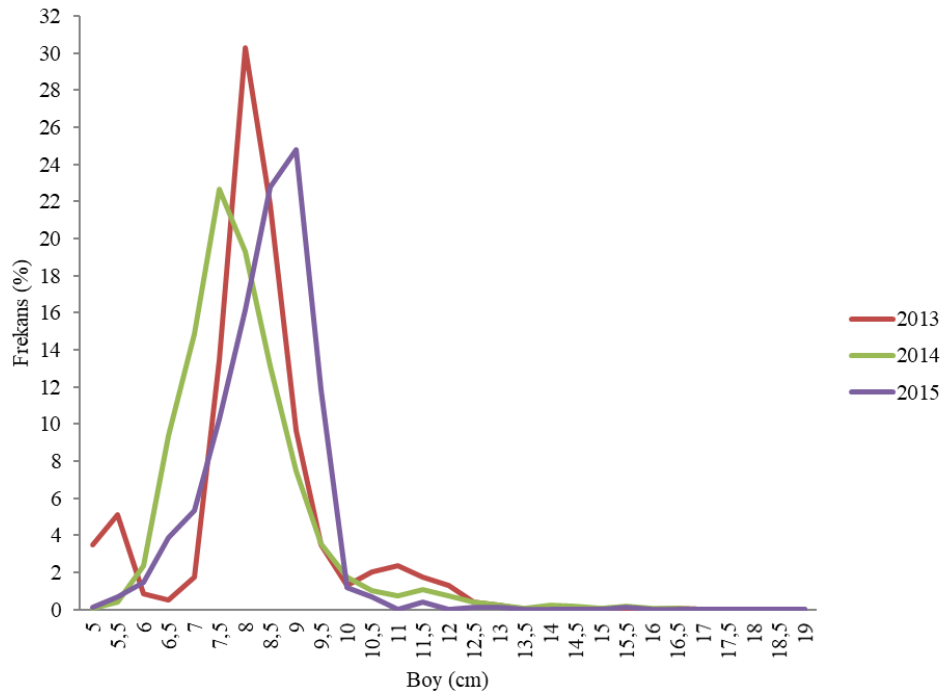


Şekil 43. 2015 yılı Aralık ayında istavrit balığının boy frekans dağılımı

Bu sezondaki örneklerin minimum boyu 5,3 cm, maksimum boyu ise 15,7 cm iken ağırlıkları sırası ile 1,18 gr ve 31,79 gr olarak ölçülmüştür. Boy frekans

değerlerinden elde edilen ağırlıklı ortalama boy $8,40 \pm 1,41$ cm (N:250) olarak ölçülmüş ve ortalama ağırlık ise 4,51 gr olarak hesaplanmıştır. Ortalama boyya karşılık gelen TS TS (Target Strength) değeri -50,270 dB olarak belirlenmiştir.

Çalışma sezonlarına ait boy frekans grafikleri bir arada incelendiğinde 2013 yılında 8 cm boy grubunun en yüksek avlanan grubu temsil ettiği görülmektedir. 2014 yılında boy dağılımında bir düşüş gözlenmiştir. En çok bulunan boy grubu 7,5 cm'e gerilemiştir. 2015 yılında ise 9 cm boy grubu en çok tespit edilen grup olmuştur (Şekil 44).



Şekil 44. Çalışma yıllarına ait boy frekans değerleri

Yakalanan balıkların boy frekans verisinden elde edilen ortalama TS değerleri, her 1 nm mesafeye sahip bölümlerden (EDSU) yansıyan enerjilerin ortalaması NASC değerleri ve taranan tüm sahada 1 nm²'deki biyo-kütle (ton) değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Çalışmanın yapıldığı sahanın toplam uzunluğu 290 nm'dir (Samsun ile Gürcistan sınırı arası). Her 1 nm²'de tespit edilen balık miktarı ile sahanın uzunluğunun çarpımı ile toplam stok hesaplanmıştır (Tablo 5).

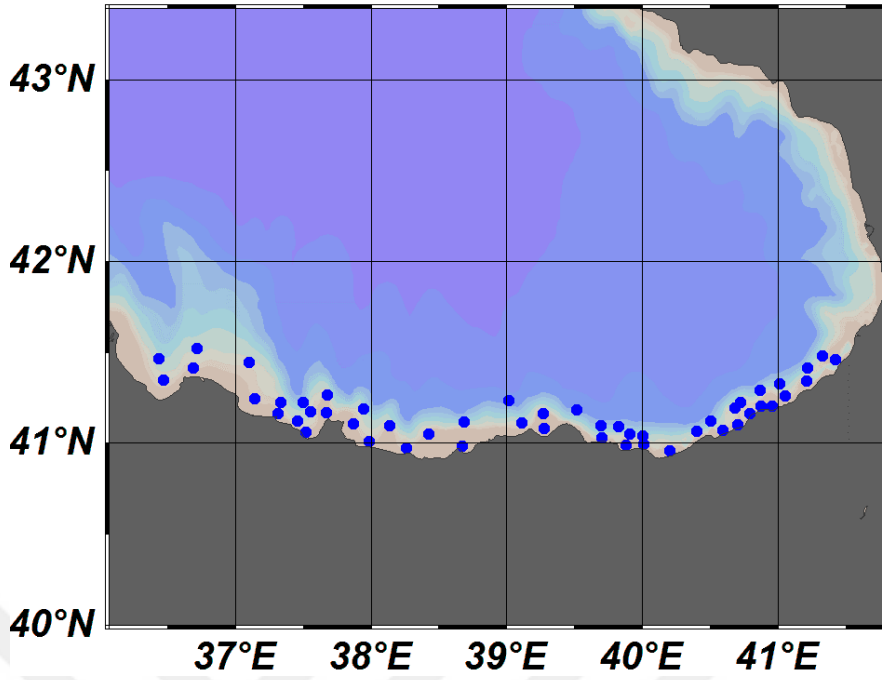
Tablo 5. Yıllara ait ortalama boy, TS, NASC ve biokütle ve toplam stok değerleri.

Sezonlar	Ortalama Boy (cm)	TS (dB)	Ortalama NASC	Biyo kütle (ton/mil ²)	Toplam Biyo- kütle (Tüm Saha) (ton)
2013 Kasım	8,21±1,95	-50,533	521,458±1073,401	19,516	5659,64
2014 Kasım	7,97±2,22	-50,770	347,252±1042,609	12,306	3568,74
2015 Aralık	8,40±1,41	-50,270	68,665±294,732	2,622	760,38
Üç yıllık Ortalama	8,04±2,09	-50,693	330,204±934,61	11,835	3432,15

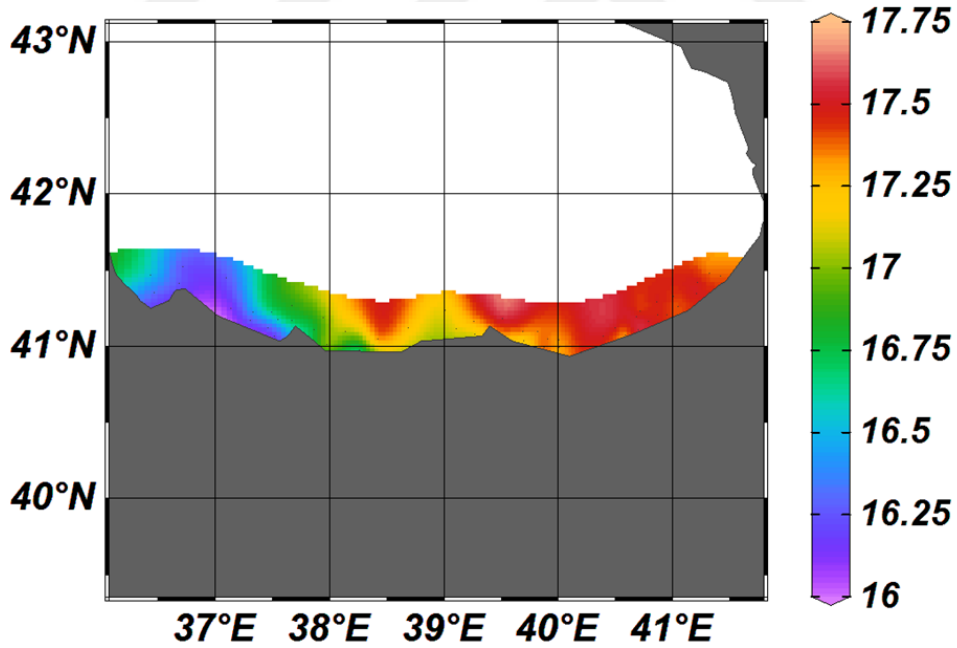
2.3.3. Sörvey Sezonlarına Göre Oşinografik Veriler ile İlişkisi

Akustik sörveyler esnasında CTD ile sıcaklık ve tuzluluk gibi önemli oşinografik veriler elde edilmiştir.

2013-2014 sezonunda 2013 Kasım ayında yapılan seferde 51 kez CTD örnekleme yapılarak ölçüm yapılan istasyonlar Şekil 45’de verilmiştir. Bu istasyonlarda derinliklere göre sıcaklık ölçümleri (yüzey için 2 m, 10 m, 20 m ve 30 m) yapılmıştır. Tüm derinliklerde batı sahanın doğu sahadan derinliğe göre 1,5-7 °C daha soğuk olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklıktaki değişim aralığı derine inildikçe artmaktadır.

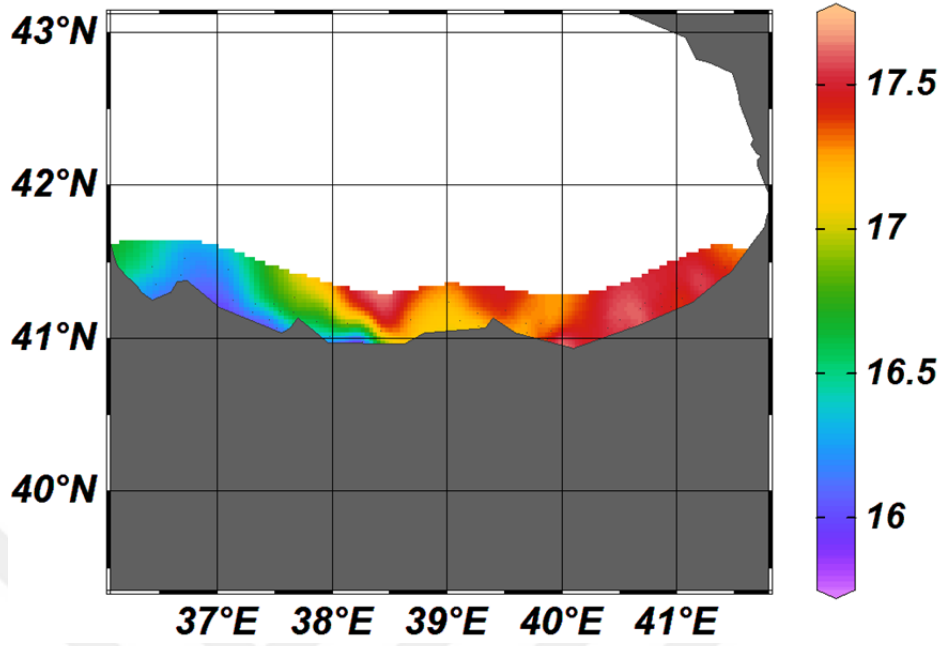


Şekil 45. 2013 yılı Kasım seferinde CTD'ile ölçüm yapılan istasyonlar



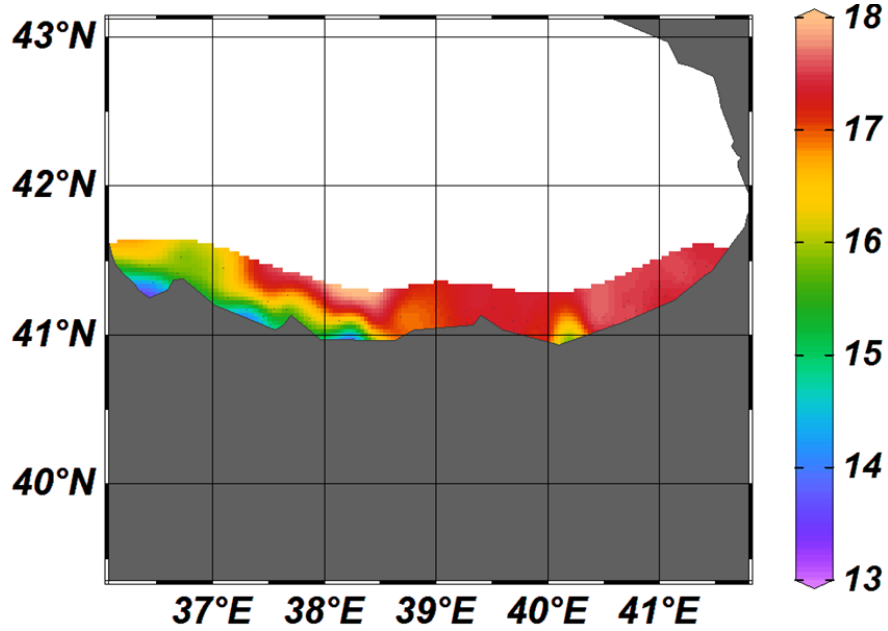
Şekil 46. 2013 yılı Kasım seferinde yüzey sıcaklık değişimleri (Derinlik 2 m)

Yüzey suyu sıcaklıkları incelendiğinde araştırma sahasının batısında sıcaklık 16°C ölçülürken, doğusunda 17,5 °C ölçülmüştür. Doğu sahanın kuzeyinde ise yer yer 17,75 °C sıcaklık tespit edilmiştir. Tüm sahada yüzey suyu sıcaklık değişimi en yüksek 1,75°C'dir (Şekil 46).



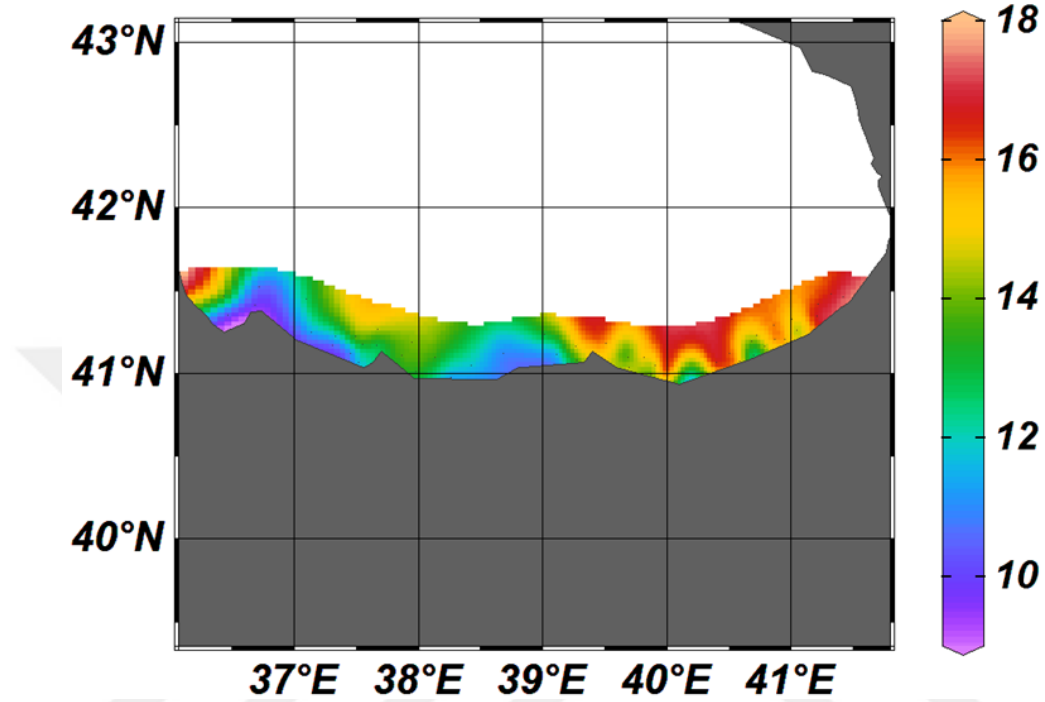
Şekil 47. 2013 yılı Kasım seferinde 10 m derinlikteki sıcaklık değişimleri

Çalışma yapılan sahanın tamamında 10 m derinlikteki sıcaklık dağılımı incelendiğinde batı sahada 15°C, doğu sahada 18°C ölçülmüştür. Batı ve doğu saha arasındaki fark 3°C'dir (Şekil 47).



Şekil 48. 2013 yılı Kasım seferinde 20 m derinlikteki sıcaklık değişimleri

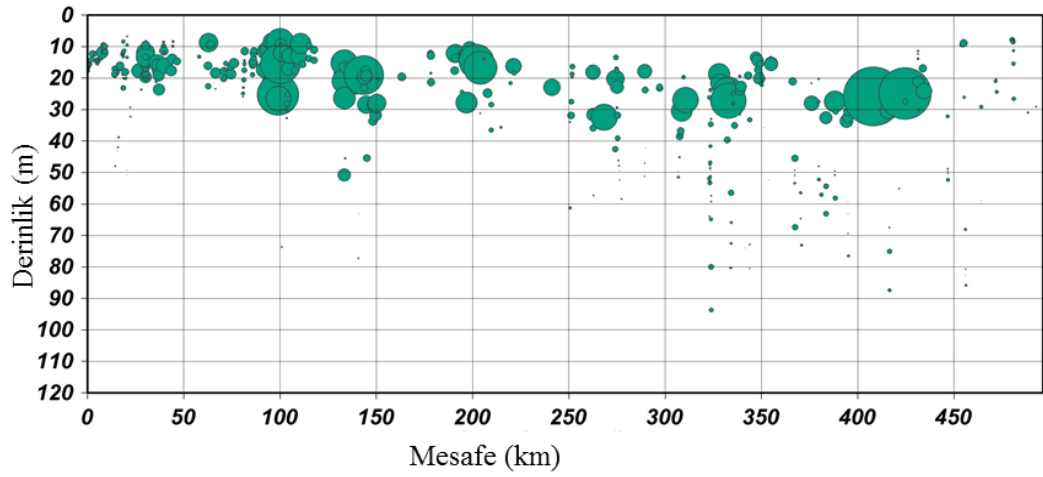
Ayı sahada 20 m derinlikte sıcaklık farkı batı ile doğu arasında artmaya başlamıştır. Batıda 13 °C ölçülürken doğuda 18°C ölçülmüştür. Derine inildikçe sıcaklık farkı 5°C olmuştur (Şekil 48).



Şekil 49. 2013 yılı Kasım seferinde 30 m derinlikteki sıcaklık değişimleri

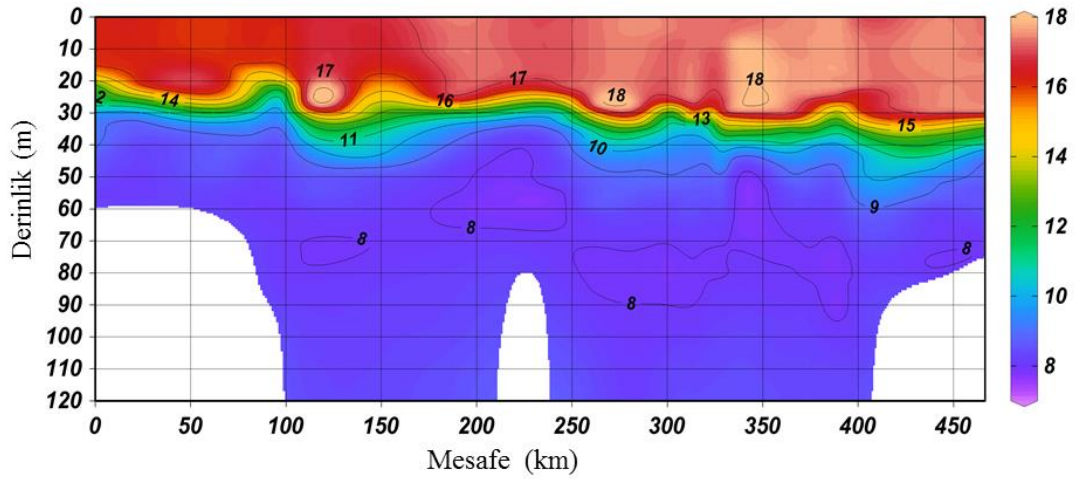
30 m derinlikte yapılan ölçümlerde batı sahada su sıcaklığı 10°C iken doğuda 17 °C sıcaklık ölçülmüştür. Bu derinlikte en yüksek sıcaklık farkı 7°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 49).

İstavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği Şekil 50’de verilmiştir. İstavrit sürülerinin (N:482) dağılım gösterdiği derinlik aralıkları minimum 6,3 m ile maksimum 93,7 m iken ortalama dağılım derinliği $25,35 \pm 17,16$ m, olarak tespit edilmiştir. İstavrit sürülerinin varlığı sürveyin (Samsun’dan Gürcistan sınırına kadar) gerçekleştiği sahanın tamamında mevcut olduğu görülmüştür.



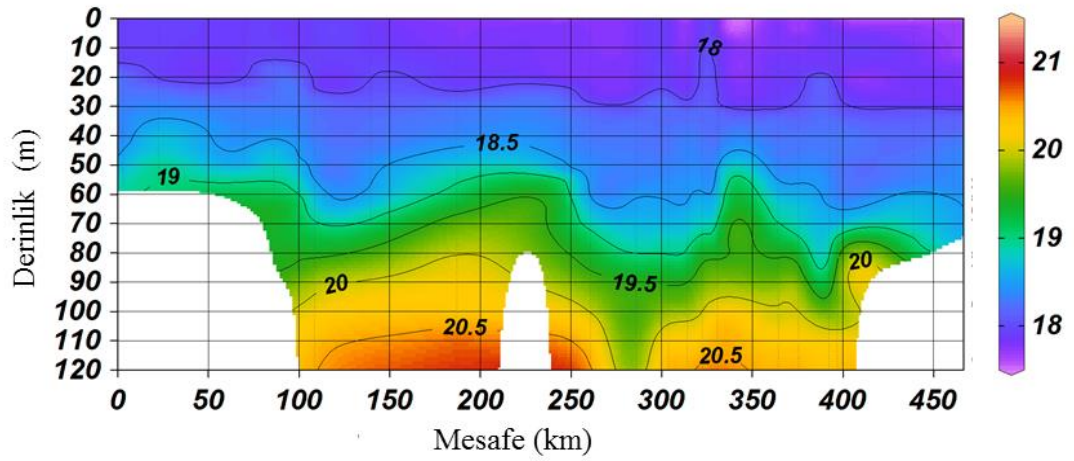
Şekil 50. 2013 yılı Kasım ayında yapılan seferde istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımları

Aynı sahanın profil sıcaklık değerleri Şekil 51’de verilmiştir. Burada termoklin tabakasının 30 m civarında olduğu ve sürülerin büyük kısmının termoklin seviyesinin üstünde 14-18 °C sıcaklık aralığında varlıklarını sürdürdüğü görülmüştür.



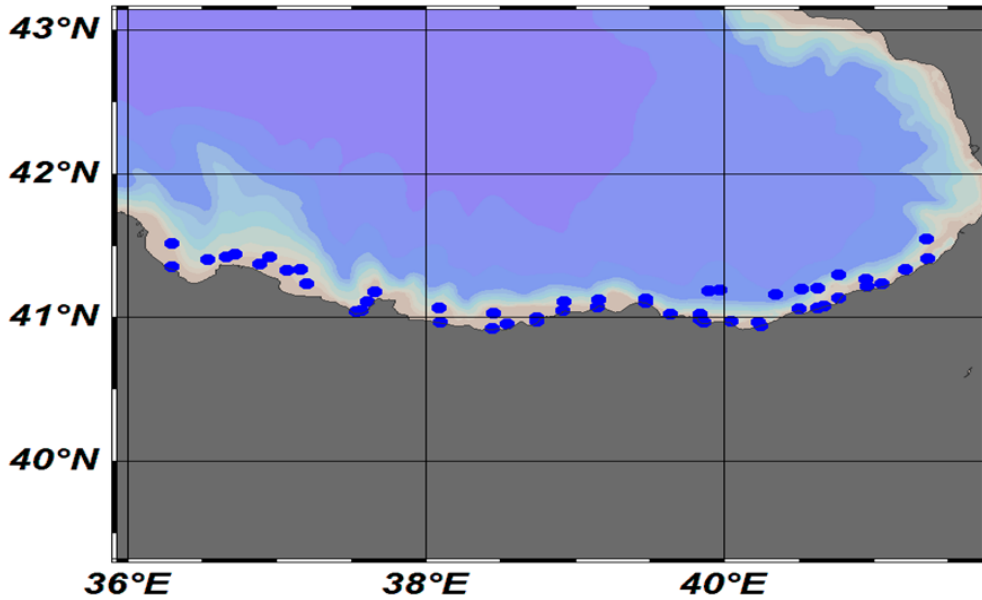
Şekil 51. 2013 yılı Kasım ayında sömür sahasının batıdan doğuya sıcaklık (°C) değişimleri

Bu sezondaki sahanın tuzluluk değişimini Şekil 52’de verilmiştir. İstavrit sürülerinin büyük bir kısmının %18 ‘den %19,5 tuzluluk aralıklarında yaklaşık 80 m derinliğe kadar dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

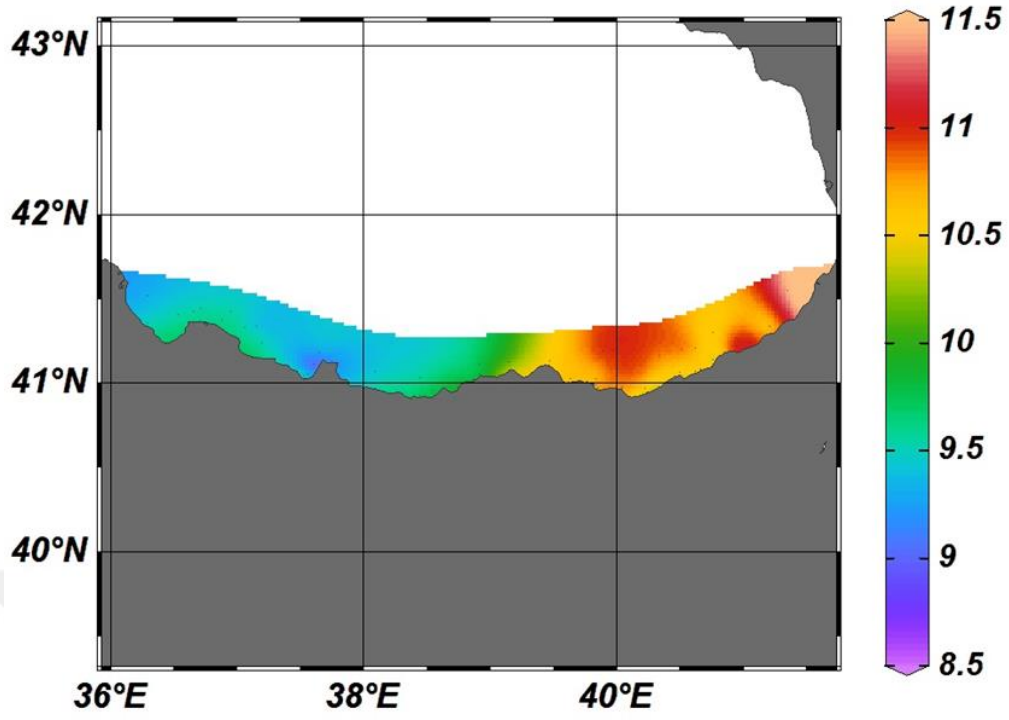


Şekil 52. 2013 yılı Kasım ayında sörvey sahasının batıdan doğuya ‰ tuzluluk değışimleri

2014-2015 kış sezonunda 2014 yılı Kasım ayında yapılan seferde Şekil 53'de belirlenen istasyonlarda 50 kez CTD örnekleme yapılmıştır. Bu istasyonlarda derinliklere göre sıcaklık ölçümleri (yüzey için 2m, 10m, 20m ve 30m) gerçekleştirilmiştir. Bu sezonda farklı derinliklerden alınan ölçümlere göre batı sahanın doğu sahadan 1-2,5 °C daha soğuk olduğu tespit edilmiştir.

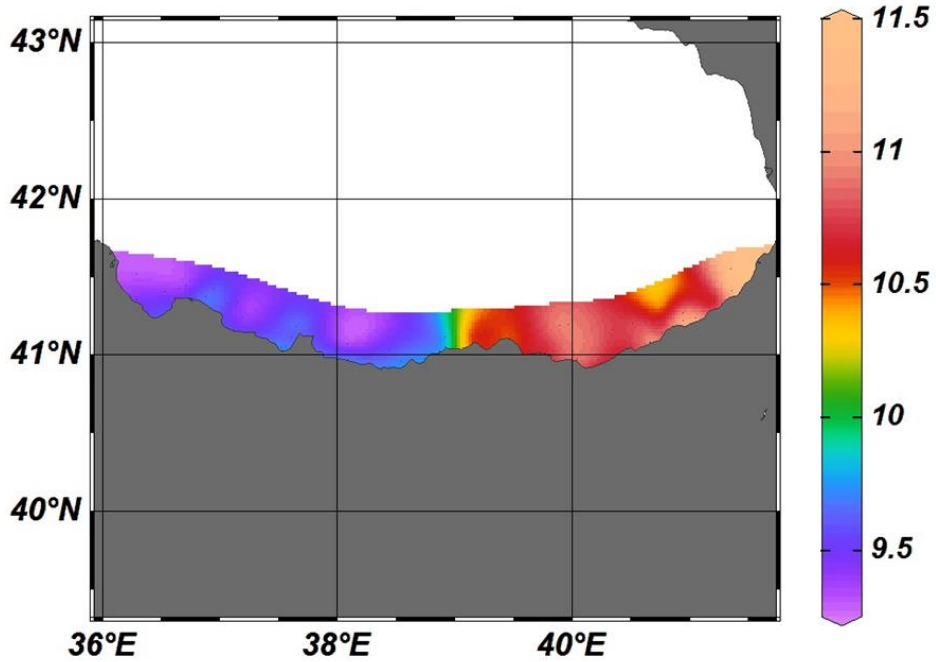


Şekil 53. 2014 yılı Kasım ayında CTD'ile ölçüm yapılan istasyonlar



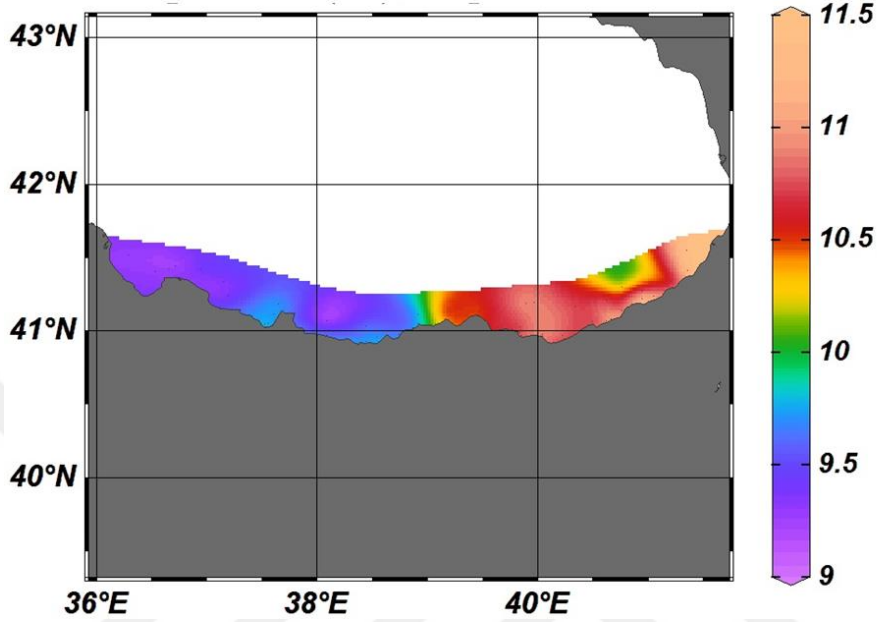
Şekil 54. 2014 yılı Kasım ayında yüzey sıcaklık değişimleri (Derinlik 2 m)

Yüzey suyu sıcaklıklarına bakıldığında araştırma sahasının batısı (9,5 °C) ile doğusu (11,5 °C) arasındaki farkın 2 °C olduğu görülmüştür (Şekil 54).



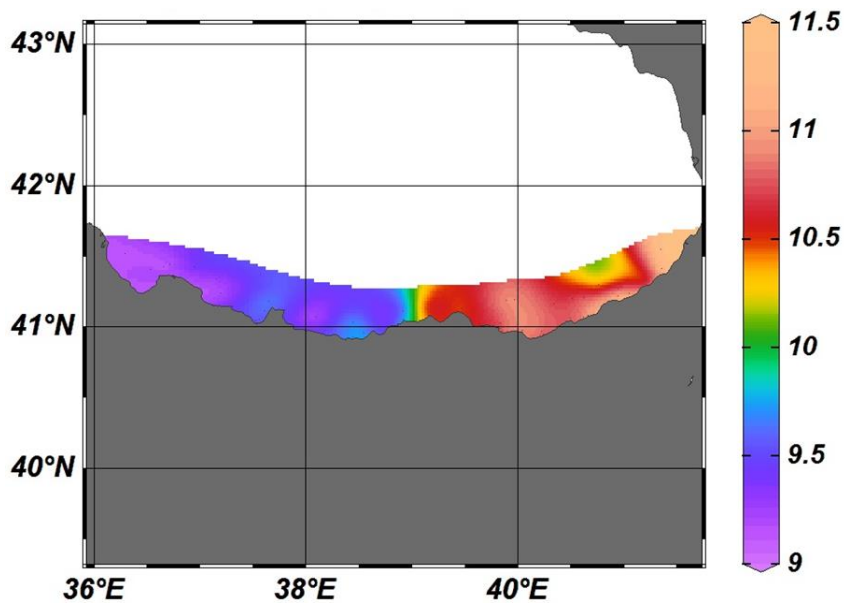
Şekil 55. 2014 yılı Kasım ayında 10 m derinlikteki sıcaklık değerleri

Tüm sahada 10 m derinlikler sıcaklık açısından karşılaştırıldığında batı (9°C) ile doğu (11,5°C) arasındaki fark 2,5°C olarak tespit edilmiştir. Çalışma yapılan sahada sıcaklık değişimi belirgin bir şekilde fark edilmektedir (Şekil 55).



Şekil 56. 2014 yılı Kasım ayında 20 m derinlikteki sıcaklık değerleri

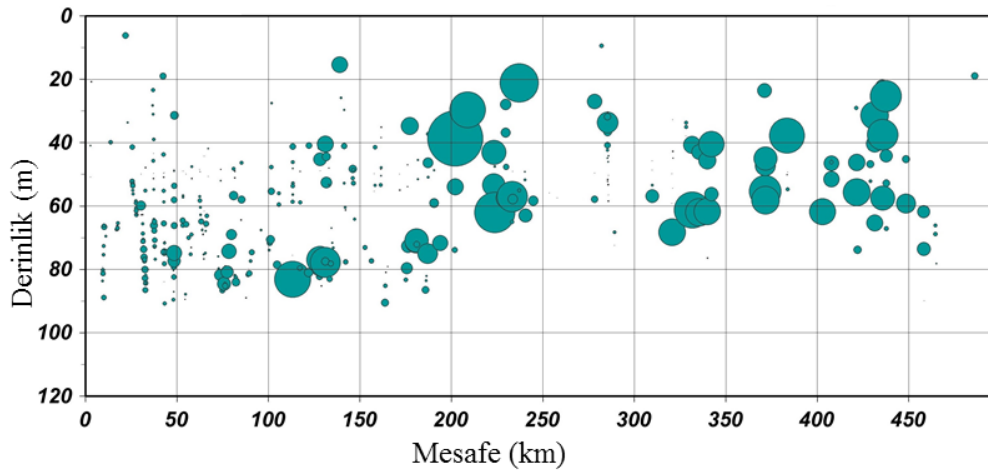
Çalışma sahasında 20 m derinlikteki sıcaklık değişimi 10 m derinlik ile aynı yerde kırılmaktadır. Batı kısımda sıcaklık 9 °C iken doğuda sıcaklık 11,5 °C ölçülmüştür (Şekil 56).



Şekil 57. 2014 yılı Kasım ayında 30 m derinlikteki sıcaklık değerleri

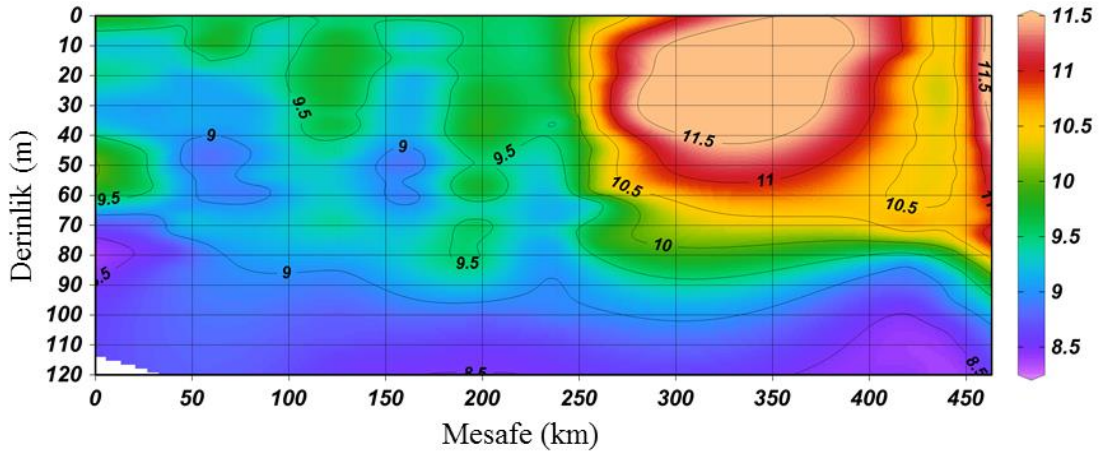
Çalışma sahasında 30 m derinlikteki sıcaklık değişimi incelendiğinde daha önceki 10 m ve 20 m derinliklerde olduğu gibi sıcaklıkta bir kırılma noktası olduğu görülmektedir. Batıdaki sıcaklık ölçümü 9°C'yi gösterirken doğudaki 11,5°C olarak görülmüştür (Şekil 57).

İstavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği Şekil 58'de verilmiştir. İstavrit sürülerinin (N:406) ortalama derinliği $59,75 \pm 16,97$ m, minimum 6,2 m ve maksimum 90,7 m olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık değişimine göre istavrit sürüleri doğuda daha büyük miktarlarda görülürken batıda daha az görülmektedirler.



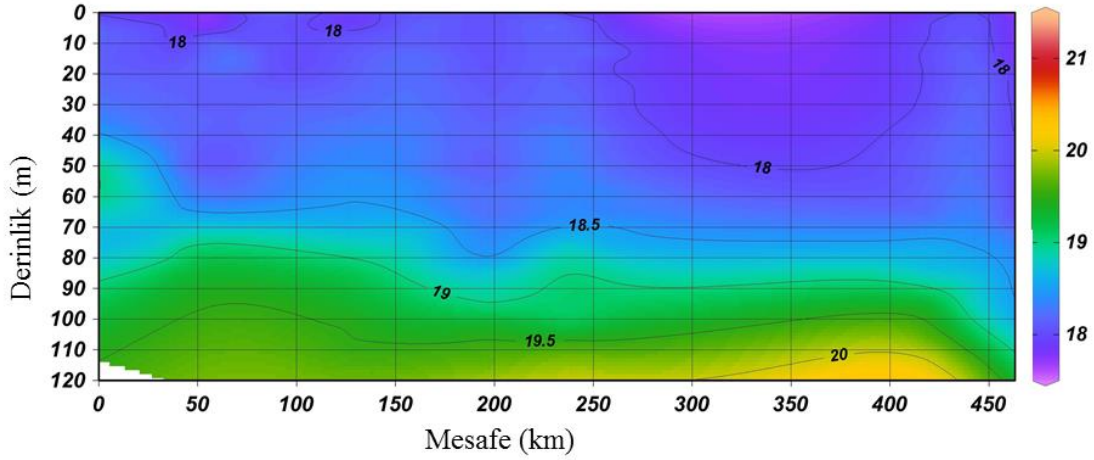
Şekil 58. 2014 yılı Kasım ayında istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği

Şekil 59'da aynı sahanın profil sıcaklık değerleri ile karşılaştırıldığında termoklin çizgisinin kaybolduğu ve batıdaki sürülerin kıyıdan uzaklaşarak yaklaşık 60 m derinlik konturuna çekildiği tespit edilmiştir. Doğu kesimde ise sıcaklık 10,5-11,5 °C aralığındadır ve buradaki sürüler bu sıcak su kolonu içinde kalma eğilimindedirler.



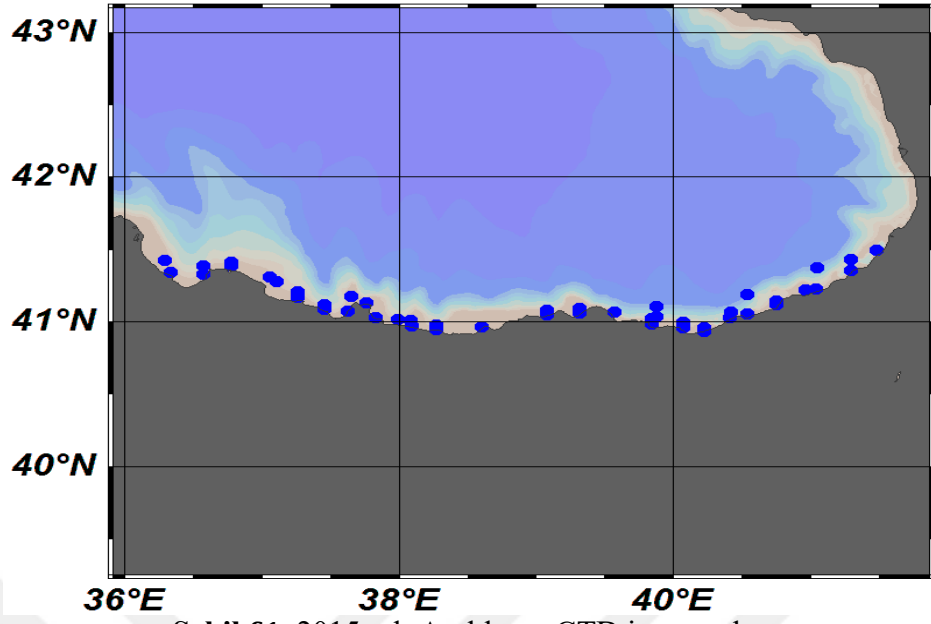
Şekil 59. 2014 yılı Kasım ayında sörvey sahasının batıdan doğuya sıcaklık (°C) değişimini gösteren kesit grafiği

Şekil 60'da tuzluluktaki değişimin 75 m 'den sonra başladığı görülmektedir. Su kolonunun büyük kesimi % 18 -18,5 tuzluluk aralığındadır. Sürülerin nerdeyse tamamı bu tuzluluk aralığında hareket etmektedir.

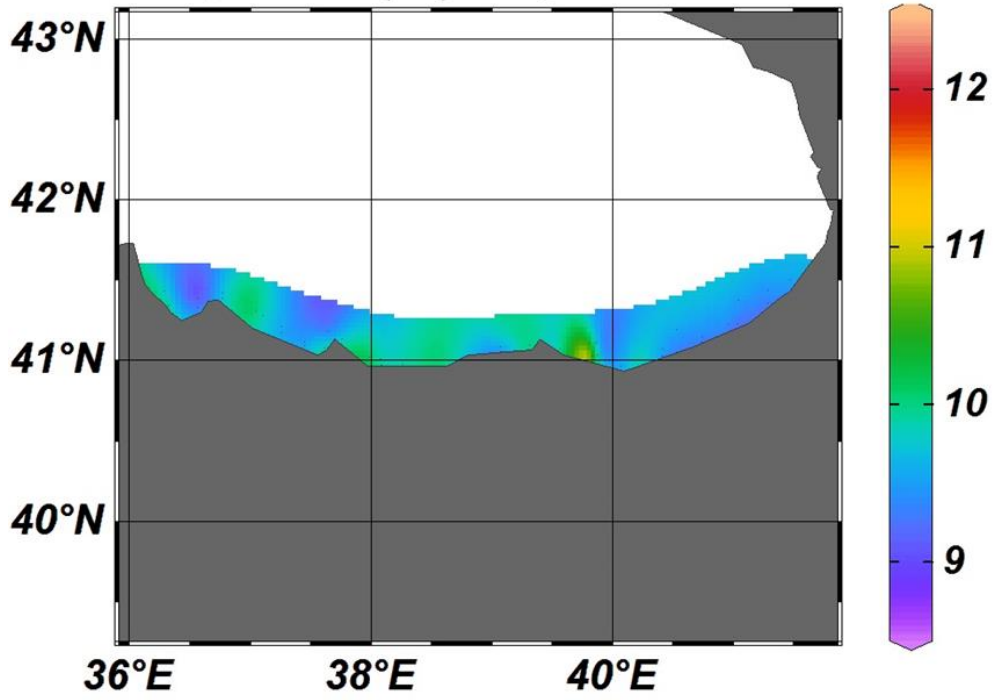


Şekil 60. 2014 yılı Kasım ayında sörvey sahasının % tuzluluk değişimini gösteren kesit grafiği

2015-2016 sezonunda 2015 yılı Aralık ayında 47 kez CTD örnekleme yapılmıştır (Şekil 61). Bu istasyonlardaki ölçümlerden elde edilen yüzey için 2 m, 10 m, 20 m ve 30 m derinlikteki sıcaklık dağılımları verilmiştir. Bu haritalarda hem yüzey (2 m) hem de 10, 20 ve 30 m derinliklerde batı sahanın doğu sahadan 1-1,5 °C daha soğuk olduğu tespit edilmiştir.

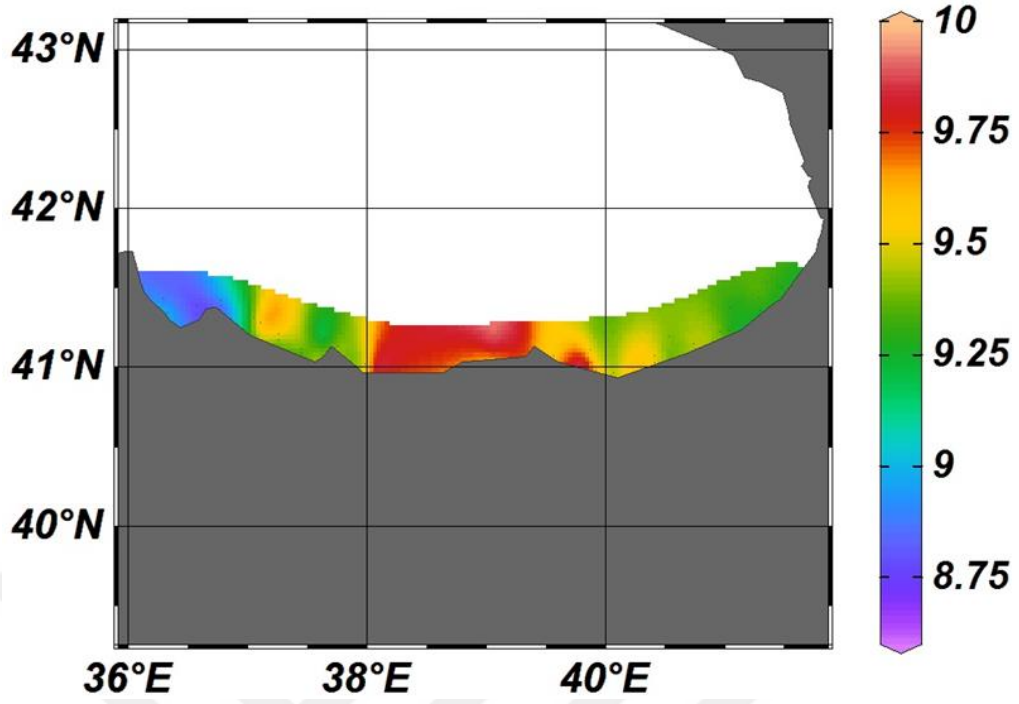


Şekil 61. 2015 yılı Aralık ayı CTD istasyonları



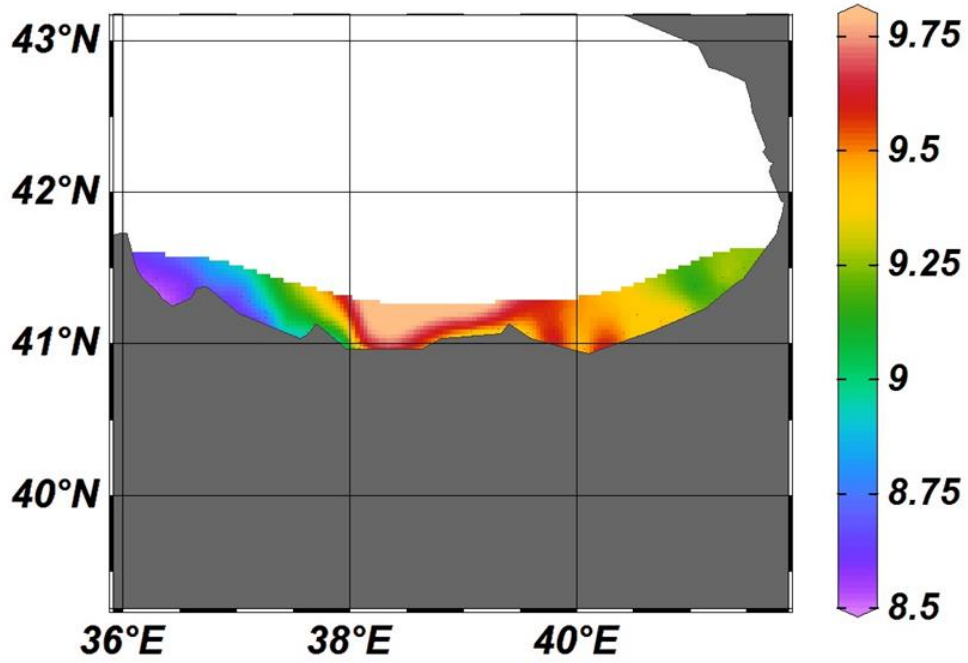
Şekil 62. 2015 yılı Aralık ayında yüzey sıcaklık değerleri (Derinlik 2 m)

Çalışma sahasının orta kısmında yüzey sıcaklığı 10,5 °C olarak tespit edilirken batı ve doğu kısımlar 9,5 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 62).



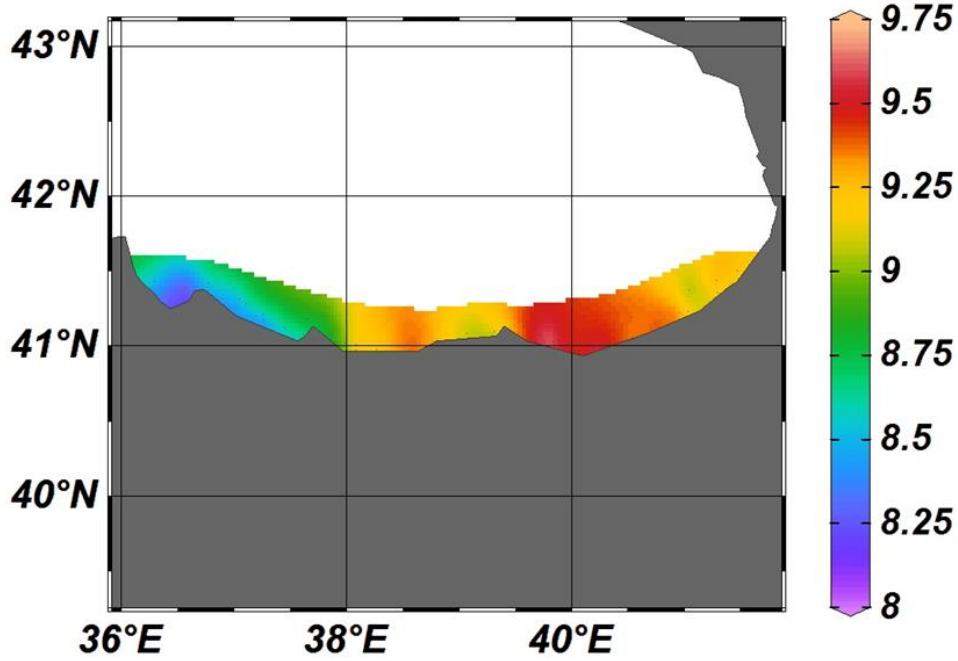
Şekil 63. 2015 yılı Aralık ayında 10 m derinlikteki sıcaklık değerleri

Çalışma sahasında 10 m derinliklerde batıda sıcaklık yaklaşık 9 °C, orta kesimde 9,75 °C ve doğuda 9,25 °C ölçülmüştür (Şekil 63).



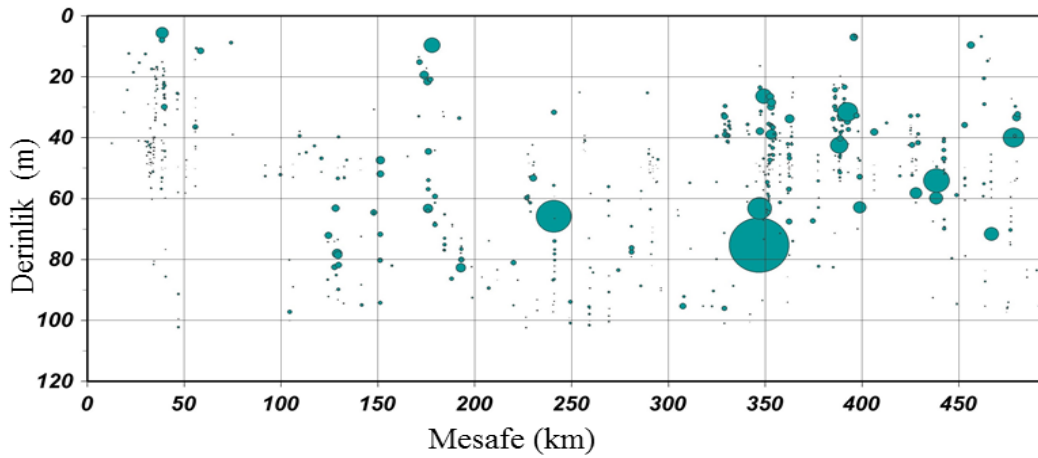
Şekil 64. 2015 yılı Aralık ayında 20 m derinlikteki sıcaklık değerleri

Çalışma sahasında 20 m derinlikte orta kesimin yaklaşık 10 °C olduğu batı kesimin 8,5 °C ve doğu kesimin 9,25 °C olduğu görülmüştür (Şekil 64).



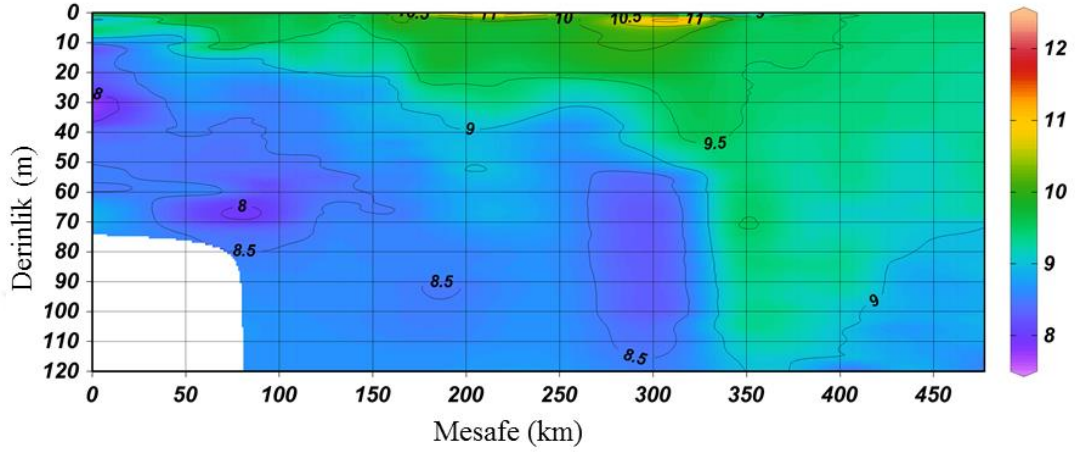
Şekil 65. 2015 yılı Aralık ayında 30 m derinlikteki sıcaklık değerleri

30 m derinlikte sahanın batısı yaklaşık 8,5 °C ölçülmüştür. Orta kesim 9,5 °C ve doğu kesim 9,25 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 65). İstavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği Şekil 66'da verilmiştir. İstavrit sürülerinin (N:583) ortalama derinliği $52,81 \pm 21,91$ m, minimum 5,6 m ve maksimum 102,3 m olduğu tespit edilmiştir.



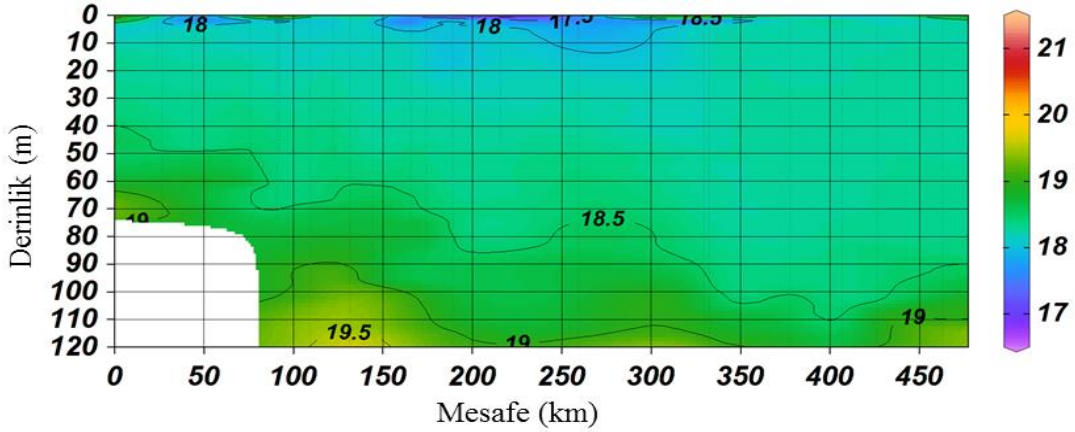
Şekil 66. 2015 yılı Aralık ayında istavrit sürülerinin derinliğe göre dağılımlarını gösteren kesit grafiği

Şekil 67’de aynı sahanın profil sıcaklık değerleri ile karşılaştırıldığında termoklin çizgisinin doğu kesim de dahil tamamen kaybolduğu ve sahadaki sürülerin kıydan uzaklaşarak yaklaşık 40-80 m derinlik konturu arasında dağıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 67. 2015 yılı Aralık ayında sörvey sahasının batıdan doğuya sıcaklık değişimini gösteren kesit grafiği

Şekil 68’de su kolonundaki tuzluluğun her yerde ‰ 18 -18,5 arasında olduğu ve istavritlerin bu aralıkta dağıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 68. 2015 yılı Aralık ayında sörvey sahasının tuzluluk değişimini gösteren kesit grafiği

3. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

3.1. Sonuçlar

3 yıllık araştırma seferlerinde yakalanan istavritlerin boy ve ağırlıkları değerlendirildiğinde en küçük boy 5 cm ve en büyük boy 18,6 cm olarak ölçülmüştür. Ortalama boylar sırası ile 8,21 cm, 7,97 cm ve 8,40 cm olarak tespit edilmiştir. Ortalama boylara karşılık gelen ağırlıklar ise 3,73 – 4,51 gr arasında değişmiştir. Çalışmada ilk yıl TS -50,533, ikinci yıl TS -50,770 ve son yıl TS -50,270 olarak belirlenmiştir. Stepnowski vd. (1993) Güney Karadeniz'deki pelajik stok kaynaklarının eko integrasyon ile değerlendirmesi çalışmasında istavrit türü için TS değerini doğu kıyılarında 13,23 cm ortalama boy için -42,65 dB olarak belirlemiştir. 1993 yılından 2013 yılına geçen sürede balık boyunda bir düşme olduğu ve buna bağlı olarak TS değerinde de düşüş olduğu görülmektedir. Kıyılarımızda bu boy grubunda istavritin görülememesi aşırı avcılık ile açıklanabilir. Özellikle hamsi avcılığı döneminde kıyıya yakın yapılan avcılık ve 13 cm yasağına uyulmaması stokların azalmasına sebep olabilir.

Stepnowski vd (1993) Sinop İnceburun ile Hopa arasındaki toplam sahadaki stok miktarını yaklaşık 6768 ton olarak hesap etmişlerdir. 2013 yılında 1 nm² alanda tahmin edilen biyo-kütle miktarı 19,516 ton olarak hesaplanmıştır. 2014 yılında bu değer 12,306 ton ve 2015 yılında 2,622 ton olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın yapıldığı saha 290 deniz mili uzunluktadır (Samsun Hopa Arası). Kıyıdan itibaren ilk 1 nm mesafe içerisinde bulunan istavritlerin toplam 290 mil²'lik bir alanda yayılım gösterdikleri düşünüldüğünde sörvey dönemleri içerisinde istavrit toplam biyo-kütlesi 2013 yılında 5659,64 ton, 2014 yılında 3568,74 ton ve 2015 yılında 760,38 ton olarak tahmin edilmiştir. Sörvey dönemlerine göre bu değerdeki düşüş iki sebeple açıklanabilir. İlk sebep aşırı avcılığın bu yıllarda devam ediyor olması ve istavritin balık yemi üretiminde kullanılmasıdır. Bu yıllarda hamsi avcılığının yanı sıra istavrit balığı da boy yasağına bakılmaksızın avlanmış ve yem sanayisinde değerlendirilmiş olabilir. İkinci sebep ise araştırma seferi tarihlerinin 3 yıl boyunca 15 er günlük ötelemeler ile yapılmasıdır. İlk yıl avcılık yoğun olarak başlamadan hemen önce, ikinci yıl avcılık esnasında ve üçüncü yıl avcılık sonrasında yapılan

akustik seferlerde hem sıcaklık değişimi ve g davranışı hem de avcılık öncesi ve sonrası durum değerlendirilmiştir.

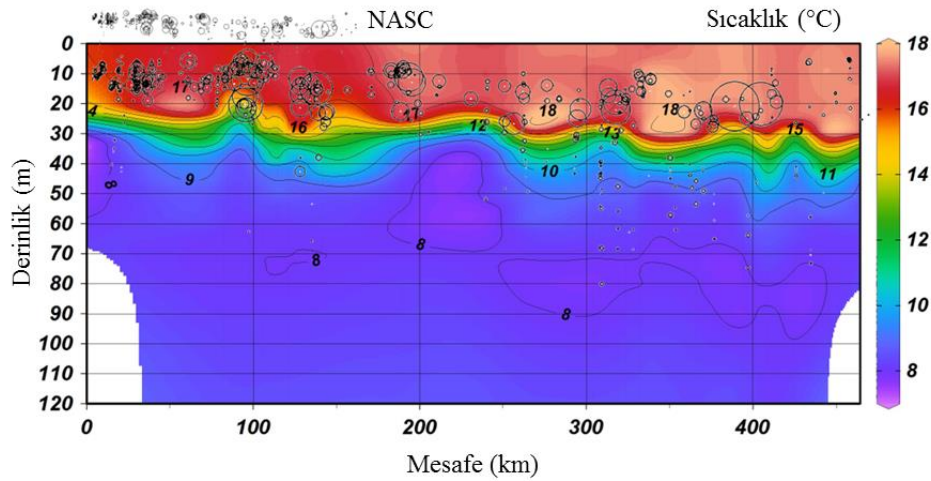
Tuzluluk, sıcaklık, derinlik, klorofil, eğim ve nmüş oksijenin hepsinin *Trachurus mediterraneus* dahil Atlantik istavrit türlerinin modellenmesinde önemli değişkenler olduğu bilinmektedir (Rumolo vd., 2017). Giacomo vd (2018), *T. mediterraneus*'un daha "genelci" davranış sergilediğini ve Güney-Orta Akdeniz'de geniş aralıklı bir yüzey deniz suyu sıcaklığında heterojen bir şekilde biyo-kütle oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca *T. mediterraneus*'u, ince sedimanlarla ilişkili olma eğiliminde olan düşük eğim varyasyonu ile ilişkilendirmiştir. *T. mediterraneus*'un Güney-Orta Akdeniz'deki mekansal dağılımını etkileyen en önemli faktörün derinlik olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılara göre, yaşlı bireyler daha derinleri (> 100 m) tercih etmekte, Akdeniz istavriti daha sığ sulara sergilenmekte ve en yüksek biyo-kütle değerleri güney-orta Akdeniz'de ilk 100 m'de yer almaktadır. Yüksek plankton üretiminin meydana geldiği yüksek enerjili bir bölge olarak tanımlanan şelf kırığı (kıyıda itibaren derinliğin aniden artmaya başladığı sırt kısım) büyük balık sürüleri için önemli bir beslenme alanıdır (Williams vd, 2001).

Araştırmamızda *T. mediterraneus*'un Karadeniz'de ilk 100 m derinliklere kadar yayılış gösterdiği belirlenmiştir (şekil 50, 58 ve 66). 100 m derinlikte sığ kıta sahanlığı ve istavritin habitat olarak tercih ettiği düşük eğimli taban Karadeniz'in doğusuna doğru giderek azalmaktadır. İstavrit tercih ettiği sığ şelf alanının azalmasına rağmen doğuya doğru ilerlemeyi tercih etmiştir. Bu davranış türün beslenmesinin yanı sıra sıcaklıktaki değişimler ile ilişkilendirilebilir. Karadeniz'de istavritin beslenmesinde kabuklular (Caridea, Mysidacea), balıklar (hamsi, gobiler), poliketler ve zooplankton bulunurken hamsi, bu türün en çok tercih ettiği ikinci besinidir (Georgieva vd., 2019). Karadeniz hamsisi (*Engraulis encrasicolus*) her sonbaharda havaların soğuması ile Karadeniz'in güneydoğu kıyılarına kışlamak için g ettiğinden (Güraslan, 2016), istavrit de beslenmek için Karadeniz'in doğusuna yönelebilir.

Tuzluluk ve sıcaklığın metabolik faaliyetler, besin mevcudiyeti ve su tabakalaşması üzerinde önemli etkileri olduğu için, deniz sistemi üretkenliği ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Giacomo vd., 2018). Beslenmenin haricinde barınma açısından sıcak suları tercih eden istavrit, termoklin tabakası varken her zaman bu tabakanın

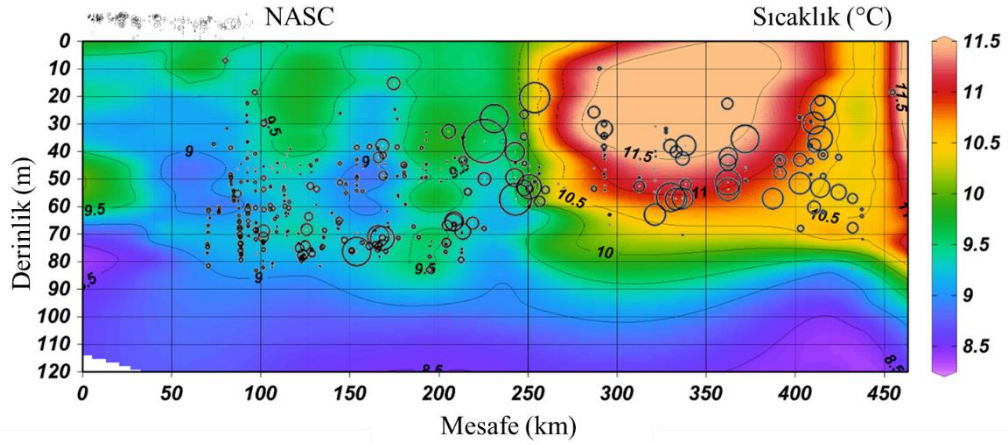
üstünde kalma eğilimindedir. Deniz suyu sıcaklığının istavrit gibi termohalin türleri için kışlama göçünü başlatan bir faktör olduğu bilinmektedir (Chashchin, 1996). Karadeniz’de Bilir (2019) küçük pelajiklerin sıcaklık ile etkileşimlerini incelendiği çalışmasında da benzer sonuçlar bulmuştur. Yapılan 3 yıllık hidro akustik çalışmada elde edilen sürülerin büyüklükleri ve konumlarını aynı sahada CTD ile elde edilen verilerden oluşturulan profil harita üzerine yerleştirdiğimizde istavritin sıcak suda kalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

2013 yılında yapılan akustik sefere ait CTD verilerinden elde edilen derinliğe göre sıcaklık profili üzerine yerleştirilmiş istavritlere ait NASC verisi incelendiğinde istavritlerin hemen hepsinin termoklin tabakasının üzerinde olduğu görülmektedir. Çalışma sahasının hem batısında hem de doğusunda belirgin olarak görülen termoklinin üzeri yaklaşık 16-18°C’dir (Şekil 69).



Şekil 69. 2013 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri

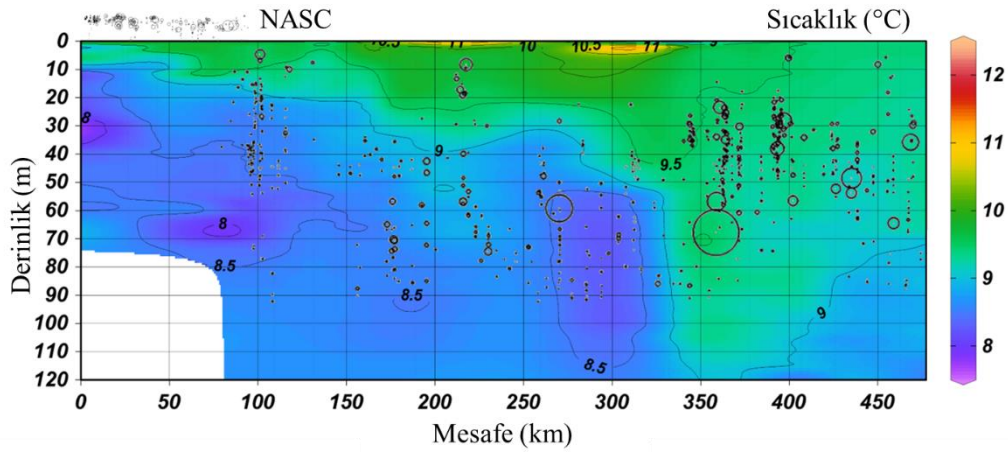
2014 yılında önceki yıla göre 15 gün daha geç başlayan akustik seferde deniz suyu batıda soğumaya başlamış ve sürülerin sıcak tarafa doğru hareket ettikleri görülmüştür (Şekil 70).



Şekil 70. 2014 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri

Çalışma sahasının batısında deniz suyu sıcaklığı 9-10°C'ye düşmüş ve termoklin tabakası kaybolmaya başlamıştır. Doğu kesimde ise sıcaklık 11,5°C civarındadır ve istavrit sürüleri bu tabaka içerisinde daha fazla görülmektedirler.

2015 yılında ise bir önceki yıla göre 15 gün daha geç sefere başlanmış ve deniz suyu sıcaklığının daha da düşmüş olduğu ve termoklin tabakasının kaybolduğu görülmüştür (Şekil 71).



Şekil 71. 2015 seferinde elde edilen üst üste bindirilmiş sıcaklık ve akustik verileri

Çalışma sahasında istavritlerin bulabildikleri en sıcak su katmanında kalmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Büyük balıkların göç edebildikleri fakat küçük balıkların bulundukları yerde kaldıkları gözlemlenmiştir. Aasen vd. (1955) yılında yapmış oldukları çalışmada istavrit balıklarının Hopa ve Rize bölgesinde dibe yakın büyük sürüler oluşturduğunu, sıcaklığın aniden düştüğü derinliklerde ise dipte değil sıcak

üst tabakalarda bulunduklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da istavrit balıklarının genelde dibe yakın sürüler oluşturduğu ve sıcak su tabakalarını tercih ettiği tespit edilmiştir. Johannesson ve Loose (1973)'un Karadeniz'de yaptıkları akustik çalışmada Samsun ve Hopa arasında 305.000 ton istavrit stoğu olduğunu tahmin ettiklerini belirtmişlerdir. Elde edilen eko-gramlar üzerindeki istavrit sürülerine ait sürü morfolojisi bu çalışmada da benzer görülmüştür (Şekil 13 ve 14). Özellikle Doğu Karadeniz'de kıyıya yakın sık ve dibi takip eden sürüler soğuk su tabakaları ile karşılaştıklarında termoklinin üzerindeki sıcak su tabakasını tercih etmektedirler.

Yapılan çalışmalar istavritin Kırım kıyılarında 20 ile 90 metre ve Kafkas kıyılarında 20 ile 60 metre arasında değişen bir derinlikte kışladığı bildirilmiştir (GFCM ve FAO, 2014). İstavrit beslenmek amacıyla Karadeniz'de deniz tabanına yakın kumlu düzlükleri tercih etmektedir. Bu durum Akdeniz'de yapılan çalışmalar ile örtüşmektedir (Rumolo vd., 2017; Giacomo vd., 2018). Karadeniz'de kumluk ve düz deniz tabanı yapısı Akdeniz'e göre çok düşüktür ve çalışma sahasında doğuya gidildikçe azalmaktadır. Bu olumsuz coğrafik yapıya rağmen istavriti doğuya doğru sürükleyen etkenin daha sıcak suları tercih etmesi olduğu görülmektedir. İstavrit bu saha içerisinde bulabildiği en sıcak yerleri barınmak ve beslenmek için tercih etmektedirler.

Çalışma sahası tuzluluk açısından değerlendirildiğinde tuzluluğun yüzeyde ‰ 18 ve 100 m derinlikte ‰ 19,5 olduğu görülmüştür. İlk yıl yapılan çalışmada tüm istavrit sürülerinin ilk 30 metrelik kısımdaki sıcak suda olduğu görülmüştür. Burada tuzluluk değeri ‰ 18'dir. Sonraki yıllarda 60-70 m derinliklerde istavrit sürülerine rastlanmıştır. Bu bölgelerde tuzluluk ‰ 19 civarındadır. İstavritin farklı derinliklerde olmasının ana sebebinin sıcaklık ve buna bağlı beslenme olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile ‰ 1-1,5'lik tuzluluk değişiminin davranışlarını etkilemediği düşünülmektedir.

Üç yıllık çalışma neticesinde her av sezonunda sahanın tamamında istavrit balıklarına rastlanmıştır. Tahmin edilen stok miktarı birbiri ardına gelen yıllarda dalgalanmaktadır. TÜİK (URL-3) verilerine göre 2007-2020 yılları arasında tüm denizlerimizdeki avcılık 24600 – 7500 ton arasında dalgalanarak azalan bir eğilim içerisinde. Çalışmanın yapıldığı yıllara ait TÜİK verileri incelendiğinde toplam av miktarındaki düşme tahmin edilen stok miktarı ile paralellik göstermektedir.

İstavritler büyüklük yönünden incelendiğinde ortalama boy 8 cm civarındadır. Bu boy 0 yaş grubuna denk gelmektedir (Atılğan, 2012). İlk yıl av sezonu içinde henüz yoğun istavrit avcılığı başlamadan stok tahmini 19,516 ton/mil² olarak tespit edilmiştir. Batıda sürüler küçük ve kıyıya yakın, doğuda sürüler büyük ve seyrek olarak görülmüştür. İkinci yıl istavrit avcılığının sezon içinde aktif devam ettiği dönemde stok 12,306 ton/mil² olarak belirlenmiştir. Bu dönemde sahanın orta ve doğusunda büyük sürülere sık rastlanırken batı kesimde küçük ve sık sürüler mevcuttur. Son yıl avcılığın nerdeyse bittiği dönemde sahada stok 2,602 ton/mil² olarak tahmin edilmiştir. Doğu Karadeniz'de istavrit üzerindeki av baskısı yüksektir. Bu, 1991-1993 yılları arasındaki durumla oldukça benzer ve endişe verici bir duruma işaret etmektedir. 2012-2017 yılları arasında karaya çıkan balık miktarındaki azalma da akustik araştırmalarda tahmin edilen miktarlardaki azalmaya paralellik göstermiştir. Bu düşüş hem biyotik (aynı türlerin, av veya predatörlerin varlığı) hem de abiyotik (sıcaklık, oksijen, tuzluluk, şeffaflık, ışık yoğunluğu, akıntı hızı, vb...) çevresel faktörlerin yanı sıra balıkçılık baskısı ile de ilişkilidir (Kızılgök, 2012). Avcılık sonrasındaki dönemde avlanmamış istavritlerin tüm sahada körfez içlerinde 24 m'den sığ ve avcılığın yasak olduğu alanlarda kalan istavritler olduğu düşünülmektedir.

Artüz (1957) 1910 ile 1955 yılları arasında İstanbul balık halinde karaya çıkartılan istavrit balıklarının av verme periyodunu belirlemiştir. Buna göre 3 yıl kötü, 1 yıl orta, 2 yıl iyi, 1 yıl orta ve 3 yıl kötü şeklinde bir periyota sahip olan istavrit iyi yıllarda 500 ton kötü yıllarda ise 300 ton av vermiştir. 2007 yılı sonrası TÜİK verileri ile incelendiğinde toplam avcılığın 23.000 tondan 8000 tona dalgalanarak düştüğü görülmektedir. Çalışma yapılan yıllarda da bu dalgalı düşüşün görünmesi istavrit stoklarında görülen doğal dalgalanma ile paralellik göstermektedir.

Ivanov ve Beverton'un (1985)'te sundukları Akdeniz balık kaynakları adlı yayında belirtilen istavritlere ait göç yapısını gösteren harita Şekil 7'de verilmiştir. Bu haritada özellikle kışlama göçünün Karadeniz'in güney doğu kıyılarında batıya doğru olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada ise özellikle bu sahada göç hareketinin değiştiği, göçün doğuya doğru olduğu tespit edilmiştir. Burada göçü tetikleyen ana

faktörün deniz suyu sıcaklık değişimi olduğu ve balıkların sıcak su kütlesi içinde kalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Öneriler

İstavritler üzerinde mevcut bulunan av baskısı stokların küçülmesine neden olmaktadır. Mevcut bulunan 13 cm boy yasağı sadece 1 yaşındaki balıkları koruyabilmektedir (Atılğan, 2012) ve 24 m'den sığ yerlerde gırgır avcılığının yasak olması istavrit stoklarının korunabilmesi için yeterli değildir. Sörveyler esnasında ortalama boyun oldukça düşük ve juvenil balıkların stoğun büyük kısmını oluşturduğu görülmüştür. Bu sebeple av sezonu başlangıcının daha ileri bir tarihe alınması veya avcılığın daha erken bir tarihte durdurulmasının stokları olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca, istavritin balık unu ve balık yağı üretiminde kullanılmaması özellikle juvenil istavritlerin korunması açısından önem arz etmektedir.

İstavrit stokları gibi diğer pelajik stoklarda da azalma olduğu aşikardır. Özellikle balıkçılara bu durumu anlatabilmek için sahada varlık göstermek onlar ile aynı anda denizde olmak ve araştırma yapmak gereklidir. Elde edilen verilerin düzenli toplantılar yapılarak balıkçılarla paylaşılması ve balıkçıların bilgilendirilmesi sürdürülebilir balıkçılık açısından önem arz etmektedir.

Balıkçılıktan bağımsız veri toplama yöntemleri zahmetli, pahalı ve teknik donanım gerektiren bir yöntemdir. Fakat gerçeğe en yakın stok tahminlerini yapabilmek için bu yöntem ile çalışmak gerekmektedir. Bu üç yıllık çalışma istavrit için akustik sörvey ile yapılan stok tahmin çalışmalarının ilkinin oluşturmaktadır. Akustik sörveyler 2015 yılından sonra da düzenli olarak devam ettirilmiş ve yıllara dayalı veri setleri oluşturulmuştur. Akustik çalışmanın avantajlarından birisi olan büyük sahalarda hızlı sonuç alınabilmesi sayesinde değerlendirmeler ilgililere hızlı bir şekilde iletilmiştir.

Gelecekte akustik sefer sahasının tüm Karadeniz'i kapsaması ve sayısının artırılmasının stok tahminlerini kuvvetlendireceği düşünülmektedir. Bu çalışmaların avcılıktan önce ve sonra iki kez yapılması ve av boyu düşmeye başladığında avcılığın durdurulması için yapılabilmesi stokların korunması açısından önemlidir. Akustik seferlere ek olarak uygun zamanlarda yapılacak yumurta larva sörveyleri

Çalışmaların doğruluğunu güçlendirecektir. Tüm bu çalışmalar çevresel etkenlerin dikkate alınarak yapılması gerekir. Balık stokları üzerinde oşinografik değişikliklerin etkisi önemlidir ve yapılacak her türlü araştırma seferinin bir parçasıdır. Ayrıca modern teknikler kullanılmasının ve sonuçların uluslararası ortamlarda paylaşılmmasının ülke menfaatlerine yapacağı olumlu etki de göz önünde bulundurulmalıdır.



KAYNAKÇA

- Aasen, O., ve Akyüz, E. (1956). *Further Observation on the Hydrography and Occurrence of Fish in the Black Sea*, Fakülteler Matbaası, İstanbul, 35 s.
- Aasen, O., Artüz, İ., ve Akyüz, E. (1956). *Report on a Survey of the Turkish Black Sea Coast.*, Fakülteler Matbaası, İstanbul, 26 s.
- Anonim (1973). *Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesine Dair 1 Numaralı Sirküler*. 14364, 23.08.1973, 1-3 (T.C. Resmi Gazete).
- Anonim (1983). Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri Daire Başkanlığınca Yayımlanan Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1983-1984 Av Dönemine İlişkin 16 Numaralı Sirküler 17973, 28.02.1983, 2 (T.C. Resmi Gazete).
- Anonim (1985). Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünce Yayımlanan Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1985- 1986 Av Dönemine İlişkin 18 Numaralı Sirküler 18674, 14.06.1985, 2-3 (T.C. Resmi Gazete).
- Anonim (1990). Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1990 – 1991 Av Dönemine Ait 24 Numaralı Sirküler 20447, 28.02.1990, 4-5 (T.C. Resmi Gazete).
- Anonim (1992). Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1992 – 1993 Av Dönemine Ait 26 Numaralı Sirküler 21149, 21.02.1992, 4-5 (T.C. Resmi Gazete).
- Artüz, M.İ. (1957). Bazı Pelajik Balıklarımızda Görülen Av Periyotları, Et ve Balık Kurumu, Balıkçılık Araştırma Merkezi Raporları, Seri Deniz Araştırmaları No:1.
- Atılğan, E. (2012). *Doğu Karadeniz'de istavrit (Trachurus mediterraneus Steindachner, 1868) balığında kemiksi yapılardan yaş tayini ve bazı populasyon parametrelerinin tespiti*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum). s.130.
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*, Nobel Kitabevi, Ankara, s.259-275.
- Axelsen, B. E., Bauleth-D'Almeida, G., ve Kanandjembo, A. (2003). In situ measurements of the acoustic target strength of Cape horse mackerel *Trachurus trachurus capensis* off Namibia. *African Journal of Marine Science*, 25(1), 239-251.
- Balkas, T., Mihnea R., Serbanescu, O. ve Ünlüata, U. (1990). *State of Marine Environment in the Black Sea Region*, UNEP Regional Seas Report and Studies. FAO, Rome s. 124.
- Barange, M. (1994). Acoustic identification, classification and structure of biological patchiness on the edge of the Agulhas Bank and its relation to frontal features. *South African Journal of Marine Science*, 14, 333-347.

- Bektas, Y., ve Belduz, A. O. (2008). Molecular phylogeny of Turkish *Trachurus* species (Perciformes: Carangidae) inferred from mitochondrial DNA analyses. *Journal of Fish Biology*, 73(5), 1228-1248.
- Bilir, B. (2019). *Effect of Temperature on the Occurrence of Three Most Abundant Small Pelagic Fish Species in the Southern Black Sea*. Graduate School of Marine Sciences of Middle East Technical University, Erdemli/MERSIN
- Bingel, F., Bekiroğlu, Y., Gücü, A.C., Niermann, U., Kıdeyş, A.E., Mutlu, E., Doğan, M., Kayıkçı, Y., Avşar, D., Genç, Y., Okur, H., Zengin, M. (1996). *Karadenizde Stok Tespiti Projesi, Balıkçılık Araştırmaları*. TÜBİTAK DEBCAG 74/G Final Raporu.
- Bingel, F. ve Gücü A.C. (2010) *Karadeniz Hamsisi ve Stok (Tespiti) Çalışmaları*. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı Sürdürülebilir Balıkçılık Bildiri Kitabı 38-55.
- Boguslavskiy, S. G., Agafonov, Y. A., ve Isayeva, L. S. (1982). Exploration of the Black Sea during the 23rd cruise of the R/V Akademik Vernadskiy. *Oceanology*, 22(3), 385-386.
- Burgos J.M., Horne J.K. (2008) Characterization and classification of acoustically detected fish spatial distributions. *ICES Journal of Marine Science*, 65,1235–1247. doi: 10.1093/icesjms/fsn087
- Chashchin, A.K. (1996). The Black Sea populations of anchovy. *Scientia Marina*, 60 (2), 219-225
- Coetzee, J. (2000). Use of a shoal analysis and patch estimation system (SHAPES) to characterise sardine schools. *Aquatic Living Resources*, 13(1), 1-10.
- Daskalov, G.M. (2002). Overfishing drives a tropic cascade in the Black Sea, *Marine Biology Progress Series* 225,53-63.
- Demir, M. (1959). *Contribution to the knowledge of Trachurus rafinesque of the Marmara and Black Sea*. extrait des rapport et procis-rerbaux de la riunion de la C.I.E.S.M.M., Vol., XV. fase 2.
- Dragesund, O., ve Olsen, S. (1965). On the possibility of estimating year-class strength by measuring echo-abundance of 0-group fish.
- Del Grosso, V. A. ve Mader, C. W. (1972). Speed of Sound in Pure Water. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 52(5B), 1442–1446. doi:10.1121/1.1913258
- Erbay, M., ve Aydın, İ. (2017). *Türkiye Deniz Balıkları ve Otolitleri: Karadeniz ve Marmara*. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları s.192.
- Erüz, C. (1992). *Upwelling Sirkülasyonunun Tamamlanması ve Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Varlığının Tespiti Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. s.87

- FAO (1983). Fisheries Acoustics - A Practical Manual for Aquatic Biomass Estimation. Food and Agricultural Organisation, Rome, s.240
- FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agricultural Organisation, Rome, s.224
- Fässler, S. M., Gorska, N., Ona, E., ve 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.
- Fréon, P., ve Misund, O. A. (1999). Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour. Fishing News Books, s.338.
- García, A. ve Palomera, I. (1996). Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin. *Scientia Marina*, 60, 155-166.
- Genç, Y., Zengin, M., Başar, S., Tabak,İ., Ceylan, B., Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Akbulut, B. ve Sahin, T. (1999). *Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi*. TKB'lığı Su Ürünleri. TAGEM/IY/96/17/03/001. Su Ürünleri Merkez Arşt. Ens. Müdürlüğü, Trabzon, 156 s.
- Georgieva, Y. G., Daskalov, G. M., Klayn, S. L., Stefanova, K. B., ve Stefanova, E. S. (2019). Seasonal diet and feeding strategy of horse mackerel *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) (Perciformes: Carangidae) in the South-Western Black Sea. *Acta Zoologica Bulgarica*, 71, 201-210.
- GFCM, FAO (2014). Stock Assessment Form Small Pelagics.
- Giacomo, M., Germana, G., Samia, F., Okbi, R., Othman, J., Bachra, C., ... ve Fabio, F. (2018). Biomass HotSpot distribution model and spatial interaction of two exploited species of horse mackerel in the south-central Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 821(1), 135-150.
- Güraslan, C. (2016). *Modeling the Impact of Climate Variability on Anchovy Overwintering Migration in the Black Sea*. Doctor of Philosophy, Oceanography, Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Mersin-Turkey. s.163
- Gücü, A.C. (2016). Karadeniz ve Balıkçılık Çalıştay Kitabı. Şimal Ajans ISBN:978-605-88024-3-8 s.55.
- Hansen, C.H. (2001). *Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*. World Health Organization, 23-52.
- ICES, (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.

- ICES, (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. ve Beverton, R.J.H. (1985). *The Fisheries Resources of the Mediterranean*. Part 2: Black Sea, GFCM, Studies and Reviews No: 60, s.135.
- Love, R. H. (1971). Measurements of fish target strength: a review. *Fishery Bulletin*, 69(4), 703-715.
- Johanneson, K.A., ve Loose, G.F. (1973). *Some Results of Observed Abundance Estimations Obtained in Several UNDP/FAO Resource Survey Projects*, FAO, s.74
- Kıdeys, A. E. (2002). Fall and Rise of the Black Sea Ecosystem. *Science*, 297(5586), 1482-1484.
- Kızılgök, A. B. (2012). *A Research on the Determination of Stock Structure and Population Parameters of Horse Mackerel (Trachurus mediterraneus, Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea*. Master Thesis. Karadeniz Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Fisheries Technology Engineering Graduate Program, Trabzon, Turkey. (in Turkish)
- Lillo, S., Cordova, J., ve Paillaman, A. (1996). Target-Strength Measurements of Hake and Jack mackerel. *ICES Journal of Marine Science*, 53, 267–271.
- MEDIAS (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., ve Clay, C.S. (1998). *Fundamentals of Acoustical Oceanography*. Academic Press. s.712.
- Misund, O. A. (1997). Underwater acoustics in marine fisheries and fisheries research. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(1), 1-34.
- Mullon, C., Fre'on, P.ve Cury, P. (2005). The Dynamics of Collapse in World Fisheries, *Fish and Fisheries*, 6, 111-120.
- Oğuz, T. (2017). Controls of Multiple Stressors on the Black Sea Fishery. *Frontiers in Marine Science*, 4,110.
- Petitgas, P. (2003). A method for the identification and characterization of clusters of schools along the transect lines of fisheries-acoustic surveys. *ICES Journal of Marine Science* 60, 872–884. doi:10.1016/S1054–3139(03)00025-0

- Petitgas, P. ve Levenez, J.J. (1996). Spatial organization of pelagic fish: Echogram structure, spatio-temporal condition, and biomass in Senegalese waters. *ICES Journal of Marine Science* 53,147–153. doi: 10.1006/jmsc.1996.0015
- Prodanov, K. (2004). *Responsible Fisheries Booklet for The Black and Azov Seas*. TÜDAV, ISBN, 975-8825-01-1. İstanbul, 10-15.
- Rumolo, P. Basilone, G., Fanelli, E., Barra, M., Calabrò, M., Genovese, S., ... ve Bonanno, A. (2017). Linking spatial distribution and feeding behaviour of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea). *Journal of Sea Research*, 121, 47-58
- Slastenenko, E. (1956). *Karadeniz Havzası Balıkları*. E.B.K.Umum Müdürlüğü, İstanbul, 711 s.
- STECF, (2012). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Assessment of Black Sea Stocks ECF-12-15, European Commission Joint Research Centre, ISBN 978-92- 79-27208-0, Doi:10.2788/63715.
- Simmonds E. J., Williamson, N.J., Gerlotto, F., ve Aglen, A. (1992). ICES Cooperative Research Report No. 187 *Acoustic Survey Design and Analysis Procedure: A Comprehensive Review of Current Practice*. s. 136.
- Simmonds, J., ve MacLennan, D. N. (2008). *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*. John Wiley ve Sons.
- SIMRAD (2012). *Simrad EK-60 Scientific Echo Sounder Reference Manuel*, Konsberg Maritime AS, s.44.
- Slastenenko, E. P. (1956). *Karadeniz havzası balıkları*. Et ve Balık Umum Müdürlüğü.
- Somarakis, S., Palomera, I., Garcia, A., Quintanilla, L., Koutsikopoulos, C., Uriarte, A., ve Motos, L. (2004). Daily Egg Production of Anchovy In European Waters. *ICES Journal of Marine Science*, 61(6), 944-958.
- Stepnowski, A., ve Mitchell, R.S. (1990). ECOLOG II: A Real-Time Acoustic Signal Processing System for Fish Stock Assessment. *Ultrasonics*, 28(4), 256–265.
- Stepnowski, A., Gücü, A. C., ve Bingel, F. (1993). Assessment of the Pelagic Fish Resources in the Southern Black Sea Using Echo Integration and Dual-Beam Processing. *Archives of Acoustics*, 18(1), 83-104.
- Şahin, C., Kasapoğlu, N., Gözler, A. M., Kalayci, F., Hacimurtazaoğlu, N., ve Mutlu, C. (2009). Age, Growth, And Gonadosomatic Index (GSI) Of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 33(2), 157-167.

Tičina, V., Katavić, I., Dadić, V., Marasović, I., Kršinić, F., Grbec, B., ... ve Matić, F. (2006). Acoustic Estimates of Small Pelagic Fish Stocks in the Eastern Part of the Adriatic Sea. *Biologia Marina Mediterranea*, 130(3), 124-136.

URL-1. Acoustical Society of America. <https://acoustics.org/> (120.12.2021, 18:50)

URL-2. Distribution range colours indicate degree of suitability of habitat which can be interpreted as probabilities of occurrence. https://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular (15.09.2017, 11:40)

URL-3. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp/balikkilik.zul> (30 Nisan 2021,13:50).

Ünlüata, Ü., Bingel, F. Bekiroğlu, Y. Gücü, A. C. Niermann, U. Kıdeys, A. E. Mutlu, E. Doğan, M. Kayıkçı, Y. Avşar, D. Genç, Y. Okur, H. ve Zengin., M. (1996). *Karadeniz Stok Tespit Projesi Balıkçılık Araştırmaları* Final Raporu, s.116.

Weintroub, J. (1986). *Fish stock assessment by a statistical analysis of echo sounder signals* (Master's thesis, University of Cape Town).

Williams, A., Koslow, J. A., ve Last, P. R. (2001). Diversity, density and community structure of the demersal fish fauna of the continental slope off western Australia (20 to 35 S). *Marine Ecology Progress Series*, 212, 247-263.

Yankova, M. H., Raykov, V. S., Gerdzhikov, D. B., ve Frateva, P. B. (2010). Growth and length-weight relationships of the horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956), off the Bulgarian Black Sea coast. *Turkish Journal of Zoology*, 34(1), 85-92.

Yücel, Ş. (1997). *Orta Karadeniz Bölgesi'nde Avlanan İstavrit (Trachurus trachurus) Balığının Balıkçılık Biyolojisi Yönünden İncelenmesi*. (Doktora Tezi. O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü). s.59.

Yıldız, T. ve Karakulak F.S. (2018). Batı Karadeniz (Şile-İğneada) Dip Trol Balıkçılığında Av Kompozisyonu. *Journal of Aquaculture Engineering and Fishery Research* 4(1), 1-11

Yılmaz, A. (2002). Türkiye Denizlerinin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26, 219-235.