

**ORTA KARADENİZ BÖLGESİ'NDE
ORTASU TROLÜ İLE AVLANAN
BALIK STOKLARININ TAHMİN EDİLMESİ**

ERCAN ERDEM

DOKTORA TEZİ

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI**

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTA KARADENİZ BÖLGESİ'NDE ORTASU TROLÜ İLE AVLANAN
BALIK STOKLARININ TAHMİN EDİLMESİ

ERCAN ERDEM

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Sedat GÖNERER

SİNOP – 2012

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 12/03/2012 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL



Üye : Doç. Dr. Yalçın KAYA



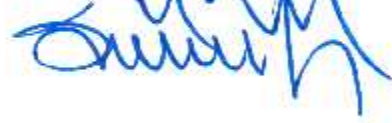
Üye : Yrd. Doç. Dr. Sedat GÖNENER
(Akademik Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ferhat KALAYCI



Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖZDEMİR



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

12/03/2012



Doç. Dr. Hünkar A. DUYAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ORTA KARADENİZ BÖLGESİ'NDE ORTASU TROLÜ İLE AVLANAN BALIK STOKLARININ TAHMİN EDİLMESİ

ÖZET

Bu araştırma 2009-2010 avcılık sezonunda Orta Karadeniz Bölgesi'nde yürütülmüş olup, bölgede ortasu trolleriyle avlanan pelajik türlerden Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758), Çaçı (*Sprattus sprattus* L., 1758) ve İstavrit (*Trachurus mediterraneus* S., 1868) balıklarının stok büyüklüğü tahminleri yapılmıştır. Bu amaçla Taranan Alan Yöntemi (TA) ve Boya Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA) ile söz konusu türlerin stok büyüklükleri tahmin edilmiştir. Ayrıca Boya Dayalı Thomson ve Bell Yöntemi (LTB) ile maksimum ürün elde edebilmek için stoklara uygulanması gereken optimum av gücü belirlenmiştir.

TA yöntemi ile her bir tür için çalışma sahasında ve Türkiye kıyılarında bulunduğu tahmin edilen avlanabilir biyokütle miktarları sırasıyla Hamsi için 260.289±109.111 ton ve 1.573.583±659.631 ton; Çaçı için 145.979±28.684 ton ve 882.523±173.410 ton; İstavrit için ise 16.027±4.474 ton ve 96.893±27.047 ton olarak hesaplanmıştır.

LVPA kullanılarak elde edilen stok büyüklüğü miktarları Hamsi, Çaçı ve İstavrit için sırasıyla 961.399 ton, 196.255 ton ve 77.104 ton olarak tahmin edilmiştir. LBT yöntemi ile MSY'nin elde edilmesi için stoklara uygulanması gereken optimum av gücü hesaplamalarında Hamsi ve Çaçı için mevcut avcılık baskısının %63'ü ve %71'i İstavrit için ise %116'sı uygulanarak sürdürülebilir avcılığın sağlanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca hesaplanan yeni avcılık baskısının uygulanmasıyla elde edilecek ürün miktarlarının Hamsi için 190.320 ton, Çaçı için 53.912 ton ve İstavrit için 13.823 tona yükseleceği tahmin edilmiştir. Sezon sonunda denizde canlı kalan balık miktarının ise Hamsi için 681.250 ton, Çaçı için 102.209 tona yükselirken İstavrit için 41.780 tona düşeceği tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orta Karadeniz Bölgesi, Ortasu Trolü, Hamsi, Çaçı, İstavrit, Stok Tahmini, Taranan Alan Yöntemi, Boya Dayalı Sanal Populasyon Analizi

STOCK ASSESSMENT OF THE FISH STOCKS EXPLOITED BY MIDWATER TRAWL IN MIDDLE BLACK SEA REGION

ABSTRACT

This study was carried out in middle part of the Black Sea coast of Turkey, in 2009-2010 fishing season. In the study, stock size of some pelagic fish species, European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758), European Sprat (*Sprattus sprattus* L., 1758) and Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* S., 1868), caught by mid-water trawls were estimated. For this purpose, stock size of the mentioned species estimated by Swept Area Method (SA) and Length based Virtual Population Analysis (LVPA) Methods. Furthermore, the optimum fishing pressure should be applied to stock in order to obtain Maximum Sustainable Yield (MSY) was determined by Length based Thomson and Bell Method (LTB).

The fishable stock sizes of European Anchovy (EA), European Sprat (ES) and Mediterranean Horse Mackerel (MHM) in the study area estimated by SA were 260.289 ± 109.111 tons, 145.979 ± 28.684 tons and 16.027 ± 4.474 tons, respectively. Furthermore, the stock sizes of the species in the Turkish coasts of the Black Sea were estimated as $1.573.583 \pm 659.631$ tons, 882.523 ± 173.410 tons and 96.893 ± 27.047 tons for each species, respectively.

The estimated stock sizes of the species calculated by LVPA were 961.399 tons for EA, 196.255 tons for ES and 77.104 tons for MHM. Optimum fishing pressure level estimations calculated by LTB method to obtain MSY showed that the fishing pressure on the fish stocks should be reduced to 63% and to 71% of the present fishing pressure level for EA and ES, but increased to 116% of the present fishing pressure level for MHM. If the new levels of fishing pressure applied to stocks, MSY will be 190.320 tons for EA, 53.912 tons for ES and 13.823 tons for MHM. Furthermore, the steady-state biomass will be increased to 681.250 tons for EA, 102.209 tons for ES and will be decreased to 41.780 tons for MHM.

Keywords: Middle Black Sea region, Midwater Trawl, European Anchovy, European Sprat, Mediterranean Horse Mackerel, Stock Assessment, Swept Area Method, Length based Virtual Population Analysis

TEŞEKKÜR

Doktora tez konumun seçiminde, tezimle ilgili örnekleme ve laboratuvar çalışmalarından tezimin tamamlanması aşamasına gelince değin yardımlarını gördüğüm başta sayın danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Sedat GÖNENER'e ve Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖZDEMİR'e; Her zaman yanımda olduğunu bildiğim kadim dostum Yrd. Doç. Dr. Fatih ŞAHİN'e, kader arkadaşım Arş. Gör. Hakan AKSU'ya; Tezimin yazım aşamasında manevi desteklerini benden esirgemeyerek beni yalnız bırakmayan mesai arkadaşlarım ve kardeşlerim Arş. Gör. Murat KERİM, Dok. Öğr. Dilara KAYA ve Yük. Lis. Öğr. Bayram AYVAZ'a canı gönülden teşekkür ederim.

Ayrıca gerek lisans eğitim sırasında gerekse lisansüstü eğitim hayatıma başladığım ilk günden bu yana, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, uzmanlık alanları başta olmak üzere hayatın her alanındaki konulara olan ilgisi ve bu konulara hakimiyeti sayesinde bilim adamlığı ve akademisyenliği bana sevdiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Yakup ERDEM'e; Lisansüstü derslerim esnasında popülasyon dinamiği hakkındaki eşsiz bilgisi ve bu bilgileri aktarma konusundaki üstün kabiliyeti sayesinde popülasyon dinamiği konusuyla ilgilenmeme neden olan, kendisi gibi konusunda uzman bir bilim adamı olabilmeyi arzu ettiğim, saygıdeğer hocam Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak koşullar ne olursa olsun hep yanımda olan, beni her zaman küçük oğulları olarak gören ve üzerimden bir an olsun ilgi ve alakalarını eksik etmeyen canım Annem ve Babam ile ikinci annem diyebileceğim canım ablama ve yengeciğime; hayatımın son 3 yılında varlığıyla yaşamımı şenlendiren, sevgisiyle beni dünyanın en mutlu insanı yapan nişanlım ve müstakbel hayat arkadaşım Hilal KARAKAŞ'a teşekkür ederim.

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Balıkçılık Yönetiminde Temel Kavramlar	3
2.2. Balık Stoklarının Tahmin Edilmesi	6
2.3. Stok Tahmininde Kullanılan Modeller	7
2.3.1. Balıkçılık Çabasına Dayalı Stok Tahminleri	8
2.3.2. İlk Üreme Boyu/Yaşına Dayalı Stok Tahminleri	10
2.3.3. Sanal Populasyon Analizi (VPA)	11
2.4. Maksimum Sürdürülebilir Ürün (MSY) Kavramı	13
2.5. Stok Tahminlerinin Amaçları	16
2.5.1. Biyolojik ve Kaynakların Korunmasına Yönelik Amaçlar	18
2.5.2. Ekonomik Amaçlar	18
2.5.3. Sosyal Amaçlar	19
2.5.4. Sportif Amaçlar	20
2.6. Stok Tahmininde Dikkat Edilecek Hususlar	20
2.7. Araştırmada İncelen Türlerle Ait Bilgiler	23
2.7.1. Hamsi (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	23
2.7.2. Çaçı (<i>Sprattus sprattus</i>)	24
2.7.3. İstavrit (<i>Trachurus mediterraneus</i>)	26
3. MATERYAL ve YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Çalışma Alanı ve Örneklem Zamanı	28
3.1.2. Örneklemelerde Kullanılan Tekneler ve Av Aracı	29
3.2. Yöntem	32
3.2.1. Balık Örneklemelerinin Yapılması ve Verilerin Toplanması	32
3.2.2. Populasyon Parametrelerinin Tahmini	33
3.2.3. Stok Büyüklüğü ve Yoğunluk Hesaplamaları	35
3.2.3.1. Taranan Alan Yöntemi	35

3.2.3.2.	Sanal Populasyon Analizi (VPA)	38
3.2.3.3.	Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücünün Hesaplanması	39
4.	BULGULAR	40
4.1.	Hamsi'ye İlişkin Sonuçlar	41
4.1.1.	Av Miktarı	41
4.1.2.	Boy Kompozisyonu	42
4.1.3.	Boy-Ağırlık İlişkisi	43
4.1.4.	Populasyon Parametreleri	44
4.1.5.	Taranan Alan Yöntemiyle Stok Büyüklüğü Tahmini	46
4.1.6.	Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)	48
4.1.7.	Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücü Miktarı	50
4.2.	Çaça'ya İlişkin Sonuçlar	52
4.2.1.	Av Miktarı	52
4.2.2.	Boy Kompozisyonu	53
4.2.3.	Boy-Ağırlık İlişkisi	54
4.2.4.	Populasyon Parametreleri	55
4.2.5.	Taranan Alan Yöntemiyle Stok Büyüklüğü Tahmini	57
4.2.6.	Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)	59
4.2.7.	Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücü Miktarı	60
4.3.	İstavrit'e İlişkin Sonuçlar	63
4.3.1.	Av Miktarı	63
4.3.2.	Boy Kompozisyonu	64
4.3.3.	Boy-Ağırlık İlişkisi	65
4.3.4.	Populasyon Parametreleri	66
4.3.5.	Taranan Alan Yöntemiyle Stok Büyüklüğü Tahmini	68
4.3.6.	Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)	70
4.3.7.	Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücü Miktarı	72
5.	TARTIŞMA	74
5.1.	Hamsi Stokuna İlişkin Sonuçlar	76
5.2.	Çaça Stokuna İlişkin Sonuçlar	80
5.3.	İstavrit Stokuna İlişkin Sonuçlar	83
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	86
7.	KAYNAKLAR	92
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER	Sayfa No
Şekil 2.1. Maksimum Sürdürülebilir Ürün kavramını gösteren grafik	13
Şekil 2.2. MER ve MSY kavramlarının karşılaştırılması	19
Şekil 2.3. Hamsi ‘nin Karadeniz’deki dağılım ve göç hareketleri (Anonim (2011a)’den alınarak düzenlenmiştir)	23
Şekil 2.4. Ülkemizde 1996-2010 arasında avlanan toplam hamsi miktarı (TÜİK, 1997-2011)	24
Şekil 2.5. Çaç’a’nın Karadeniz’deki dağılım ve göç hareketleri (COEC (2008)’den alınarak düzenlenmiştir)	25
Şekil 2.6. Ülkemizde 1996-2010 arasında avlanan toplam çaça miktarı (TÜİK, 1997-2011)	25
Şekil 2.7. İstavrit balıklarının Karadeniz’deki dağılım ve göç hareketleri (Kalaycı (2006)’dan alınarak düzenlenmiştir)	26
Şekil 2.8. Ülkemizde 1996-2010 yılları arası avlanan istavrit miktarları (TÜİK, 1997-2011)	27
Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü bölge (Google Earth’den alınarak düzenlenmiştir)	29
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan ortasu trol ağı ve bu ağ ile istavrit ve hamsi avlamak için kullanılan torbalar (Orijinal)	31
Şekil 3.3. Trol ağıyla taranan alanı gösteren şema	35
Şekil 3.4. Çalışma sahasının toplam alanı	36
Şekil 3.5. Karadeniz’e kıyısı olan ülkelerin 0-200 metre arasındaki bölgelerin alanları (Prodanov ve ark. (1997)’den alınarak çizilmiştir)	37
Şekil 4.1. Hamsi balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi	43
Şekil 4.2. Çaç’a balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi	54
Şekil 4.3. İstavrit balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi	65
Şekil 5.1. VPA yöntemiyle hesaplanan 1967-1993 yılları arasındaki hamsi stok büyüklüğü tahminleri (Prodanov ve ark., 1997)	76
Şekil 5.2. Hamsi stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması	79
Şekil 5.3. 1951-1993 yılları arasında yaşlara göre çaça biyokütlesi (ton) (Prodanov ve ark. (1997)’den alınarak düzenlenmiştir)	80
Şekil 5.4. Çaç’a stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması	82
Şekil 5.5. 1950-1995 yılları arasındaki istavrit biyokütle tahminleri (Prodanov ve ark. (1997)’den alınarak düzenlenmiştir)	83
Şekil 5.6. İstavrit stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması	84

ÇİZELGELER	Sayfa No
Çizelge 2.1. Çalışmada incelenen türlerin 2009-2010 avcılık sezonundaki toplam av miktarları ve balık unu-yağı sanayisinde kullanılan miktarlar (TÜİK, 2010)	26
Çizelge 3.1. Karadeniz'in derinliklere göre yüzey alanları ve su hacimleri (Prodanov ve ark., 1997)	36
Çizelge 4.1. Aylara göre boy ölçümleri yapılan balık sayıları	40
Çizelge 4.2. Hamsi avcılığına ilişkin aylara göre toplam ve ortalama av miktarları	41
Çizelge 4.3. Hamsi balıklarına ait aylık boy kompozisyonları	42
Çizelge 4.4. Hamsi balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler	44
Çizelge 4.5. Karadeniz'de hamsi ile ilgili yapılmış bazı çalışmalarda elde edilen L_{∞} ve K değerleri	44
Çizelge 4.6. Hamsi için Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler	45
Çizelge 4.7. Hamsi balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları	46
Çizelge 4.8. Hamsi balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları	47
Çizelge 4.9. Hamsi balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri	48
Çizelge 4.10. Hamsi balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri	49
Çizelge 4.11. Hamsi için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları	50
Çizelge 4.12. Hamsi balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları	51
Çizelge 4.13. Çaç avcılığına ilişkin aylara göre toplam ve ortalama av miktarları	52
Çizelge 4.14. Çaç balıklarına ait aylık boy kompozisyonları	53
Çizelge 4.15. Çaç balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler	55
Çizelge 4.16. Karadeniz'de çaça ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalara ait L_{∞} ve K değerleri	55
Çizelge 4.17. Çaç balıklarının Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler	56
Çizelge 4.18. Çaç balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları	57
Çizelge 4.19. Çaç balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları	58
Çizelge 4.20. Çaç balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri	59

Çizelge 4.21.	Çaça balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri	60
Çizelge 4.22.	Çaça için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları	61
Çizelge 4.23.	Çaça balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları	62
Çizelge 4.24.	İstavrit avcılığına ilişkin aylara göre toplam ve ortalama av miktarları	63
Çizelge 4.25.	İstavrit balıklarına ait aylık boy kompozisyonları	64
Çizelge 4.26.	İstavrit balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler	66
Çizelge 4.27.	Karadeniz’de istavrit ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalara ait L_{∞} ve K değerleri	67
Çizelge 4.28.	İstavrit balıklarının Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler	67
Çizelge 4.29.	İstavrit balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları	68
Çizelge 4.30.	İstavrit balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları	69
Çizelge 4.31.	İstavrit balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri	70
Çizelge 4.32.	İstavrit balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri	71
Çizelge 4.33.	İstavrit için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları	72
Çizelge 4.34.	İstavrit balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları	73
Çizelge 5.1.	Ülkemizde önceki yıllarda yapılan stok tespiti çalışmaları (Bingel ve Gücü (2010)’den alınarak güncellenmiştir)	74
Çizelge 5.2.	Karadeniz’deki hamsi biyokütle tahmini, MSY düzeyinde olması gereken av ve avlanan miktarlar (Bingel ve Gücü, 2010)	77
Çizelge 5.3.	Balıkçılığa bağlı verilerden tahmin edilen MSY değerleri (Bingel ve Gücü, 2010)	77
Çizelge 5.4.	1997 ve 1998 yıllarında hamsi için hesaplanan biyokütle ve MSY değerleri (Mutlu, 2000)	78
Çizelge 6.1.	Sanal populasyon analizi ile hesaplanan biyokütle miktarları (ton)	86
Çizelge 6.2.	Taranan alan yöntemi ile hesaplanan biyokütle miktarları (ton)	86
Çizelge 6.3.	Boy kompozisyonu verisi kullanılarak hesaplanan ölüm katsayıları	87
Çizelge 6.4.	Ölüm katsayıları kullanılarak hesaplanan Optimum F değerleri	87
Çizelge 6.5.	VPA ile hesaplanan ölüm miktarları ve biyokütle miktarları	87
Çizelge 6.6.	VPA sonuçları kullanılarak hesaplanan ölüm katsayıları	87

1. GİRİŞ

Karadeniz balıkçılığı, ülkemizin toplam su ürünleri avcılığının yaklaşık % 70'ini tek başına sağlamaktadır (TÜİK, 2010). Ancak çevresindeki birçok ülke, evsel ve sanayi atıklarını Karadeniz'i besleyen nehirlerle buraya boşaltmaktadır. Böylece Karadeniz her geçen gün kirlenmekte ve burada yaşayan denizel canlıların devamlılığı tehlikeye girmektedir. Ayrıca Karadeniz'de tekne büyüklükleri ve üzerindeki donanımlar bakımından giderek gelişen av filolarının balık stoklarını aşırı avcılık baskısına maruz bırakması da balıkçılığın geleceğini tehlikeye sokmaktadır.

Dünyanın birçok bölgesinde benzer nedenlerden dolayı azalan hatta yok olmaya yüz tutan su ürünleri kaynakları bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Bu nedenle azalan kaynakların kurtarılması amacıyla kirliliğin önlenmesi ve stoklar üzerindeki avcılık baskısının azaltılması yoluyla onlara kendilerini yenileyebilme fırsatı vermek için çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Birçok ülke kendisine kıyısı olan deniz ve okyanuslardaki stokları araştırarak mevcut durumlarının tahmini ile ilgili çalışmalara başlamıştır. Stokların durumlarının belirlenmesinden sonra tehlikede olan stokların sürdürülebilir balıkçılık açısından rehabilitasyonuna ilişkin önlem ve uygulamalar hazırlanmıştır.

Balıkçılık yönetimi otoriteleri planladıkları yönetim amaçlarını gerçekleştirilebilmek için kotalar, boy sınırlamaları, av aracı kısıtlamaları, zaman, mevsim ve bölge yasağı uygulamaları gibi bazı yönetim araçlarına gereksinim duyarlar. Balık avcılığı yönetim uzmanları bu yönetim uygulamalarından hangilerinin kendi amaçlarını daha iyi gerçekleştireceğine karar verebilmek ve böylece balık stoklarını en verimli şekilde yönetebilmek için stoklar hakkında mümkün olduğu kadar çok bilgiye sahip olmalıdırlar. Stokların sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması ise, ancak stokların geçmişteki ve günümüzdeki durumunu en açık şekilde ortaya koyabilecek, iyi planlanmış stok tahmin çalışmaları ve bunun yanı sıra önceki yıllara ait av miktarı ve av çabası istatistiklerinin izlenmesi ve iyi seçilmiş yöntemlerle doğru şekilde yorumlanmasıyla mümkün olabilir (Cooper, 2008).

Son yıllarda, ülkemiz balıkçılığının Avrupa Birliği'ne uyumu amacıyla başlatılan balıkçılık yönetimine dayalı uygulamalarla, ülke balıkçılığımıza sürdürülebilir bir karakter kazandırılmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda dünya denizlerinde yıllar önce yapılmaya başlanmış ve halen güncellenmekte olan stok tespiti, bireysel ve toplam av kotası çalışmalarına ülkemizde henüz başlanmıştır. Ülkemizde su

ürünleri üretici derneklerinin daha çok hamsinin pazar fiyatının düşmesini önlemek amaçlı girişimiyle ilk kez 2008-2009 balıkçılık sezonunda tekne büyüklüğüne bağlı olarak pazara taze tüketim için arz edilen günlük avlanabilir hamsi miktarlarına sınırlamalar getirilmiştir (Anonim, 2008).

Stok tespiti çalışmaları su ürünleri kaynaklarının miktar olarak belirlenmesi ve gerekli durumlarda avcılık miktarlarına sınırlamalar getirilmesi, türlerin devamlılığı ve sürdürülebilir balıkçılık oluşturulması açısından önemlidir. Dünyada sürdürülebilir balıkçılık konusunda yıllardır çalışmalar yapılmaktaysa da halen balıkçılık yönetimi konusunda çözüm bekleyen problemler bulunmaktadır. Birçok balıkçılık yönetimi otorite ve uzmanlarının karşılaştığı en önemli sorunlardan biri avlanabilir biyokütle konusunda yeterli ve gerçeğe yakın bilginin bulunmamasıdır (Mayfield ve ark., 2008).

Sürdürülebilir ve yönetilebilir balıkçılık politikalarının oluşturulabilmesi ancak mevcut stokların durumunun iyi bir şekilde belirlenmesiyle mümkün olacaktır. Bu nedenle doğru planlanmış ve sonuçları uygulamaya aktarılabilir stok tahmini çalışmalarının yapılması, dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi özellikle ülke balıkçılığımızın yönetilebilir ve sürdürülebilir hale getirilmesi açısından da hayati öneme sahiptir.

Bu doğrultuda yürütülen bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesi'nde ortasu trol ağları kullanılarak avlanan bazı balık türlerinin stok büyüklüklerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen stok tahmini hesaplamaları Jones ve van Zalinge (1981)'in önerdiği "Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi" yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Yine aynı şekilde Sparre ve Venema (1998)'nin önerdiği "Boya Dayalı Thomson ve Bell Yöntemi" kullanılarak stoklar üzerindeki mevcut av baskısı seviyesi değerlendirilmiş ve maksimum ürün elde etmek için stoklara uygulanması gereken balıkçılık baskısının ne kadar olması gerektiğine ilişkin tahminler yapılmıştır. Bunların yanı sıra genellikle demersal türlerin stok tahmini hesaplamalarında kullanılan "Taranan Alan Yöntemi" ortasu trolü için kullanılarak aylık yoğunluk ve stok büyüklüğü hesaplamaları yapılmış ve bu yöntemin ortasu trol ağları ile avlanan balık türlerinin stok büyüklüğü hesaplamalarında uygulanabilirliği test edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Su ürünleri kaynakları aşırı avcılık ve kirlilik gibi insan kaynaklı etkiler nedeniyle yıllar içerisinde giderek tahrip olmuştur. Balık stokları kendilerini yenileyemez hale gelmiş hatta bazı türler tamamen ortadan kaybolmuştur. Sucul kaynakların tehlikeye girmesi bilim adamlarını harekete geçirerek bu kaynakların kendilerini yenileyebilmelerine yönelik avcılık politikalarının oluşturulması yönündeki çalışmaların başlamasına neden olmuştur. Bu bağlamda stokların durumuna bağlı olarak kimi stoklarda alınacak önlemler belirlenmiş ve uygulanmakta kimi stoklarda ise henüz uygulanacak düzenlemeler belirlenmekte ve bunun için öncelikle stokların mevcut durumları incelenmektedir.

Stok tahmini çalışmaları sadece stok büyüklüğünün sayı veya miktar bakımından hesaplanması ya da tahmin edilmesini ifade etmemektedir. Stok tahmini çalışmaları balıkların beslenme, büyüme ve üreme davranışları, avcılıkta kullanılan teknelerin sayı, büyüklük ve motor gücüne bağlı olarak değişen avcılık çabası ile stoktan faydalanan balıkçıların sosyoekonomik yapısına kadar her türlü konu ile ilgilenmektedir (Cooper, 2008). Bu nedenle gerçeğe yakın bir stok tahmininin yapılabilmesi ve böylece stoku sürdürülebilir hale getirmek için uygulanacak yönetim önlemlerinin doğru seçilebilmesi ancak tüm bu konular hakkında edinilen bilgilerin doğru değerlendirilmesiyle mümkün olabilir.

2.1. Balıkçılık Yönetiminde Temel Kavramlar

Balıkçılık belirli stok ve bu stoktaki balıkların avlanmasıyla ilgili faaliyetleri gerçekleştiren balıkçılar, tekneler ve hatta bunlarla ilgili diğer birimlerin tamamından oluşan grup olarak tanımlanır.

Balıkçılık bilimi herhangi bir balıkçılığın birden fazla bilim dalı kullanılarak araştırılmasıdır. Balıkçılık biliminin içinde balıkçılık biyolojisi, deniz ekolojisi, stok tahmini, avcılık yönetimi, doğal kaynaklar ekonomisi, sosyal bilimler, avcılık teknolojisi, oşinografi, istatistik ve bilgisayar modellemesi gibi birçok bilim dalı yer almaktadır.

Stok kelimesi bir ırka veya türe ait olan, kendi kendisini devam ettiren, belirli bir bölge içerisinde belirli bir zamanda üreyen bireyler topluluğu (Erkoyuncu, 1995) şeklinde ifade edildiği gibi tek bir türe ait popülasyonun tamamı ya da bir parçası (Musick ve Bonfil, 2005) olarak da ifade edilir. Bunlara ek olarak aynı anda birden fazla türün avcılığının yapıldığı (multi-species) balıkçılık tiplerinde ise stok; “balıklar, kabuklular, eklem bacaklılar ya da pelajik balıklar, demersal balıklar, semipelajik balıklar” gibi özellik bakımından birbirine benzeyen veya farklı türlerden oluşan ve bir arada yaşayan en az iki türün oluşturduğu grup olarak da ifade edilir.

Stok tahmini balıkçılık biliminin önemli bir parçası olup, balık stoklarının mevcut durumunun tespit edilmesi ve farklı yönetim önlemlerinin uygulanması durumunda gerçekleştirilecek sonuçların belirlenmesinde görev alır. Bu çalışmalar sayesinde bir stokun hedeflenen miktarın altında olup olmadığı, stokun aşırı avlanmaya maruz kalıp kalmadığı ve mevcut av baskısının stok miktarının korunmasına ya da değişmesine neden olup olmayacağı gibi bilgiler elde edilebilir. Stok tahminleri ayrıca ölüm miktarı ve stoka katılım miktarı gibi balık popülasyonlarının diğer önemli dinamiklerinin yanı sıra Birim Çabada Av Miktarı’nda (BÇAM) oluşabilecek değişiklikler gibi bazı ekonomik parametrelerin de kullanılmasıyla balıkçılık yönetim uzmanlarının balıkçılığın durumu ve yönetim uygulamalarının olası sonuçları hakkında bilgi sahibi olmasını sağlar.

Stok tahmininin tanımı amacına bağlı olarak çeşitli yollarla yapılmaktadır. Sparre ve Venema (1998)’ya göre stok tahminlerinde en temel amaç su ürünlerinin en iyi şekilde değerlendirilebilmesiyle ilgili tavsiyelerde bulunmaktır. Daha modern tanımlama ise Hilborn ve Walters (1992) tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre; “Stok tahmini farklı yönetim önlemlerinin popülasyonlar üzerindeki etkilerini inceleyerek önerilerde bulunmak ve ölçülebilir tahminler yapmak amacıyla istatistiksel ve matematiksel hesaplamaların kullanılmasıdır”.

Balık stoklarının değerlendirilmesinde kullanılan modern yöntemlerin uygulamada da kullanılabilir olması için ölçülebilir bazı tahminlerin yapılması gereklidir. Başka bir ifadeyle herhangi bir balıkçılık kaynağı hakkında detaylı bilgiler olmadığı sürece sadece verimli ya da aşırı sömürülmüş şeklinde ifade edilebilir. Eğer avlanabilecek balık miktarı ya da avcılık düzeyi “Avlanabilir stok miktarı biyokütlenin %30’udur” gibi ölçülebilir şekilde ifade edilmezse, bu bilgiler o kaynağın yönetim kararlarının şekillendirilmesinde sınırlı bir kullanıma sahip olacaktır. Aynı şekilde yapılan stok tahminleri “aşırı avlanmış bir stokun rehabilitasyonu için uygulanması

gereken av miktarı ve av çabası kotalarının ne kadar olması gerektiği” gibi farklı yönetim düzenlemelerinin sonuçlarını da sayısal olarak tahmin edebilmelidir.

Stok tahminlerinin en önemli görevlerinden biri de balıkçılığın dinamiklerinin anlaşılmasıdır. Çünkü biyolojik kaynaklar durağan bir yapıya sahip değildirler ve sürekli değişmektedirler. Balıkçılıktaki dinamikler beslenme, üreme ve göç davranışları, ölüm oranları, stoka katılım miktarı, iklimsel değişiklikler ve kirlilik gibi iç faktörlere bağlı olduğu kadar uygulanan yönetim tedbirlerinin zaman içerisindeki etkilerine de bağlı olarak tepki gösterirler. Stok tahminlerinin sonuçları balıkçılık hakkında daha iyi tahminler yapabilmek için tüm bu dinamiklerin en iyi şekilde anlaşılmasını sağlamalıdır.

Belirsizlik stok tahminlerinin en temel özelliğidir. Doğal sistemleri belirsizliğe sürükleyen birçok değişken bulunmaktadır. Bu değişimlere biyolojik ve ekolojik süreçlere etki eden çevresel faktörler (abiyotik ve biyotik) kadar, balığın büyümesi (Fargo ve Kronlund, 2000) ve üremesindeki değişimler de neden olabilmektedir (Parsons ve ark., 1998). Aynı şekilde av filusunun ve av araçlarının sergilediği farklılıklar, veri alımı sırasında oluşan hata ve önyargılar, gerekenden az ya da eksik veri serilerinin kullanılması gibi faktörler de belirsizliğin diğer kaynaklarıdır. Ayrıca stok tahmini için kullanılacak modelin seçimine bağlı olarak belirsizlik de artar. Örneğin; hidroakustik yöntemler pelajik türlerin stok büyüklüğü tahmininde, taranan alan yöntemi ise demersal türlerin stok büyüklüğü tahmininde diğer yöntemlere oranla daha iyi olmasına rağmen çoğu zaman belirli bir stok için hangi yöntemin daha doğru olduğuna karar vermek pek mümkün değildir. Değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda yapılan stok tahmini çalışmaları sonrasında elde edilen biyokütle ya da ölüm oranlarının gerçeğe yakın tahmin edilemediği ve tüm tahminlerin belirli seviyelerde belirsizlik ve şüphe içerdiği söylenebilir. Bu nedenle belirsizliği yok etmek yerine, onu karar verme mekanizmasına dahil etmek sonuçlar açısından çok daha faydalı olacaktır (Musick ve Bonfil, 2005).

2.2. Balık Stoklarının Tahmin Edilmesi

Balık stoklarının değerlendirilmesi oldukça zor bir çalışma periyodunu gerektirmektedir. Balıkların kolayca sayılması söz konusu değildir. Ayrıca hareketli olmaları sayılmalarını iyice zorlaştırmaktadır. Okyanus ve denizlerdeki stoklar için sörveyler örnekleme için mümkün olan tek seçenektir. Dip trolü, hidroakustik ve paraketa sörveyleri gibi çok değişik sörvey yöntemleri bulunmaktadır. Her bir sörvey yönteminin farklı balık türlerinin bolluğunun tahmin edilmesinde diğer yöntemlere göre daha güçlü ya da daha zayıf olduğu yönleri vardır (KISR, 2010).

Balık stoklarının büyüklük tahmininde en yaygın kullanılan yöntemler trol ağlarının kullanıldığı taranan alan ve av eğrisi yöntemleri, balıkların boy veya yaş kompozisyonlarının kullanıldığı sanal populasyon analizi ve buna bağlı yılı sınıf analizi gibi biyoistatistiksel yöntemler, hidroakustik yöntemler ile balık yumurta ve larvalarının incelenmesine yönelik yöntemlerdir.

Biyoistatistiksel yöntemler ile balık stokları hakkında detaylı bilgiler elde edilebilmesine rağmen verilerin toplanması, incelenmesi ve sonuçlandırılmasında çok uzun zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Akustik yöntemler ise balık stokları hakkında hızlı ve özet bilgiler sağlaması, balıkçılığa ilişkin istatistiki bilgilere ihtiyaç duymaması, özellikle pelajik balıklar açısından önemli olan sürü oluşumu hakkında verilerin toplanabilmesi gibi özellikleri bakımından avantajlara sahiptir (Ünlüata ve ark., 1996).

Ancak bu yöntem her bir tür için hassas kalibrasyon gerektirmesi, deniz tabanına yakın yaşayan kalkan, pisi gibi türlerin tespit edilememesi, parazit yankılar ve diğer canlılardan gelen yankıların ayırt edilememesi gibi nedenlerden dolayı bazı dezavantajlara sahiptir. Balık yumurta ve larvaları veya küçük boyutlardaki canlıların örneklenmesi ise sadece küçük gözlü ağlarla veya plankton kepçeleri gibi araçlarla yapılacak çekimlerle mümkün olabilmektedir. Dibe yakın yaşayan türlerin örneklenmesinde ve bunların stok büyüklüklerinin tahmin edilmesinde kullanılabilecek en uygun yöntem ise taranan alan yöntemidir.

Stok tahminleri birbirine neredeyse hiç benzemeyen iki ayrı aktiviteden oluşur. Bunlardan biri stoktaki türlerin biyolojisi hakkında mümkün olduğunca çok şey öğrenebilmektir. Diğeri ise stokun üzerinde gerçekleşen avcılık faaliyetleridir. Tüm stok tahmin yöntemleri bu iki aktiviteden elde edilen verilerin kullanılarak bazı modeller doğrultusunda hesaplamaların yapılması esasına dayanmaktadır (KISR, 2010).

2.3. Stok Tahmininde Kullanılan Modeller

Stok tahminlerinde kullanılan bazı modeller yöntem ve hesaplamaların yapılaş şekli açısından çok açık ve anlaşılır olmasına rağmen bazı yöntemler ise üstü kapalı, birçok varsayım ve ön kabullenmeyi gerektirmektedir. Balıkçılık çabasının artması durumunda stoka ne olacağı hakkında basit bir tahmin yapabilmek için bile bu kavramsal modellere ya da bir dizi varsayıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bir model şekil olarak belirli bir ekolojik sistemin ya da bu sistemin içinde gerçekleşen herhangi bir sürecin özetidir. Stok tahmini gibi sayısal bilim dalları söz konusu olduğunda ise modeller denklem veya denklem grupları tarafından şekillenir. Modelin tipi ve ne kadar karmaşık olduğu yapılan araştırma alanına ve analiz edilmesi planlanan sorunlara bağlıdır. Holling (1978)'in sınıflandırmasına göre stok tahminindeki sorunlar genellikle araştırmada kullanılacak verinin miktar ve kalite bakımından yetersiz olmasından kaynaklanır. Bununla birlikte bir modelin karmaşık olması demek her zaman onun verimli ve kullanışlı olması anlamına gelmez.

Stok tahminde kullanılan modeller tüm biyolojik sürecin tek bir denklem ile belirtildiği basit tümleşik modellerden detaylı yaş durumlarının elde edildiği, tür dağılımlarının ve birden fazla stok ve türün incelendiği modeller gibi birçok denklemi içeren ve balık popülasyonu hakkında daha gerçekçi bilgilendirme yapmaya çalışan modellere kadar değişiklik göstermektedir. Her ne kadar daha karmaşık ve detaylı modellerin basit modellere oranla daha iyi olduğu ve gerçeği daha iyi yansıttığı ileri sürülse de araştırmalar göstermiştir ki basit modeller bazı durumlarda daha az parametrenin hesaplanmasını gerektirdiği için daha iyi performans gösterebilmektedir.

Bir balıkçılığın dinamikleri araştırılırken en iyi yöntemin seçilmesi ve kullanılmasının bazı sakıncaları vardır. Tek bir yöntem kullanmak yerine basit ve karmaşık modellerin her ikisinden mevcut veri göz önünde bulundurularak seçilmiş uygun metotlar kullanılmalıdır. Farklı modeller kullanılarak elde edilmiş alternatif sonuçların karşılaştırılması modeller arasındaki uyumsuzlukların olduğu kadar uyumluluk ve bağlantıların tespit edilmesini de sağlar. Ayrıca verideki hataların ya da yapılacak ek araştırmalarla elde edilebilecek diğer önemli bilgilerin belirlenmesine de yardımcı olur (Musick ve Bonfil, 2005).

2.3.1. Balıkçılık Çabasına Dayalı Stok Tahminleri

Balık stoklarındaki değişikliklerin izlenmesine yönelik en kolay ve klasik yöntemler, ticari balık avcılığında elde edilen av miktarları ve av çabası istatistiklerinin kullanılması şeklindedir. Bu yöntemde stokun biyolojisi hakkında bilgiler kullanılmamasına karşın balıkçılık hakkında detaylı bilgiler değerlendirmeye alınmaktadır. Bu tahmin yönteminde sadece stokla ilgili avcılık miktarları ve stoku avlamak için harcanan çaba miktarları dikkate alınmaktadır. Sadece her yıl avlanan ve karaya çıkarılan balık miktarı verileri yeterli değildir, yöntemdeki anahtar kelime çaba'dır. Çünkü av miktarları çeşitli nedenlerden dolayı azalan ya da artan yönde dalgalanma gösterebilir. Av miktarının azalma eğiliminde olması stokun azaldığına yönelik bir endişe kaynağı olabilir ancak işin gerçeği balıkçılık filosu tarafından stokun avlanması için harcanan çaba miktarındaki değişim ile açıklanabilir.

Bir av bölgesinde 3.000 ton karides 6.000 tekne-günü çaba harcanarak avlanmış ise buradaki av çabası balıkçılık biyologları tarafından 500 kg/tekne-gün yani Birim Çabada Av Miktarı (BÇAM) olarak açıklanır. BÇAM'nın açıklanmasında kullanılan terimler balıkçılara genellikle yabancı gelmektedir. Örneğin; karides avlayan tüm teknelerin denize çıktığı günler tekne-gün olarak ifade edilir. Paraketa avcılığında ise çaba kanca sayısı-saat olarak ifade edilir ki burada kanca sayısı kancaların suda kaldığı süre ile çarpılarak çaba tahmin edilmeye çalışılır. Bunlardan farklı olarak gırgır avcılığı için çaba balık aramak için tekneler tarafından harcanan zamanı belirtecek şekilde arama saati veya günü ile ifade edilirken, trol gibi avcılığın ağ çekimleriyle gerçekleştiği balıkçılık tiplerinde ise çekim yapılan saati belirten trol saati şeklinde ifade edilir.

BÇAM yönteminin en büyük avantajı kullanılacak verinin ticari balıkçı teknelerinden alınabilmesi, verinin elde edilmesi için ayrıca denizde çalışma yapmaya ve örnekleme yapmaya gerek olmamasıdır. Bu nedenle yöntem maliyeti en düşük stok tahmini yöntemidir. Ayrıca alınan verilerin yüzlerce tekneyle yapılan binlerce av operasyonlarından elde edilmesi nedeniyle varyansı çok düşük yani güvenilirlik üst seviyede olacaktır. Ancak bu şekilde sağlanan verilerin teknelerdeki, av araçları ve operasyon yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanan bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle bu tip farklılıkların çok yoğun ve etkili olduğu balıkçılık tiplerinde, av ve av çabası verilerinin kullanılması çok daha zor olmaktadır.

BÇAM ile ilgili model kullanılarak stok tahmininin yapılmasına uygun sadece birkaç balıkçılık tipi vardır. İşletilmemiş bir stokta avcılığa ilk başlanıldığında BÇAM yüksek, çaba ise düşüktür. Balıkçılık tipine ilgi arttıkça çaba ve av miktarı artarken BÇAM ya sabit hale gelir ya da azalır.

Karadeniz'in Türkiye kıyılarında gerçekleştirilen çaça avcılığı bunun en güzel örneklerindendir. Ülkemizde daha önceden avcılığı yapılmayan çaça balıklarının ortasu trolleriyle avcılığına başlanıldığı ilk yıllarda bu türün avcılığı ile uğraşan tekne sayısının ve buna bağlı olarak stokların sömürülmesi için uygulanan avcılık çabasının çok az olmasına rağmen, teknelerin BÇAM yüksek seviyelerdeydi. Ancak ilerleyen yıllarda avlanan çaça balıklarının balık unu-yağı sanayisinde hamsinin yerine hammadde olarak kullanımının giderek artması nedeniyle bölgede ortasu trolü ile çaça avcılığı giderek yaygınlaşmıştır. Çaça avcılığına artan bu ilgi nedeniyle ülkemizde her yıl avlanan çaça miktarı genel olarak artmış ancak tekne başına düşen balık miktarları azalma göstermiştir (Sözlü Görüşme C. Malkoç, 2010). Bu aşamadan sonra stoklar üzerine daha fazla av çabasının uygulanması hem av miktarının hem de BÇAM'nın azalmasına yol açacaktır. Av miktarının ve BÇAM'nın her ikisinin birden düşmesi, stokun muhtemelen aşırı avlandığının bir göstergesidir. Bunun anlamı stoka uygulanan av baskısının stokun kendini yenileyebileceğinden çok daha fazla olduğudur. Bu gibi durumlarda balıkçılığın erken dönemlerindeki BÇAM değerlerine geri dönülene değin avcılık baskısının azaltılması en etkin çözüm olacaktır.

Av miktarı verisi sıklıkla balıkçılıkta problemlerin olduğunu ileri sürmek için kullanılır. Av miktarındaki azalış veya artış balıkçılıkta bir şeylerin değiştiğinin sinyalleridir. Her iki durumda da balıkçılar tarafından avcılık için kullanılan çaba dikkate alınmalıdır. Stok miktarının bir göstergesi olan BÇAM, avdaki değişimleri değerlendirmek için de uygun bir parametredir. Balıkçılık devam ederken teknelerde kullanılan ekipmanlardaki değişme ve gelişmeler çabanın ölçülmesindeki sorunları artırmaktadır (KISR, 2010). Örneğin ülkemizdeki palamut avcılığında olduğu gibi bazı teknelerde avcılığı yapılan türe özgü sonarlar ve türün avcılığında kullanılabilen su üstü radarları gibi yüksek teknolojiye sahip ekipmanlar bulunurken diğer teknelerde ya teknolojik kapasitesi düşük ekipmanlar kullanılmakta ya da hiç kullanılmamaktadır.

BÇAM yöntemi yeterince basit görünse de tercih edilmemesi için bazı sebepler vardır. Yetersiz av miktarı verisi, yetersiz çaba verisi ve balıkçıların eskiye oranla çok farklılık gösteren yeni teknolojileri kullanması nedeniyle çabayı standardize etmek çok daha zordur. Her ne kadar ülkemizde halen av miktarı istatistikleri yeterli düzeyde olmasa da dünyanın birçok ülkesinde yeterli av miktarı verisi genelde mevcuttur. Ancak av çabası verileri ise çoğunlukla kayıp, eksik veya kullanılamaz durumdadır. Bu yöntemle ilgili diğer bir problem ise BÇAM açık bir şekilde azalma gösterinceye kadar stok aşırı avlanmış hatta çökme noktasına gelmiş olabilir. Eğer balıkçılık çabası çok yüksekse ki bu; genellikle denizde çok fazla balıkçı teknesi olduğu anlamına gelir. Bu durum avcılık yönetimi tarafından “aşırı işletme” olarak tanımlanmaktadır. Bunun anlamı teknelere balıkçılığın kaldırabileceğinden çok daha fazla yatırımın yapılmış olmasıdır. Aşırı işletme aynı zamanda balıkçıların denizdeki tekne sayısını artırmadan çaba miktarını artırabilme yeteneğidir. Balıkçılığa yeni tekne eklenmemesine rağmen her bir teknenin daha büyük av araçları ya da teknolojik bakımdan kapasitesi yüksek mekanik ve elektronik ekipmanları kullanarak av kapasitesini bir başka deyişle av çabasını iki katına çıkartması tekne sayısının iki katına çıkartılması ile aynı etkiye sahip olacaktır (KISR, 2010).

2.3.2. İlk Üreme Boyu/Yaşına Dayalı Stok Tahminleri

Stok tahmininde kullanılan diğer bir önemli bilgi ise ilk üreme ve ilk avlama boy/yaşlarının bilinmesidir. Boy sınırlamaları ve av aracı kısıtlamaları balıkların en azından bir kere üreme şansına sahip oluncaya kadar korunmasını sağlayabilir. Ancak bu önlemlere rağmen küçük balıkların korunması yine de garanti edilemez.

Bir balık stokunun biyolojisi hakkında az da olsa bilgiye sahip olduğunda ilk sorulan sorulardan biri Balık hangi yaşta yumurtlar? İkinci soru ise 1 yaşında, 2 yaşında, 3 yaşındaki balıkların av içerisindeki oranı nedir? Eğer balıkların çok az kısmı 2 yaşında, büyük bir kısmı ise 3 yaşında üreyorsa ve avlanan balıkların çoğu 2 yaşındaysa çok fazla sayıda balığın üreyerek kendilerinin yerine geçecek bireyleri stoka katmadan önce avlanmış olması gibi bir tehlike vardır. Bazı balıkların yumurtlamadan önce avlanması doğrudan stokun yok edilmesine neden olmaz ancak bu göz önünde bulundurulması gereken bir durumdur. Av miktarlarının azalması, aynı miktardaki hatta daha az balığı avlayabilmek için daha fazla çaba harcanması veya balıkların ortalama boylarındaki küçülme gibi durumların tamamı oluşması muhtemel problemlerin

işaretleridir. Üreme yaşı ve avlanan balıklarının yaş kompozisyonunun tespit edilmesi balıkçılık yönetimine doğru atılan önemli bir adımdır.

Balıkların üremeden önce balıkçılar tarafından avlandığı ortaya çıktığında ve balıkçılığın sıkıntıda olduğunu gösteren diğer işaretlerin de mevcut olması durumunda balıkçılık yönetiminin tepkisi genellikle küçük balıkların korunması şeklinde olmaktadır. Bu korumaya yönelik uygulamalar boy sınırlamaları veya av aracının daha büyük balıkları avlamasını sağlayacak düzenlemeler şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Ne yazık ki küçük balıkların korunması aşırı avcılığın büyük sorunlarının çözümünde çok da etkili değildir. Çünkü küçük balıkların aşırı avcılığı kendisinin yerini alacak bireyi sağlayan balık miktarından daha fazla miktarda balığın avlandığı durumlarda söz konusudur. Küçük balıklar korunsu bile aşırı avcılık stokta kalan diğer balıklar üzerinde halen gerçekleşebilir ve küçük balıklar büyüklere oranla daha az yumurta üretmesi nedeniyle stok yine de tehlikeye girebilir.

Balıkçılar stokların üredikleri dönem boyunca avcılığın yasak olduğu bir balıkçılık sezonunun stoklar açısından önemli olduğunu düşünürler. Bu doğru bir fikir olarak görünse de bilim adamları tarafından reddedilir. Çünkü üreme döneminden önce, sonra ya da dönem içinde yakalanan üreme yeteneği olmayan bir balık her şekilde gelecek yıl üreyemeyecektir. Sonuç olarak odaklanılan nokta balıkları üreyebilecekleri boya ulaşana dek korumak ve stoka zarar vermeden ne kadar balığın avlanması gerektiğini tespit etmektir. Bu yaklaşımdaki özel durumlardan biri üreyecek balıkların belirli bir bölgede toplanması ve kolay bir şekilde bol miktarda avlanmaya açık hale gelmesidir. Çünkü bu durumda avı oluşturan tüm balıklar üreme yeteneğine sahip bireylerden oluşur ancak üreme amacıyla toplanan balıkların üremeyi gerçekleştirmeden önce avlanması, o balıkların kendi yerine geçecek bireyleri denize bırakmadan önce avlanması anlamına gelmektedir (KISR, 2010).

2.3.3. Sanal Populasyon Analizi (VPA)

Stok tahminlerinde kullanılan temel parametrelerden biri de her yıl avcılık dışındaki nedenlerle gerçekleşen ölümler sonucu populasyondan ayrılan balık miktarını gösteren doğal ölüm katsayısıdır (M). Doğru veri kullanıldığında her yıl/boy sınıfı için ayrı bir ölüm katsayısı belirlenebilir. İndeksleme ve yaşa/boya dayalı modeller olmak üzere stok tahmini kullanılan temel iki tip yöntem bulunmaktadır. Yaşa/boya dayalı metotlar VPA ve yıl sınıfı analizi yöntemlerini içerir. VPA temelli bir stok değerlendirmesinde her bir yıl/boy sınıfından denizde bulunan balık sayılarını tahmin

etmek için balıkçılıktan elde edilen yıl/boy sınıfına göre av miktarı verileri kullanılır. VPA hesaplamaları ayrıca yaşa/boya göre av miktarı tahminlerinin bir dizi formül kullanılarak belirli bir periyottaki populasyon tahminlerine dönüştürülmesini gerektirir.

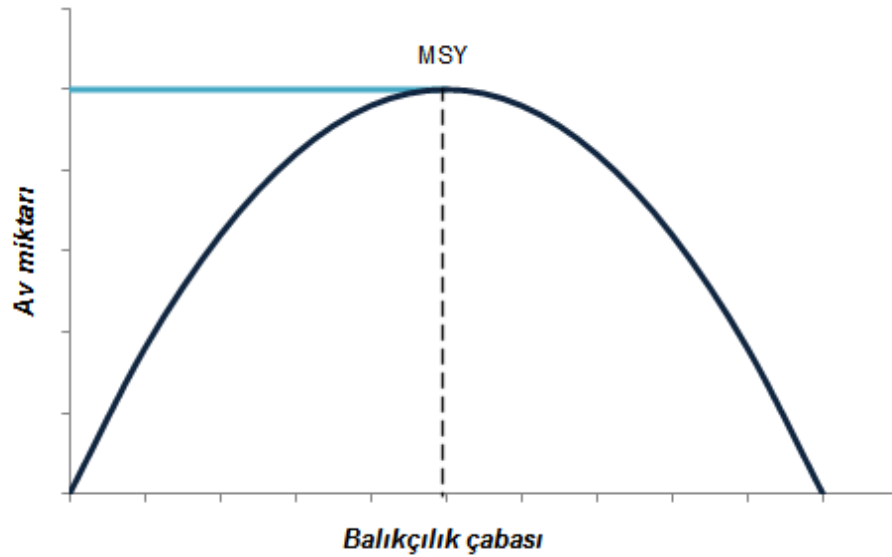
Araştırmacıların inceledikleri populasyonun yaş/boy kompozisyonuna ilave olarak avcılığı yapılan her boy/yaş sınıfı için avlanan miktarlar hakkında detaylı bilgiye sahip olduğu durumlarda belirli bir yıl/boy sınıfından birbirini takip eden yıllarda avlanan balık sayıları ve ölüm oranları kullanılarak populasyonun boyutları yeniden hesaplanabilir. Örneğin; 1988’de doğan (1988 yıl sınıfı) balıklar ilk kez 1990 yılında avcılığa maruz kalmış ve zaman içerisinde o yıl sınıfından ilk yıl 1.000 (1990), ikinci yıl 900 (1991), üçüncü yıl 800 (1992), dördüncü yıl 700 (1993) ve beşinci yıl 600 (1994) balık avlanmış olsun. Buradan hesapla; o yıl sınıfının ilk kez avlanıldığı yılın başında (1990) denizde en az 4.000 (1.000 + 900 + 800 + 700 + 600) canlı balık olması gerektiği bulunabilir.

Ayrıca eğer doğal ve avlanma ölüm oranları biliniyor ya da tahmin edilebiliyor ise, o yıl sınıfı için her yıl populasyonu oluşturmak üzere canlı durumda olan balık sayıları hesaplanabilir. Yani 1994’te 600 balık avlandı ise, 1993’ün sonunda 600’den daha fazla canlı balık olması gerekir. Çünkü balıklardan bazıları 1994 yılı içinde doğal nedenlerden dolayı ölmüştür ve balıkçıların o yıl sınıfındaki tüm balıkları avlama (yani avlama ölüm oranının %100 olma) ihtimali yoktur. Buradaki örnekte doğal ölümün ve avlanma kaynaklı ölümün %20’de eşitlendiğini kabul edersek; %20 oranındaki balıkçılık kaynaklı ölümler 600 bireyin stoktan çekilmesine neden olur, aynı şekilde %20 oranındaki doğal ölümler de aynı sayıda bireyin stoktan çekilmesine neden olur. Bunun anlamı 1993 sezonu başında en az 1.200 balığın canlı olması gerektiğidir. Bununla birlikte, balıkların sadece bir kısmı avlanmış ya da ölmüştür, bu nedenle 1.200’den çok daha fazla canlı balık olmalıdır. 1.200 rakamını doğal ve balıkçılık kaynaklı ölüm oranlarının toplamına ($\%20 + \%20 = \%40 = 0,4$) bölersek bize $1.200 / 0,4 = 3.000$ rakamını verir ki bu; 1993 yılının sonunda hayatta olan balık sayısıdır.

Bu işlem 1988 yıl sınıfının 1988’deki sayısı bulunana kadar geri hesaplama ile devam ettirilebilir. Yeniden yapılandırılmış yıl sınıfları farklı doğal ve balıkçılık ölüm oranları kullanıldığında ne gibi etkilerinin olacağını görmek amacıyla test edilebilir. Ya da buradan elde edilen bilgiler yumurtlayan stok biyokütlesinin belirlenmesi gibi diğer hesaplamalarda kullanılabilir (KISR, 2010).

2.4. Maksimum Sürdürülebilir Ürün (MSY) Kavramı

Balıkçılık yönetiminde son derece önemli olan “Maksimum Sürdürülebilir Ürün” (MSY) kavramı balıkçılık kaynaklarının dinamikleri ile ilgili olarak bilinen en temel modelden, yani “Balıkçılık çabası arttığında av miktarını etkileyerek maksimum seviyeye ulaşır ve aynı çaba uygulanmaya devam ederse av miktarı azalır” kuralından ortaya çıkmıştır. Ürün-çaba eğrisinin kendine özgü bir şekli vardır ve burada en önemli prensip şudur: “Çaba yoksa av da yoktur. Gereğinden fazla çaba var ise, av miktarı ya az ya da sıfıra yakındır” (Şekil 2.1). Teorik olarak av miktarının maksimum olduğu ve eğrinin en yüksek seviyesine ulaştığı bu nokta MSY seviyesidir (Musick ve Bonfil, 2005).



Şekil 2.1. Maksimum Sürdürülebilir Ürün kavramını gösteren grafik

Larkin (1977)’e göre yıllar boyunca balıkçılık biliminin tek amacı ve uğraşı MSY’yi belirlemek ve av-çaba oranını belirli bir seviyede tutmak olmuştur. Bu kavramla ilgili birçok sorun olup, uygulamaya yönelik ilk problem doğal sistemlerin çok sayıdaki rastgele değişkenlere sahip olmasıdır.

Stok tahmininde dikkat edilmesi gereken en büyük tehlike MSY ve buna bağlı olarak elde edilebilecek optimum avcılık çabası belirlenmeye çalışılırken, MSY seviyesine ulaşıldığından emin olunamamasıdır. Öyle ki yöneticiler henüz avcılığın başlanan yeni bir balıkçılık tipini emin adımlarla ve aşama aşama geliştirmeye çalışsalar dahi, bunu yaparken stokun aşırı avlanmaya maruz kalmayacağını ve tüm uğraşların

boşa gitmeyeceğini asla garanti altına alamazlar. Ayrıca avcılığın tam olarak gelişmediği ve balıkçılık çabasının çok az olduğu geçmiş balıkçılık dönemlerinde MSY miktarının tahmini için yapılan çalışmalarda balıkçılık çabasının düşük olmasına bağlı olarak MSY de düşük belirlenir. Yıllar içerisinde o balıkçılık tipi için harcanan balıkçılık çabasının artmasından sonra hesaplanan MSY ilk hesaplama oranla daha yüksektir. Bu da; daha önce yapılan hesaplamaların yanlış olduğu fikrini doğrular. Çünkü çabanın değişken olduğu durumlarda doğru MSY seviyesinin belirlenmesi çok zordur. Ayrıca çabanın artırılması her zaman aşırı avcılığın oluşma riskini beraberinde getirir (Musick ve Bonfil, 2005).

Hilborn ve Walters (1992) tarafından ileri sürülen prensibe göre “Bir balık stoku aşırı avlanmadığı sürece o stoktan elde edilebilecek maksimum ürün miktarı belirlenemez”. Bu nedenle yeterince işletilmeyen stoklarda MSY’yi belirlemek için stoklar üzerindeki avcılık baskısının kademeli olarak artırılması gerekir. Ancak buradaki kritik nokta MSY’yi bulmak için uygulanan çaba nedeniyle stok seviyesinin aşırı avlanma sınırının ötesine geçmemesidir. Ayrıca uygulamaya yönelik diğer bir sorun ise herhangi bir balıkçılığın MSY noktasını aşacak kadar sömürülmesi, o stokun aşırı avlanma aşamasına geçmesine ve birçok başka sorunun ortaya çıkmasına neden olacaktır. Herhangi bir balıkçılığın mevcut balıkçılık kapasitesinin gerekenden fazla olması gibi bir durumda Hilborn ve Walters (1992) tarafından ifade edilen bir diğer önemli kurala göre; “Balıkçılık yönetiminde yapılması en zor şey balıkçılık baskısının azaltılmasıdır”.

Musick ve Bonfil (2005)’e göre ideal koşullarda bir balıkçılık tipinin geliştirilmesine ancak tüm mekanizmaların tamamlanması durumunda geçilmelidir. Bu bağlamda dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- İyi bir izleme ve veri toplama sistemi kurulmalıdır.
- MSY noktasının aşıldığı anlaşıldıktan hemen sonra hızlıca bu yeni ulaşılan nokta belirlenmeli ve daha sonraki balıkçılık politikaları bu seviye göz önünde bulundurularak oluşturulmalıdır.
- Stokun sömürülmeye başlanmasından itibaren MSY’ye ulaşıldıktan sonra zararlı sonuçlar ortaya çıkmadan önce tekneler satın alınarak filodan çekilmeli ve böylece balıkçılık çabası etkili bir şekilde düşürülmelidir.

Son yıllarda MSY kesin bir sonuç yerine ortalama bir değer elde etmek için kullanılan teorik bir kavram olarak ele alınmaktadır. Genel olarak bakıldığında MSY balıkçılık değerlendirmesinin asıl amacı değil araç durumundaki bir kavramdır. Günümüzde ise MSY yönetim hedeflerinin, sınırlarının ya da aşığıda değinilen “Biyolojik Referans Noktalarının” (BRN) oluşturulmasında kullanılmaktadır.

Biyolojik referans noktaları denildiğinde akla toplam biyokütle seviyesi, yumurtlayan stok biyokütlesi, balıkçılık ölüm katsayısı veya balıkçılığın ve balık popülasyonlarının diğer ölçülebilir özelliklerinin yanı sıra balıkçılık yönetiminin hedefleri ve balıkçılığın gerilemesine izin verilemeyecek alt sınır noktaları gelmelidir. En yaygın kullanılan iki referans noktası “Populasyondan elde edilebilecek MSY miktarı” ve “MSY’yi gerçekleştirebilecek balıkçılık ölüm katsayısıdır”. MSY ve BRN ile ilgili bir diğer önemli nokta ise bu parametrelerin “çevresel koşulların sabit olduğu” varsayımına dayanmasıdır. Bununla birlikte, habitatlara zarar verilmesi, türlerin yok edilmesi gibi insan kaynaklı ve iklimsel rejim değişiklikleri gibi çevresel kaynaklı faktörlerin tamamı MSY’de değişimlere neden olur. Bu konu balıkçılık biliminde genellikle ya göz ardı edilmiş ya da etkileri yanlış tahmin edilmiştir.

Geçmişte balıkçılık yönetimi kapsamında MSY’nin elde edilmesiyle ilgili yapılan çalışmalarda, MSY’nin hesaplanması en önemli amaç olarak düşünülürken bugün MSY sadece biyolojik bir kavram ve yönetime rehberlik eden teorik bir ölçüt olarak düşünülmektedir. Her ne kadar MSY halen balıkçılık yönetiminde rehber bir role sahip olsa da uzun vadede balıkçılık yönetiminin spesifik ve birden fazla konuyu ilgilendiren amaçları, maksimum ürünün sağlanmasıdan daha önemli olabilir.

Hilborn ve Walters (1992)’a göre balıkçılık yönetiminin en geniş kabul görmüş amacı “Balık stokundan yıllar boyunca devam edecek sürdürülebilir üretimin sağlanması, düzenleyici ve geliştirici seçenekler sunarak balıkçıların ve sektörün ekonomik ve sosyal refahının desteklenmesidir”.

Gün geçtikçe modernleşen günümüz balıkçılığında, balıkçılık yönetiminin çalışma konusu biyolojik sınırların ötesindeki çoklu amaçlara yönelmektedir. Çoğu kez bu amaçlar birbirinin aksi yönde hareket eder ve hepsinin aynı zamanda gerçekleştirilebilmesi imkansızdır.

Avcılık yönetiminde avlanacak balık miktarı, balıkçılığa katılmasına izin verilecek tekne sayıları, minimum balık boyu ve ağ göz açıklıkları gibi konular hakkında sayısal tahminler yapılmalıdır. Ayrıca araştırmalara yapılması gereken mali destek miktarları, alınacak önlemler ve benzeri konuların tahmin edilmesine yönelik

alışmalar gerçekleştirilmelidir. Bunlarının tamamının gerçekleştirilmesinden sonra belirli miktarda balığın avlanabilmesi için farklı sayı ve büyüklükteki teknelerin kullanılmasından oluşan çaba miktarı hakkında tahminler yapılabilir. Böylece mevcut tekne sayısının gerekenden fazla olup olmadığı veya avcılık baskısının dengelenebilmesi için tekne sayılarının azaltılmasının gerekip gerekmediği belirlenebilir. Daha sonra teknelerde çalışacak insan sayısı gibi ekonomik ve sosyal konularda yapılması gereken tercihler tespit edilebilir. Sonuç olarak stokun mevcut durumu değerlendirilerek alternatif yönetim tedbirlerinin muhtemel sonuçları hakkında önerilerde bulunulabilir (Musick ve Bonfil, 2005).

2.5. Stok Tahminlerinin Amaçları

Stok tahminleri balıkçılık biliminin hedeflerinden biri değil, hedeflerine ulaşmak için kullandığı yardımcı bir araçtır. Balıkçılık biliminin gerçek amacı balıkçılık yönetimiyle ilgilenen kişileri (Balıkçılık Yöneticilerini) stok hakkında bilgilendirmektir. Balıkçılık bilimiyle ilgilenen bilim adamı ve avcılık yönetimi uzmanlarının bireysel çalışma konuları “balığın nasıl büyüdüğünü, üremek için nereye gittiğini ve ne kadar hızlı ürediğini öğrenmek veya balıkçıların ne kadar avcılık yaptıklarını, nerede ve nasıl avlandıklarını, ne kadar para kazandıklarını” araştırmaktır. Bahsi geçen konularla ilgili araştırmalardan elde edilen bilgiler kullanarak belirli bir stok ve o stoku avlayan balıkçılarla ilgili her türlü yorum ve tahminler yapılabilir. Böylece balıkçılık biliminde çalışan tüm birimlerin birlikte yaptığı bu çalışmaların sonuçları yönetim kararlarına ve bunların uygulanmasına yönelik planlara dönüştürülür.

Kaynakların biyolojisi ve balık avcılığının dinamikleri hakkında edinilen tüm bu bilgilerin birbiriyle ilişkilendirilmesiyle hedef ve hedef dışı türlerin avcılığında ekosistem üzerindeki zararlı etkiler ortaya konularak balıkçılık kaynaklarına bağımlı insan topluluklarının gerçekleştirdiği “balıkçılığın” doğru bir şekilde yönetilmesi sağlanır. Bundan dolayı balıkçılık araştırmalarıyla görevlendirilmiş resmi kurumlar ve balıkçılık yönetimi ile ilgili otorite ve birimler, sorunlara balıkçılık biyolojisine konu olan kaynakların araştırılmasına ve balıkçılık yönetimi amacıyla kaynakların stok tahmininin yapılmasına öncelik vermelidirler. Diğer yandan bakir kaynakların basit bir izlemeye tabi tutulmasıyla elde edilen bilgiler, sonraki yıllarda o kaynakların balıkçılık amacıyla kullanım miktarları arttığında ve stoklarda kullanıma bağlı etkiler hissedildiğinde çok değerli olabilir. Bu gibi durumlarda genellikle resmi kurumlar için çok pahalı olan bu basit izleme çalışmaları araştırma kurumları ve enstitüleri ya da

akademisyenler tarafından yapılır. Ancak çalışmalara başlamadan önce başarılı bir yönetim için uygun kurumsal ve yasal yapıların mevcut olması ön şartı sıklıkla gözden kaçırılır. Balık avcılığı yönetim kurumları, yönetim planı ve yönetim kuralları olmaksızın balıkçılık yönetimi için etkili bir karar verme mekanizması ve uygulanmasından bahsedilemez.

Musick ve Bonfil (2005)'e göre balık stoklarında yapılan büyüklük tahminleri stokların geçmişteki ve şimdiki durumunu açıkladıkları gibi, yönetim uygulamalarının gelecekte stokları nasıl etkileyeceği hakkında öngörülerin yapılabilmesi için aşağıdaki soruların cevaplarının bulunmasına yardımcı olurlar.

- Stokların mevcut boyutları nedir?
- Stoklar büyüyor mu, yoksa küçülüyor mu?
- Balıkçılık baskısındaki küçük bir artış, gelecek yıl veya daha sonraki yıllarda stoklar üzerinde olumsuz etkiye sahip olacak mı?

Stok tahminlerinden elde edinilen bilgilerin kullanılarak yukarıdaki soruların yanıtlarının bulunması balıkçılık yönetiminde alınacak kararların sonuçlarının öngörülebilmesi ve hangi yönetim önlemlerinin alınması gerektiği konularında kolaylık sağlamaktadır. Bunun yanı sıra stok tahmini çalışmalarıyla her balık türü için biyokütle - av gücü - ürün ilişkisi, stoklardan yeterince yararlanılıp yararlanılmadığı veya aşırı avcılık yapılp yapılmadığı belirlenebilir. Çalışmaların sonuçlarına göre, balık stoklarından sürdürülebilir maksimum ürünün elde edilebilmesi için en uygun avcılık stratejileri belirlenebilir.

Stok tahminleri temel olarak balık miktarının ne olduğunu ve balık popülasyonunun avcılık işlemine nasıl tepki vereceğini tahmin etmek için yapılır. Stok tahmini konusunda uzman araştırmacılar tarafından yapılan srveyler ve balıkçılığa ait bilgiler matematiksel bir hesaplama içinde kullanılarak bölgede (bolluk ve biyokütle olarak) ne kadar balığın olduğuna ilişkin tahminler yapılır. Ayrıca bu süreçte genç balıkların gelecekteki üremesini etkilemeksizin yapılabilecek maksimum av miktarının tahmini için stok tahmini yapılacak her bir türün (büyüme, olgunluk ve ölüm gibi) yaşam dönemleri hakkındaki bilgiler kullanılır. Gelecek balıkçılık sezonunda avlanmasına izin verilebilecek balık miktarı hakkında tahminlerin yapılması ise yine bu biyokütle ve avcılık oranları hakkındaki bilgiler kullanılarak gerçekleştirilir.

Bu kapsamda yöneticilerin balıkçılık hakkındaki bilgileri kullanarak hazırladıkları balıkçılık yönetimi amaçları biyolojik, ekonomik, sosyal ve sportif olmak üzere aşağıda anlatılan dört kategoriye ayrılır (Musick ve Bonfil, 2005).

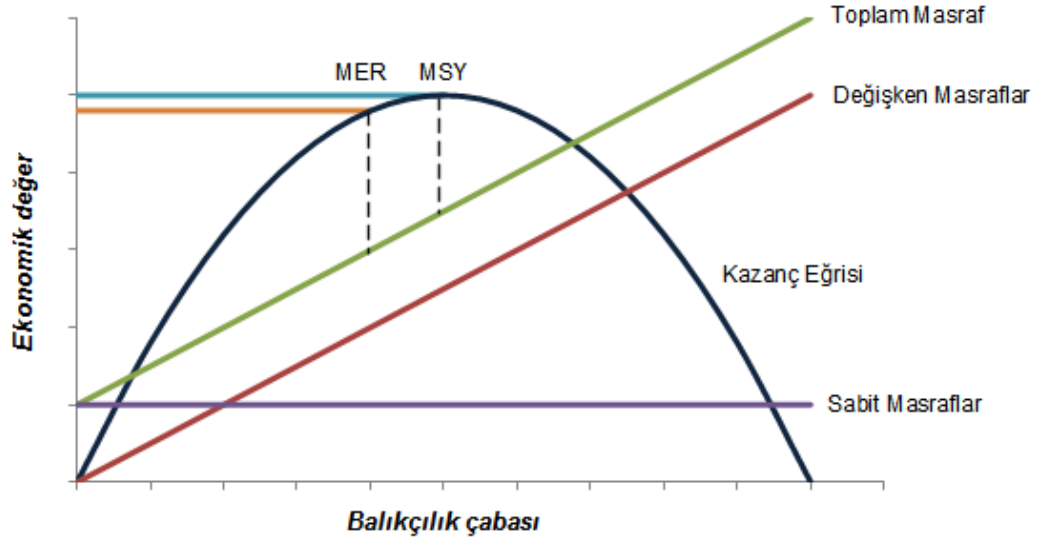
2.5.1. Biyolojik ve Kaynakların Korunmasına Yönelik Amaçlar

Normal şartlarda balıkçılık yönetiminin biyolojik hedefi MSY'nin sağlanması ya da diğer bir deyişle biyolojik ürünün maksimize edilmesidir. Biyolojik ürün miktarının tespit edilmesinde kullanılan standart gösterge ise avlanan yıllık balık ağırlığı veya sayısıdır.

Kaynakların korunması balıkçılık yönetiminde giderek artan önemli rolü nedeniyle biyolojik ve genetik çeşitliliğin korunması kadar önemli bir hedeftir. Hedef ve hedef dışı türlerin yok olma tehlikesine girmesinin önlenmesi ve hali hazırda tehlikede olan türlerin kurtarılması amacıyla planların geliştirilmesi gibi konularda hazırlanan yönergelerin anlaşılır olması dünyanın birçok bölgesinde balıkçılık düzenlemelerinin hazırlanmasında çok önemli rol oynar (Musick ve Bonfil, 2005).

2.5.2. Ekonomik Amaçlar

Balıkçılık söz konusu olduğunda ekonomik açıdan temel amaç maksimum miktarda balık avlamak (MSY) değildir. Çünkü balıkçılık ekonomik bir aktivitedir ve bu yüzden ekonomik kazancın artırılarak (yani kazancın artırılıp harcamaların azaltılmasıyla) maksimum faydanın sağlanması hedeflenmelidir. “Maksimum Ekonomik Kazanç” (MER) kavramı MSY'nin ekonomik açıdan benzeridir (Şekil 2.2). MER seviyesi avlanan balıkların değerlerinin de hesaba katıldığı kazanç grafiğinde toplam masraf ile kazanç eğrisi arasındaki farkın en büyük olduğu noktadır (Musick ve Bonfil, 2005).



Şekil 2.2. MER ve MSY kavramlarının karşılaştırılması

Şekilde görüldüğü üzere MER noktası eğri üzerinde MSY'den daha düşük bir çaba seviyesinde yer almaktadır. Buradan anlaşılabileceği gibi aynı çaba miktarı uygulandığında hem MSY hem de MER seviyesinde ürün elde edilmesi imkansızdır. Bu durum balıkçılık yönetimindeki çoklu amaçların arasındaki muhtemel çatışmalara iyi bir örnektir (Musick ve Bonfil, 2005). MSY veya MER seviyelerinden hangisinin seçileceği balıkçılığın tipine ve balık avcılığı yönetimi otoritelerinin kararına bağlı olarak değişebilmektedir.

2.5.3. Sosyal Amaçlar

Sosyal amaçlar denildiğinde akla yatırım ve istihdam gelmelidir. Balıkçılık sadece balık avlamak ve para kazanmakla değil, aynı zamanda istihdam ve balıkçılık sektöründe çalışan kişilerin uygun ve sürdürülebilir bir hayata sahip olmalarının garanti altına alınmasıyla da ilgilidir. Kıyısız alanlarda yaşayan birçok toplum için en önemli istihdam kaynağı balıkçılıktır. Zengin birkaç balıkçıya sahip olmaktansa, çok zengin olmayan ancak sayıca fazla balıkçıya sahip olmak daha istenen bir durumdur. Ayrıca, çoğu kez toplumun yapısını ve geleneksel yaşam tarzını korumak da önemlidir. Kıyısız bölgelerde bulunan yerli halklar gibi yüz yıllardır balık avcılığıyla uğraşan ve geleneksel balıkçılık haklarına sahip toplumlar da balıkçılık yönetiminin bir parçası olarak dikkate alınmalıdır (Musick ve Bonfil, 2005).

2.5.4. Sportif Amaçlar

Dünyanın bazı bölgelerinde balık stokları ticari ve sportif balıkçılık için ayrılmak zorundadır. Her ne kadar ticari ve sportif balıkçılar aynı balıkların peşinden koşsa da, genelde amaçları farklıdır. Sportif balıkçılıkta hem av hem de çaba (başarılı av gezilerinin sayısının artırılması) önemli bir hedef olabilir. Sportif balıkçılık için avlanmaya uygun balık sayısı mevcut balıkların toplam biyokütlesinden çok daha önemlidir. Kılıç balığı, yelken balığı ve ton balığı gibi özel av balıklarda balık boyu avcılık yönetimi bakımından en önemli konudur (Musick ve Bonfil, 2005).

2.6. Stok Tahmininde Dikkat Edilecek Hususlar

Geçmişten günümüze dek bir stok için büyüklük tahmini yapma gereksinimi; o stok azalmaya başladıktan sonra ortaya çıkmıştır. Bu nedenle stok tahmini çalışmalarına başlanıldığında, daha önceden yapılmış çalışma bulunmadığı için araştırmacıların elinde söz konusu türlerin biyolojik özelliklerine veya avcılığına yönelik çok az bilgi mevcuttur. Bazı durumlarda ise stok tahmini çalışmaların hızlıca tamamlanmasını gerekir. Bu da söz konusu stok hakkında daha fazla bilgi sahibi olununcaya kadar başlangıç aşamasında uygulanacak yönetim önerilerinin belirlenmesinde kullanılacak hazırlık amaçlı basit stok tahminlerinin yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Balıkçılık yönetimi bir anlamda çoklu seçenekler arasından zor seçimlerin yapılmasıdır. Bunlar kullanılacak çok amaçlı stok tahmini modelleri ve farklı belirsizlik düzeyine sahip veri sonuçları arasından yapılacak seçimlerdir. Bunun yanı sıra balıkçılık yönetiminin çelişen hedefler arasından seçim yapmak ve bu seçimlerin dengede tutulmasından oluştuğu ifade edilebilir.

Stok tahminleri adından da anlaşılacağı gibi sadece tahminden ibarettir. Bu nedenle gerek örnekleme gerekse hesaplama aşamasında henüz tam olarak anlaşılamamış bazı noktaların bulunması nedeniyle stokların kesin olarak tespit edilmesi mümkün olmamaktadır.

Musick ve Bonfil (2005)'e göre gerçeğe yakın tahminlerin elde edilebileceği eksiksiz bir stok tahmini yapabilmek için balık ve balık popülasyonlarıyla ilgili incelenmesi gereken biyolojik veriler şunlardır:

- Stokun yaş veya boy yapısı
- İlk üreme yaşı veya boyu
- Fekondite (Her bir yaş grubunun üretebileceği ortalama yumurta sayısı)
- Stoktaki erkeklerin dişilere oranı
- Doğal ölüm oranı
- Balıkçılık ölüm oranı
- Balığın büyüme oranı
- Üreme davranışı (zaman ve yer)
- Yumurtadan yeni çıkmış (larva), yavru ve erişkin bireylerin yaşam alanları
- Göç alışkanlıkları
- Stoktaki her yaş grubundan balığın beslenme alışkanlığı

Her ne kadar balıkçılık araştırmacıları ve yöneticiler yapılan çalışmalarla daha çok balıklar hakkında bilgi sahibi olmayı isteseler de tam ya da bir başka deyişle gerçeğe yakın bir stok tahmini yapabilmek için aşağıda verilen balıkçılık hakkındaki bilgiler de gereklidir.

- Balıkçılıktaki avcılık tipleri
- Uzun yıllar boyunca her bir avcılık tipi tarafından avlanan balık miktarları
- Her bir avcılık tipinde harcanan balıkçılık çabası miktarları
- Her avcılık tipi tarafından avlanan balıkların yaş ve boy kompozisyonu
- Erkek ve dişi bireylerin av içindeki oranları
- Balığın pazara sunulmasıyla ilgili bilgiler (tercih edilen boy vb.)
- Bir türün farklı avcılık tipleri ile avlanan av miktarları içindeki oranı ve ekonomik önemi
- En iyi avın yapıldığı zaman ve coğrafi alan

Eğer yukarıdaki bilgiler balıkçıların avladığı balıklar araştırmacılar tarafından incelenerek elde edilebiliyorsa, buna “balıkçılığa bağlı veri” denir. Veriler araştırmacıların kendi örnekleme programları uyarınca elde ediliyorsa “balıkçılıktan bağımsız veri” denir. Her iki metot da stok tahminine değerli bilgiler sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedildiği üzere en iyi stok tahminlerinde bile bir stok hakkındaki her şeyin bilinmesi çok az görülen bir durumdur. Tahminler ancak mümkün olan en iyi bilginin (verinin) kullanıldığı varsayımı sayesinde devam edebilir. Balıkçılar çoğu zaman eğer kendilerine zarar verecek bir etkisi varsa bu varsayıma katılmazlar. Balıkçılık yöneticilerinin yaklaşımı ise “stokları korumak zorunda oldukları ve ulusal balıkçılık yönetimi söz konusu olduğunda yasalar tarafından mümkün olan en iyi veriyi kullanmakla sorumlu oldukları” şeklindedir.

Mümkün olan en iyi veri prensibi bazen balıkçılar arasında fikir ayrılıklarına neden olur. Geçmişte, yöneticiler balıkçılardan daha çok ve daha iyi veri istediklerinde, sonuç genellikle daha fazla düzenleme, değişiklik ve kısıtlamanın konulması şeklinde olmuştur. Bu nedenle balıkçılar temin ettikleri verilerin kendilerine karşı kullanıldığını düşünmüşlerdir. Yöneticilerin bakış açısından ise veri balıkçılığın devam edebilmesi amacıyla kullanılmaktadır ve eğer balıkçılar iyi veri sağlamazlarsa, hesaplamalar bu yetersiz veriler üzerinden yapılacaktır.

Bunun sonucu olarak da gereğinden fazla sınırlamaların getirilmesi ya da aşırı avcılığa devam edilmesi gibi kötü sonuçlar doğurabilecek balıkçılık yönetim tedbirlerinin uygulanması olasılığı ortaya çıkacaktır. Her iki durumda da kaybeden balıkçılar olacaktır. Mümkün olan en iyi veriyi sağlamak, balıkçıların uzun vadede kazançlı çıkmasına neden olacaktır (Musick ve Bonfil, 2005).

2.7. Araştırmada İncelenen Türlere Ait Bilgiler

2.7.1. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)

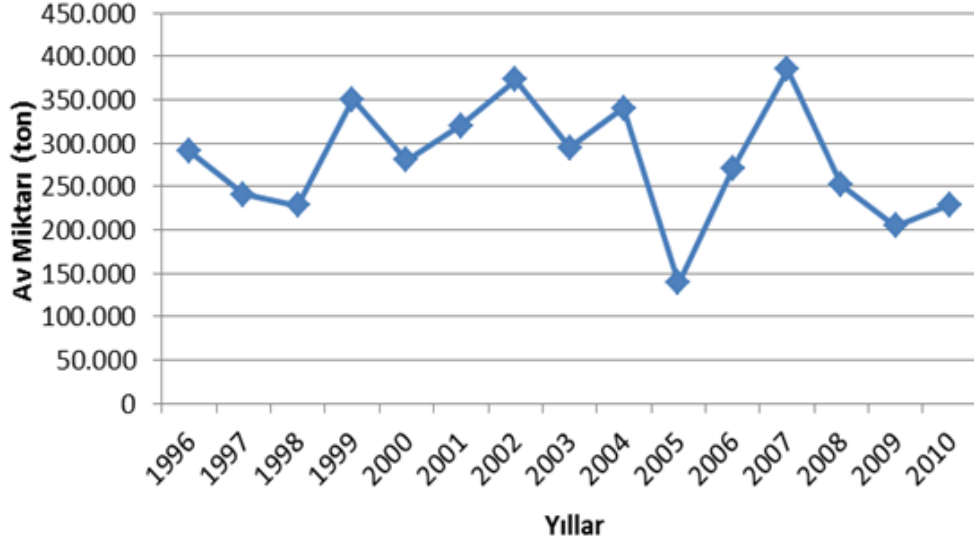
Hamsi balıkları Karadeniz'in kuzey kıyılarında beslenme ve yumurtlama dönemini geçirdikten sonra sonbaharda deniz suyunun soğumaya başlamasıyla Karadeniz'in güneyine yani Türkiye kıyılarına göç ederler. Burada soğuk kış dönemi geçirdikten sonra yine kuzey kıyılarına geri dönmektedirler (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hamsi'nin Karadeniz'deki dağılım ve göç hareketleri (Anonim (2011a)'den alınarak düzenlenmiştir)

Ülkemiz kıyılarında gerçekleştirilen hamsi avcılığı balıkların kışlamak üzere kıyılarıımıza geldiği bu dönemde yoğun olarak yapılmaktadır. Bunun yanında Karadeniz'in doğu ve kuzey doğu kıyılarında Rusya tarafından bir miktar hamsi avcılığı yapılmakta olup son yıllarda Gürcistan ve Abhazya ile yapılan anlaşmalar kapsamında bölgedeki hamsiler Türk balıkçı tekneleri tarafından da avlanmaktadır.

Karadeniz balıkçılığı açısından vazgeçilmez olan hamsi balıkları, insan gıdası olarak tüketilmek amacıyla (114.488 ton) ve balık unu-yağı sanayisinde kullanılmak amacıyla (90.211 ton) avlanan olmak üzere toplam 204.699 ton'luk av miktarıyla ülkemiz denizlerinde avlanan toplam balık miktarının (380.636 ton) % 54'ünü tek başına oluşturmaktadır (TÜİK, 2010).

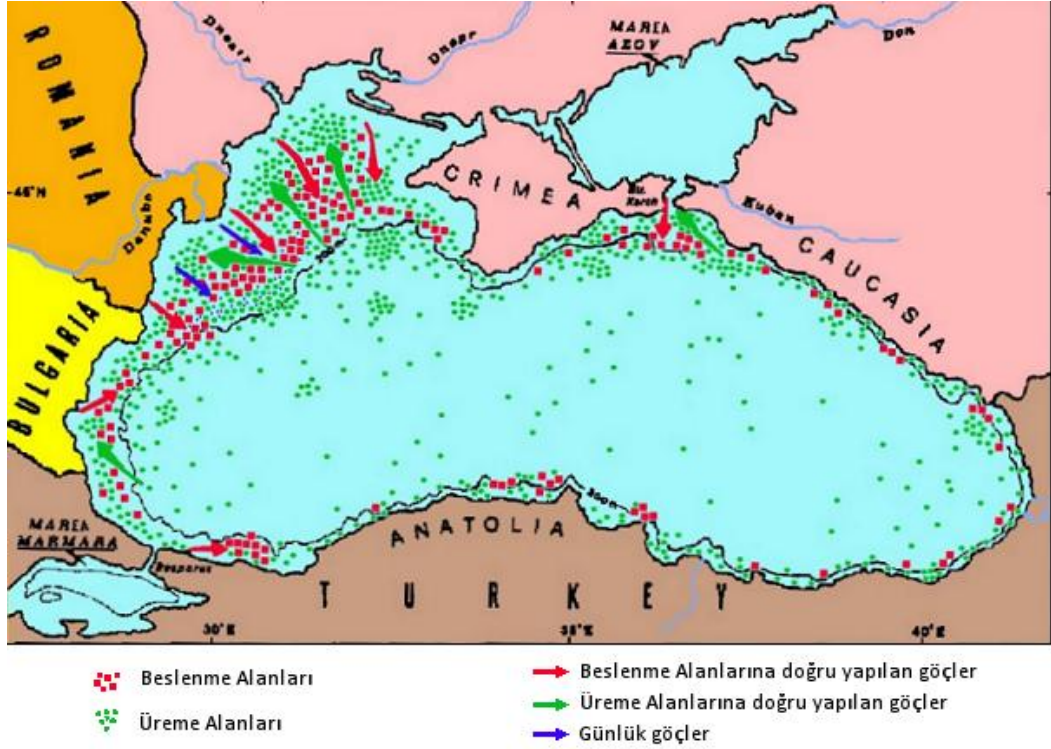


Şekil 2.4. Ülkemizde 1996-2010 arasında avlanan toplam hamsi miktarı (TÜİK, 1997-2011)

Aynı şekilde avlanan hamsi balıklarının yaklaşık % 45’lik bölümü balık unu-yağı sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tüm küçük pelajik balıklar gibi hamsi yavruları da diğer küçük balıklara yem olurken, daha büyük hamsi bireyleri ise denizlerimizde yaşayan predatör balıklara yem olmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı Karadeniz balıkçılığı açısından bu denli önemli olan hamsi stoklarının sürdürülebilir kullanılması çok önemlidir.

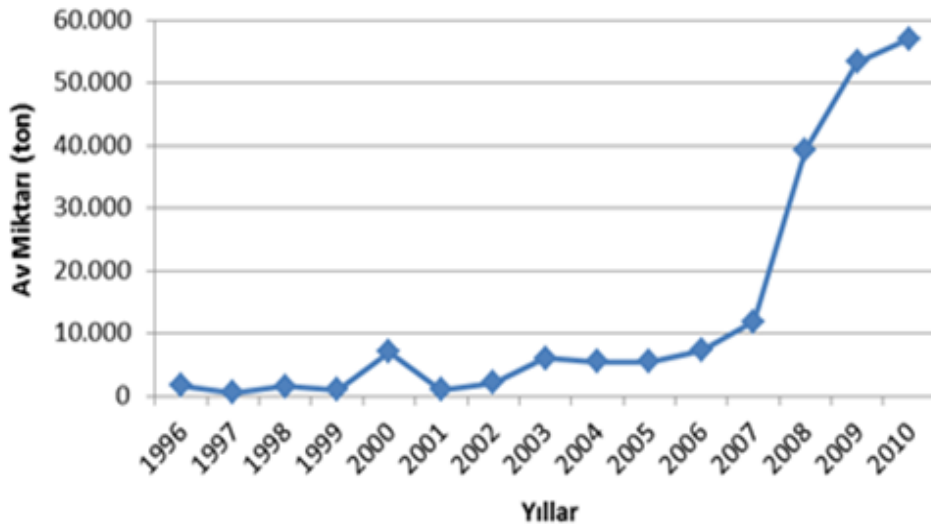
2.7.2. Çaç (Sprattus sprattus)

Çaç balıkları Karadeniz’in kuzeybatı bölümünde ülkemiz kıyılarına oranla bol miktarlarda bulunmaktadır. Bu bölge balıkların temel beslenme alanları olup, kıyısız alanlar ile derin sulardaki üreme alanları arasındaki göçleri esnasında büyük sürüler oluştururlar (Şekil 2.5). Ülkemiz kıyılarında çaça balıkları daha çok ilkbahar ve son bahar aylarında büyük sürüler oluştururken yoğun avcılığın gerçekleştiği kış aylarında balıkların üreme gerçekleştirmesi nedeniyle avlanabilir sürüler oluşturmazlar. Çaç balıkları gündüz saatlerinde deniz zeminine yakın sürüler oluştururken akşam saatlerinde yüzeye doğru dikey hareketler yapmaktadır (COEC, 2008).



Şekil 2.5. Çaça'nın Karadeniz'deki dağılım ve göç hareketleri (COEC (2008)'den alınarak düzenlenmiştir)

Çaça gerek diğer türlere yem olması gerekse balık unu-yağı sektöründe giderek artan önemi nedeniyle son yıllarda Karadeniz balıkçılığı açısından önemli bir tür haline gelmiştir. Balık unu-yağı sanayisinde hammadde olarak kullanılan hamsiye (2009 yılında 90.211 ton, 2010 yılında 113.131 ton) bir alternatif olmaya başlayan çaça son yıllarda 50.000 tonun üstündeki av miktarıyla (Şekil 2.6) bu sektörde kullanılan hammaddenin %30'undan fazlasını oluşturmaya başlamıştır (Çizelge 2.1).



Şekil 2.6. Ülkemizde 1996-2010 arasında avlanan toplam çaça miktarı (TÜİK, 1997-2011)

Çizelge 2.1. Çalışmada incelenen türlerin 2009-2010 avcılık sezonundaki toplam av miktarları ve balık unu-yağı sanayisinde kullanılan miktarlar (TÜİK, 2010)

Türler	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz	Karadeniz Toplam	Diğer Denizler	Türkiye Toplam	Balık Unu-Yağı
Çaça	51.271	1.932	53.203	182	53.385	53.385
Hamsi	165.357	20.249	185.606	19.093	204.699	90.211
İstavrit	9.972	3.815	13.787	6.586	20.373	*

* Balık unu-yağı sanayisinde kullanılan istavrit balığı miktarıyla ilgili kayıt bulunamamıştır.

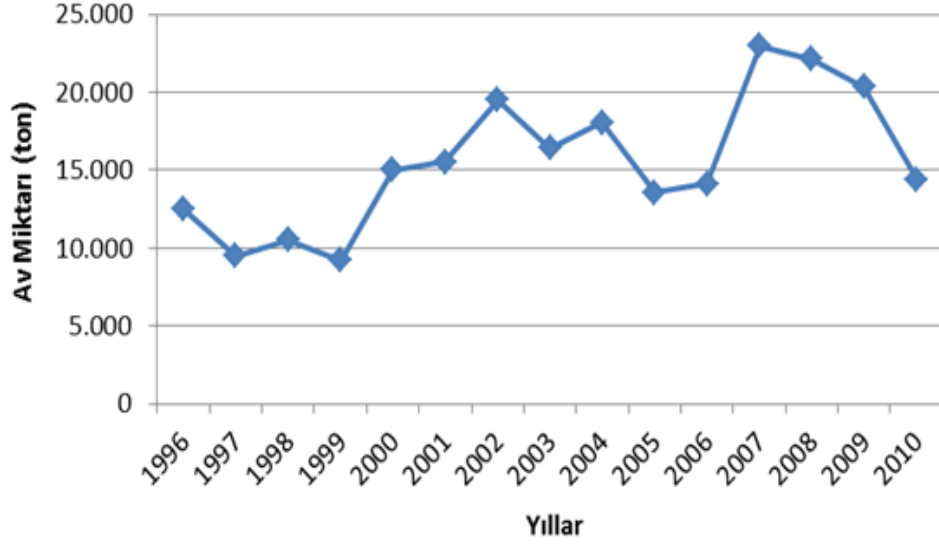
2.7.3. İstavrit (*Trachurus mediterraneus*)

İstavrit kış aylarını Karadeniz’de ana kışlama alanları olan Türkiye, Kırım ve Kafkasya kıyıları ile Marmara Denizi’nin bir bölümündeki sıcak sularda geçirirler. Sonbahar göçleri Nisan’ın ikinci yarısından Mayıs’ın başlarına kadar devam eder. İstavrit balıkları üremelerini Karadeniz’in batısında Bulgaristan ve Romanya sahillerinde yoğun olmakla birlikte Kırım, Kafkasya ve az da olsa Türkiye kıyılarında gerçekleştirirler (Şekil 2.7). Beslenme yerleri olan Bulgaristan, Romanya, Kafkasya ve Kırım civarında yoğun olarak bulunurlar (Kalaycı, 2006).



Şekil 2.7. İstavrit balıklarının Karadeniz’deki dağılım ve göç hareketleri (Kalaycı (2006)’dan alınarak düzenlenmiştir)

İstavrit Karadeniz’de yıllık ortalama 15.000 ton civarındaki av miktarıyla Karadeniz balıkçılığı açısından önemli pelajik türlerden birisidir. Su Ürünleri İstatistikleri dikkate alındığında bu türün son 15 yıl içindeki avcılık miktarlarının 2007 yılında 23.000 ton civarındaki av miktarı ile maksimum seviyeye ulaştığı ancak 2008 yılından itibaren bir düşüş eğilimi içerisine girdiği ve 2010 yılında toplam 14.000 ton civarında avlandığı görülmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Ülkemizde 1996-2010 yılları arası avlanan istavrit miktarları (TÜİK, 1997-2011)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

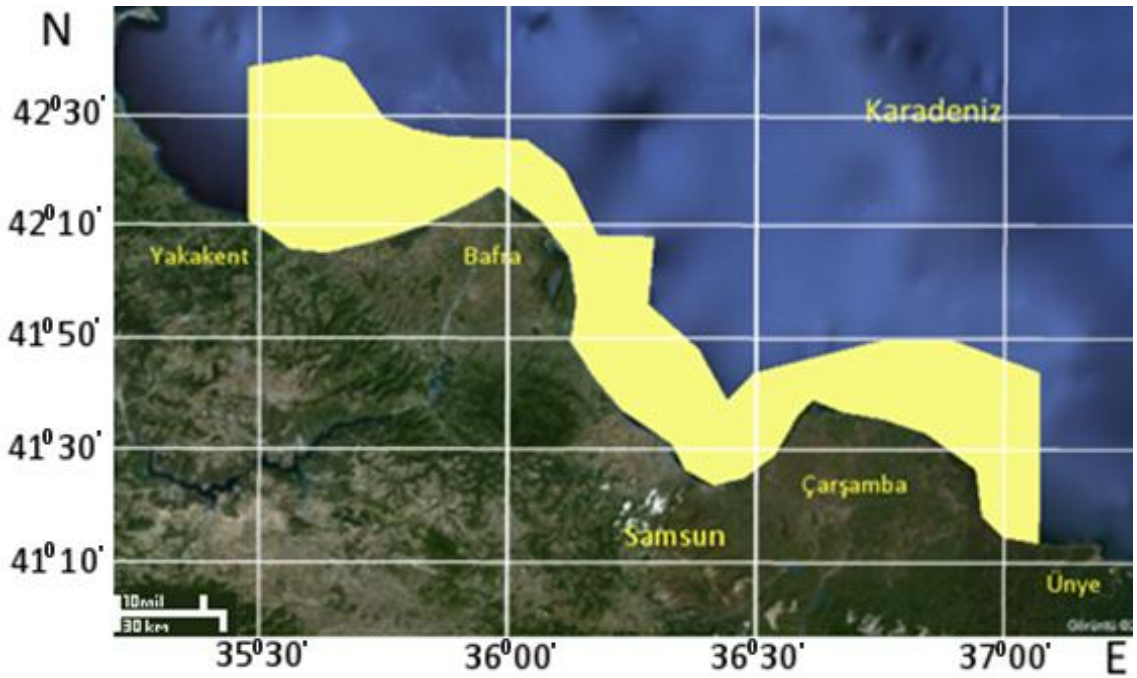
3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı ve Örneklem Zamanı

Bölgesel biyokütle çalışmalarında öncelikle trolle avlanılabilir alanların belirlenmesi ve örneklem tabakaların oluşturulması gereklidir. Bu konuda gerekli kararları verebilmek amacıyla derinlik ve zemin durumu hakkındaki bilgiler ekosounder ile yapılan ön çalışmalardan elde edilebilir. Ancak bu çalışmanın yapıldığı alanın balıkçılar tarafından çok eskiden bu yana avlanılan bir bölge olması ve araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılabilirliğinin sağlanması açısından araştırmanın yürütüleceği alan ve zaman ticari balıkçılıkla aynı tutulmuştur.

Bu kapsamda çalışmada kullanılan av aracı, av aracının kullanıldığı bölge ve zamanla ilgili olarak 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ’de: “Karadeniz’de her türlü trol ile avcılığın yasaklandığı yerlerde, Marmara denizi, Ege denizi ve Akdeniz’de orta su trolü ile su ürünleri avcılığı yasaktır. Ortasu trolü, kullanımına izin verilen yer ve zamanlarda çift gemi ile çekilebilir. Karadeniz’de ortasu trolünün 18 metreden (10 kulaç) daha sığ sularda çekilmesi ve 15 Nisan-15 Eylül tarihleri arasında su ürünleri istihsalinde kullanılması yasaktır. Ancak, Karadeniz’de 15 Nisan - 15 Mayıs tarihleri arasında, çift gemi ile çekilmek şartıyla, Samsun ili, Yakakent ilçesi, Çayağzı burnu (41° 41’ 040” N - 35° 25’ 193” E) ile Samsun-Ordu İl sınırındaki Akçay’ın denize döküldüğü yer (41° 08’ 874” N - 37° 10’ 112” E) arasında 20 kulaç ve daha derin sularda ortasu trolü ile çaça balığı avcılığı serbesttir.” ibareleri yer almaktadır (Anonim, 2008). Araştırma bu yasak sahalar dışında kalan bölgelerde ve avcılığın serbest olduğu dönemde yürütülmüştür.

Bununla birlikte denemelerde Samsun limanına bağılı balıkçı teknelerinin kullanılması nedeniyle çalışmaya konu olan ağ çekimleri teknelerin kayıtlı olduğı limana yakın av sahalarında gerçekleştirilmiştir. Bu bağamda denemeler Yakakent ilçesi Çayağzı burnu ($41^{\circ}41'040''N$ - $35^{\circ}25'193''E$) ile Ünye'de bulunan Akçay'ın denize döküldüğü yer ($41^{\circ}08'874''N$ - $37^{\circ}10'112''E$) arasında kalan av sahalarında 18 metreden daha derin sularda yürütölmüştür. Çalışmanın yapıldığı bölge yer yer engebeli dibi kumlu-çamurlu, bazı bölgelerde midye ve kepez denilen kum taşı kayalıkları ile kaplıdır (Şekil 3.1).



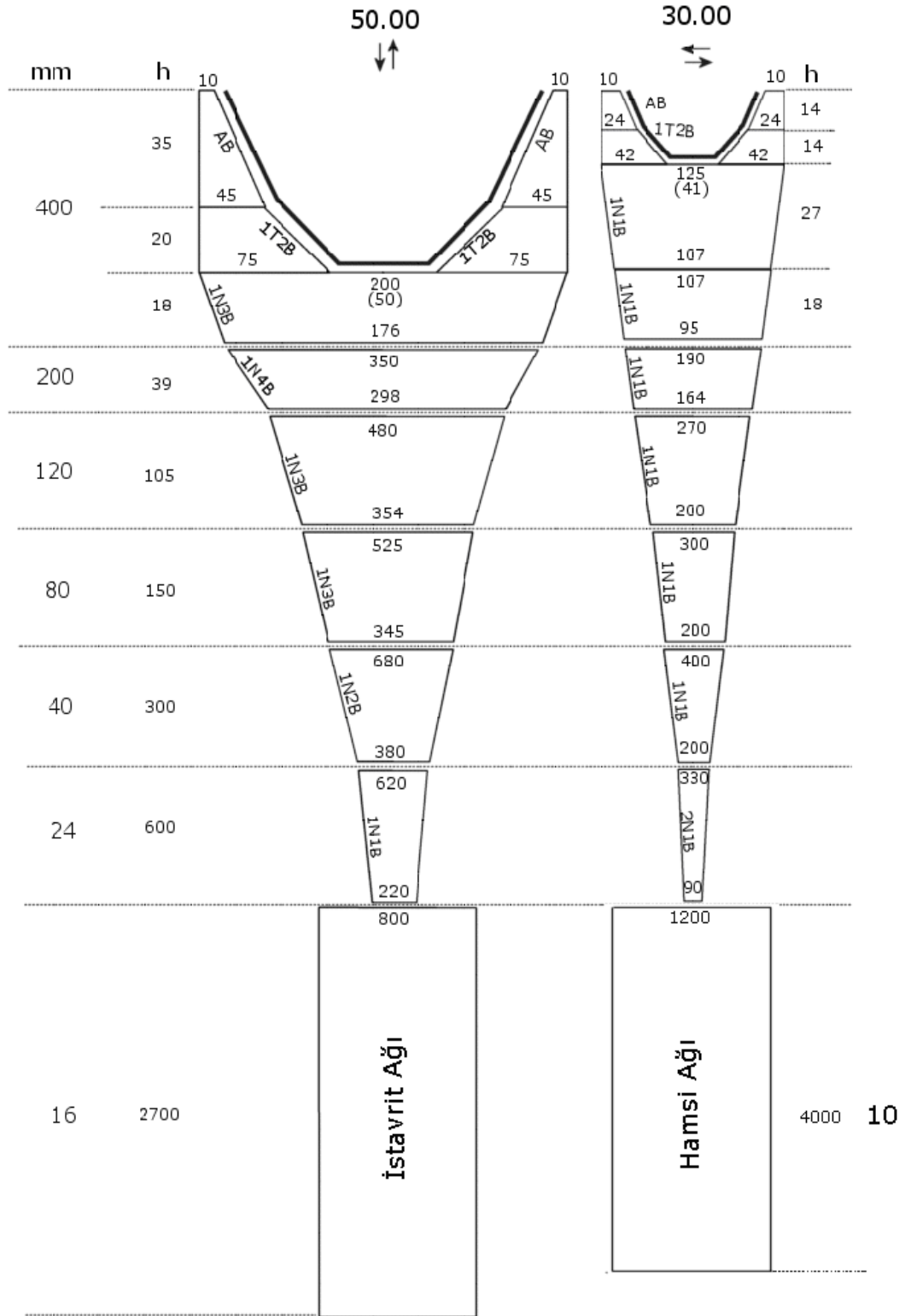
Şekil 3.1. Araştırmanın yürütöldüğü bölge (Google Earth'den alınarak düzenlenmiştir)

3.1.2. Örneklemelerde Kullanılan Tekneler ve Av Aracı

Araştırma Samsun bölgesinde avcılık yapan ticari balıkçı teknelerinde yürütölmüştür. Araştırma verilerinin alınmasında teknelerde kullanılan ticari ortasu trol ağları kullanılmıştır. Bu ağlar balıkçılar tarafından bölgede yoğun olarak hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758), çaça (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) ve istavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) avcılığında kullanılan kapısız ortasu trol ağları olup, ağın her iki ucundaki iki tekne tarafından çekilerek avcılık gerçekleştirilmektedir.

Bölgede kullanılan ortasu trol ağları 1970’li yılların sonlarında balıkçılar tarafından mahmuzlu camgöz köpekbalığı (*Squalis acanthias* Linnaeus, 1758) avlamak amacıyla yurtdışından getirilen İtalyan tipi kapısız ortasu trol ağlarıdır. Daha sonraki yıllarda balıkçılar tarafından bu ağların yapısında değişiklikler yapılmış, ağın ön bölümlerindeki ağ gözü açıklıkları büyütülürken özellikle torbaya yakın bölümlerde kullanılan ağların göz açıklıkları küçültülerek hamsi, çaça ve istavrit gibi küçük pelajik balıkların avcılığına uygun hale getirilmiştir.

Araştırmada kullanılan ağ 4 görünümlü bir ortasu trol ağı olup, ağın toplam uzunluğu 130 metre, mantar ve kurşun yaka uzunluğu 50 metre, yan panellerin yaka uzunluğu ise 30 metredir. Ağın ön bölümlerinde 400 mm göz açıklığına sahip ağlar kullanılırken, göz açıklıkları torbaya doğru giderek azalmakta ve torbada avlanılacak türe göre istavrit için 16 mm veya hamsi ve çaça için 10 mm’ye kadar düşmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan ortasu trol ağı ve bu ağı ile istavrit ve hamsi avlamak için kullanılan torbalar (Orijinal)

3.2. Yöntem

3.2.1. Balık Örneklemelerinin Yapılması ve Verilerin Toplanması

Çalışma boyunca yapılan her bir ağ çekimine ait ağın denize atıldığı ve toplandığı noktaların koordinatları, ağın atıldığı ve çekildiği saatler, toplam çekim süreleri, ortalama ağ çekim hızı ve ağın çekildiği ortalama derinlik gibi bilgiler kaydedilmiştir.

Ayrıca avlanan türlerin aylık boy kompozisyonunu belirlemek amacıyla her av operasyonu sonrasında ağın torbasından güverteye boşaltılan balıklar içerisinde rastgele örnek alınarak her bir çekim için popülasyonu temsil edecek miktarda balığın boy ölçümleri yapılmıştır.

Ortasu trolleri kullanılarak yapılan av operasyonlarında avlanan tür denizdeki balığın bolluğu, hava şartları ve benzeri faktörlere göre çeşitlilik göstermektedir. Örneğin; balığın bol olduğu çekimlerde ağın çekim süreleri zorunlu olarak daha kısa tutulurken, balık miktarının azalmasına bağlı olarak çekim süreleri uzamaktadır. Bu nedenle çekim sürelerinin uzun tutulduğu ve araştırmacıların ağ çekimleri esnasında yeterli zamana sahip olduğu durumlarda örneklemenin popülasyonu çok daha iyi temsil etmesi açısından bu çekimlerde daha fazla bireyin boy ölçümü yapılmaya çalışılmıştır.

Aynı şekilde çekim sürelerine bağlı bu farklılık nedeniyle çalışma boyunca yapılan aylık örneklemelerde günlük ağ çekim sayıları da değişiklik göstermiştir. Ancak her ay içerisinde 1-5 günlük örnekleme yapılması ve her ay için yapılan örneklemelerin tamamı kullanılarak aylık boy kompozisyonlarının belirlenmesi sonucunda çekim sayısından kaynaklanan farklılıkların en aza indirilmesi sağlanmıştır.

Çalışmada 2009–2010 balıkçılık sezonunda Ekim-Nisan ayları arasında toplam 17 gün denize çıkılarak örnekleme yapılmış ve bu örneklemelerde toplam 50 ağ çekimi gerçekleştirilmiştir. Bölgede bulunan balık sürülerine göre ağdan çıkan balık türleri de çeşitlilik göstermiş ve türler zaman zaman birlikte av vermiştir. Yapılan 50 ağ çekiminin 19'unda hamsi, 36'sında çaça ve 14'ünde istavrit balıkları yoğun olarak avlanmıştır.

Aylık çekim sayıları balık miktarına, çekim sürelerine, hava ve deniz koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte her ay 3-13 kez çekim yapılmıştır. Bu çekimlerde kaydedilen çekim süreleri, çekim hızları ve türlere göre av miktarı bilgileri taranan alan yöntemiyle stok büyüklüğü ve balık yoğunluğu tahmininde kullanılmıştır.

3.2.2. Populasyon Parametrelerinin Tahmini

Sanal populasyon analizi kullanılarak stok büyüklüğü hesaplamalarının yapılabilmesi için Asimptotik Boy (L_{∞}), Büyüme Katsayısı (K), Boy-Ağırlık İlişkisi Katsayıları (a ve b) ve Doğal Ölüm Katsayısı (M) gibi bazı populasyon parametrelerin önceden hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla ilgili parametrelerin hesaplanması aşağıda belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

Boy-ağırlık ilişkisi katsayıları Ricker (1975)'in önerdiği yöntemle hesaplanmıştır.

$$W = a \cdot L^b \quad (3.1)$$

W = Balık ağırlığı (g)
L = Total balık boyu (cm)
a = Balıkların bulunduğu koşullara göre kondüsyonunu gösteren üssel değer
b = Balıkların bulunduğu koşullara göre vücut şeklini gösteren üssel değer

Asimptotik Boy (L_{∞}) Wetherall ve ark. (1987) tarafından önerilen yöntemle göre boy kompozisyonu verilerinden hesaplanmıştır. Yöntemde önce yılın çeşitli aylarında saptanan boy frekans verileri kombine edilerek tek bir boy kompozisyonu elde edilmektedir. Her boy sınıfının orta noktası, yani sınıf değeri, L_i değerleri kullanılarak her bir boy sınıfı için L_i dahil L_i 'den büyük boy sınıflarının tartılı ortalaması olan $\bar{L}_i$ değerleri hesaplanır. Daha sonra L_i değerlerine karşılık gelen $\bar{L}_i$ değerleri kullanılarak grafik çizilir. Noktaların yükselmeye başladığı kısımdan itibaren olmak üzere L_i ve $\bar{L}_i$ değerlerinin ortak regresyon denklemi katsayıları (a ve b) en küçük kareler yöntemiyle hesaplanır (Erkoyuncu, 1995). Yöntemde kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$\bar{L}_i = \frac{\sum f(L_i)}{\sum f} \quad (3.2)$$

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - b} \quad (3.3)$$

$\bar{L}_i$ = L_i dahil L_i 'den büyük boy sınıflarının tartılı ortalaması
 $\sum f(L_i)$ = Boy sınıfı değerlerinin o sınıftaki balık sayılarıyla çarpımlarının toplamı
 $\sum f$ = L_i dahil L_i 'den büyük boy sınıflarındaki balık sayılarının toplamı
 L_{∞} = Asimptotik Boy
a = En küçük kareler yöntemi katsayısı (doğrunun y eksenini kesme noktası)
b = En küçük kareler yöntemi katsayısı (doğrunun eğimi)

Büyüme Katsayısı (K), Erkoyuncu (1995) tarafından önerilen *Pauly Yöntemi* kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntemde belirli bir tür için değişik stoklardan elde edilen L_{∞} ve K değerleri kullanılarak her bir stok için hesaplanan büyüme performansı $\emptyset$ (a) değerlerinin ortalaması alınır. Daha sonra bu ortalama değer ve yukarıdaki yöntemle hesaplanan L_{∞} değeri kullanılarak mevcut çalışma için K'nın bağımsız tahmini yapılır. Yöntemde kullanılan eşitlikler aşağıdaki gibidir.

$$\emptyset = \ln (K) + [2 \cdot \ln (L_{\infty})] \quad (3.4)$$

$$K = \exp [\emptyset - (2 \cdot \ln L_{\infty})] \quad (3.5)$$

$\emptyset$ = Değişik popülasyonlardan hesaplanan büyüme performansı
K = Büyüme Katsayısı

Anlık Toplam Ölüm Katsayısı'nın (Z) hesaplanmasında Erkoyuncu (1995) tarafından önerilen “Sparre Metodu ile Düzeltilmiş Boy Kompozisyonundan Anlık Toplam Ölüm Katsayısının Hesaplanması Yöntemi” kullanılmıştır.

Doğal Ölüm Katsayısı (M), Pauly (1980)'in önerdiği “Deneysel Doğal Ölüm Oranı Eşitliği” kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikteki ortalama sıcaklık girdisi (T) Karadeniz için 10,1 °C olarak alınmıştır (Anonim, 2011b). Bu yöntemle kısa ömürlü ve hızlı büyüyen pelajik balık türlerinin doğal ölüm katsayısının hesaplanmasında çıkan sonucun 0,8 ile çarpılması önerilmektedir (Erkoyuncu, 1995).

$$\log (M) = -[0,0066] - [0,279 \cdot \log(L_{\infty})] + [0,6543 \cdot \log(K)] + [0,4634 \cdot \log(T)] \quad (3.6)$$

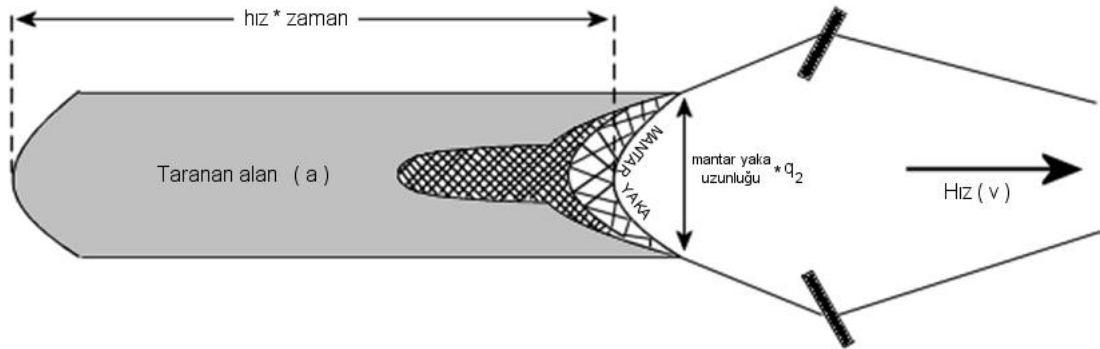
Yukarıda anlatılan yöntemlerle hesaplanan Anlık Toplam Ölüm Katsayısı (Z) ve Doğal Ölüm Katsayısı (M) aşağıdaki formülde kullanılarak Balıkçılık Ölüm Katsayısı (F) hesaplanmıştır.

$$F = Z - M \quad (3.7)$$

3.2.3. Stok Büyüklüğü ve Yoğunluk Hesaplamaları

3.2.3.1. Taranan Alan Yöntemi

Taranan alan yöntemi temel olarak her bir çekimde avlanan balık miktarı dikkate alınarak, o çekimde av aracı tarafından taranan alanın toplam çalışma sahasına oranından yola çıkılarak çalışma sahasının tümündeki balık miktarının tahmin edilmesi mantığına dayanmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Trol ağıyla taranan alanı gösteren şema

Taranan alan yöntemi ile stok büyüklüğü ve yoğunluğu hesaplamalarını yapabilmek için gerekli hesaplamalardan biri çalışma sahasının toplam alanının ölçümüdür. Çeşitli kaynaklarda Karadeniz'in 150-200 metreden daha derin sularında Hidrojen Sülfür (H_2S) gazı birikimi nedeniyle canlı yaşamının sınırlandığı bildirilmektedir (Demirbaş, 2008; Anonim, 2011c; Prodanov ve ark., 1997). Bu nedenle sanal popülasyon analizi ile elde edilen sonuçlarla kıyaslama yapmak amacıyla taranan alan yöntemiyle gerek söz konusu çalışma bölgesinde (I) gerekse Türkiye kıyılarında (II) bulunduğu düşünülen balık miktarları tahmin edilirken kıyıdan itibaren 200 metre derinliğe kadar olan alanlar göz önünde bulundurulmuştur.

Bu amaçla avcılığın serbest olduğu bölgede kıyıdan itibaren 200 metre derinliğe kadar olan alan belirlenerek çalışma sahasının sınırları çizilmiş ve bu alanın ölçümü *Google Planimetre* (Anonim, 2011d) ile yapılmıştır. Ölçümler sonrasında çalışma sahasının toplam alanı yaklaşık 2.877 km^2 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4).



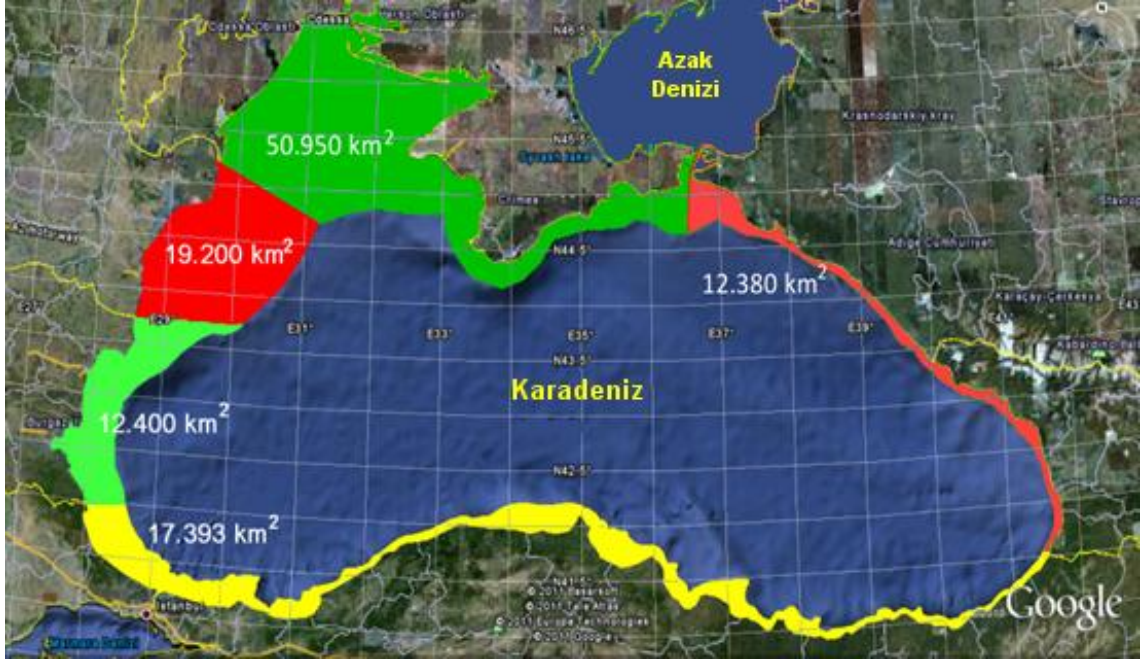
Şekil 3.4. Çalışma sahasının toplam alanı

Taranan alan yöntemiyle çalışma sahasında hesaplanan ortalama balık yoğunlukları kullanılarak Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki balık miktarları tahmin edilmiştir. Prodanov ve ark., (1997) tarafından Karadeniz'in tamamında 0-200 metre derinlikler arasında kalan bölgenin alanı 112.323 km² olarak belirtilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Karadeniz'in derinliklere göre yüzey alanları ve su hacimleri (Prodanov ve ark., 1997)

Derinlik (m)	Alan (km ²)	Hacim (km ³)
0-25	16.930	212
25-50	30.937	1.160
50-100	49.057	3.679
100-200	15.399	2.310
200-500	14.284	4.999
500-1.000	22.592	16.944
1.000-1.500	38.490	48.113
1.500-2.000	69.195	121.091
2000'den derin	156.604	331.446
Toplam	413.488	529.954

Karadeniz'in tamamında kıyıdan itibaren 0-200 metre arasında kalan toplam alanın Karadeniz'e komşu ülkelerin karasuları içinde kalan miktarları Şekil 3.5'te verilmiştir. Şekilde görüleceği üzere ülkemiz kıyılarında 0-200 metre arasındaki bölgenin alanı 17.393 km² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin 0-200 metre arasındaki bölgelerin alanları (Prodanov ve ark. (1997)'dan alınarak çizilmiştir)

Çalışma boyunca yapılan örneklemelerde her bir çekim ve bölgenin tamamı için biyokütle ve birim alandaki balık miktarlarının tahmini Pauly (1984)'nin önerdiği "Taranan Alan Yöntemi" kullanılarak aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır.

$$a = t \cdot v \cdot h \cdot q_2 \quad (3.8)$$

- v** = Trol çekim hızı (km /saat)
a = Her çekimde taranan alan (km²)
t = Çekim süresi (saat)
q₂ = Ağın etkinliği (0,5)
h = Mantar yaka uzunluğu (m)

$$B = \frac{\left(\frac{C}{f}\right) * A}{a * q_1} \quad (3.9)$$

- B** = Biyokütle (ton)
C/f = Birim çabada av miktarı (kg)
A = Toplam sörvey alanı (km²)
a = Her çekimde taranan alan (km²)
q₁ = Yakalanabilirlik katsayısı (0,5)

3.2.3.2. Sanal Populasyon Analizi (VPA)

Sanal populasyon analizi boy kompozisyonu ve yaş kompozisyonu verilerine dayanan sanal populasyon analizi olmak üzere iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Her iki yöntemde de belirli aralıklarla yıl içerisinde yapılan örneklemelerden elde edilen boy kompozisyonu veya otolit, pul vb. yapıların okunması ya da istatistiksel yöntemlerle elde edilen yaş kompozisyonları kullanılarak her bir boy veya yaş sınıfı için denizde bulunması gereken birey sayıları tahmin edilir. Yöntemde boy veya yaş kompozisyonu, Asimptotik Boy (L_{∞}), Büyüme Katsayısı (K), Boy-Ağırlık İlişkisi Katsayıları (a ve b) ve Doğal Ölüm Katsayısı (M) kullanılarak hangi boy veya yaş gruplarının avcılık veya doğal nedenlerden kaynaklanan ölümlere ne ölçüde maruz kaldığı geri hesaplama yapılarak belirlenir. Böylece örnekleri oluşturan avın boy veya yaş kompozisyonu üzerinden populasyonun tamamındaki birey sayıları tahmin edilir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve biyokütlenin hesaplanmasında Jones ve van Zalinge (1981)'nin önerdiği “Boy Kompozisyonuna Dayanan Sanal Populasyon Analizi” yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde kullanılan eşitlikler aşağıda verilmektedir.

$$t(L_1) = t_0 - (1/K) \cdot \ln[1 - (L_1/L_{\infty})] \quad (3.10)$$

$$\Delta t = t(L_2) - t(L_1) = (1/K) \cdot \ln [(L_{\infty} - L_1)/(L_{\infty} - L_2)] \quad (3.11)$$

$$H(L_1, L_2) = e^{[(M \cdot \Delta t)/2]} = [(L_{\infty} - L_1)/(L_{\infty} - L_2)]^{M/2K} \quad (3.12)$$

$$F/Z = C(L_1, L_2) / [N(L_1) - N(L_2)] \quad (3.13)$$

$$F = [M \cdot (F/Z)] / [1 - (F/Z)] \quad (3.14)$$

$$Z = F + M \quad (3.15)$$

$$N(L_1) = [(N(L_1) \cdot H(L_1, L_2)) + C(L_1, L_2)] \cdot H(L_1, L_2) \quad (3.16)$$

- $t(L_1)$ = L boyundaki balığın yaşı
 Δt = L_2 ve L_1 boyları arasındaki zaman farkı
 $H(L_1, L_2)$ = Doğal ölüm faktörü
 F/Z = Stok işletme oranı
 F = Balıkçılık ölüm katsayısı
 M = Doğal ölüm katsayısı
 Z = Anlık toplam ölüm katsayısı

3.2.3.3. Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücünün Hesaplanması

Çalışma kapsamında incelenen türlere uygulanan av baskısının stokların sürdürülebilirliği açısından hangi düzeyde olduğunu belirlemek ve stoklardan daha verimli olarak faydalanabilmek amacıyla Sparre ve Venema (1998)'de önerilen Boya Dayalı Thompson ve Bell Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde maksimum sürdürülebilir ürün elde edilebilmesi için stoklara uygulanması gereken optimum av gücü tahmin edilmiştir. Optimum av gücü tahmin edilirken, çalışmanın gerçekleştirildiği av sezonunda söz konusu balık stokuna uygulanan avcılık baskısı 1 birim olarak kabul edilir. Daha sonra mevcut av gücü belirli oranlarda azaltılıp çoğaltılarak yeni av gücü ile elde edilebilecek ürün miktarları hesaplanır. Bu hesaplamalar sonucunda ürün miktarının maksimum olduğu değer ile mevcut F katsayısı çarpılarak stoktan maksimum ürün elde edebilmek için uygulanması gereken yeni F katsayısı yani stoklara uygulanması gereken optimum av gücü tespit edilir. Yöntemde kullanılan formüller aşağıdaki gibidir.

$$Z_i = M + (X \cdot F_i) \quad (3.17)$$

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) \cdot [(1/H_i) - (X \cdot (F_i/Z_i))] / [H_i - (X \cdot (F_i/Z_i))] \quad (3.18)$$

$$C_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] \cdot [X \cdot (F_i/Z_i)] \quad (3.19)$$

$$W_i = a \cdot [(L_i + L_{i+1}) / 2]^b \quad (3.20)$$

$$Y_i = C_i \cdot W_i \quad (3.21)$$

$$N_i \cdot \Delta t_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] / Z_i \quad (3.22)$$

$$B_i \cdot \Delta t_i = N_i \cdot \Delta t \cdot W_i \quad (3.23)$$

Z = İki boy grubu üzerindeki yıllık total ölüm oranı

N(L_{i+1}) = L₂ boyundaki bireylerin popülasyondaki sayısı

C_i = İki boy grubu arasındaki avlanan balık sayısı

W_i = İki boy grubunun ortalama ağırlığı

Y_i = İki boy grubu arasında avlanan ürün miktarı

N_i.Δt_i = Boy gruplarına ait popülasyondaki ortalama birey sayısı

B_i.Δt_i = Boy gruplarına ait popülasyondaki ortalama biyokütle

X = Mevcut av gücünün simülasyonunda kullanılan % değeri

4. BULGULAR

Çalışmaya kapsamında araştırmaya konu olan türlerin aylık boy kompozisyonlarını belirlemek amacıyla 5.955 adet hamsi, 16.800 adet çaça ve 2.498 adet istavrit olmak üzere toplam 25.293 adet balığın boy ölçümü yapılmıştır (Çizelge 4.1). Daha sonra belirlenen boy kompozisyonları kullanılarak boya dayalı sanal populasyon analizi ile stok büyüklüğü tahminleri yapılmıştır.

Çalışma kapsamında Karadeniz’de ortasu trolleriyle avlanan pelajik türlerden hamsi, çaça ve istavrit balıklarının bazı populasyon parametreleri ve stok büyüklüğü tahminleri yapılmıştır. Ayrıca stoklardan maksimum ürün elde etmek için uygulanması gereken optimum avcılık baskısı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Aylara göre örneklenen balık sayıları

Aylar	Hamsi	Çaça	İstavrit
Ekim	800	400	936
Kasım	4.135	5.000	562
Aralık	200	2.400	1.000
Ocak	-	2.800	-
Şubat	820	2.400	-
Mart	-	2.600	-
Nisan	-	1.200	-
Toplam	5.955	16.800	2.498

4.1. Hamsi'ye İlişkin Sonuçlar

4.1.1. Av Miktarları

Av sezonu boyunca her ay düzenli olarak örnekleme yapılmış ve örneklemelerde ortasu trol teknelerinin çalıştığı saha ve avladığı hedef türlere bağlı kalınmıştır. Ekim ayında bölgede hamsinin çok yoğun av vermemesi nedeniyle türün ortasu trolleriyle avcılığı bölgedeki diğer pelajik türler (istavrit ve çaça) ile birlikte yapılmıştır. Kasım ayından itibaren bölgeye sürülerin akın yapmaya başlamasıyla, hamsi bu dönemde ortasu trolleri ile en çok avlanan tür olmuştur. Yine aynı ay içerisinde hamsi sürülerinin bulunmadığı bazı günlerde av sahasında bulunan balıkların türüne bağlı olarak hedef tür değişiklik göstermiş, hamsinin yerini bazen çaça veya istavrit almıştır. Araştırma boyunca Ekim, Kasım, Aralık ve Şubat aylarında hamsi türüne ait bireyler örneklenmiştir. Bu aylarda hamsi avcılığının gerçekleştiği çekimlere ilişkin bilgiler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Hamsi avcılığına ilişkin aylık toplam ve ortalama av miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Toplam Av Miktarı	Ortalama Av Miktarı
		(kg)	(kg)
		[C]	[C _{ort}]
Ekim	5	11.815	2.363
Kasım	6	88.045	14.674
Aralık	4	800	200
Şubat	4	13.500	3.375
Toplam	19	114.160	20.612 ± 3.242

Örneklemler kapsamında yapılan 19 ağ çekiminde toplam 114.160 kg hamsi avlanmıştır. Avlanan toplam miktarlar bakımından ilk sırada 88.045 kg ile Kasım ayı yer alırken, bunu sırasıyla 13.150 kg ile Şubat ayı, 11.815 kg ile Ekim ayı ve 800 kg ile Aralık ayı izlemektedir. Toplam av miktarlarıyla benzer şekilde çekim başına ortalama av miktarları bakımından da ilk sırada 14.674 kg ile Kasım ayı yer alırken bunu 3.375 kg ile Şubat ayı, 2.363 kg ile Ekim ayı ve 200 kg ile Aralık ayı izlemiştir.

4.1.2. Boy Kompozisyonu

Araştırma boyunca toplam 5.955 adet hamsinin boy ölçümü yapılmış olup, mümkün olduğu kadar çok sayıda bireyin ölçülmesi hedeflenmiştir. Ancak avın büyük bölümünü çaça oluşturması nedeniyle Aralık ayında 200 adet hamsi örneklenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Hamsi balıklarına ait aylık boy kompozisyonları

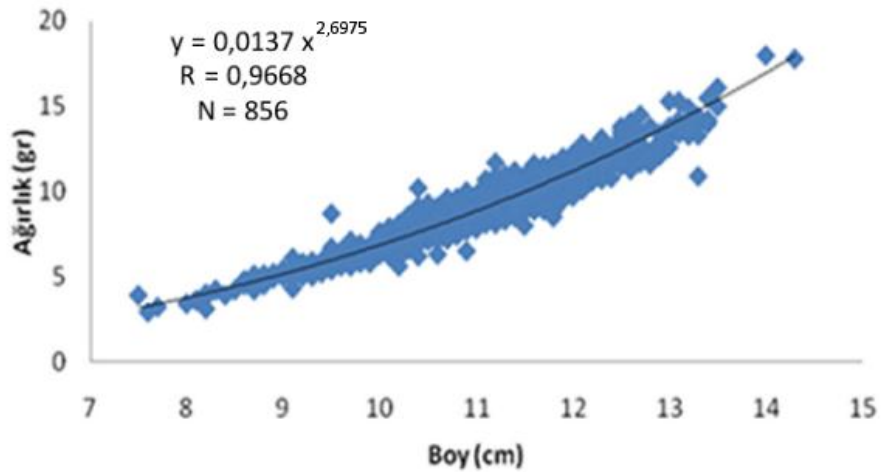
Boy Sınıfı (cm)	Boy Kompozisyonları (%)			
	Ekim	Kasım	Aralık	Şubat
5	1,00	-	-	-
6	2,13	0,09	-	-
7	2,13	0,35	2,00	-
8	9,75	1,11	40,00	-
9	15,38	3,17	16,00	0,24
10	14,63	6,77	9,50	3,17
11	12,50	9,34	19,50	32,93
12	17,50	27,39	6,50	45,61
13	20,50	35,55	6,00	14,27
14	4,13	10,52	-	3,78
15	0,38	1,30	0,50	-
16	-	0,19	-	-
17	-	0,05	-	-
Toplam	800	4.135	200	820

Ekim ve Kasım aylarında yapılan örneklemelerin boy kompozisyonları daha geniş bir dağılım göstermiş olup, örnekler arasında hem 5-6 cm'lik boy sınıflarına ait küçük bireyler hem de 15-17 cm'lik boy sınıflarına ait büyük bireyler yer almıştır. Aralık ve Şubat aylarındaki örneklemelerde avlanan bireylerin boy dağılımı ise ilk iki aya göre belli boy sınıfları arasında kalmıştır. Aralık ayında avlanan hamsiler daha çok 7-13 cm, Kasım ayında ise 9-14 cm'lik boy sınıflarında dağılım göstermiştir.

Örneklenen bireylerin aylık birikimli boy frekansları kullanılarak avlanan hamsilerin %50'sini oluşturan ortalama boy değerleri hesaplanmıştır. Ekim ayında avlanan balıkların %50'sini oluşturan boy 9,2 cm, Kasım ayında 11,2 cm, Aralık ayında 9,2 cm, Şubat ayında ise 11,4 cm olarak belirlenmiştir.

4.1.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Hava ve deniz koşulları nedeniyle teknede hassas terazinin düzgün çalışması mümkün olmamıştır. Bu nedenle her ay örnekleme son günü ağırlık ölçümü yapılacak türlerden belirli miktarlarda balık buzlanarak ayrılmış ve laboratuvara getirilerek boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ancak ortasu trolleriyle hamsi avcılığı sadece balıkların yoğun sürüler oluşturduğu zamanlarda yapılmaktadır. Bazı aylarda örnekleme yapıldığı günlerde hamsi avcılığının hiç olmaması ya da örnekleme ilk gününde avcılık olurken daha sonraki günlerde hamsi avlanamaması nedeniyle ağırlık ölçümleri için örneklerin ayrılması mümkün olmamıştır. Bu nedenle örnekleme yapılan her ay için hamsi türüne ait boy-ağırlık ilişkileri belirlenememiştir. Araştırmada sadece Kasım ve Aralık aylarında ağırlık ölçümü yapılmış olup, bu aylara ait boy-ağırlık ilişkisi grafiği ve denklemi Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Hamsi balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi

Buna göre 856 adet birey ölçülerek hesaplanan hamsinin boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0,0137*L^{2,6975}$ ($r = 0,9668$) olarak bulunmuştur.

4.1.4. Populasyon Parametreleri

Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere elde edilen boy kompozisyonları kullanılarak hamsi türüne ait Asimptotik Boy, Büyüme Katsayısı ve Doğal Ölüm Katsayısı gibi populasyon parametreleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Hamsi balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler

	Boy Sınıfı	Av Miktarı [N]	Birikimli Boy [$\bar{L}_t$]
	4,0	8	10,88
	5,0	21	10,89
	6,0	36	10,91
	7,0	206	10,94
	8,0	294	11,08
	9,0	454	11,25
	10,0	812	11,46
	11,0	1709	11,75
Kullanılan Boy Sınıfları	12,0	1827	12,28
	13,0	518	13,14
	14,0	60	14,17
	15,0	8	15,20
	16,0	2	16,00
	Toplam	5.955	

Araştırma boyunca örneklenen hamsi bireylerinin boy kompozisyonu kullanılarak yapılan hesaplamalarda Asimptotik Boy $L_{\infty} = 23,34$ olarak belirlenmiştir. Daha sonra Çizelge 4.5'te verilen çalışmalarda elde edilen L_{∞} ve K değerlerinden hesaplanan ortalama Büyüme Performansı ($\bar{\phi} = 4,47$) ve mevcut çalışmadan elde edilen Asimptotik Boy kullanılarak Büyüme Katsayısı 0,16 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. Karadeniz'de hamsi ile ilgili yapılmış bazı çalışmalarda elde edilen L_{∞} ve K değerleri

Araştırmacılar	Çalışma Bölgesi	Asimptotik Boy [L_{∞}]	Büyüme Katsayısı [K]	Büyüme Performansı [$\bar{\phi}$]
Kayalı, 1998	Doğu Karadeniz	17,420	0,284	4,46
Mutlu, 1994	Doğu Karadeniz	15,823	0,340	4,44
Mutlu, 2000	Doğu Karadeniz	17,000	0,310	4,50
Bilgin ve ark., 2006	Orta Karadeniz	21,170	0,197	4,48
Ortalama $\bar{\phi}$				4,47

Son olarak bu çalışma için elde edilen $L_{\infty} = 23,34$ ve $K = 0,16$ değerleri kullanılarak Doğal Ölüm Katsayısı $M = 0,29$ olarak hesaplanmıştır. Diğer populasyon parametrelerinin hesaplanması amacıyla oluşturulan veriler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Hamsi balıklarının Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler

Alt Sınır	Boy Sınıfı	Üst Sınır	Birey Sayısı [N]	Yaş Farkı [Δt]	$\ln (N/\Delta t)$
12,5	13,0	13,5	518	0,604	6,755
13,5	14,0	14,5	60	0,668	4,497
14,5	15,0	15,5	8	0,749	2,369
15,5	16,0	16,5	2	0,851	0,854

Çizelge 4.6’daki veri kullanılarak yapılan hesaplamalarda Anlık Toplam Ölüm Katsayısı $Z = 2,77$ ve Yaşama Oranı $S = 0,06$ olarak bulunmuştur. Yukarıdaki Z ve M değerleri kullanılarak hesaplanan Balıkçılık Ölüm Katsayısı $F = 2,48$ olarak bulunurken, İşletme Oranı $E = 0,90$ olarak hesaplanmıştır.

4.1.5. Taranan Alan Yöntemiyle Stok Büyüklüğü Tahmini

Taranan alan yöntemi ile hamsi stok büyüklüğü tahminlerini yapmak amacıyla, araştırma süresince hamsi türünün örneklediği 19 ağ çekimine ait ağ çekim hızı, çekim mesafesi ve av miktarları gibi bilgiler kullanılarak her bir çekim için “Birim Alandaki Balık Miktarı” ve “Biyokütle” miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 4.7). Daha sonra aynı ay içinde yapılan ağ çekimlerinin ortalaması alınarak o aya ait birim alandaki balık miktarı ve biyokütle miktarı elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7. Hamsi balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları

Tarih	Çekim Süresi (saat)	Çekim Hızı (km.s ⁻¹)	Av Miktarı (kg)	Taranan Alan (km ²)	Birim Alandaki Miktar (kg.km ⁻²)	Biyokütle (ton)
	[t]	[v]	[C]	[a]	[C / a]	[B]
27.10.09	3,83	4,08	15	0,3907	38	221
27.10.09	3,58	3,89	300	0,3486	861	4.952
28.10.09	0,83	4,08	3.000	0,0849	35.324	203.252
28.10.09	1,33	4,08	8.000	0,1359	58.873	338.753
28.10.09	1,00	4,63	500	0,1158	4.317	24.842
07.11.09	2,25	4,45	45	0,2502	180	1.035
08.11.09	1,83	4,08	45.000	0,1868	240.842	1.385.807
09.11.09	0,92	4,45	6.000	0,1019	58.873	338.753
09.11.09	1,67	4,63	5.000	0,1930	25.904	149.051
10.11.09	0,58	4,63	20.000	0,0676	296.045	1.703.443
11.11.09	1,42	4,26	12.000	0,1509	79.501	457.446
26.12.09	2,50	4,63	350	0,2895	1.209	6.956
26.12.09	2,50	4,82	200	0,3011	664	3.822
26.12.09	3,67	3,89	50	0,3567	140	807
27.12.09	2,58	4,63	200	0,2992	668	3.846
26.02.10	1,33	4,08	3.500	0,1359	25.757	148.204
27.02.10	2,42	4,26	4.000	0,2575	15.535	89.386
27.02.10	4,50	4,08	3.000	0,4586	6.541	37.639
27.02.10	3,58	4,08	3.000	0,3652	8.215	47.268

Çalışma süresince hamsi avlanan çekimlerde toplam 4,49 km²'lik alan taranmış ve bunun sonucu olarak 114.160 kg hamsi elde edilmiştir. Her bir çekim için yapılan hesaplamalarda km²'ye düşen hamsi miktarının 38 kg.km⁻² ile 296.045 kg.km⁻² arasında değiştiği belirlenmiştir olup, tüm çekimler sonucunda elde edilen ortalama balık yoğunluğu 45.236 ± 18.963 kg.km⁻² olarak hesaplanmıştır. Çalışmada 221 ton ile 1.703.443 ton arasında değiştiği belirlenen bölgedeki hamsi biyokütlesinin ortalama 260.289 ± 109.111 ton olduğu tahmin edilmiştir.

Aylık ortalama biyokütle tahminlerine baktığımızda, en yüksek değer 672.589 ± 286.016 ton ile Kasım ayında olduğu görülmektedir. Kasım ayını sırasıyla 114.404 ± 67.552 ton ile Ekim ayı, 80.624 ± 25.173 ton ile Şubat ayı ve 3.858 ± 1.255 ton ile Aralık ayı izlemiştir. Birim alandaki balık miktarları da ortalama biyokütle miktarları ile benzerlik göstermekte olup, kilometre karede 116.891 ± 49.707 kg ile Kasım ayı birinci sırada yer alırken, onu 19.882 ± 11.740 kg ile Ekim ayı, 14.012 ± 4.375 kg ile Şubat ayı ve 670 ± 218 kg ile Aralık ayı izlemektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Hamsi balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Toplam Taranan Alan	Birim Alandaki Miktar	Biyokütle
		(km ²)	(kg.km ⁻²)	(ton)
		[a]	[C / a]	[B]
Ekim	5	1,0759	19.882	114.404
Kasım	6	0,9504	116.891	672.589
Aralık	4	1,2465	670	3.858
Şubat	4	1,2172	14.012	80.624

4.1.6. Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)

Araştırma kapsamında boy ölçümleri yapılan tüm hamsi bireylerine ait boy kompozisyonu kullanılarak LVPA yöntemi ile hesaplanan her bir boy sınıfı için av sezonu boyunca avlanan balık sayıları ve sezon başında bulunduğu düşünülen birey sayıları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Hamsi balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Örneklenen Birey Sayısı (adet)	Avlanan Birey Sayısı (adet)	Nispi Yaş	Yaş Farkı	Doğal Ölüm Faktörü	Sezon Başındaki Birey Sayısı (adet)
[L]	[N]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[t(L ₁)]	[Δt]	[H(L ₁ ,L ₂)]	[N(L ₁ ,L ₂)]
4,0	8	27.760.126	1,013	0,322	1,0476	49.659.224.835
5,0	21	72.870.331	1,336	0,340	1,0503	45.220.932.580
6,0	36	124.920.567	1,676	0,360	1,0533	40.925.442.681
7,0	206	714.823.247	2,035	0,382	1,0566	36.772.693.953
8,0	294	1.020.184.634	2,417	0,407	1,0604	32.261.363.138
9,0	454	1.575.387.156	2,824	0,435	1,0648	27.728.064.625
10,0	812	2.817.652.799	3,259	0,468	1,0698	22.977.988.952
11,0	1.709	5.930.256.937	3,726	0,506	1,0757	17.443.919.496
12,0	1.827	6.339.718.797	4,232	0,550	1,0826	9.563.110.139
13,0	518	1.797.468.165	4,782	0,604	1,0910	2.303.364.309
14,0	60	208.200.946	5,386	0,668	1,1012	287.664.786
15,0	8	27.760.126	6,054	0,749	1,1140	48.152.415
16,0	2	6.940.032	6,803	-	-	13.880.063
Toplam	5.955	20.663.943.861				285.205.801.972

2009-2010 avcılık sezonunun başında hamsi stokunda bulunduğu düşünülen toplam balık sayısı $285,21 \times 10^9$ birey olarak hesaplanmıştır. Sezon içinde avlandığı varsayılan birey sayısı ise $20,66 \times 10^9$ olarak hesaplanmıştır. Söz konusu avcılık sezonu için elde edilen ürün miktarı ile sezon sonundaki birey sayıları ve biyokütle miktarları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Hamsi balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Balıkçılık Ölüm Katsayısı	Anlık Toplam Ölüm Katsayısı	Ortalama Ağırlık (gr)	Sezon Sonundaki Birey Sayısı (adet)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[F]	[Z]	[W _{ort}]	[N.Δt]	[Y]	[B.Δt]
4,0	0,0018	0,2903	0,58	15.287.797.435	16,00	21.441
5,0	0,0050	0,2935	1,05	14.636.454.449	76,69	35.607
6,0	0,0089	0,2974	1,72	13.961.267.988	214,99	52.621
7,0	0,0543	0,3428	2,61	13.159.463.977	1.864,54	70.482
8,0	0,0838	0,3723	3,74	12.177.164.065	3.814,91	87.547
9,0	0,1432	0,4317	5,14	11.004.113.234	8.094,26	100.696
10,0	0,2993	0,5878	6,83	9.415.650.172	19.235,70	103.139
11,0	0,8771	1,1656	8,83	6.761.009.650	52.354,12	76.172
12,0	1,9880	2,2765	11,16	3.188.999.993	70.775,34	26.967
13,0	2,3762	2,6647	13,85	756.434.078	24.902,56	5.252
14,0	1,9183	2,2068	16,92	108.531.740	3.522,76	1.008
15,0	1,2298	1,5183	20,38	22.572.692	565,78	311
16,0	0,2885	0,5770	24,26	24.055.555	168,34	126
Toplam				100.503.515.028	185.606	581.369

Çizelge 4.10’da her bir boy sınıfı için av sezonu içinde avlanan miktarlar ve o boy sınıfı için sezon sonunda denizde canlı olarak kaldığı düşünülen birey sayıları ve stok miktarları gösterilmektedir. Buna göre 2009-2010 avcılık sezonu boyunca Karadeniz’de ülkemize ait balıkçı filoları tarafından toplam 185.606 ton hamsi avcılığı yapılmış olup, sezon sonunda denizde 581.369 ton balığın canlı kaldığı tahmin edilmektedir.

4.1.7. Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücü Miktarı

Maksimum ürün elde edilebilmesi için 2010-2011 avcılık sezonunda stoklara uygulanması gereken optimum av gücünün belirlenmesi amacıyla kullanılan F Çarpanı değerleri ve elde edilebilecek av, toplam biyokütle ve ölüm oranları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Hamsi için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları

F Çarpanı	Avlanan Miktar (ton)	Doğal Ölüm Miktarı (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)	Sezon Başı Biyokütle (ton)
[X]	[C.Δt]	[M.Δt]	[B.Δt]	[N]
0,00	0	513.298	1.534.871	2.048.169
0,10	97.857	411.186	1.229.532	1.738.575
0,20	147.407	345.173	1.032.139	1.524.719
0,30	172.079	300.968	899.957	1.373.003
0,40	183.809	270.312	808.289	1.262.409
0,50	188.790	248.297	742.460	1.179.546
0,60	190.274	231.933	693.529	1.115.736
0,63	190.320	227.827	681.250	1.099.398
0,70	189.983	219.357	655.925	1.065.265
0,80	188.827	209.384	626.102	1.024.312
0,90	187.285	201.243	601.758	990.286
1,00	185.606	194.424	581.369	961.399
1,10	183.914	188.584	563.907	936.405
1,20	182.267	183.487	548.665	914.420
1,30	180.690	178.967	535.148	894.804

Buna göre hamsi avcılığı için mevcut av baskısının %37 oranında azaltılarak uygulanması durumunda, toplam av miktarı 190.320 tona yükselirken sezon sonundaki biyokütlenin ise 681.250 tona yükseleceği tahmin edilmektedir.

2009-2010 av sezonunda uygulananın av baskısının %37 oranında azaltılmasıyla her bir boy sınıfı için elde edilecek balık sayıları ve biyokütle miktarları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Hamsi balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları

Boy Sınıfı (cm)	F Çarpanı	Yeniden Hesaplanan Birey Sayısı (birey)	Av Miktarı (birey)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[X]	[N(L ₁)]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[Y]	[B.Δt]
4,0	0,63	49.659.224.835	17.490.730	10,08	21.445,21
5,0	0,63	45.230.735.194	45.932.289	48,34	35.636,13
6,0	0,63	40.959.977.625	78.812.027	135,64	52.724,54
7,0	0,63	36.847.601.748	452.929.673	1.181,42	71.140,40
8,0	0,63	32.576.321.269	652.922.668	2.441,56	89.458,35
9,0	0,63	28.354.496.399	1.026.039.163	5.271,74	105.223,03
10,0	0,63	24.046.467.574	1.902.273.552	12.986,54	113.288,65
11,0	0,63	19.233.199.900	4.406.522.959	38.902,13	98.090,54
12,0	0,63	12.526.084.948	5.996.049.716	66.938,69	54.630,29
13,0	0,63	5.148.839.367	2.980.307.387	41.289,90	22.514,10
14,0	0,63	1.594.182.200	845.571.749	14.307,09	9.492,11
15,0	0,63	546.759.847	223.731.248	4.559,88	4.933,71
16,0	0,63	239.719.183	92.652.200	2.247,45	2.673,35
Toplam		296.963.610.090	18.721.235.361	190.320	681.250

Avcılık baskısının azaltılması durumunda $285,21 \times 10^9$ olan sezon başındaki toplam birey sayısının artarak $296,96 \times 10^9$ olacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca 2009-2010 avcılık sezonunda stoklardan avcılık yoluyla $20,66 \times 10^9$ adet balık avlanarak 185.606 ton ürün elde edilmişken 2010-2011 sezonunda avcılık baskısının azaltılması durumunda avlanan balık sayısının da azalarak $18,72 \times 10^9$ adet olmasına rağmen elde edilen ürün miktarının artarak 190.320 tona ulaşabileceği tahmin edilmiştir.

4.2. Çaça'ya İlişkin Sonuçlar

4.2.1. Av Miktarı

Örneklemlerin başladığı Ekim ayında ortasu trolleriyle avlanan hamsi ve istavrit gibi diğer türlerin çaçaya oranla daha ekonomik olması nedeniyle bu dönemde çaça avcılığı henüz yoğunlaşmamıştır. Aralık ayından itibaren hamsi ve istavrit gibi türlerin bölgeyi terk etmeye başlaması ve seyrek av vermesi nedeniyle çaça balıkları ortasu trollerinin temel hedef türü haline gelmiştir. Ekim örneklemleri sırasında yapılan ağ çekimlerinden sadece birinde ağdan 1.000 kg çaça çıkmıştır, sonraki aylarda yapılan çekimlerde gerek ağdan çaça çıkan çekim sayısı gerekse bu çekimlerde avlanan balık miktarları artmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Çaça avcılığına ilişkin aylara göre toplam ve ortalama av miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Toplam Av Miktarı (kg)	Ortalama Av Miktarı (kg)
		[C]	[C _{ort}]
Ekim	1	1.000	1.000
Kasım	8	70.500	8.813
Aralık	8	23.500	2.938
Ocak	6	38.000	6.333
Şubat	6	26.500	4.417
Mart	4	19.000	4.750
Nisan	3	24.000	8.000
Toplam	36	202.500	36.250 ± 1.043

Çizelgede görüldüğü üzere araştırma boyunca Ekim ayında 1, Kasım ayında 8, Aralık ayında 8, Ocak ayında 6, Şubat ayında 6, Mart ayında 4 ve Nisan ayında 3 olmak üzere toplam 36 çekimde ağdan toplam 202.500 kg çaça çıkmıştır. Kasım ayı avlanan toplam 70.500 kg çaça ile hem toplam av miktarı bakımından hem de 8.813 kg ile ortalama av miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Çaça türüne ait av miktarları aylara göre dalgalanmalar göstermekte olup ağ çekim sayısının fazla olduğu bazı aylarda toplam av miktarı yüksek olmasına rağmen ortalama av miktarları diğer aylara göre daha azdır.

Toplam av miktarı bakımından sıralama yapıldığında Kasım ayından sonra en çok balığın avlanıldığı ay toplam 38.000 kg ile Ocak ayı olmuştur. Daha sonra sırasıyla Şubat, Nisan, Aralık, Mart ve Ekim şeklinde devam etmektedir. Bu aylarda avlanan toplam balık miktarları ise sırasıyla 26.500 kg, 24.000 kg, 23.500 kg, 19.000 kg ve 1.000 kg'dır. Ortalama av miktarı bakımından sıralama yapıldığında ise Kasım ayından sonra sırasıyla 8.000 kg ile Nisan ayı, 6.333 kg ile Ocak ayı, 4.750 kg ile Mart ayı, 4.417 kg ile Şubat ayı, 2.938 kg ile Aralık ayı ve 1.000 kg ile Ekim ayı gelmektedir.

4.2.2. Boy Kompozisyonu

Çalışma boyunca Ekim - Nisan ayları arasında yapılan örneklemelerde toplam 36 çekimde çaça avlanmış olup, bu çekimler sonrasında boy ölçümü yapılan toplam 16.800 adet bireyin boy kompozisyonunun aylara bağlı olarak değişimi Çizelge 4.14 gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Çaça balıklarına ait aylık boy kompozisyonları

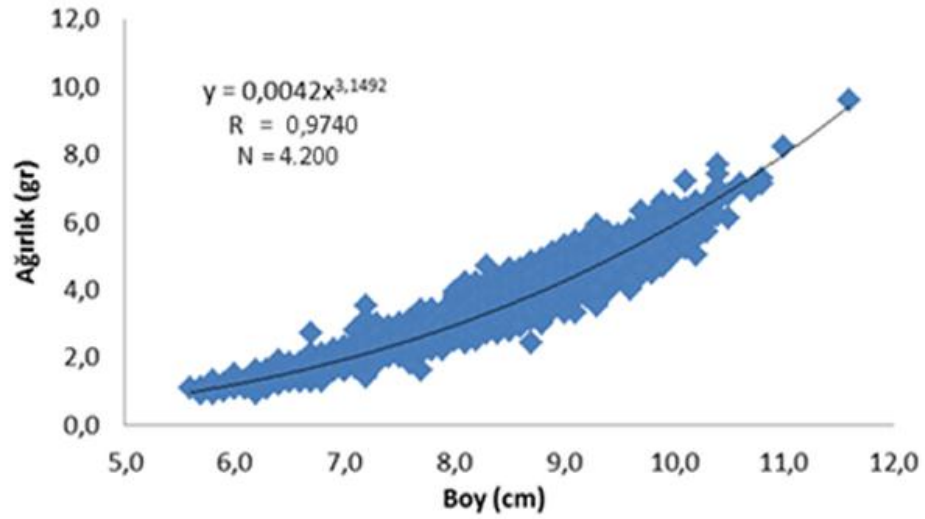
Boy Sınıfı	Boy Kompozisyonları (%)						
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
5	-	-	-	-	0,13	-	-
6	0,75	0,06	-	0,46	1,42	2,08	20,17
7	5,75	1,54	0,21	3,04	20,25	35,31	36,25
8	51,25	34,88	22,71	18,25	23,58	31,00	23,08
9	40,75	54,12	68,75	67,36	48,29	29,15	18,42
10	1,50	8,44	8,25	10,29	6,17	2,42	2,00
11	-	0,74	0,08	0,54	0,17	0,04	0,08
12	-	0,18	-	0,07	-	-	-
13	-	0,04	-	-	-	-	-
Toplam	400	5.000	2.400	2.800	2.400	2.600	1.200

Ekim-Ocak ayları arasında yapılan örneklemelerde boy kompozisyonu ağırlıklı olarak 8 cm ve daha büyük boy sınıflarındaki bireylerden oluşmaktadır. Şubat ayından itibaren ise 7 cm ve daha küçük boy sınıflarına ait bireylerin toplam boy kompozisyonu içerisindeki oranları gözle görülür bir şekilde artmaya başlamıştır. Mart ve Nisan aylarında ise 7 cm'lik boy sınıfı %35-36'lık oranlarla boy kompozisyonu içerisinde en çok bulunan boy sınıfı haline gelmiştir.

Çalışma boyunca avlanan balıkların aylık birikimli boy dağılımları incelendiğinde Ekim ayında avlanan balıkların %50'sini oluşturan boy 7,8 cm, Kasım ve Aralık aylarında 8,4 cm, Ocak ayında 8,2 cm, Şubat ayında 7,7 cm, Mart ayında 7,4 cm ve Nisan ayında 6,9 cm olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Ağırlık ölçümleri yapmak amacıyla laboratuvara balık örneğinin getirilmesi mümkün olan zamanlarda elde edilen veriler değerlendirilmiş olup boy-ağırlık ilişkisi Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Çaçá balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi

Boy-ağırlık ölçümü yapılan toplam 4.200 adet bireyde boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0,0042 \cdot L^{3,1492}$ ($r = 0,9740$) olarak hesaplanmıştır.

4.2.4. Populasyon Parametreleri

Av sezonu boyunca örneklenen 16.800 adet çaça balığına ait boy kompozisyonu Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelgede yer alan verilerden uygun olanları kullanılarak Asimptotik boy hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15. Çaça balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler

	Boy Sınıfı	Av Miktarı [N]	Birikimli Boy [$\bar{L}_i$]
	5,0	3	8,50
	6,0	349	8,50
	7,0	2.029	8,55
	8,0	4.654	8,77
	9,0	8.543	9,13
	10,0	1.149	10,07
Kullanılan Boy Sınıfları	11,0	60	11,17
	12,0	11	12,15
	13,0	2	13,00
	Toplam	16.800	

Çizelgede verilen av sezonu boyunca çaça türüne ait örneklenen tüm balıklara ait boy kompozisyonu verisi kullanılarak Asimptotik Boy $L_{\infty} = 15,53$ olarak hesaplanmıştır. Daha sonra Çizelge 4.16'da verilen çalışmalardan elde edilen ortalama büyüme performansı ($\emptyset = 4,26$) kullanılarak Büyüme Katsayısı $K = 0,29$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16. Karadeniz'de çaça ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalara ait L_{∞} ve K değerleri

Araştırmacılar	Çalışma Bölgesi	Asimptotik Boy [L_{∞}]	Büyüme Katsayısı [K]	Büyüme Performansı [$\emptyset$]
Şahin, 1995	Doğu Karadeniz	13,887	0,361	4,24
Kalaycı ve ark., 2006	Orta Karadeniz	14,100	0,279	4,02
Pırsıl, 2006	Orta Karadeniz	10,317	0,867	4,52
Ortalama $\emptyset$				4,26

Elde edilen L_{∞} ve K değerleri kullanılarak hesaplanan Doğal Ölüm Katsayısı ise $M = 0,48$ olarak belirlenmiştir. Diğer populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan veriler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çaç a balıklarının Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler

Alt Sınır	Boy Sınıfı	Üst Sınır	Birey Sayısı [N]	Yaş Farkı [Δt]	$\ln (N/\Delta t)$
9,5	10,0	10,5	1.149	0,630	7,508
10,5	11,0	11,5	60	0,770	4,355
11,5	12,0	12,5	11	0,991	2,407
12,5	13,0	13,5	2	1,392	0,362

Çizelgedeki bilgiler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda Anlık Toplam Ölüm Katsayısı $Z = 2,58$ ve Yaşama Oranı $S = 0,08$ olarak bulunmuştur. Buradan hesaplanan Z ve yukarıda hesaplanan M değerleri kullanılarak Balıkçılık Ölüm Katsayısı $F = 2,10$ ve İşletme Oranı $E = 0,81$ olarak hesaplanmıştır.

4.2.5. Taranan Alan Yöntemiyle Stok Büyüklüğü Tahmini

Taranan alan yöntemiyle stok tahmini kapsamında araştırma boyunca çaça avlanılan çekimlere ait bilgiler ve yapılan hesaplamaların sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çaça balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları

Tarih	Çekim Süresi (saat)	Çekim Hızı (km.s ⁻¹)	Av Miktarı (kg)	Taranan Alan (km ²)	Birim Alandaki Miktar (kg.km ⁻²)	Biyokütle (ton)
	[t]	[v]	[C]	[a]	[C / a]	[B]
28.10.09	0,83	4,08	1.000	0,0849	11.775	67.751
07.11.09	1,83	3,71	20.000	0,1699	117.745	677.506
07.11.09	2,75	4,26	25.000	0,2930	85.323	490.946
08.11.09	2,75	4,08	5.000	0,2803	17.840	102.652
08.11.09	1,83	4,08	500	0,1868	2.676	15.398
09.11.09	1,33	4,63	6.000	0,1544	38.856	223.577
10.11.09	1,25	3,71	7.000	0,1158	60.443	347.786
10.11.09	0,42	3,89	5.000	0,0405	123.352	709.768
11.11.09	1,42	4,26	2.000	0,1509	13.250	76.241
26.12.09	3,75	3,89	1.000	0,3648	2.741	15.773
26.12.09	2,50	4,63	1.000	0,2895	3.454	19.874
26.12.09	2,50	4,82	8.000	0,3011	26.568	152.873
26.12.09	3,67	3,89	4.000	0,3567	11.214	64.524
27.12.09	3,75	4,45	3.000	0,4169	7.196	41.403
27.12.09	3,00	4,26	2.000	0,3196	6.257	36.003
27.12.09	2,67	3,71	4.000	0,2471	16.190	93.157
27.12.09	2,58	4,63	500	0,2992	1.671	9.616
28.01.10	4,58	4,08	10.000	0,4671	21.408	123.183
28.01.10	3,17	3,34	6.000	0,2641	22.723	130.747
28.01.10	3,58	3,52	6.000	0,3154	19.024	109.462
29.01.10	2,67	4,45	6.000	0,2965	20.237	116.446
29.01.10	2,08	4,26	3.000	0,2220	13.515	77.766
29.01.10	4,92	4,63	7.000	0,5694	12.293	70.736
26.02.10	2,42	3,71	5.000	0,2239	22.331	128.492
26.02.10	1,42	4,08	10.000	0,1444	69.262	398.533
26.02.10	1,33	4,08	2.500	0,1359	18.398	105.860
27.02.10	2,42	4,26	3.000	0,2575	11.651	67.040
27.02.10	4,50	4,08	4.000	0,4586	8.722	50.186
27.02.10	3,58	4,08	2.000	0,3652	5.477	31.512
13.03.10	4,17	4,26	4.000	0,4439	9.010	51.844
14.03.10	5,33	3,89	8.000	0,5188	15.419	88.721
14.03.10	2,67	3,89	4.000	0,2594	15.419	88.721
14.03.10	3,17	3,89	3.000	0,3081	9.738	56.034
25.04.10	3,50	3,71	15.000	0,3243	46.257	266.163
25.04.10	3,33	4,26	6.000	0,3552	16.894	97.207
25.04.10	3,00	4,45	3.000	0,3335	8.994	51.754

Araştırma boyunca çaça avlanan 36 çekimde toplam 10,33 km² alan taranmış ve toplam 202.500 kg çaça avlanmıştır. Her bir çekim için yapılan hesaplamalar sonucunda; km²'ye düşen balık miktarı 1.671 kg.km⁻² ile 123.352 kg.km⁻² arasında değişmiş olup, tüm çekimler sonucunda elde edilen ortalama balık yoğunluğu 25.370 ± 4.985 kg.km⁻² olarak bulunmuştur. Çekim başına hesaplanan biyokütle miktarları ise 9.616 ton ile 709.768 ton arasında değişmekte olup, ortalama biyokütle miktarı 145.979 ± 28.684 ton olarak hesaplanmıştır.

Aylık içerisinde yapılan çekimlerin ortalaması alınarak hesaplanan birim alandaki balık miktarları ve biyokütle miktarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Çaça balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Ortalama Av Miktarı (kg)	Ortalama Taranan Alan (km ²)	Aylık Ortalama Birim Alandaki Miktar (kg.km ⁻²)	Biyokütle (ton)
		[C]	[a]	[C / a]	[B]
Ekim	1	1.000	0,0849	11.775	67.751
Kasım	8	8.813	0,1740	57.436	330.484
Aralık	8	2.938	0,3244	9.411	54.153
Ocak	6	6.333	0,3557	18.200	104.723
Şubat	6	4.417	0,2642	22.640	130.270
Mart	4	4.750	0,3826	12.397	71.330
Nisan	3	8.000	0,3377	24.048	138.375

Çekimlerden elde edilen sonuçlara göre en yüksek aylık ortalama biyokütle miktarı Kasım ayında 330.484 ± 96.138 ton olarak hesaplanmıştır. Kasım ayını 138.375 ± 65.227 ton ile Nisan ayı izlemekte olup, daha sonra aylık biyokütle miktarı bakımından sırasıyla 130.270 ± 55.596 ton ile Şubat, 104.723 ± 10.099 ton ile Ocak, 71.330 ± 10.077 ton ile Mart, 67.751 ton ile Ekim ve 54.153 ± 17.164 ton ile Aralık ayı gelmektedir.

4.2.6. Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)

Araştırma boyunca boy ölçümleri yapılan 16.800 bireyden oluşan çaça örneklerinin boy frekansları kullanılarak stokun büyüklük tahminleri yapılmıştır. 2009-2010 avcılık sezonunda her bir boy sınıfı için hesaplanan sezon başındaki ve sezon içinde avlanan birey sayıları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Çaça balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Örneklenen Birey Sayısı (adet)	Avlanan Birey Sayısı (adet)	Nispi Yaş	Yaş Farkı	Doğal Ölüm Faktörü	Sezon Başındaki Birey Sayısı (adet)
[L]	[N]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[t(L ₁)]	[Δt]	[H(L ₁ ,L ₂)]	[N(L ₁ ,L ₂)]
5,0	3	2.586.178	1,165	0,324	1,0808	31.411.758.421
6,0	349	300.858.700	1,489	0,358	1,0897	26.887.942.984
7,0	2.029	1.749.118.345	1,847	0,400	1,1007	22.368.550.556
8,0	4.654	4.012.024.041	2,246	0,453	1,1149	16.873.024.133
9,0	8.543	7.364.572.708	2,699	0,523	1,1337	9.976.187.201
10,0	1.149	990.506.150	3,222	0,618	1,1598	1.266.006.666
11,0	60	51.723.559	3,840	0,755	1,1987	87.109.173
12,0	11	9.482.652	4,595	0,972	1,2627	17.471.794
13,0	2	1.724.119	5,566	-	-	3.448.237
Toplam	16.800	14.482.596.452				108.891.499.164

Çizelgede görüleceği üzere 2009-2010 avcılık sezonunun başında denizde bulunduğu düşünülen birey sayısı $108,89 \times 10^9$ olarak tahmin edilmiştir. Av sezonu boyunca avlanan toplam birey sayısı ise $14,48 \times 10^9$ olarak hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak hesaplanan sezon sonundaki birey sayıları ve biyokütle miktarları ise Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Çaça balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Balıkçılık Ölüm Katsayısı	Anlık Toplam Ölüm Katsayısı	Ortalama Ağırlık (gr)	Sezon Sonundaki Birey Sayısı (adet)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[F]	[Z]	[W _{ort}]	[N.Δt]	[Y]	[B.Δt]
5,0	0,0003	0,4804	0,67	9.416.488.958	1,73	12.973,29
6,0	0,0342	0,5144	1,19	8.786.056.622	356,65	19.499,78
7,0	0,2242	0,7043	1,93	7.802.747.500	3.369,27	24.573,74
8,0	0,6677	1,1479	2,93	6.008.279.425	11.768,31	23.340,13
9,0	2,6278	3,1080	4,25	2.802.534.560	31.303,49	6.868,03
10,0	2,5244	3,0046	5,92	392.367.847	5.866,87	1.009,60
11,0	1,3863	1,8665	8,00	37.309.609	413,61	175,07
12,0	1,0027	1,4828	10,52	9.457.466	99,73	51,99
13,0	0,4801	0,9603	13,53	3.590.869	23,33	14,44
Toplam				35.258.832.858	53.203	88.506

Çizelge 4.21’de her bir boy sınıfı için av sezonu içinde avlanan tüm bireylerin ağırlık bakımından miktarları ve o boy sınıfları için sezon sonunda denizde kaldığı düşünülen stok miktarları gösterilmektedir. Buna göre 2009-2010 avcılık sezonu sonunda bölgede 53.203 ton çaça avcılığı yapılmış olup, sezon sonunda denizde 88.506 ton balığın canlı kaldığı tahmin edilmektedir.

4.2.7. Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücünün Hesaplanması

2009-2010 avcılık sezonunda elde edilen veriler doğrultusunda bir sonraki av sezonunda çaça türü için maksimum ürün elde edilebilmesi için uygulanacak yeni av gücü miktarının belirlenmesinde kullanılan farklı F Çarpanı değerleri ve bu değerlerin kullanılması durumunda elde edilecek balık sayısı, ölüm miktarları ve biyokütle miktarları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Çaça için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları

F Çarpanı	Avlanan Miktar (ton)	Doğal Ölüm Miktarı (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)	Sezon Başı Biyokütle (ton)
[X]	[C.Δt]	[M.Δt]	[B.Δt]	[N]
0,00	0	178.874	290.238	469.112
0,10	26.067	138.942	225.446	390.456
0,20	39.932	112.831	183.077	335.840
0,30	47.269	95.256	154.561	297.086
0,40	51.063	83.095	134.828	268.985
0,50	52.916	74.448	120.799	248.163
0,60	53.704	68.134	110.553	232.391
0,70	53.911	63.398	102.869	220.179
0,71	53.912	62.991	102.209	219.111
0,80	53.807	59.753	96.954	210.515
0,90	53.543	56.875	92.284	202.702
1,00	53.203	54.546	88.506	196.255
1,10	52.832	52.620	85.380	190.832

Hesaplamalar sonucunda mevcut avcılık baskısının %71'i kadar bir avcılık baskısı uygulandığında maksimum ürün elde edilebileceği belirlenmiştir. Yani avcılık baskısının %29 oranında azaltılması durumunda; hem toplam av miktarının artış göstererek 53.912 tona yükseleceği hem de sezon sonundaki biyokütle miktarının 102.209 tona yükseleceği tahmin edilmiştir.

Balık stoklarına uygulanan av baskısının %29 oranında azaltılması durumunda her bir boy sınıfı için elde edilecek balık sayıları ve biyokütle miktarları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Çaçá balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları

Boy Sınıfı (cm)	F Çarpanı	Yeniden Hesaplanan Birey Sayısı (adet)	Av Miktarı (birey)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[X]	[N(L ₁)]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[Y]	[B.Δt]
5,0	0,71	31.411.758.421	1.836.209	1,23	12.973,60
6,0	0,71	26.888.636.881	213.977.256	253,66	19.564,01
7,0	0,71	22.448.866.652	1.261.320.055	2.429,64	25.250,81
8,0	0,71	17.382.474.949	3.045.239.923	8.932,48	26.019,20
9,0	0,71	11.253.214.290	6.655.190.414	28.288,23	12.091,90
10,0	0,71	2.885.356.253	1.825.181.477	10.810,74	3.885,12
11,0	0,71	571.239.393	265.775.688	2.125,31	1.511,28
12,0	0,71	175.818.417	74.274.780	781,19	660,76
13,0	0,71	51.448.507	21.361.661	289,09	251,91
Toplam		113.068.813.763	13.364.157.464	53.912	102.209

Mevcut balıkçılık baskısının uygulanması durumunda $14,48 \times 10^9$ adet balık avlanarak 53.203 ton ürün elde edilmiştir. Av gücünün azaltılması durumunda ise avlanan balık sayısı azalarak $13,36 \times 10^9$ adet olarak gerçekleşmesine rağmen elde edilen ürün miktarının artarak 53.912 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca $108,89 \times 10^9$ adet olan 2009-2010 av sezonu başında denizde canlı bulunan balık sayısının bir sonraki av sezonu başında artarak $113,07 \times 10^9$ olarak gerçekleşeceği hesaplanmıştır.

4.3. İstavrit'e İlişkin Sonuçlar

4.3.1. Av Miktarı

İstavrit avcılığı av sezonu boyunca Ekim, Kasım ve Aralık aylarında gerçekleşmiştir. Gün doğumu ve gün batımı saatlerinde toplanarak büyük sürüler oluşturması nedeniyle bu türün avcılığı yoğun olarak balıkçıların denize çıktığı veya limana döndükleri saatlerde yani ilk ya da son çekimlerde yapılmaktadır. Aralık ayında örneklemenin yapıldığı günlerde bölgedeki farklı türdeki balık sürüleri hemen hemen aynı derinliklerde dağılım göstermiş ve ağdan çıkan balıkların tür kompozisyonu çeşitlilik göstermiştir. Bu ayda aynı çekimde hamsi, çaça ve istavrit türleri beraber av vermişlerdir. İstavrit avcılığının yapıldığı çekim sayıları ve bu çekimlerde avlanan toplam ve ortalama balık miktarları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. İstavrit avcılığına ilişkin aylık toplam ve ortalama av miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Toplam Av Miktarı (kg)	Ortalama Av Miktarı (kg)
		[C]	[C _{ort}]
Ekim	4	47.028	11.757
Kasım	2	38.643	19.321
Aralık	8	138.710	17.339
Toplam	14	224.381	48.417± 2.264

Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yapılan 14 ağ çekiminde toplam 224.381 kg istavrit avlanmıştır. Toplam av miktarı bakımından 138.710 kg'lık miktar ile Aralık ayı birinci sırada yer almıştır. Sıralamanın daha sonraki basamaklarında 47.028 kg ile Ekim ve 38.643 kg ile Kasım ayı yer almıştır. Ortalama av miktarlarını incelediğimizde ise ilk sırada 19.321 ± 155 kg ile Kasım ayı yer alırken, ikinci sırada 17.339 ± 470 kg ile Aralık ayı ve üçüncü sırada 11.757 ± 310 kg ile Ekim ayı yer almıştır.

4.3.2. Boy Kompozisyonu

Araştırma boyunca istavrit türüne ait 2.498 bireyin boy ölçümü yapılmıştır. Kullanılan ağın torba göz açıklığı hamsi ve çaça için nispeten seçici sayılabilecek bir boyutta (10 mm) olmasına rağmen istavrit için hemen hiç seçici değildir. Bu nedenle örneklenen balıkların boy kompozisyonunun populasyonun boy kompozisyonunu tam olarak yansıtacak şekilde küçük boylu bireyleri de içerdiği söylenebilir. Ancak bu durum türün biyokütle hesaplamalarında kullanılan boy kompozisyonlarında çok sayıda ilk avlama boyundan (13 cm) küçük balığın bulunmasına neden olmuştur. Türün boy kompozisyonunun aylara bağlı olarak değişimi Çizelge 4.25'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.25. İstavrit balıklarına ait aylık boy kompozisyonları

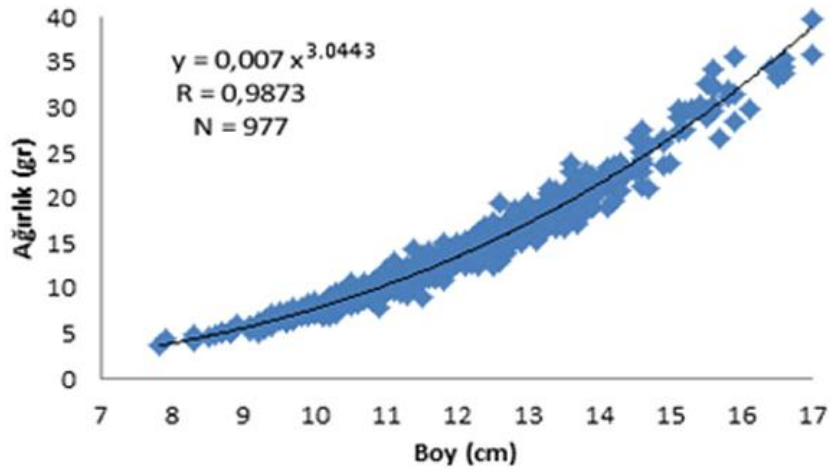
Boy Sınıfı	Boy Kompozisyonları (%)		
	Ekim	Kasım	Aralık
7	-	1,60	0,10
8	0,43	1,78	0,50
9	10,15	11,74	0,80
10	24,15	26,87	10,50
11	15,71	19,40	21,30
12	16,99	9,79	19,40
13	20,62	13,52	27,30
14	10,68	7,65	15,40
15	0,96	4,27	3,40
16	0,32	2,49	1,10
17	-	0,89	0,20
Toplam	936	562	1.000

İstavrit türüne ait boy kompozisyonları her üç ay için de hemen hemen aynı boy sınıflarında dağılım göstermiştir. Ekim ve Kasım aylarında bölgede bulunan sürüler içerisinde 10 cm'lik boy grubuna ait bireyler en çok bulunan boy sınıfını oluşturmalarına karşın Aralık ayında 13 cm'lik bireyler boy kompozisyonu içerisinde en fazla bulunan boy grubunu oluşturmuştur.

Avlanan istavrit balıklarının aylık birikimli boy kompozisyonlarına baktığımızda; Ekim ayında avlanan balıkların %50'si 11,1 cm'ye denk gelirken, Kasım ayında 11,1 cm, Aralık ayında ise 11,8 cm'ye denk geldiği belirlenmiştir.

4.3.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Araştırma kapsamında ağdan istavrit türüne ait bireylerin çıktığı tüm aylarda boy-ağırlık ölçümleri yapılmış olup, ölçülen 977 adet bireyin boy ve ağırlıkları kullanılarak hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi $W = 0,0070 * L^{3,0443}$ ($r = 0,9873$) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İstavrit balıklarına ait boy-ağırlık ilişkisi

4.3.4. Populasyon Parametreleri

Çalışma kapsamında istavrit türüyle ilgili hesaplanan VBBD parametrelerinden Asimptotik Boy, Büyüme Katsayısı ve bu parametreler kullanılarak elde edilen Doğal Ölüm Katsayısının hesaplanmasında kullanılan veriler Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. İstavrit balıklarına ait birikimli boy kompozisyonları ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan değerler

	Boy Sınıfı	Av Miktarı [C]	Birikimli Boy [$\bar{L}_t$]
	7,0	10	11,77
	8,0	19	11,79
	9,0	169	11,82
	10,0	482	12,02
	11,0	469	12,56
	12,0	408	13,10
Kullanılan Boy Sınıfları	13,0	542	13,58
	14,0	297	14,36
	15,0	67	15,41
	16,0	28	16,20
	17,0	7	17,00
	Toplam	2.498	

Çizelgede 4.26’da verilen değerlerden uygun olanları kullanılarak VBBD parametrelerinden $L_{\infty} = 19,44$ olarak hesaplanmıştır. Daha sonra Çizelge 4.27’deki çalışmalardan elde edilen ortalama büyüme performansı ($\emptyset = 4,53$) kullanılarak Büyüme Katsayısı $K = 0,25$ hesaplanmıştır.

Çizelge 4.27. Karadeniz’de istavrit ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalara ait L_{∞} ve K değerleri

Araştırmacılar	Çalışma Bölgesi	Asimptotik Boy [L_{∞}]	Büyüme Katsayısı [K]	Büyüme Performansı [$\emptyset$]
Yücel ve Erkoyuncu, 2000	Orta Karadeniz	16,920	0,354	4,62
Kalaycı, 2006	Orta Karadeniz	24,120	0,170	4,59
Kasapoğlu, 2006	Doğu Karadeniz	26,090	0,125	4,44
Samsun ve ark., 2006	Orta Karadeniz	26,740	0,138	4,59
Özdemir ve ark., 2009	Orta Karadeniz	22,540	0,160	4,40
Ortalama $\emptyset$				4,53

L_{∞} ve K değerleri kullanılarak hesaplanan Doğal Ölüm Katsayısı ise $M = 0,35$ olarak belirlenmiştir. Diğer populasyon parametrelerinin hesaplanmasından kullanılan veriler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. İstavrit balıklarının Anlık Toplam Ölüm Katsayısı, Balıkçılık Ölüm Katsayısı ve İşletme Oranının hesaplanmasında kullanılan değerler

Alt Sınır	Boy Sınıfı	Üst Sınır	Birey Sayısı [N]	Yaş Farkı [Δt]	$\ln (N/\Delta t)$
13,5	14,0	14,5	297	0,743	5,990
14,5	15,0	15,5	67	0,912	4,297
15,5	16,0	16,5	28	1,180	3,167
16,5	17,0	17,5	7	1,675	1,430

Hesaplamalar sonucunda Anlık Toplam Ölüm Katsayısı $Z = 1,35$, Yaşama Oranı $S = 0,26$, Balıkçılık Ölüm Katsayısı $F = 1,00$ ve İşletme Oranı $E = 0,74$ olarak bulunmuştur.

4.3.5. Taranan Alan Yöntemiyle Stok Yoğunluğu ve Biyokütle Tahmini

Araştırma kapsamında Ekim ayında 4, Kasım ayında 2 ve Aralık ayında 8 olmak üzere toplam 14 çekimde istavrit türüne ait bireyler örneklenmiştir. Yapılan tüm örneklemelerden sonra elde edilen veri kullanılarak hesaplanan birim alandaki balık miktarları ve ortalama biyokütle miktarları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. İstavrit balıklarının her bir çekim için Birim Alandaki Balık Miktarı ve Biyokütle miktarları

Tarih	Çekim Süresi (saat)	Çekim Hızı (km.s ⁻¹)	Av Miktarı (kg)	Taranan Alan (km ²)	Birim Alandaki Miktar (kg.km ⁻²)	Biyokütle (ton)
	[t]	[v]	[C]	[a]	[C / a]	
27.10.09	3,83	4,08	500	0,3907	1.280	7.364
28.10.09	1,00	4,63	400	0,1158	3.454	19.874
28.10.09	3,08	4,45	1.000	0,3428	2.917	16.785
29.10.09	5,17	4,45	300	0,5744	522	3.005
07.11.09	2,25	4,45	60	0,2502	240	1.380
08.11.09	1,33	4,63	1.000	0,1544	6.476	37.263
26.12.09	3,75	3,89	500	0,3648	1.371	7.886
26.12.09	2,50	4,63	500	0,2895	1.727	9.937
26.12.09	2,50	4,82	750	0,3011	2.491	14.332
26.12.09	3,67	3,89	150	0,3567	421	2.420
27.12.09	3,75	4,45	300	0,4169	720	4.140
27.12.09	3,00	4,26	2.000	0,3196	6.257	36.003
27.12.09	2,67	3,71	2.500	0,2471	10.119	58.223
27.12.09	2,58	4,63	300	0,2992	1.003	5.770

Araştırmada toplam 14 çekimde 4,42 km² alan taranmış ve toplam 10.260 kg istavrit avlanmıştır. Her bir çekim için yapılan hesaplamalarda balık yoğunlukları 240 kg.km⁻² ile 10.119 kg.km⁻² arasında değişmiş olup, tüm çekimler sonucu elde edilen ortalama balık yoğunluğu 2.785 ± 778 kg.km⁻² olarak belirlenmiştir. Çekim başına hesaplanan biyokütle miktarları ise 1.380 kg ile 58.223 kg arasında değişmiş olup, tüm çekimlerden elde edilen ortalama biyokütle miktarı 16.027 ± 4.474 kg olarak hesaplanmıştır.

Çekim sayıları ve ay içerisinde taranan toplam alan miktarları arasında farklılıklar olmasına rağmen hesaplanan birim alandaki balık miktarları birbirine yakındır. Kasım ayı $3.358 \pm 3.118 \text{ kg.km}^{-2}$ ile ilk sırada yer alırken ikinci sırada $3.013 \pm 1.208 \text{ kg.km}^{-2}$ ile Aralık ayı ve son sırada $2.043 \pm 686 \text{ kg.km}^{-2}$ ile Ekim ayı yer almıştır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. İstavrit balıklarının aylara göre ortalama yoğunluk ve biyokütle miktarları

Aylar	Çekim Sayısı	Toplam Taranan Alan	Birim Alandaki Miktar	Biyokütle
		(km^2)	(kg.km^{-2})	(ton)
		[a]	[C / a]	[B]
Ekim	4	1,4237	2.043	11.757
Kasım	2	0,4046	3.358	19.321
Aralık	8	2,5950	3.013	17.339

Aylık ortalama biyokütle miktarları incelendiğinde 19.321 ± 17.941 ton ile Kasım ayı ilk sırada yer alırken, ikinci sırada 17.339 ± 6.948 ton ile Aralık ayı ve son sırada 11.757 ± 3.948 ton ile Ekim ayının izlediği görülmektedir.

4.3.6. Boy Kompozisyonuna Dayalı Sanal Populasyon Analizi (LVPA)

Sanal populasyon analizi kapsamında istavrit için elde edilen boy kompozisyonu verisi kullanılarak hesaplanan sezon başındaki birey sayısı ve sezon içinde avlanan birey sayısı tahminleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. İstavrit balıklarının sezon başındaki ve sezon boyunca avlanan birey sayısı tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Örneklenen Birey Sayısı (adet)	Avlanan Birey Sayısı (adet)	Nispi Yaş	Yaş Farkı	Doğal Ölüm Faktörü	Sezon Başındaki Birey Sayısı (adet)
[L]	[N]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[t(L ₁)]	[Δt]	[H(L ₁ ,L ₂)]	[N(L ₁ ,L ₂)]
7,0	10	4.070.248	1,658	0,328	1,0592	2.406.975.330
8,0	19	7.733.471	1,986	0,356	1,0645	2.141.736.032
9,0	169	68.787.192	2,343	0,391	1,0709	1.882.774.153
10,0	482	196.185.955	2,733	0,432	1,0787	1.577.478.554
11,0	469	190.894.633	3,165	0,483	1,0885	1.173.788.766
12,0	408	166.066.120	3,648	0,548	1,1010	815.372.992
13,0	542	220.607.443	4,197	0,634	1,1176	521.850.357
14,0	297	120.886.366	4,831	0,751	1,1408	220.423.294
15,0	67	27.270.662	5,581	0,921	1,1753	63.413.849
16,0	28	11.396.694	6,502	1,192	1,2325	22.702.768
17,0	7	2.849.174	7,694	-	-	5.698.347
Toplam	2.498	1.016.747.958				10.832.214.442

Çizelgede görüleceği üzere söz konusu avcılık sezonunda araştırmanın yürütüldüğü bölgede sezon başında bulunduğu varsayılan birey sayısı $10,83 \times 10^9$ olarak tahmin edilmiştir. Sezon boyunca avlandığı varsayılan toplam birey sayısı ise $1,02 \times 10^9$ olarak hesaplanmıştır. Av sezonu boyunca her bir boy sınıfından avlanan balık miktarları ile sezon sonunda denizde kaldığı düşünülen balık sayıları ve biyokütle miktarları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. İstavrit balıklarının sezon sonunda sağ kalan birey sayısı ve biyokütle tahminleri

Boy Sınıfı (cm)	Balıkçılık Ölüm Katsayısı	Anlık Toplam Ölüm Katsayısı	Ortalama Ağırlık (gr)	Sezon Sonundaki Birey Sayısı (adet)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[F]	[Z]	[W _{ort}]	[N.Δt]	[Y]	[B.Δt]
7,0	0,0055	0,3563	2,62	744.494.471	10,65	4.428,08
8,0	0,0108	0,3616	3,93	716.157.448	30,39	5.904,99
9,0	0,1020	0,4528	5,62	674.196.279	386,91	7.184,26
10,0	0,3317	0,6825	7,75	591.515.173	1.520,78	7.539,33
11,0	0,3997	0,7505	10,36	477.539.600	1.977,90	7.170,77
12,0	0,4571	0,8079	13,50	363.330.459	2.242,49	6.173,75
13,0	0,9576	1,3084	17,23	230.386.260	3.800,98	3.654,62
14,0	1,1740	1,5248	21,59	102.973.273	2.609,95	1.513,17
15,0	0,7118	1,0626	26,64	38.313.568	726,39	677,87
16,0	0,7129	1,0637	32,42	15.985.512	369,47	258,08
17,0	0,3508	0,7016	38,99	8.121.920	111,09	78,22
Toplam				3.963.013.963	13.787	44.583

Çizelgede her bir boy sınıfı için av sezonu boyunca avlanan balık miktarları ile o boy sınıfı için sezon sonunda denizde kaldığı düşünülen canlı balık sayıları ve biyokütle miktarları verilmiştir. Buna göre 2009-2010 avcılık sezonu boyunca bölgede 13.787 ton istavrit avcılığı yapılırken, sezon sonunda denizde 44.583 ton istavrit balığının canlı olarak kaldığı tahmin edilmiştir.

4.3.7. Maksimum Ürün İçin Uygulanması Gereken Av Gücünün Hesaplanması

İstavrit türü için 2009-2010 avcılık sezonunda hesaplanan veriler doğrultusunda bir sonraki avcılık sezonunda maksimum ürün elde edilebilmesi için uygulanması gereken av gücü miktarının tahmininde kullanılan farklı F Çarpanı değerleri ve bu değerlere karşılık gelen balık sayısı ve miktarları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. İstavrit için çeşitli F Çarpanı değerleri kullanılarak hesaplanan balık miktarları

F Çarpanı	Av Miktarı (ton)	Doğal Ölüm Miktarı (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)	Sezon Başı Biyokütle (ton)
X	[C*Δt]	[M*Δt]	[B*Δt]	N
0,00	0	42.875	102.033	144.908
0,10	4.930	37.267	88.687	130.883
0,20	8.102	32.999	78.532	119.633
0,30	10.163	29.688	70.652	110.503
0,40	11.511	27.071	64.424	103.005
0,50	12.393	24.968	59.418	96.778
0,60	12.968	23.250	55.330	91.548
0,70	13.339	21.826	51.942	87.107
0,80	13.572	20.630	49.095	83.297
0,90	13.711	19.611	46.671	79.994
1,00	13.787	18.734	44.583	77.104
1,10	13.819	17.970	42.764	74.553
1,16	13.823	17.556	41.780	73.159
1,20	13.821	17.297	41.163	72.281
1,30	13.803	16.699	39.741	70.243
1,40	13.771	16.164	38.467	68.402
1,50	13.729	15.681	37.317	66.727
1,60	13.681	15.242	36.272	65.195
1,70	13.629	14.840	35.317	63.785
1,80	13.574	14.471	34.438	62.483
1,90	13.518	14.130	33.626	61.273
2,00	13.461	13.813	32.872	60.146
2,10	13.405	13.518	32.169	59.091

Hesaplamalar sonucunda istavrit balıkları için 2009-2010 avcılık sezonunda uygulanan avcılık baskısının maksimum ürün elde edilmesi açısından düşük olduğu ve 2010-2011 avcılık sezonunda mevcut av baskısının 1,16 kat artırılarak uygulanabileceği belirlenmiştir.

Avcılık baskısının artırılması durumunda, toplam av miktarı 13.823 tona yükselirken sezon sonundaki biyokütlenin ise 73.159 tona yükseleceği tahmin edilmektedir.

Avcılık baskısının mevcut değerin 1,16 katına çıkartılarak uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için avlanılacak balık sayıları ve bunların ağırlık olarak miktarları ile sezon başındaki birey sayısı ve sezon sonundaki biyokütle miktarları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34. İstavrit balıklarının yeni av baskısının uygulanması durumunda her bir boy sınıfı için hesaplanan birey sayıları ve biyokütle miktarları

Boy Sınıfı (cm)	F Çarpanı	Yeniden Hesaplanan Birey Sayısı (adet)	Av Miktarı (birey)	Ürün (ton)	Sezon Sonu Biyokütle (ton)
[L]	[X]	[N(L ₁)]	[C(L ₁ ,L ₂)]	[Y]	[B*Δt]
7,0	1,16	2.406.975.330	4.720.831	12,36	4.426,89
8,0	1,16	2.141.121.790	8.965.583	35,23	5.899,88
9,0	1,16	1.881.074.647	79.480.856	447,06	7.135,18
10,0	1,16	1.566.011.007	223.612.295	1.733,38	7.327,04
11,0	1,16	1.138.508.725	211.908.309	2.195,62	6.760,08
12,0	1,16	766.288.463	178.000.565	2.403,65	5.593,57
13,0	1,16	470.515.263	222.778.427	3.838,39	3.005,49
14,0	1,16	177.379.110	107.803.684	2.327,50	1.057,70
15,0	1,16	41.804.969	20.106.888	535,57	406,95
16,0	1,16	13.155.207	7.335.217	237,80	132,85
17,0	1,16	2.708.540	1.454.586	56,71	34,43
Toplam		10.605.543.051	1.066.167.240	13.823	41.780

2009-2010 av sezonunda $1,02 \times 10^9$ adet balık avlanarak 13.787 tonluk av miktarı elde edilmiştir. 2010-2011 av sezonunda istavrit balıklarının üzerindeki av baskısının artırılarak uygulanması durumunda hem avlanan balık sayısının artarak $1,07 \times 10^9$ adede ulaşacağı hem de elde edilen ürün miktarının artarak 13.823 ton düzeyinde gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Ancak stoklara uygulanan avcılık baskısının artırılması durumunda bir önceki sezon 44.583 ton olan sezon sonundaki biyokütle miktarının azalarak 41.780 tona düşeceği tahmin edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Dünyanın diğer birçok bölgesine bakıldığında ülkemizde stok tespiti ve balıkçılık yönetimine ilişkin çalışmalar maalesef gerektiği ölçüde ve şekilde yapılmamış, yapılamamıştır. Ülkemizde stok tespitine yönelik ilk çalışmalar 40 yıl önce yapılmış ancak büyük bölümünde açık ve net sonuçların elde edilemediği bu çalışmalar devamlılık da gösterememiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Ülkemizde önceki yıllarda yapılan stok tespiti çalışmaları (Bingöl ve Gücü (2010)'den alınarak güncellenmiştir)

Çalışmayı Yapan Kuruluş (Kişi)	Çalışma Dönemi	Çalışma Bölgesi	Uygulanan Yöntem	İlgili Tür / Grup
DSİ	19??	Seyhan Barajı	Markalama	?
UNDP/FAO	1972/73	Karadeniz, Marmara	Akustik	Hamsi, İstavrit
İÜ-DBİE	1972/73	Kuzey Ege, Marmara	Akustik	İstavrit
ODTÜ-DBE	1980	Mersin Körfezi	Markalama	Dil balığı
GTZ/İÜ	1981/82	Sapanca	Markalama	Kerevit
ODTÜ-DBE	1981/83	Mersin Körfezi (0-100m)	Taranan Alan	Dip balıkları
ODTÜ-DBE / SÜMAE	1988-92	Karadeniz	Maksimum Sürdürülebilir Ürün	Hamsi, İstavrit, Barbunya, Mezgıt
ODTÜ-DBE	1988-92	Karadeniz	Akustik	Hamsi
JICA / DBTE	1991-93	Marmara, Ege ve Akdeniz	Taranan Alan	Dip balıkları
*Kayalı	1996-1997	Doğu Karadeniz	VPA Analizi Y/R Yöntemi	Hamsi
*Mutlu	1996-1998	Doğu Karadeniz	Beverton-Holt Thomson-Bell	Hamsi, İstavrit
*Becer Özvarol ve İkiz	1996-98	Karacaören I Baraj Gölü	VPA Thomson-Bell	Sudak
DSİ / ODTÜ	1998/99	Keban Barajı	Akustik	Tatlısu balıkları
SÜMAE	2002	Doğu Karadeniz	MSY Boya Dayalı Tabur Analizi	Dip balıkları
*Gönener ve Bilgin	2003-2004	Karadeniz	Taranan Alan	Dip balıkları
DSİ / ODTÜ	2005	Atatürk Barajı	Akustik	Tatlısu balıkları
*Gönener ve Bilgin	2010	Karadeniz	Taranan Alan	Dip balıkları

*Güncel çalışmalar

Bu durum başta hamsi olmak üzere diğer pelajik balıklara ilişkin stok tespiti çalışmalarında ise çok daha vahimdir. Hamsi ile ilgili olarak 1972 yılında yabancı uzmanların yer aldığı ilk UNDP/FAO çalışmasından ancak 17 yıl sonra (1989) yerli uzmanlarca (ODTÜ-DBE) ikinci çalışma gerçekleştirilmiştir (Bingel ve Gücü, 2010). Son 15 yıl içinde ise Kayalı (1998) ve Mutlu (2000) tarafından Doğu Karadeniz’de iki çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda hamsi ve istavrit türlerinin populasyon yapıları incelenmiş, Beverton-Holt’un yeni katılım başına verim (Y/R) yöntemi, Boya dayalı yıl sınıfı analizi ve Thomson-Bell’in boya dayalı modelleri kullanılarak türlerin stok büyüklüğü ve MSY tahminleri yapılmıştır.

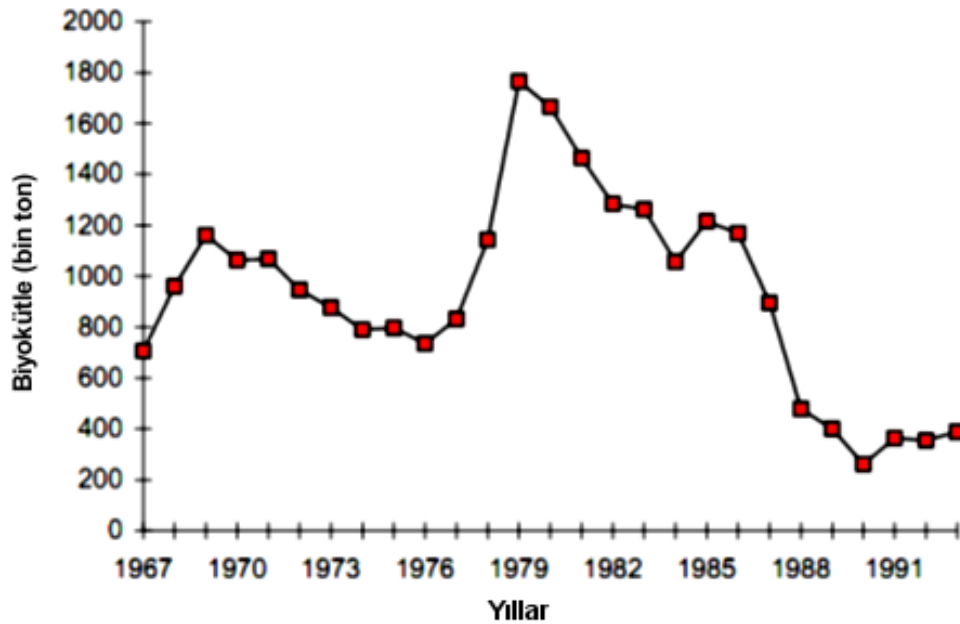
Oysa gerçeğe yakın stok tahminlerinin yapılabilmesi için stokların tespitine yönelik çalışmaların sürekliliği çok önemlidir. Çünkü denizel ekosistemlerdeki dengeler çevresel ve insan kaynaklı birçok faktör nedeniyle önemli değişiklikler gösterirler. Bu değişikliklerden kaynaklanan hesaplama farklılıklarının en aza indirilmesi ancak birbirini takip eden yıllarda yapılan/yapılacak stok takibi çalışmalarıyla mümkün olabilir.

Bu çalışma ile Karadeniz balıkçılığı için gerekli yönetim tedbirlerinin oluşturulmasında ilk adım olan türlerin mevcut stok büyüklüklerinin tahmini amaçlanmıştır. Bu yüzden bu çalışma bazı pelajik balık stoklarının sürdürülebilir yapıya kavuşturulması açısından son derece acil ve önemlidir. Çizelge 5.1’de belirtilen ülkemizde daha önceki yıllarda yapılan çalışmaların hiçbirisinde bu çalışmada ele alınan balık türlerinden olan çaça incelenmemiştir.

Öncelikle Karadeniz olmak üzere ülke balıkçılığı için çok önemli olan hamsi, çaça ve istavrit türlerinin biyokütle tahminlerinin yapıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçların önceki çalışmalarla karşılaştırılarak Karadeniz balıkçılığının son yıllardaki durumu hakkında kesin öngörülerde bulunulması ve balıkçılığın geleceğine yönelik kesin yorumların yapılması mümkün olmamıştır. Ancak çalışma özellikle pelajik ve semipelajik balık stoklarının büyüklüğünün belirlenmesi için maliyeti son derece düşük olmasına rağmen o ölçüde anlaşılır ve makul sonuçlar vermesi nedeniyle çok önemli bir alternatif olma özelliği göstermektedir.

5.1. Hamsi Stokuna İlişkin Sonuçlar

Hamsi ekosistemdeki yeri ve bol miktarda av vermesi nedeniyle Karadeniz balıkçılığı açısından önemli bir türdür. Her ne kadar tür ile ilgili olarak ülkemizde yapılan çalışmaların sayısı yeterli olmasa da Karadeniz’e kıyısı olan diğer ülkelerde bu önemli türün stok tespitine ilişkin bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 1997 yılında FAO bünyesindeki araştırmacılar tarafından daha önceki yıllarda Karadeniz’den elde edilen veriler kullanılarak bu yıllara ait stok büyüklüğü hesaplamaları yapılmış ve sonuçları derlenerek rapor halinde bir araya getirilmiştir. Bu raporda 1967-1993 yılları arasındaki dönemde elde edilen bilgiler doğrultusunda VPA yöntemi kullanılarak yapılan hamsi stok büyüklüğü tahminleri Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. VPA yöntemiyle hesaplanan 1967-1993 yılları arasındaki hamsi stok büyüklüğü tahminleri (Prodanov ve ark., 1997)

Şekilde görüleceği üzere hamsi türüne ait stok büyüklüğü tahminleri 1979 yılında 1.800.000 ton ile maksimum seviyeye ulaşırken daha sonraki yıllarda azalma eğilimine girmiş ve 90’lı yıllarda minimum seviyeye düştükten sonra 1993 yılında 375.000 ton civarında hesaplanmıştır.

Ülkemizde yapılan birkaç çalışma FAO/UNDP ve ODTÜ-DBE tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda hesaplanan toplam biyokütle ve maksimum sürdürülebilir ürün miktarı tahminleri aşağıda verilmektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Karadeniz’deki hamsi biyokütle tahmini, MSY düzeyinde olması gereken av ve avlanan miktarlar (Bingel ve Gücü, 2010)

Çalışmayı Yapan Kuruluş	Dönem (Yıl)	B _{tahmin} (ton)	MSY Düzeyinde Olması Gereken Av Miktarı	Avlanan Ürün (ton)
FAO/UNDP	Mart-Nisan 1972	1.260.000	315.000	86.000
ODTÜ-DBE	Kasım-Aralık 1989	310.000	77.000	97.000
ODTÜ-DBE	Şubat 1990	280.000	70.000	66.500
ODTÜ-DBE	Aralık 1990	150.000	37.500	66.500
ODTÜ-DBE	Ocak 1992	360.000	90.000	155.400
ODTÜ-DBE	Ocak 1993	-	-	219.000

FAO/UNDP tarafından 1972 yılında yapılan çalışmada tahmin edilen toplam biyokütle miktarı daha sonraki yıllara oranla çok daha fazladır. Bunun en büyük sebeplerinden biri, sonraki çalışmaların yapıldığı 1989-1993 yıllarında Karadeniz’de avlanan hamsi balığı miktarlarının azalması ve *Mnemiopsis leidyi* yoğunluğunun artış göstermesidir. Öyle ki hamsi av miktarlarının aşırı derecede azalması, hamsi ile ilgili yapılan stok tespiti çalışmalarının bu dönemde yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Bingel ve Gücü (2010) IMS-METU tarafından 1968-1989 yılları arasındaki balıkçılığa bağlı verilerin derlenmesiyle hesaplanan maksimum sürdürülebilir ürün tahminlerini ülkemizde yapılan çalışmalara örnek vermektedirler. Bu çalışmada söz konusu yıllar arasındaki veriler farklı dönemlere göre ayrı ayrı derlenerek hesaplanmış ve MSY tahminleri yapılmıştır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3. Balıkçılığa bağlı verilerden tahmin edilen MSY değerleri (Bingel ve Gücü, 2010)

Kullanılan Veri Dönemi	Tahmin Edilen MSY Miktarı (ton)
1978-1989	292.000
1971-1989	311.000
1980-1989	312.000
1968-1989	332.000
1968-1989	346.000

Mutlu (2000)’nin Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada hamsi için 1996/1997 av sezonu başında hesaplanan biyokütle miktarı 325.540 ton, 1997/1998 av sezonu başındaki biyokütle ise 251.555 ton olarak tahmin edilmiştir. Çalışmada söz konusu

dönemler için hesaplanan MSY miktarları ise sırasıyla 155.542 ton (sezon başındaki biyokütlenin %48'i) ve 104.920 ton (Sezon başındaki biyokütlenin %42'si) olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. 1997 ve 1998 yıllarında hamsi için hesaplanan biyokütle ve MSY değerleri (Mutlu, 2000)

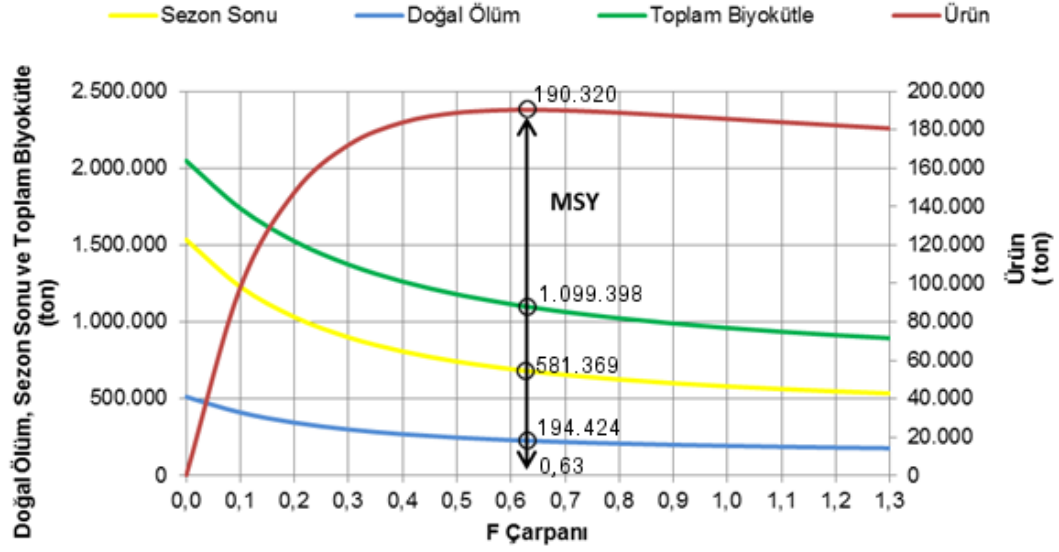
Dönem	MSY Seviyesi (ton)	Sezon Başı Biyokütle (ton)	Avlanan Miktar (ton)
1996/1997	155.542	325.540	156.000
1997/1998	104.920	251.555	94.000

Mevcut çalışma kapsamında yapılan hesaplamalarda ise taranan alan yöntemiyle çalışma bölgesinde (2.877 km²) bulunduğu düşünülen hamsi stoku miktarı ortalama 260.289 ± 109.111 ton olarak tahmin edilmiştir.

Sonuçların sanal populasyon analizi yöntemiyle hesaplanan sonuçlarla karşılaştırılabilmesi açısından çalışma sahasından elde edilen balık yoğunlukları kullanılarak Karadeniz'in Türkiye kıyılarında bulunan balık miktarları hesaplanmıştır. Karadeniz'in 200 metreden daha derin bölgelerinde H₂S birikimi sonucu canlı yaşamının sınırlanması nedeniyle balık miktarının hesaplanmasında sadece 0-200 metre arasındaki bölge dikkate alınmıştır. Buna göre Karadeniz'in Türkiye kıyılarında 0-200 metre arasında kalan bölgelerin alanı 17.393 km² olup, bu alan dikkate alınarak hesaplanan hamsi biyokütle miktarı 1.573.583 ± 659.631 ton olarak tahmin edilmiştir.

Boy kompozisyonu kullanılarak hamsi için yapılan stok büyüklüğü tahminleri sonucunda ise 2009-2010 balıkçılık sezonu sonundaki biyokütle miktarı 581.369 ton olarak hesaplanmıştır. Sezon içerisinde avlanan 185.606 ton'luk av miktarı ve doğal ölümler sonucu stoktan çekilen 194.424 tonluk miktar da dikkate alındığında sezon başındaki toplam biyokütlenin yaklaşık 961.399 ton olduğu tahmin edilmiştir.

Maksimum sürdürülebilir ürünün elde edilebileceği av gücü ile ilgili yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut av gücünün %37 oranında azaltılması durumunda MSY'nin elde edilebileceği belirlenmiştir. Yani buna göre mevcut av gücü stoklar üzerinde fazladan %37'lik bir av baskısı oluşturmaktadır. Hamsi stoklarının sürdürülebilirliği açısından mevcut av gücünün %37 oranında azaltılması daha uygun olacaktır. Stoklar üzerindeki av baskısının azaltılması durumunda ise sezon başında 1.099.398 ton gibi bir stok seviyesine ulaşılabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Hamsi stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması

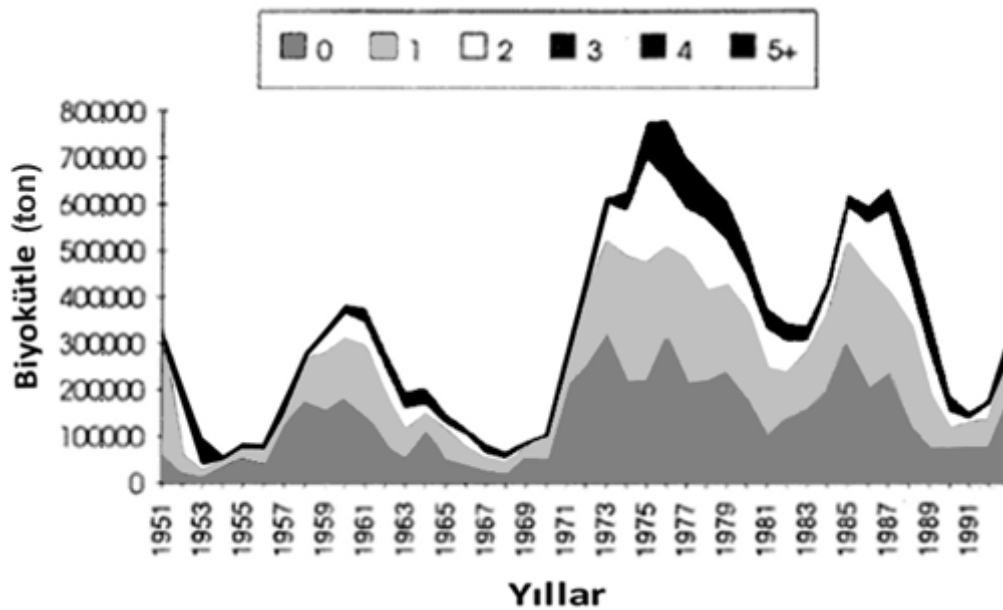
Bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında; hamsi stokları için 1980'lerin sonu 1990'ların başında yaşanan krizin atlatıldığı söylenebilir. Çizelge 5.2'de verilen çalışmada kullanılan hesaplama yöntemiyle MSY toplam biyokütlenin %25'i olarak hesaplanırsa; hamsi için 2010-2011 avcılık sezonunda MSY seviyesinde avlanabilecek maksimum ürün miktarının 275.000 ton civarında olduğu söylenebilir. Ancak mevcut çalışmada MSY seviyesi Thompson-Bell yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve 190.320 ton olarak tahmin edilmiştir.

Ülkemiz tarafından 2010-2011 avcılık sezonunda toplam 229.023 ton hamsi avlanmış olup, bunun 203.026 tonu Karadeniz'de avlanmıştır (TÜİK, 2010). Buradan hareketle 2010-2011 sezonunda Karadeniz'de 12.700 ton civarında fazladan hamsi avlandığı ve Karadeniz'deki hamsi stokları üzerinde bir miktar aşırı av baskısının halen devam ettiği söylenebilir. Ancak bu aşamada 2010-2011 sezonunda avlanan balık miktarındaki artışın stoklar üzerindeki aşırı balıkçılık baskısından mı yoksa türün stok büyüklüğündeki artıştan mı kaynaklandığının kesin olarak belirlenebilmesi çok zordur. Birbirini takip eden yıllar boyunca av miktarlarının yanı sıra av çabalarının da izlenmesi ve bu bilgilerin ışığı altında yapılacak stok büyüklüğü tahminleriyle stoklar hakkında daha kesin yorumların yapılabilmesi mümkün olacaktır.

5.2. Çaça Stokuna İlişkin Sonuçlar

Ülkemizde son yıllarda yoğun olarak avlanılmaya başlanan çaça stokunun sürdürülebilir bir şekilde mümkün olan en çok miktarda avlanarak ülke ekonomisine katılması için stokların mevcut durumunun ve stokları tehlikeye atmaksızın avlanabilecek maksimum ürün miktarının tespit edilmesi önem kazanmaktadır.

Çaçanın stok büyüklüğünün belirlenmesine ilişkin çalışmalar Prodanov ve ark., (1997)'nin 1951-1993 yılları arasındaki av verilerini kullanarak yaptıkları stok büyüklüğünün hesaplanmasına yönelik çalışmayla sınırlı kalmıştır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. 1951-1993 yılları arasında yaşlara göre çaça biyokütlesi (ton) (Prodanov ve ark. (1997)'dan alınarak düzenlenmiştir)

Prodanov ve ark. (1997)'nin hesaplamalarına göre 1976 yılında toplam çaça stoku miktarı 800.000 ton ile maksimum seviyede iken ilerleyen yıllarda bu miktar dalgalanmalar göstermiştir. Yapılan hesaplamalarda 1993 yılında ise 300.000 ton civarında bir stok büyüklüğünün bulunduğunu tahmin etmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında taranan alan yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalarda ise çalışma bölgesinde kıyıdan itibaren 200 metre derinliğe kadar olan alanlarda bulunduğu düşünülen avlanabilir çaça stoku miktarı ortalama 145.979 ± 28.684 ton olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan çaça balıklarının Karadeniz'de büyük ve önemli bir potansiyel olduğu anlaşılabilmektedir.

Bununla birlikte sadece Türkiye kıyılarında bulunduğu tahmin edilen balık miktarının hesaplanabilmesi açısından ülke kıyılarımızdaki 0-200 metre arasındaki 17.393 km²'lik alan kullanılarak yapılan hesaplarda ise kıyılarımızda 882.523 ± 173.410 ton çaça olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

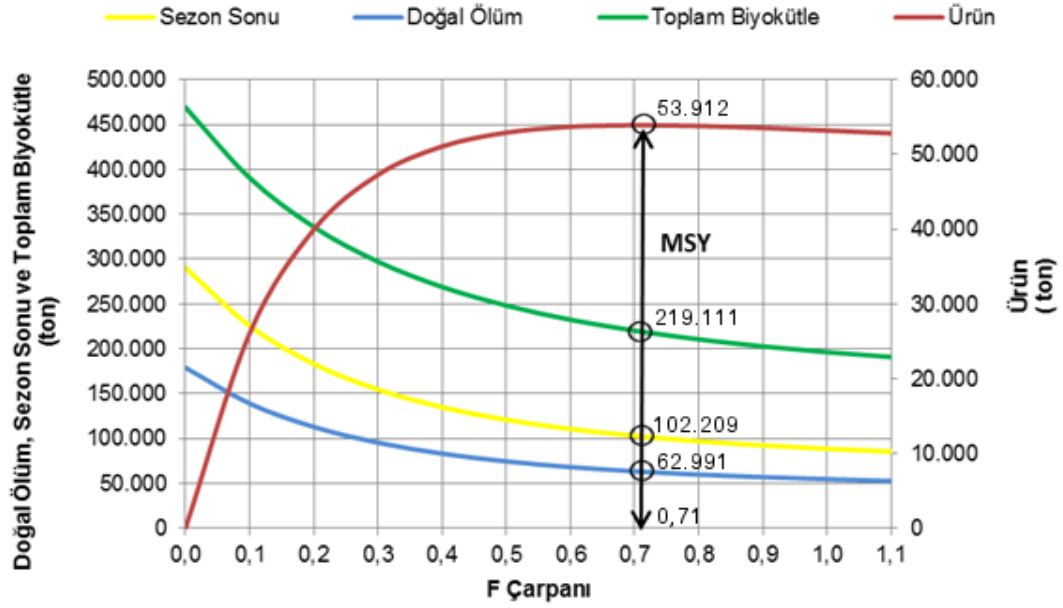
Boy kompozisyonundan stok büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılan toplam av miktarı istatistikleri bütün türler için aynı bölgede avlanan balıkları temsil etmemektedir. Örneğin; su ürünleri istatistiklerinde hamsi ve istavrit için Karadeniz'in Türkiye kıyılarının tamamında ortasu trollerinin yanı sıra gırgır ve diğer av araçlarıyla avlanan balık miktarları dikkate alınmaktadır. Bu nedenle hamsi ve istavrit için yapılan stok tahminleri; su ürünleri istatistiklerinde dikkate alınan bölgede, yani Karadeniz'in Türkiye kıyılarında bulunan balık stok büyüklüklerini vermektedir.

Diğer yandan çaça için toplam av miktarını veren istatistiki bilgilerin tamamına yakını çalışmanın yapıldığı belli bölgedeki ortasu trolleriyle avlanan balıklardan oluşmaktadır. Dolayısıyla çaça için yapılan hesaplamalar daha çok çalışma sahasındaki stok büyüklüğünü temsil etmektedir. Bu nedenle çaça için hesaplanan stok miktarları diğer türlerle kıyaslandığında bu durum dikkate alınmalıdır.

Boy kompozisyonuna dayalı sanal popülasyon analizi ile çaça için yapılan hesaplarda 2009-2010 balıkçılık sezonu sonunda çalışma sahasında bulunduğu düşünülen biyokütle 88.506 ton olarak hesaplanmıştır. Sezon içerisinde avlanan 53.203 ton ve doğal ölümler sonucu stoktan çekilen 54.546 ton'luk miktar hesaplanan biyokütle miktarına eklendiğinde; sezon başındaki biyokütlenin 196.255 ton olduğu tahmin edilmiştir.

Türkiye kıyılarının sadece belirli bir bölgesi için hesaplanan 196.000 tonun üzerindeki bu miktar; çok daha büyük bir potansiyele sahip çaça balığının sadece küçük bir kısmını temsil etmektedir. eş zamanlı ve uzun süreli olarak yapılacak stok tespiti çalışmalarıyla çaça balığının gerçek potansiyelinin belirlenmesi mümkün olabilecektir.

Maksimum ürünün elde edilebileceği av baskısının tespitiyle ilgili hesaplamalar sonucunda; söz konusu bölgede mevcut av baskısı %29 azaltılarak uygulandığında 53.912 tonluk maksimum sürdürülebilir ürün miktarı elde edilebileceği tahmin edilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Çaça stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması

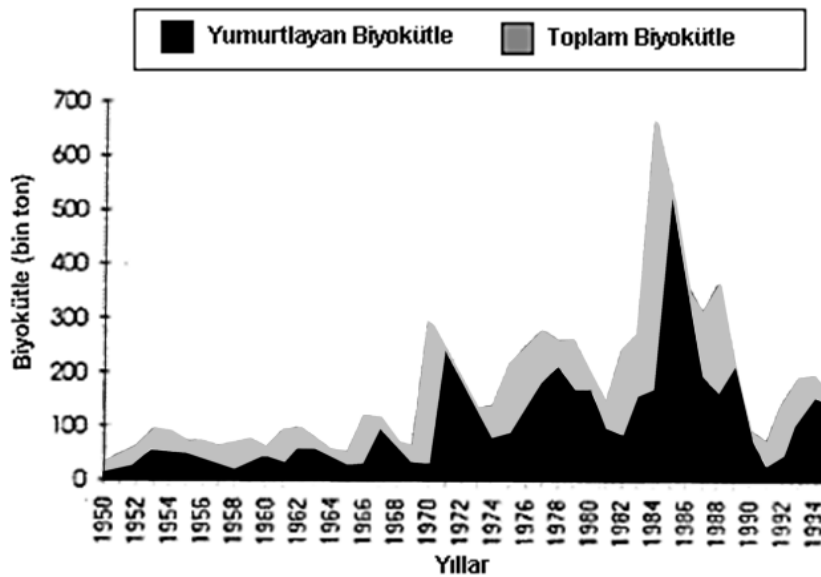
Çalışmada bir sonraki avcılık sezonunda söz konusu bölgeden avlanılması gereken maksimum sürdürülebilir ürün miktarı 53.912 ton olarak hesaplanmıştır. Ancak 2010-2011 avcılık sezonunda avlanan toplam çaça miktarı 56.739 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu durum göz önüne alınacak olursa; söz konusu av sahasında 2010-2011 yılı için çaça balığı üzerindeki av baskısının olması gerekenden bir miktar fazla olduğu sonucuna varılabilir.

Ancak ne 2009-2010 ne de 2010-2011 avcılık sezonunda stoklar üzerine uygulanan avcılık baskısı tam olarak bilindiğinden; bu sonuçların kesin olarak yorumlanması mümkün değildir. Söz konusu sezonlarda gerçekleşen av miktarlarının yorumlanması ancak her iki sezonda çaça avlamak için harcanan balıkçılık çabasının bilinmesi durumunda mümkün olabilir. Buradan da anlaşılabileceği ve sürekli dile getirildiği üzere; avcılık yönetiminin sağlanması bakımından toplam av gücü, toplam av miktarı ve birim çabada av miktarı bilgilerinin izlenmesi ve stok tespiti çalışmalarında devamlılık son derece önemli ve kaçınılmazdır.

5.3. İstavrit Stokuna İlişkin Sonuçlar

Türün geçmiş dönemlerdeki toplam av miktarları dikkate alındığında görüleceği üzere; ülkemizde avlanan istavrit balıklarının yıllık toplam av miktarları dalgalanmalar göstermektedir. Ancak özellikle 1970’li yılların sonu ile 1990’lı yılların başındaki ortalama 80.000 ton civarındaki toplam av miktarları dikkate alındığında son yıllarda gerçekleşen azalma dikkat çekicidir. Av miktarlarındaki bu azalmanın “kıraça avcılığı” adı altında henüz ilk üreme boyuna ulaşmamış bireylerin ölçsüz bir şekilde avlanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yine de türle ilgili geçmiş dönemleri kapsayan detaylı stok tespit çalışmaları olmaması nedeniyle, özellikle Türkiye’nin av miktarlarında gerçekleşen bu azalmanın küçük balıklardan oluşan stoklar üzerindeki av baskısından ve dolayısıyla stok miktarlarındaki azalmadan mı yoksa denizel ekosistemlerdeki diğer bazı dengelerin değişmesinden mi kaynaklandığı hakkında kesin yorumlarda bulunmak mümkün değildir. Sonuç olarak bu çalışmaya konu olan diğer pelajik türlere benzer şekilde istavrit balıklarının stok büyüklüğünün tespit edilmesi ve türün üzerindeki av baskısının izlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

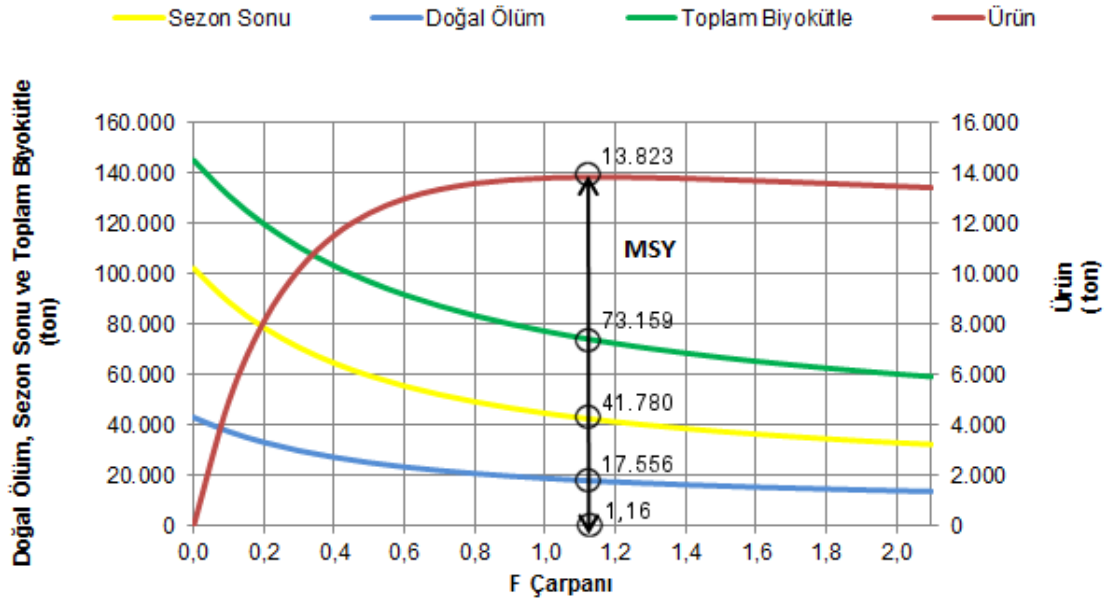
Prodanov ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada Karadeniz’deki istavrit balıklarının tahmini biyokütlesinin 1984 yılında 700.000 ton ile maksimum seviyeye ulaştığını bildirmektedir. Ancak daha sonraki yıllarda giderek azalan istavrit stok miktarının 1991 yılında 100.000 ton civarındaki miktarı ile minimum seviyeye düştüğü sonra tekrar artmaya başlayarak 1994 yılında 200.000 ton civarına yükseldiği görülmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. 1950-1995 yılları arasındaki istavrit biyokütle tahminleri (Prodanov ve ark. (1997)’dan alınarak düzenlenmiştir)

Bu çalışmada ise taranan alan yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalarda, çalışma sahasındaki toplam istavrit biyokütlesi 16.027 ± 4.474 ton olarak hesaplanmıştır. Karadeniz'in Türkiye kıyılarında bulunan balık miktarı ise 96.893 ± 27.047 ton olarak tahmin edilmiştir.

Boy kompozisyonu kullanılarak yapılan hesaplamalarda ise 2009-2010 sezonu sonunda Karadeniz'in Türkiye kıyılarında canlı olarak kalan istavrit biyokütle miktarı 44.583 ton olarak tahmin edilmiştir. Sezon içinde avlanan 13.787 tonluk miktara ek olarak doğal ölümler sonucu stoktan ayrılan 18.734 tonluk miktar da dikkate alındığında sezon başında bulunduğu varsayılan biyokütle miktarının 77.104 ton olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca mevcut av gücü 1,16 kat artırılarak uygulandığında MSY'nin elde edilebileceği tahmin edilmiş olup av gücünün artırılarak uygulanması durumunda elde edilebilecek maksimum sürdürülebilir ürün miktarının çok az bir artışla 13.823 ton olarak gerçekleşeceği ancak sezon sonundaki biyokütlenin azalarak 41.780 tona düşeceği tahmin edilmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. İstavrit stoklarından MSY seviyesinde ürün elde edilebilmesi için uygulanacak avcılık baskısının hesaplanması

Ancak diğer türlerin aksine istavrit balıkları için stok büyüklüğü hesaplamalarında kullanılan boy kompozisyonu verileri %62 oranında türün ilk avlama boyu olan 13 cm'den daha küçük bireylerden oluşmaktadır. Hesaplamalarda bu boy kompozisyonlarının kullanılması avlanabilecek maksimum ürünün miktarı göreceli olarak daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Hesaplanan toplam biyokütlenin

%83'ünü oluşturan ilk avlama boyundan küçük bu bireylerin de dikkate alınması MSY seviyesinin ve MSY'nin elde edilebileceği av gücü miktarının da olması gerekenden daha yüksek hesaplanmasına neden olmuştur.

Buradan da anlaşılabacağı üzere istavrit üzerindeki av baskısının artırılması elde edilen ürünün sadece 36 ton artmasına neden olurken, sezon sonundaki canlı balık miktarı 3.000 ton civarında azalacaktır. Avcılık baskısının artırılması ülkemizdeki istavrit avcılığının yapısı gereği küçük bireyler üzerinde aşırı avcılığa neden olacaktır. Bu nedenle av baskısının artırılması yerine seçici av araçlarının kullanılmasıyla küçük bireyler üzerindeki av baskısının azaltılarak türün sürdürülebilirliğinin sağlanması daha doğru olacaktır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma kapsamında “Boya Dayalı Sanal Populasyon Analizi” ve “Taranan Alan” yöntemleri kullanılarak yapılan hesaplamaların sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2). Görüleceği üzere Hamsi için VPA ve taranan alan yöntemleriyle hesaplanan Türkiye kıyılarındaki balık miktarları sırasıyla 961.399 ton ve 1.573.583 ton olarak tahmin edilmiştir. İstavrit için aynı yöntemlerle Türkiye kıyısındaki balık miktarları 77.104 ton ve 96.893 ton olarak tahmin edilirken; çaça için çalışma sahasındaki biyokütle miktarları 196.255 ton ve 145.979 ton olarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 6.1. Sanal populasyon analizi ile hesaplanan biyokütle miktarları (ton)

Türler	Çalışma Sahası	Türkiye Kıyıları
Hamsi	-	961.399
Çaça	196.225	-
İstavrit	-	77.104

Çizelge 6.2. Taranan alan yöntemi ile hesaplanan biyokütle miktarları (ton)

Türler	Çalışma Sahası	Türkiye Kıyıları
Hamsi	260.289 ± 109.111	1.573.583 ± 659.631
Çaça	145.979 ± 28.684	882.523 ± 173.410
İstavrit	16.027 ± 4.474	96.893 ± 27.047

Avcılık Ölüm Katsayısı (F) çalışma kapsamında kullanılan boy kompozisyonu verisinden hesaplama yöntemin yanı sıra VPA ile elde edilen avcılıktan kaynaklanan ölüm miktarı, doğal nedenlerden kaynaklanan ölüm miktarı ve sezon başındaki denizde canlı bulunan balık miktarları kullanılarak da hesaplanmıştır. Farklı yöntemlerle hesaplanan F değerlerinin birbirinden çok farklı olması nedeniyle; uygulanması gereken optimum avcılık baskısı her iki yöntemle belirlenen F değerleri kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 ve 6.7).

Çizelge 6.3. Boy kompozisyonu verisi kullanılarak hesaplanan ölüm katsayıları

Türler	Avcılık Ölüm Katsayısı	Doğal Ölüm Katsayısı	Anlık Toplam Ölüm Katsayısı	Yaşama Oranı	İşletme Oranı (F/Z)
	[F]	[M]	[Z]	[S]	[E]
Hamsi	2,48	0,29	2,77	0,06	0,90
Çaça	2,10	0,48	2,58	0,08	0,81
İstavrit	1,00	0,35	1,35	0,26	0,74

Çizelge 6.4. Ölüm katsayıları kullanılarak hesaplanan Optimum F değerleri

Türler	Mevcut F	F Çarpanı	Optimum F	Yeni E
Hamsi	2,48	0,63	1,56	0,84
Çaça	2,10	0,71	1,49	0,76
İstavrit	1,00	1,16	1,16	0,77

Çizelge 6.5. VPA ile hesaplanan ölüm miktarları ve biyokütle miktarları

Türler	Avcılık Miktarı	Doğal Ölüm Miktarı	Sezon Sonu Biyokütle	Sezon Başı Biyokütle
Hamsi	185.606	194.424	581.369	961.399
Çaça	53.203	54.546	88.506	196.255
İstavrit	13.787	18.734	44.583	77.104

Çizelge 6.6. VPA sonuçları kullanılarak hesaplanan ölüm katsayıları

Türler	Avcılık Ölüm Katsayısı	Doğal Ölüm Katsayısı	Anlık Toplam Ölüm Katsayısı	Yaşama Oranı	İşletme Oranı
	[F]	[M]	[Z]	[S]	[E]
Hamsi	0,21	0,29	0,50	0,60	0,43
Çaça	0,32	0,48	0,80	0,45	0,40
İstavrit	0,20	0,35	0,55	0,58	0,36

Çizelge 6.7. VPA'dan elde edilen F değerleri kullanılarak hesaplanan Optimum F değerleri

Türler	Mevcut F	F Çarpanı	Optimum F	Yeni E
Hamsi	0,21	0,63	0,14	0,33
Çaça	0,32	0,71	0,22	0,31
İstavrit	0,20	1,16	0,23	0,40

Karadeniz’de hamsi avcılığının büyük bir bölümü ülkemiz kıyılarında gerçekleştirilmektedir. Karadeniz’in iklimsel durumu ve ülkemizin coğrafik konumu nedeniyle kışlamak amacıyla kıyılarımıza gelen balıklar yoğun sürüler oluşturmaktadır. Sezon içinde hava ve deniz koşullarının avcılığa uygun olduğu durumlarda kıyılarımızdaki hamsi stoklarının büyük ölçüde avlanması söz konusu olabilmektedir. Ancak av sezonu içerisinde fırtınalı günlerin çokluğu stokun devamını sağlayacak miktarda hamsinin denizde kalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte Karadeniz’in giderek kirlenmesi ve her ne kadar balıkçı filosuna yeni teknelerin katılması önlenmiş olsa da gerek tekne boyu ve motor gücü büyüklüklerinin artırılması gerekse teknelerde kullanılan teknolojik donanımların gelişmesi sonucu balıkların avlanmadan sezonu atlatma şansları azalmaktadır. Bu nedenle Karadeniz’de hamsi avcılığının daha fazla şansa ya da doğaya bırakılmaması gerekir. Hamsinin özellikle bölge ekonomisine ve kültürüne sağladığı katkılar da dikkate alınarak sürdürülebilir balıkçılık politikalarının oluşturulması ve uygulanması çalışmaları bir an önce başlatılmalıdır.

Öte yandan Azak Denizi ve Kuzeydoğu Karadeniz bölgesinden göçe başlayarak Kafkasya kıyılarından ülkemiz kıyılarına inen hamsi stokunun da sürdürülebilir hamsi avcılığına katkısı söz konusudur. Ancak son yıllarda Gürcistan ve Abhazya ile yapılan balıkçılık anlaşmaları genel stokun potansiyelini oluşturan bu yerel stokun da sömürülmesine neden olmaktadır. Bu nedenle Doğu-Kuzeydoğu stoku üzerine detaylı stok çalışmaları yapılarak bölgeden avlanabilecek maksimum ürün miktarının belirlenmesi de tüm Karadeniz hamsi stokunun sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda Karadeniz’de sürdürülebilir avcılık için ülkemizde yıllık avlanan hamsi miktarının 190.000-210.000 ton ile sınırlandırılması gerektiği söylenebilir. Bu amaçla sezon başında av filosundaki her bir tekne için yıllık bireysel avlama kotası belirlenmeli ve kota kontrolüne de işlerlik kazandırılarak sezon içerisinde kotasını dolduran teknelerin daha fazla avcılık yapmasına izin verilmemelidir. Ayrıca belirlenen av kotalarının hesaplanmasında sadece insan gıdası olarak taze tüketilen hamsi miktarı değil balık unu-yağı sanayisinde kullanılmak üzere avlanan hamsi miktarları da dahil edilmelidir. Böylece geçtiğimiz yıllarda günlük av kotası uygulamasında olduğu gibi, kotasını dolduran teknelerin balık fabrikalarına gönderilmek üzere avladığını söyleyerek hamsi avcılığına devam etmesinin de önü kesilmelidir.

Çaça avcılığı Karadeniz'in sadece belirli bir bölgesinde yapılmakta ve avlanan çaçaların tamamına yakını bu sınırlı bölgede kullanılan ortasu trolleriyle avlanmaktadır. Dolayısıyla boy kompozisyonu kullanılarak yapılan hesaplamalarla çaça balıkları için Karadeniz'in tamamı ya da Türkiye kıyıları değil, sadece avcılığın yapıldığı belirli bir bölgedeki balık stoklarının büyüklüğü tahmin edilebilmektedir.

Ülkemiz balıkçılığına genel olarak bakıldığında Karadeniz'deki çaça stoklarının nispeten avlanılmamış olmasının yanı sıra stokları avlayan av gücünün ve her yıl avlanan çaça miktarının düzenli olarak artması gibi nedenlerden dolayı stoklardan maksimum seviyede yararlanılıp yararlanılmadığının tespit edilmesi zordur. Henüz MSY'yi elde edebilecek av gücünün stoklara uygulanıp uygulanmadığı da net olarak bilinmemektedir. Bunun tespiti ancak yıllık av miktarlarının azalmaya başlamasıyla mümkün olacaktır. Çalışma kapsamında bu aşamadaki en doğru uygulamanın çaça stokları üzerindeki av baskısının yavaş yavaş artırılmasına devam edilmesi ve teknelerin BÇAM'ları ile yıllık toplam av miktarlarındaki değişimlerin izlenmesi olduğu belirlenmiştir. Stokların aşırı avlanmaya maruz kalıp kalmadığı ya da stoklar üzerindeki av baskısının yeterli düzeyde olup olmadığı birkaç yıl süreyle yapılan avcılık bilgilerinin değerlendirilmesiyle ve yeni stok tahminleriyle tespit edilebilir.

Diğer yandan balıkçılarla yapılan sözlü görüşmelerden elde edilen bilgiler “teknelerin avladıkları balık miktarlarının geçtiğimiz yıllara oranla azaldığı” şeklindedir. Tekne başına avlanan balık miktarının azalması stoklara uygulanan avcılık baskısının arttığına ilişkin en belirgin işaretlerinden olması nedeniyle teknelerin av miktarları ve av çabalarının daha detaylı bir şekilde takip edilmesi gereklidir. Böylece tekne başına avlanan çaça miktarında gerçekleşen bu düşüşlerin denizdeki balık yoğunluğunun azalmasından mı, avlama yapan ortasu trol teknelerinin sayısının artmasından mı, yoksa bu tekneler tarafından çaça avlamak için harcanan çabanın önceki yıllara oranla daha az olmasından mı kaynaklandığı belirlenebilir.

Çalışmada elde edilen bilgiler doğrultusunda mevcut av baskısının özellikle bölgedeki çaça stokları üzerinde aşırı avcılığa neden olduğu söylenebilir. Ancak bunun en önemli sebebi çaça avcılığının Karadeniz'in sadece belirli bir bölgesinde yapılmasıdır. Karadeniz'de bu bölge dışında kalan trol avcılığına açık uygun alanların da ortasu trolleriyle çaça avcılığında kullanılmasıyla mevcut av gücünün stoklara daha homojen bir biçimde uygulanması sağlanabilir. Böylece bölgesel çaça stoklarının aşırı avcılığa maruz kalma riski azalacaktır. Ayrıca mevcut av gücü potansiyelinin doğru

kullanılmasıyla çaça ve diğer türlerin stoklarından daha fazla yararlanılması ve av miktarlarının artırılması mümkün olacaktır.

Fakat kalkan, kırlangıç ve mezgit gibi birçok balık türünün yemi olması nedeniyle avlanmasına izin verilen çaça miktarı artırılırken nerede durulacağının iyi ayarlanması gerekir. Çaça balıklarının ülkemiz kıyılarında dağınık sürüler oluşturması nedeniyle avcılığının en verimli şekilde yapıldığı av aracı ortasu trolleridir. Kıyılarımızdaki av sahalarının ortasu trolü ile avcılığa uygunluğu ve bu çalışmada Türkiye kıyıları için taranan alan yöntemiyle hesaplanan 882.523 tonluk potansiyel de dikkate alındığında yeni bölgelerde yapılacak avcılıkla birlikte toplam avcılık miktarın 100.000-150.000 ton/yıl seviyelerinde tutulmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

İstavrit balıkları yıllık toplam av miktarları bakımından ülkemizde avlanan türler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Her ne kadar tür ile ilgili ilk avlama boyu sınırlaması bulunsa da balıkçılar tarafından kıraça adı verilen küçük boylu bireylerin avcılığı yoğun olarak yapılmaktadır. Ayrıca türün küçük bireyleri üzerindeki yüksek av baskısı nedeniyle her geçen gün stokların sürdürülebilirliği tehlikeye girmektedir.

Ortasu trolü avcılığında ağın torba gözü açıklığı bölgede sezon boyunca av veren çaça balıklarına göre ayarlanmaktadır. Bölgede istavrit balıklarının yoğun sürüler oluşturduğu günlerde ise ağın torbası değiştirilerek daha büyük göz açıklığına sahip torbalar kullanılmaktadır. Böylece ortasu trolleriyle seçici bir istavrit avcılığı gerçekleştirilebilmektedir. İstavrit balıklarının bölgede yoğun sürüler oluşturmadığı dönemlerde ise türün avcılığı ya diğer türlerle birlikte ya da nispeten yoğun sürüler oluşturduğu gün doğumu ve gün batımı saatlerinde gerçekleştirilen çekimlerde yapılmaktadır. Bu durumda tek bir çekim için torbanın değiştirilmesi zaman kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle çaça ve hamsi için uygun göz açıklığına sahip torbanın kullanılarak istavrit avlanması seçiciliğin yeterince gerçekleşmemesine ve balıkların boy kompozisyonu içerisinde küçük boylu bireylerin bol miktarda bulunmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak ilk üreme boyundan küçük bireylerin bol miktarda bulunduğu bu boy kompozisyonu verilerinin hesaplamalarda kullanılması, yöntem gereği biyokütle miktarlarının olması gerekenden yüksek çıkmasına neden olmuştur. Bu nedenle elde edilen değerler stoklar ile ilgili gerçeği yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. Çünkü VPA yönteminin temeli av miktarı verileri ve avı oluşturan balıkların boy kompozisyonuna dayanmaktadır. Bu durumun düzeltilmesi için türün boy kompozisyonu kullanılarak

yapılacak stok büyüklüğü hesaplanmalarında türe uygun ağ gözü açıklıklarının kullanılması gerekmektedir.

Son yıllarda toplam av miktarları oldukça düşen istavrit stokları daha katı kurallarla korunmalı, ilk avlama boyu ile ilgili sınırlamalara balıkçılar tarafından uyulması sağlanmalıdır. Bu amaçla türün avcılığının gırgır ağları gibi seçiciliğin mümkün olmadığı av araçlarının yerine torba göz açıklığının hedef türe göre ayarlanabildiği ortasu trolleriyle yapılmasının daha doğru olacağı söylenebilir. Ancak bu durumda yukarıda bahsedilen konulara dikkat edilerek türün tek başına avlanıldığı dönemlerde uygun ağ gözü açıklıklarının kullanılması gerekmektedir. Aynı anda birden fazla türün avlanıldığı zamanlarda ise türlerin davranışları dikkate alınarak hazırlanmış kare gözlü pencere ve ızgara sistemleri benzeri uygulamalarla tür seçiciliğinin sağlanmasına çalışılmalıdır.

Stoklara kendisinin yerine geçecek bireyi vermeden avlanan her balık, stokların giderek çökmesine neden olacaktır. Sürdürülebilir bir balıkçılık oluşturabilmek için stoklardan avlanabilecek maksimum balık miktarlarına ve ilk üreme boyunun altındaki bireylerin avcılığının engellenmesine dikkat edilmelidir.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 2008.** 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ. 2008/48-21.08.2008-26974.
- Anonim, 2011a.** Blackseaweb Project Information. Distirbution and Migration of Anchovy. <http://www.blackseaweb.net/maps/> (Erişim tarihi: 03/12/2011)
- Anonim, 2011b.** NOAA Ocean Climate Laboratory, National Geographic Data Center. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html> (Erişim tarihi: 03/12/2011)
- Anonim, 2011c.** UC Irvine School of Biological Sciences. http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/issueguides/Black_Sea/Text.htm#Background (Erişim tarihi: 03/12/2011)
- Anonim, 2011d.** Google Planimetre. <http://www.acme.com/planimeter/> (Erişim tarihi: 03/12/2011)
- Becer Özvarol, Z.A., İkiz, R. 2008.** Karacaören I Baraj Gölü'ndeki Sudak, *Sander lucioperca* (Lin., 1758) Populasyonunun Büyüme ve Ölüm Oranları ile Stok Analizi. Journal of Fisheries Sciences 2 (2): 134-145. ISSN: 1307-234X. DOI: 10.3153/jfscom.2008015.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O., Kalaycı, F. 2006.** Orta Karadeniz'de 2004-2005 Av Sezonunda Hamsi'nin (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Boy-Frekans Analiz Metodu ile Populasyon Parametrelerinin Tahmini. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23 (1/3) : 359-364.
- Bingel, F., Gücü, A. 2010.** Karadeniz Hamsisi ve Stok (Tespiti) Çalışmaları. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık – 17-18 Haziran 2010.
- COEC, 2008.** Commission of the European Communities. BLACK SEA WG Subgroup of SGMED of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) Commission Staff Working Document. Stecf Opinion Expressed During the Plenary Meeting of 14-18 April 2008, Hamburg.

- Cooper, A. B. 2008.** A Guide to Fisheries Stock Assessment from Data to Recommendations. Department of Natural Resources, University of New Hampshire. Edited and Designed by Kirsten Weir. NH Sea Grant College Program Kingman Farm, University of New Hampshire Durham, NH 03824. 603.749.1565.
- Demirbaş, A. 2008.** Hydrogen Sulfide from the Black Sea for Hydrogen Production. Energy Sources, Part A, 31: 1866–1872. ISSN 15567036 DOI: 10.1080/15567030802463844
- Erkoyuncu, İ. 1995.** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları. No:95. ISBN 975-7636-29-0.
- Fargo, J., Kronlund, A.R. 2000.** Variation in Growth for Hecate Strait English Sole (*Parophrys vetulus*) with Implications for Stock Assessment. Journal of Sea Research, 44(1–2): 3–15.
- Gönener, S., Bilgin, S. 2006.** Karadeniz’de (Sinop-Yakakent Bölgesi) Ticari Dip Trolü ile Avlanabilir Balık Biyokütle ve Yoğunluk Dağılımları. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (3): 305-312.
- Gönener, S., Bilgin, S. 2010.** Karadeniz’de (Sinop-İnceburun) Ticari Dip Trolü ile Avlanabilir Balık Biyokütle ve Yoğunluk Dağılımları. Journal of FisheriesSciences.com. 4(3): 195-208. DOI: 10.3153/jfscom.2010021.
- Hilborn, R., Walters, C.J. 1992.** Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. ISBN 1-4020-1845-2, 570 pp.
- Holling, C.S. 1978.** Adaptive Environmental Assessment and Management. International Institute for Applied Systems Analysis. 377 p.
- Jones, R, van Zalinge, N. P. 1981.** Estimates of Mortality Rate and Population Size for Shrimp in Kuwait Waters. Kuwait Bull. Mar. Sci., 2: 273-288 In Sparre P. and Venema S. C, 1998. Intoduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1: Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev. 2. Rome, FAO, 1998. 407p. ISBN:92-5-103996-8.

- Kasapoğlu, A. 2006.** Doğu Karadeniz'deki İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) Balığının Stok Yapısı ve Populasyon Parametreleri. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 61 s.
- Kalaycı, F. 2006.** Orta Karadeniz'de Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) Balığının Üreme Özellikleri ve Populasyon Parametrelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, 119 s.
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N. 2006.** Orta Karadeniz'de Avlanan Çaç (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) Balığı Stoğunun Genel Durumu ve Balık Endüstrisi İçerisindeki Yerinin Araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (1/3): 449-455.
- Kayalı, E. 1998.** Doğu Karadeniz Ekosistemindeki Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) ve İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) Balıklarının Biyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalı., 238 s.
- KISR, 2010.** Virtual Population Analysis for Fisheries Stock Assessment. Prepared by Kuwait Institute for Scientific Research, National Scientific & Technical Information Centre. (www.kisr.edu.kw/isd/publications/023.pdf).
- Larkin, P.A. 1977.** An Epitaph to the Concept of Maximum Sustainable Yield. Trans. Am. Fish. Soc., 106: 1–11.
- Malkoç, C. 2010.** Sözlü görüşme, Malkoçoğlu Balıkçılık ortağı ve Malkoçoğlu Ömer Baba tekne reisi.
- Mayfield, S., McGarvey, R., Carlson, I. J., Dixon, C. 2008.** Integrating Commercial and Research Surveys to Estimate the Harvestable Biomass, and Establish a Quota, for an “Unexploited” Abalone Population. ICES Journal of Marine Science, 65: 1122–1130.
- Musick, J., Bonfil, R. 2005.** Management Techniques for Elasmobranch Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. Rome, FAO, 251p.

- Mutlu, C. 1994.** Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linneaus, 1758) Balıklarının Bazı Populasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Mühendisliği Anabilim Dalı, 44 s.
- Mutlu, C. 2000.** Doğu Karadeniz'de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linneaus 1758) Populasyonunun Özellikleri ve Stok Miktarı Tahmininde Analitik Yöntemlerin Uygulanması. Doktora Tezi. Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, 111 s.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z., Şahin, D. 2009.** Karadeniz'de Avlanan Pelajik Türlerden İstavrit (*Trachurus trachurus*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve Tirsi (*Alosa alosa*) Balıklarının Boy Kompozisyonundan Populasyon Parametrelerinin Tahmini. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi 21 (1): 1-8.
- Parsons, L.S., Powles, H., Comfort, M.J. 1998.** Science in Support of Fishery Management: New Approaches for Sustainable Fisheries. Ocean & Coastal Management, 39(1-2): 151– 166.
- Pauly, D., 1980.** On the Interrelationship Between Natural Mortality, Growth Parameters and Mean Environmental Temperature in 175 fish stocks. Journal du Concil International pour l'Exploration de la Mer. 39(3): 175-192.
- Pauly, D., 1984.** Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators. ICLARM Stud. Rev. 8. 325p.
- Prodanov, K., Mikhailov, K., Daskalov, G., Maxim, C., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V., Ozdamar, E. 1997.** Environmental Management of Fish Resources in the Black Sea and Their Rational Exploitation. Studies and Reviews. General Fisheries Council for the Mediterranean. No. 68. Rome, FAO, 178p, ISBN 92-5-103983-6.
- Pıslı, Y. 2006.** Karadeniz'de Yaşayan Çaçı Balığı (*Sprattus sprattus* (L., 1758))'nda Kemiksi Yapıları ve Uzunluk-Frekans Metodu ile Yaş Tayini. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 43 s.

- Samsun, N., Kalaycı, F., Samsun, O., Bilgin, S. 2006.** Samsun Körfezi'nde Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) Balığının Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (1/3): 481-486.
- Sparre, P., Venema, S.C. 1998.** Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, Part I: Manual. FAO Fisheries Technical Papers, No:306/1 Rev.2 ISBN 92-5-103996-8.
- Şahin, T. 1995.** Doğu Karadeniz Kıyılarındaki Çaçı Balığı (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826)'nın Bazı Biyolojik Özellikleri. Tr. J. of Zoology 23 (1): 249-255.
- TÜİK, 2010.** Türkiye İstatistik Kurumu Su Ürünleri Avcılığı İstatistikleri. Sayı: 139 7 Temmuz 2011.
- Ünlüata, Ü., 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.** Türkiye'nin Karadeniz Kıyısındaki Balık Stoklarının Tespiti Projesi. ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Trabzon, DEBÇAG-74/G, DEBÇAG 139/G ve DEBAG 115/G (1989-1995).
- Wetherall, J. A., Polovina, J. J., Ralston, S. 1987.** Estimating Growth and Mortality in Steady-state Fish Stocks from Length-frequency Data, p. 53-74. In D. Pauly and G.R. Morgan (eds.) Length-Based Methods in Fisheries Research. ICLARM Conference Proceedings: 13: 468 p.
- Yücel, Ş., Erkoyuncu, İ. 2000.** Orta Karadeniz Bölgesi'nde Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758)'in Populasyon Dinamiği. Turk J. Biol. 24: 543-552.

ÖZGEÇMİŞ

Ercan ERDEM; 1979 yılında Samsun’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Samsun’da tamamladı. 1998 yılında girdiği Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nden 2002 yılında mezun oldu. 2003-2006 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda yüksek lisans yaptı. 2006 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda doktora öğrenimine başladı. Kasım 2008’de Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 50/d kadrosuyla araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Nisan 2010’da Yükseköğretim Kurulu’ndan kazandığı burs ile Japonya’da Kagoshima Üniversitesi Balıkçılık Fakültesi’ne giderek burada 1 yıl süreyle doktora tezi ile ilgili çalışmalarda bulundu. Halen Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda doktora öğrenimine devam etmektedir.