

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

96709

DOĞU KARADENİZ'DE HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758)
POPULASYONUNUN ÖZELLİKLERİ VE STOK MİKTARININ TAHMİNİNDE
ANALİTİK YÖNTEMLERİN UYGULANMASI

Bal. Tek. Yük. Müh. Cengiz MUTLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

“Doktor”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

96709

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01. 02. 2000

Tezin Savunma Tarihi : 03. 03. 2000

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Adnan TOKAÇ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

Trabzon 2000

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programı'nda yapılmıştır. KTÜ Araştırma Fonu, 96.101.010.19 kod nolu proje olarak desteklenen bu araştırmanın saha çalışmaları, Doğu Karadeniz'de avcılık yapan balıkçı gemilerinde, laboratuvar çalışmaları KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans ve Doktora tez danışmanlığımı üstlenen, bu çalışmalara başlamamda, konunun belirlenmesinde, saha çalışmalarında, verilerin değerlendirilmesi ve de yazım aşamasında olağanüstü bir destek sağlayan, her türlü manevi ilgisini esirgemeyen danışmanım değerli hocam sayın Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmaların yürütülmesinde bana her türlü desteğini sağlayan balıkçı gemileri sahipleri ve tayfalarına, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen sayın Öğr. Gör. Cemalettin ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başlangıcından itibaren sabrını ve ilgisini esirgemeyen, rahat bir çalışma ortamı hazırlayan değerli eşim Nuran ve biricik kızım Elanur'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Cengiz MUTLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Karadeniz'in Biyo-Ekolojik Özellikleri.....	3
1.3. Hamsinin Biyo-Ekolojik Özellikleri.....	5
1.4. Stok Yönetimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	11
1.5. Hamsi Balıkları İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Araştırma Planı.....	17
2.1.1. Araştırma Sahası.....	17
2.2. Yöntemler.....	18
2.2.1. Verilerin Toplanması.....	18
2.2.2. Örnekleme Yöntemleri.....	18
2.2.3. Morfolojik Ölçümler.....	19
2.2.4. Boy Ağırlık İlişkisi.....	19
2.2.5. Oransal Büyüme.....	20
2.2.6. Yaş Tayini.....	20
2.2.7. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması.....	21
2.2.8. Kondisyon Faktörü.....	23
2.2.9. Ölüm Oranı.....	24
2.2.9.1. Yaşama Oranından Anlık Ölüm Oranının (Z) 'nin Tahmin.....	24
2.2.9.2. Av Eğrisinden Z'in Tahmini.....	25

2.2.9.3. Doğal Ölüm Oranının (M) Tahmini.....	25
2.2.9.4. Avcılık Ölüm Oranının (F) Tahmini.....	26
2.2.10. Sömürülme Oranının (E) Hesaplanması.....	26
2.2.11. Populasyon Büyüklüğünün Tahmini (Cohort Analizi).....	27
2.2.12. Yeni Katılım Başına Verim ve Biyokütlenin Hesaplanması (Beverton ve Holt Modeli).....	30
2.2.13. Boya Dayalı Thompson ve Bell Yöntemi.....	32
2.2.14. İstatistik Analizler.....	33
3. BULGULAR.....	34
3.1. Populasyon Yapısı.....	34
3.1.1. Boy Kompozisyonu.....	34
3.1.2. Cinsiyet Dağılımı.....	36
3.1.3. Yaş Kompozisyonu.....	37
3.2. Büyüme.....	40
3.2.1. Oransal Büyüme.....	40
3.2.2. Kondisyon Faktörü.....	41
3.2.3. Boy Ağırlık İlişkisi.....	43
3.2.4. Yaş Boy ve Yaş Ağırlık İlişkisi.....	45
3.3. Ölüm oranları.....	49
3.4. İşletme oranları.....	51
3.5. Av ve Av Gücü Arasındaki İlişki.....	51
3.6. Populasyon Büyüklüğünün Tahmini.....	54
3.7. Yeni Katılım Başına Verim.....	57
3.8. Thompson ve Bell Yöntemi.....	61
4. İRDELEME.....	65
5. SONUÇLAR.....	86
6. ÖNERİLER.....	90
7. KAYNAKLAR.....	93
8. EKLER.....	104
ÖZGEÇMİŞ.....	112

ÖZET

1996/97 ve 1997/98 hamsi av sezonunda Doğu Karadeniz’de (Fatsa-Hopa) yürütülen bu çalışmada, hamsi (*Engraulis encrasicolus*) populasyonunun büyüme ve ölüm parametreleri ile stok yönetimine ilişkin stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ortalama boy ve ağırlık, 1996/97 av sezonunda 10.12 cm ve 6.59 g, diğerinde ise 10.81 cm ve 7.89 g’dır. Populasyonda dişilerin oranı daha yüksektir. Ortalama oransal boy ve ağırlıkça büyüme oranları sırası ile 1996/97 av sezonunda %18 ve %63, 1997/98 av sezonunda %17 ve %58 dir. Ortalama kondisyon faktörü her iki sezonda da 0.59’dur. Populasyondaki balıkların boy-ağırlık, yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkisi denklemleri:

1996/97 için: $W=0.0073L^{2.90}$; $L_t = 17.00(1 - e^{-0.310(t+2.160)})$; $W_t = 27.23(1 - e^{-0.310(t+2.160)})^{2.903}$

1997/98 için; $W=0.0055L^{3.03}$; $L_t = 15.57(1 - e^{-0.417(t+1.826)})$; $W_t = 22.42(1 - e^{-0.417(t+1.826)})^{3.027}$

şeklindedir. Populasyondaki ortalama yaşama oranı (S), 1996/97 av sezonu için %19, 1997/98 av sezonu için ise % 14’tür. Anlık toplam, avcılık ve doğal ölüm oranları ise sırasıyla; ilk sezonda $Z=1.67$, $F=1.10$ ve $M=0.56$, ikinci sezonda ise; $Z=2.07$, $F=1.40$ ve $M=0.67$ ’dir. İşletme oranı (E) sırasıyla 0.66 ve 0.68’dir.

Boya dayalı yıl sınıfı (cohort) analizi sonuçlarına göre, denizde bulunan toplam balık miktarı ilk sezon için 326 bin ton, ikinci sezon için 252 bin ton olarak hesaplanmıştır. Birim güçte av miktarları, her iki yılda da küçük ve orta boy gemilerde en yüksektir. Birim güçte av miktarı bakımından 1996/97 av sezonu, diğerine göre daha verimlidir.

Beverton-Holt’un yeni katılım başına verim (Y/R) ve Thompson-Bell yöntemine göre, her iki yılda da yetersiz avcılık yapıldığı, MSE düzeyine uygulanan av baskısından daha az bir F ile ulaşılacağı görülmektedir. Bu nedenle, Doğu Karadeniz’de hamsi avlayan balıkçıların iyi bir üretim planlaması ile av gücünü doğru bir şekilde kullanarak, daha az avlayıp yüksek gelir sağlamaları, stokların korunmasını ve daha sonra yine kendilerinin avlayacağı daha fazla miktarda biyokitlenin denizde bırakılmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hamsi (*Engraulis encrasicolus*), Populasyon Parametreleri, Karadeniz, Yıl Sınıfı (Cohort) Analizi, Bhattacharya, Beverton-Holt, Thompson-Bell Modelleri

SUMMARY

Determination of Population Parameters and Stock Assessment of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in South-eastern Black Sea

This study was conducted during 1996/97 and 1997/98 anchovy fishing seasons in South-eastern Black Sea (Fatsa-Hopa) and aimed collecting basic data on population parameters and developing stock management strategies of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*).

Mean length and weight values were 10.12 and 10.81 cm, and 6.69 and 7.89 g in 1996/97 and 1997/98 fishing season, respectively. Numbers of females in population seems to higher than those of males. Mean growth rates were estimated as 18% and 17% (length), and 63% and 58% (weight) during the first and second seasons, while the mean condition factor remained at 0.59 during the both seasons. Length-weight, age-length and age-weight relationship equations of the population are follow:

$W=0.0073L^{2.90}$; $L_t = 17.00(1 - e^{-0.310(t+2.160)})$; $W_t = 27.23(1 - e^{-0.310(t+2.160)})^{2.903}$ in 1996/97 and $W=0.0055L^{3.03}$; $L_t = 15.57(1 - e^{-0.417(t+1.826)})$; $W_t = 22.42(1 - e^{-0.417(t+1.826)})^{3.027}$ in 1997/98.

Data shows that mean survival rates (S) for 1996/97 and 1997/98 seasons were 19% and 14%, while total instantaneous, fishing and natural mortality rates were; $Z=1.67$, $F=1.10$ and $M=0.56$, and $Z=2.07$, $F=1.40$ and $M=0.67$ respectively. Fishing rates (E) on the population for the study periods have been estimated as 0.66 and 0.68.

According to length based cohort analysis results size of the population has been assessed as 326 thousands tons in 1996/97 and 252 thousands tons. Catch for per unit fishing effort seemed to high for small and medium size vessels and the catch for per unit effort during 1996/97 fishing season was higher than that of the following season.

Beverton-Holt's yield for per recruitment (Y/R) and Thompson-Bell approaches indicates that fishing rates were insufficient during both seasons and it seems to possible to reach MSE level with smaller F than actual fishing pressure. Therefore, it appears quite possible that well programmed fishing and rational utilisation of the fishing power may reduce catch, increase fishermen's income and sustain the anchovy fisheries in this area.

Key Words: Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, Black Sea, Population Parameters, Cohort Analysis, Bhattacharya, Beverton-Holt, Thompson-Bell Models

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Yıllara göre Dünya ve Türkiye’de toplam su ürünleri üretimi ve Türkiye hamsi üretim miktarları (FAO, 1998; DİE, 1998,1999).....	2
Şekil 2. Hamsinin (<i>Encraulis encrasicolus</i>) dünyadaki dağılım alanları (Koyu çizgi) (FAO, 1988).....	6
Şekil 3. Karadeniz hamsisinin mevsimsel dağılımı ve göç yolları (Majarova ve Chugunova, 1954).....	7
Şekil 4. Hamsi yumurtalarının dağılım sıklığını gösterir konturlar (Einarson ve Gürtürk, 1960).....	7
Şekil 5. Hamsinin üreme-beslenme ve kışlama alanları ile göç, yön ve yolları (Ivanov ve Beverton, 1985).....	8
Şekil 6. Temmuz 1992’de Karadeniz’de hamsi yumurtalarının dağılımı (m ² de adet) ve yüzey suyu sıcaklığı (°C;5 m derinlikte). En büyük daire 1167 adet yumurta m ² dir) (Niermann vd, 1994).....	8
Şekil 7. Azak hamsisinin göç şeması; 1-Yumurtlama ve beslenme bölgeleri 2-Kışlama bölgeleri; 3-İlkbahar göçü; 4-Sonbahar göçü ; 5-Dağılmış populasyon göçü. Karadeniz Hamsisi; 6-Yumurtlama ve beslenme bölgeleri; 7-Kışlama bölgeleri; 8-İlkbahar göçü; 9- Sonbahar göçü (Chashchin, 1999).....	9
Şekil 8. Karadeniz hamsisinin (<i>Encraulis encrasicolus</i>) ; a,b,c- yumurta; d-uzunluğu 2 mm’ye yakın olan prelarva; e-2.62 mm uzunluğunda olan prelarva; f-3 mm uzunluğunda olan prelarva; g-4 mm uzunluğunda olan prelarva; h-8.6 mm uzunluğunda olan prelarva (Altan, 1957).....	10
Şekil 9. Çalışma Alanı.....	18
Şekil 10. Farklı av sezonlarında avlanan hamsi balıklarının boy gruplarına göre cinsiyetleri.....	37
Şekil 11. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda, boy frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	39
Şekil 12. 1996/97 ve 1997/98 av sezonu boy ağırlık ilişkileri.....	44

Şekil 13. Hamsilerde von Bertalanffy büyüme denkleminde göre belirlenen yaş-boy ilişkisi eğrileri.....	47
Şekil 14. 1996/97 ve 1997/98 av sezonu av eğrisi.....	50
Şekil 15. Her iki avlanma sezonunda farklı av gücü kriterlerine göre birim güçte av miktarları (1;Av Miktarı/Gemi Boy (Ton/m), 2; Av Miktarı/Tayfa Sayısı (Ton/n), 3; Av Miktarı/Yakıt Miktarı (Ton/Ton), 4; Av Miktarı/Motor Gücü (Ton/HP), 5;Av Miktarı/Ağ Boyu (Ton/m)	53
Şekil 16. Yıllara göre yeni katılım başına verim ve biyokütle miktarındaki değişim.....	59
Şekil 17. Yıllara göre hesaplanan ürün yenilenme konturları mevcut avcılık ölüm avcılık oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi).....	60
Şekil 18. Thompson-Bell yönteminde göre Tablo 18'deki üretimin grafik olarak gösterimi.....	64
Şekil 19. Karadeniz'de yürütülen çeşitli araştırmalarda hamsi balıklarının yaş-frekans dağılımları.....	69
Şekil 20. Hamsilerde aylık kondisyon faktörü değerlerindeki değişim.....	70
Şekil 21. Doğu Karadeniz'de balık üretimi, av gücü ve birim güçte av miktarındaki değişimler (DKTBÜ:Doğu Karadeniz toplam balık üretimi; DKHÜ: Doğu Karadeniz hamsi üretimi ;GN:Gemi sayısı; CUPE: Birim güçte av miktarı).....	79
Şekil 22. 1987/88 yılı verim yenilenme konturları, uygulanan avcılık ölüm oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi).....	82
Şekil 23. 1990/91 ve 1993/94 yıllarına göre hesaplanana verim yenilenme konturları, uygulanan avcılık ölüm oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi).....	83

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda avlanan hamsi bireylerinin aylara göre boy frekans dağılımları.....	34
Tablo 2. Yıllara göre ortalama boy (cm), ağırlık (g), frekans (N) ve eklemeli frekans (EF) dağılımları.....	35
Tablo 3. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda araştırma sahasında avlanan bireylerin aylık cinsiyet dağılımları.....	36
Tablo 4. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda incelenen hamsi bireylerinin yaşlara göre ortalama boy (cm) ve ağırlıkları (g).....	38
Tablo 5. Bhattacharya yöntemine göre boy frekanslarından elde edilen yaş grupları ve ortalama boylar (cm).....	40
Tablo 6. Hamsilerin yıllara ve yaş gruplarına göre boyca ve ağırlıkça büyüme oranları (%)......	41
Tablo 7. Yaş gruplarına göre kondisyon faktörleri.....	41
Tablo 8. Aylara göre kondisyon faktörü.....	42
Tablo 9. Boy ağırlık ilişkisi parametreleri.....	43
Tablo 10. Yıllara göre büyüme parametreleri ve büyüme performansı indeksi (\emptyset') değerleri.....	45
Tablo 11. Farklı yöntemlere göre hesaplanan parametrelerinin ortalamaları..	46
Tablo 12. Hamsi popülasyonunda yaşama, ölüm ve işletme oranları.....	49
Tablo 13. 1996/97 ve 1997/98 av sezonlarında Doğu Karadeniz'de hamsi avcılığında kullanılan balıkçı gemileri, av miktarları ve kullanılan av gücü.....	52
Tablo 14. Her iki avlanma sezonunda farklı av gücü kriterlerine göre birim güçte av miktarları.....	53
Tablo 15. Doğu Karadeniz'de 1996/97 av sezonu için hesaplanan boya dayalı cohort analizi.....	55
Tablo 16. Doğu Karadeniz'de 1997/98 av sezonu için hesaplanan boya dayalı cohort analizi.....	56

Tablo 17.	Yeni katılım başına verim (Y/R) ve biyokütle (\bar{B}/R) miktarının hesaplanması.....	58
Tablo 18.	Doğu Karadeniz’de 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda hamsi üretiminin boya dayalı Thompson ve Bell yöntemine göre, maksimum sürekli verim (MSY) ve maksimum sürekli ekonomik verim (MSE) düzeyleri.....	62
Tablo 19.	Çeşitli yıllarda yapılan araştırmalarda hamsi popülasyonuna ilişkin yaş kompozisyonu, ortalama total boy (cm) ve ağırlık (g) bulguları.....	66
Tablo 20.	Çeşitli araştırmalara göre avlanan hamsilerin farklı yıllardaki eklemeli frekans dağılımları.....	67
Tablo 21.	Farklı yıllarda çeşitli araştırmacılarca bulunan eşey oranları (%), boy-ağırlık ilişkisi ve von Bertalanffy büyüme parametreleri, kondisyon faktörü ($K=W/L^3$), büyüme performansı (ϕ), yaşama ($S=\%$) ve ölüm oranları (Z,F,M).....	72
Ek Tablo 1.	Av sezonlarına göre, gözlenen ortalama boy ve ağırlıklar ile, boy ağırlık ilişkisi denkleminde ($W = a \cdot L^b$) göre hesaplanan değerler...	104
Ek Tablo 2.	Hamsilerde gözlenen boy ve ağırlıklar ile çeşitli yöntemlere göre, yaş boy ve yaş ağırlık ilişkisi denkleminde hesaplanan boy ve ağırlıklar.....	104
Ek Tablo 3.	1996/1997 av sezonunda Doğu Karadeniz’ de avcılık yapan balıkçı gemileri	105
Ek Tablo 4.	1997/1998 av sezonunda Doğu Karadeniz’ de avcılık yapan balıkçı gemileri.....	106
Ek Tablo 5.	1996/97 ve 1997/98 av sezonu hamsi için F ’nin bir fonksiyonu olarak yeni katılım başına verim ve yeni katılım başına ortalama biyokütle miktarı.....	107
Ek Tablo 6.	1996/97 av sezonunda Doğu Karadeniz’de hamsi için uygulanan boya dayalı Thompson ve Bell yöntemi.....	108
Ek Tablo 7.	1997/98 av sezonunda Doğu Karadeniz’de hamsi için uygulanan boya dayalı Thompson ve Bell yöntemin.....	110

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Balıkçılık, beslenmenin yanı sıra, sanayi hammaddesi olması, istihdam imkanı oluşturması ve yüksek ihracat potansiyelinin bulunması nedeni ile Türkiye ekonomisi için çok önemli bir sektör niteliğindedir. Ülkemiz, üç tarafını çevreleyen denizler, 8333 km' ye varan kıyı uzunluğu ve zengin akarsu, göl, gölet, baraj gölleri gibi içsuların varlığı ile büyük bir su ürünleri potansiyeline sahip bulunmaktadır. Bu nedenle, kaynaklarımızın aşırı ve zararlı avcılıkla tahrip edilmeden verimli şekilde işletilmesi, ekonomik değeri yüksek olan su ürünlerinin korunması ve stokların geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Ülkemiz, dünya nüfusunun hızla arttığı, açlık veya dengesiz beslenme sorununun önemli boyutlar kazandığı günümüzde, gıda kaynakları açısından kendi kendine yeterli ülkelerden biridir. Ancak, 65 milyonu aşan nüfusun yılda %2.2 gibi yüksek bir oranda artışı, dengeli beslenme açısından önem arz etmektedir. Dengeli beslenme için gerekli proteinin 1/3 ünün hayvansal kökenli olması gerekirken, ülkemizde bugün, protein ihtiyacının ancak 1/6 sının hayvansal kökenli proteinlerle karşılandığı bilinmektedir. Bu nedenle, hayvansal protein kaynaklarının geliştirilmesi zorunlu görülmekte, protein açığını kapatmakta, su ürünleri değerli besin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, su ürünlerinden sağlanan proteinler sağlık yönünden de büyük önem taşımaktadır. Bunun sonucu olarak, deniz akarsu ve göllerimiz üzerindeki av baskısı gittikçe artmaktadır.

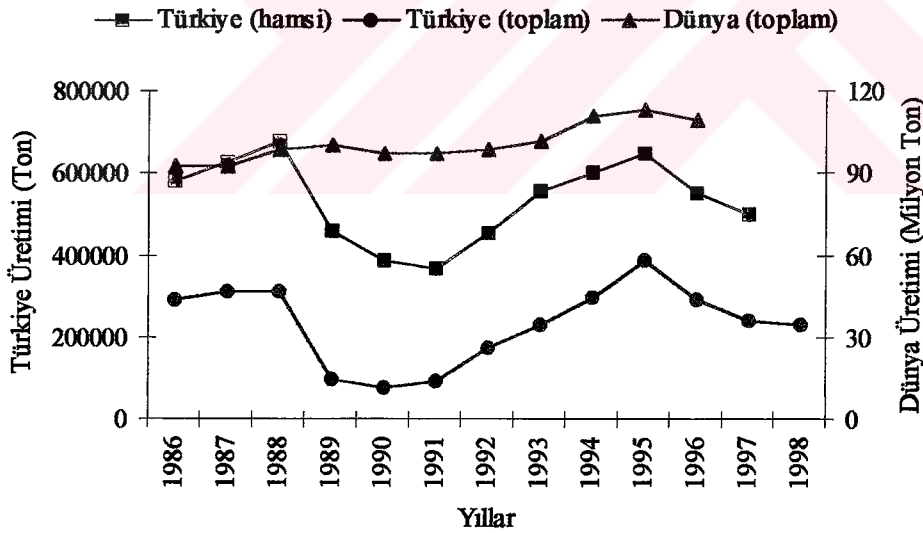
Ülkemiz coğrafi konumu ve değişik ekolojik özelliklere sahip denizleri, sıcak ve soğuk içsuları ile çok çeşitli su ürünlerinin yetişmesine imkan veren, su ürünleri potansiyeli yüksek kaynaklara sahiptir. Bu kaynaklardan istenilen ölçüde yararlanmak, ancak bu kaynakları korumak ve geliştirmekle mümkündür. Su ürünleri kaynaklarının sürdürülebilir olması için, balıkçılık aktivitelerinin bilinçli bir şekilde yürütülmesi ve geleceğe dönük planlanması gerekir. Bu nedenle, canlı deniz kaynaklarının geçmişteki durumu ve bugünkü potansiyelinin çok iyi bilinmesi gerekir.

Balıkçılık yönetiminde birinci amaç, stok yoğunluğu üzerindeki pozitif ve negatif faktörlerin etkisini ortaya koymaktır. Ayrıca, stok yönetiminde optimum kullanma düzeyinin önceden tahmin edilmesi gerekir. Stok tahmini ve populasyon dinamiği çalışmaları, genellikle ticari balık türleri üzerinde yoğunlaşmış olup, gelecekte

karşılaşılabilecek durumların, kaynakların yönetimleri ile olan ilgisini ve mevcut durumlarını tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

Karadeniz, Türkiye'nin en önemli balıkçılık sahasını oluşturmaktadır. Türkiye'deki su ürünleri üretiminin %76'sını deniz balıkları oluşturmaktadır (DİE, 1998). Deniz balıkları üretiminin de %63'ü Karadeniz'den sağlanmakta ve bunun %55'ini hamsi oluşturmaktadır. Hamsinin toplam deniz ürünleri üretimindeki payı %53'dür. Avlanan hamsinin %72'si Doğu Karadeniz'den karşılanmakta ve bu miktar Doğu Karadeniz'de avlanan toplam deniz ürünlerinin %82'sini oluşturmaktadır (DİE, 1999).

Türkiye hamsi üretiminde, son yıllarda büyük dalgalanmalar görülmektedir. Hamsi üretimi 1988 yılına kadar giderek artmış ve sonraki yıllarda hızlı bir azalma görülmüştür. 1992 yılında yükselme eğilimine geçen hamsi üretimi, 1996 yılından sonra tekrar azalma göstermiştir. Türkiye su ürünleri üretimine paralel olarak, Dünya su ürünleri üretimi de benzer bir dalgalanma göstermektedir (Şekil 1). 1988 den sonra üretimdeki ani düşüşün nedeni olarak hem aşırı avcılık (Seyhan vd, 1996), hemde Karadeniz ekosisteminde meydana gelen kontrol dışı gelişmeler olduğu belirtilmiştir (Mee, 1992; Rass, 1992; Kıdeyş, 1994).



Şekil 1. Yıllara göre Dünya ve Türkiye'de toplam su ürünleri üretimi ve Türkiye hamsi üretim miktarları (FAO,1998; DİE, 1998, 1999).

Karadeniz'de ticari öneme sahip türlerin populasyon özelliklerinin bilinmesi ve önceden tespit edilmesi, su ürünleri sektöründe yapılacak planlamalar için çok büyük bir önem taşımaktadır. Ülkemizdeki su ürünleri stoklarının sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi için balıkçılığın ve stokların doğru olarak tespit edilerek ortaya konulması, stokların sürekli

olarak izlenmesi ve buna göre meydana gelebilecek değişikliklerin yerinde ve zamanında belirlenerek önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu güne kadar yapılan çalışmaların çoğu, populasyon parametrelerinin tespit edilmesine yöneliktir. Populasyon parametrelerinin tespit edilmesi, stokların yönetilmesi konusunda, gerekli olmasına karşın tek başına yeterli değildir. Bu parametrelerin, diğer verilerle (yenilenme, av gücü, av miktarı, filo büyüklüğü vb.) değerlendirilerek stokların işletilmesine yönelik daha kapsamlı bilgilerle ortaya konması gerekmektedir.

Doğu Karadeniz’de yürütölen bu çalışmada, hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758)’nin populasyon parametrelerinin belirlenmesi ve ticari av verilerini kullanarak stok miktarının analitik yöntemlerle tahmini, mevcut avcılığın analizi, stok üstündeki etkilerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir verimlilik dikkate alınarak, hamsi balıkçılığı yönetim esaslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Karadeniz’in Biyo-Ekolojik Özellikleri

Karadeniz, jeomorfolojisi, bulunduğu iklim kuşağı ve bunlardan kaynaklanan hidrografik özellikleri ile eşsiz bir ekosistemdir. Avrupa ve Asya Kıtaları’nın birbirine yaklaştığı bölgede, 40° 55’ ve 46° 32’ kuzey enlemleriyle 27° 27’ ve 41° 42’ doğu boylamları arasında yer alan kısmen kapalı bir iç denizdir. Güneyden İstanbul Boğazı (genişlik 1.6 km., derinlik 36 m. ve uzunluk 31 km.) ile Marmara Denizi’ne, kuzeyden Ker Boğazı (20 m derinlik) ile Azak Denizi’ne bağlanmıştır. Ortalama derinliği 1271 m olan Karadeniz’in en derin yeri 2245 m dir. %30’undan fazlası 2000 m nin üzerinde derinliğe sahip olan Karadeniz’in yüzey alanı 423500 km² ve toplam hacmi 537000 km³ dür (Sorokin ,1986; Balkaş vd, 1990; Kıdeyş, 1994; Özdemir vd, 1997). Karadeniz, güneydoğuda Doğu Karadeniz Dağları, kuzeydoğuda Kafkas Dağları ile çevrilidir. Kırım dışındaki kuzeybatı kıyıları oldukça sığdır.

Karadeniz’e akan toplam suların %7’sini Türkiye sahillerindeki nehirlerden, en büyük kısmını (%79) ise Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinden gelen su oluşturmaktadır (Polikarpov vd, 1991). Dokuz ülkeye ait olan bu alanların bazı kesimlerinde yoğun endüstriyel ve tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Bu üç büyük nehrin döküldüğü alanlarda hiperötrofikasyonun olası olduğu belirtilmektedir (Alexandrov, 1991; Bronfman vd, 1991). Bu üç büyük nehir dışında, Karadeniz’e kaynağını kuzeydeki yüksek dağlardan alan 150 den fazla dere girdisi olduğu belirtilmiştir (Özdemir vd, 1997).

Karadeniz semi-arid bir iklim bölgesinde bulunduğundan, mevsimlere bağlı hava şartları değişikliklerinin deniz suyu üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Ancak Karadeniz'in hidrografik özellikleri, mevsimlere bağlı sıcaklık değişikliklerinin 90 m derinlikten daha aşağı ulaşmasını engeller. Karadeniz'de olduğu gibi, bir çok kapalı denizde, oldukça düşük tuzluluğu bulunan bir yüzey tabakası ile dibe doğru daha derinlerde daha yüksek tuzluluğu bulunan dip tabakası vardır. Bu iki tabaka arasında tuzluluğun derinlikle oldukça artış gösterdiği Haloklin adı verilen bir orta tabaka bulunur (Egemen ve Sunlu, 1996). Karadeniz'deki durgun su kütleleri, daha yoğun olan dip sularını, az yoğun olan yüzey sularından ayıran sürekli bir haloklinin sonucudur. Dikey karışım ve mevsimsel değişimler haloklin tabakasının üst kısmı ile sınırlanmıştır. Daha tuzlu ve oksijen bakımından fakir Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijence zengin daha az tuzlu yüzey sularından ayıran bir ara tabakanın varlığı nedeni ile tabakalar arasında oldukça zayıf oranlarda dikey karışımlar meydana gelmekte ve bu nedenle de derin sular yeteri kadar oksijenle beslenememektedir. Bunun sonucu olarak 100-150 m derinliklerdeki az miktarda oksijen ve hidrojen sülfürün beraberce bulunduğu bir geçiş tabakasının altında tümüyle oksijensiz koşullar etkin olmaktadır (Sorokin, 1986; Mater, 1995; Baykut vd, 1982). Niermann (1995), Karadeniz'in en önemli sorunlarından birinin, canlıların en fazla 70 m derinliğe kadar görülebildiği en verimli tabakaya, hem ülkemizden hem de çevre ülkelerden gelen her türlü su girdisinin boşaltılması olduğunu vurgulamıştır.

Sıcaklık balık davranışlarını etkileyen öncelikli faktörlerden biridir. Bu etki en belirgin bir şekilde üreme, göç ve sürü oluşturma dönemlerinde belirginleşmektedir. Balık kendini yatay sıcaklık farklılıklarına göre yönlendirmekte ve bu bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla bu bölgeler en iyi balıkçılık alanları olarak kabul edilir (Tomczak, 1977).

Fitoplankton kompozisyonu diğer ılıman deniz, içsular ve fiyortlardakine benzemektedir. Tür kompozisyonu sıcaklık ve tuzluluk tarafından kontrol edilmektedir (Sorokin, 1983). Daha önceki çalışmalar fitoplanktonun ana grubunu (%79) sentrik diatomların oluşturduğunu göstermiştir. Dinoflagellatlar ikinci derecede (%17) öneme sahiptirler (Zenkvitich, 1963, Caspers, 1957). Karadeniz fitoplanktonu 185 cins ve 746 tatlisu, acısu ve denizel türün yer aldığı 7 taksonomik ordodan oluşmaktadır. Fitoplanktonun dikey dağılımları çoğunlukla hidrojen sülfür tabakasının üst sınırına kadar inmektedir. Buna karşın en yüksek fitoplankton biyokütlesi ise üsteki 0-50 m arasındaki derinliklerde bulunmaktadır (Ivanov ve Beverton, 1985). Karadeniz'de tipik mevsimsel

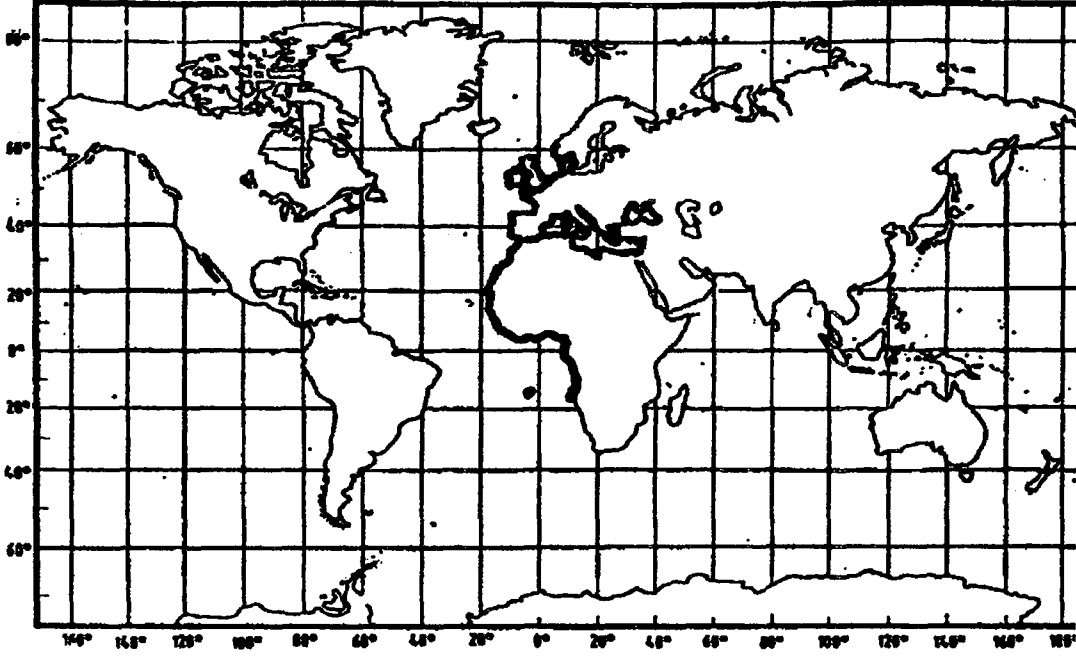
fitoplankton patlamaları görülmektedir. Birincisi kış sonu ilkbahar başlangıcına (Şubat-Nisan) rastlanmaktadır. Göreceli olarak daha zayıf olan ikinci patlama Ağustos-Eylül aylarında olmaktadır.

Karadeniz’de zooplankton üzerine yapılmış çalışmalarda Tintinid’ler 16, copepodlar 15 ve Rotatorya 14 tür olmak üzere zooplanktonda baskın grupları oluşturmaktadırlar (Zenkevitch, 1963; Casper, 1957). Karadeniz’de özellikle ilgi çeken canlılar (yırtıcı) taraklılar ile deniz analarıdır. *Aurelia aurita* ve *Pleurobrachia sp.*, Karadeniz’deki baskın zooplankton organizmalardandır. Kuzey Atlantik’ten gelen *Mnemiopsis leidyi*. ‘in zooplankton ve balık yumurta ve larvasını tüketen önemli bir yırtıcı olduğu bildirilmektedir (Govoni ve Olney, 1991). İlk kez 1987 de görülen *Mnemiopsis leidyi* Karadeniz de önemli ölçüde çoğaldığı bildirilmektedir (Vinogradov vd,1989; Vinogradov, 1990).

1.3. Hamsinin Biyo-Ekolojik Özellikleri

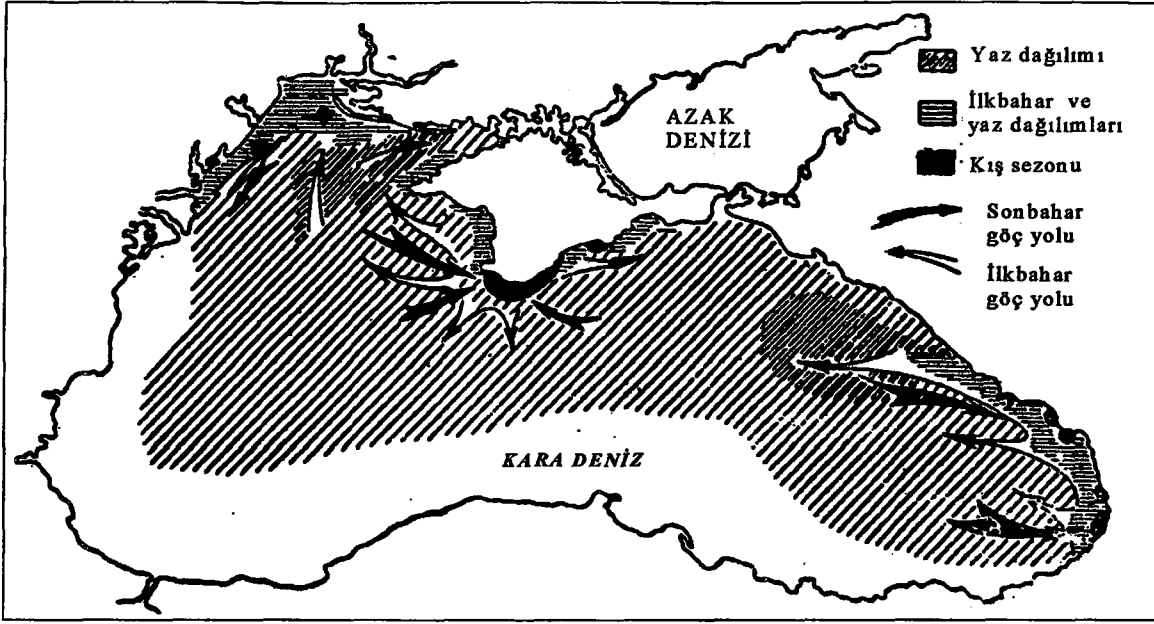
Hamsi (*Engraulis*) cinsine ait türler genellikle bütün tropikal, subtropikal ve kısmen ılıman denizlerde yaşamakta ve denizlerin kıyı kesimlerinde sürüler oluşturmaktadır. Hamsiler zaman zaman nehirlerin delta alanlarında da görülebilirler. Avrupa hamsisi olarak adlandırılan *Engraulis encrasicolus*’un dağılım alanları Karadeniz, Azak Denizi, Akdeniz, Atlantik Sahilleri, Güney Norveç’ten Kuzey Afrika’ya kadar olan kıyılarıdır (Şekil 2) (FAO, 1988). Dünyada Engraulidae familyası içerisinde 9 cins ve 80 tür bulunmakta, bunlardan 3 cins ve buna bağlı 9 türü ekonomik açıdan önem taşımaktadır. Bu türler arasında, 1986 yılı su ürünleri üretim miktarına göre *Engraulis ringens* (Peru hamsisi)’den sonra, Türkiye ‘de avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) önde gelmektedir. Bu tür, Karadeniz ve Azak Denizi’nde bol miktarda bulunmaktadır. Hamsi balıkları Karadeniz’de iki ayrı alt tür ile temsil edilmektedir. Bunlar *Engraulis encrasicolus ponticus* ve *Engraulis encrasicolus maeticus*’tur (Alexandrov, 1927; Slastenenko, 1955/56).

Bu iki alt türden *Engraulis encrasicolus ponticus* Karadeniz hamsisi olarak anılmaktadır. Karadeniz hamsisinin boyu 18-20 cm’ye kadar büyüyebilir (Slastenenko,1955/56, Fischer, 1973). İkinci alt tür olan *Engraulis encrasicolus maeticus* Azak hamsisi olarak bilinir ve boyu 15 cm’ye kadar ulaşır (Slastenenko, 1955/56; Üner, 1960).



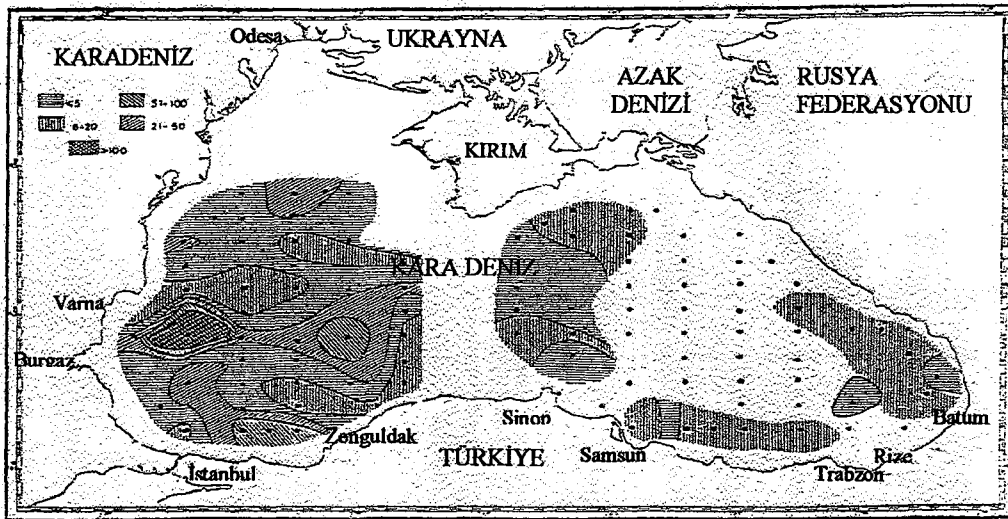
Şekil 2. Hamsinin (*Encraulis encrasicolus*) dünyadaki dağılım alanları (Koyu çizgi) (FAO, 1988).

Azak hamsisi *E.e. maeticus*, Azak Denizi'nde ürer beslenir ve kışlarken, kuzey Kafkasya'dan Sukumi'ye kadar ve kısmen de Kırım açıklarında sürüler oluşturur. Kışlama döneminde bu alt tür yalnız BDT üyelerince avlanır (Ivanov ve Beverton, 1985). Son yıllarda yapılan bir araştırmada (Chashchin, 1995), bu alt türün Türkiye sahillerine kadar indiği ve avlandığı ileri sürülmektedir. Karadeniz hamsisi, kuzey – güney istikametinde kışlama, besleme ve üreme göçü yapmaktadır. Güney istikametinde kışlama ve kuzey istikametinde üreme ve beslenme göçünün hızı günde 10-20 mildir. Genellikle Anadolu, Kafkasya ve Kırım sahillerinin ılık alanlarında kışlarlar ve sık sürüler oluştururlar (Ivanov ve Beverton, 1985). Sürü yoğunluğu, gündüz oluşan sık sürülerde 500-800 birey/m³, seyrek sürülerde 200-400 birey/m³ olup, geceleri 20-60 birey/m³ 'e kadar inmektedir (Chashchin 1995). Hamsi gece ile gündüz arasında dikey göç yapmakta ve gündüzleri derin suya (70-90 m) inerken, geceleri sahillere doğru ve yüzeye (10-40 m) çıkmaktadır (Ivanov ve Beverton, 1985). Hamsi, Nisan'da Türkiye kıyılarındaki kışlama alanından, kuzeydeki beslenme ve üreme alanına göçe başlar. Nisan ortasından Ekim'e kadar özellikle Karadeniz'in kuzey kesiminde yoğunlaşmıştır (Şekil 3) (Majorova ve Chugunova, 1954). Sıcaklık ve iklimsel değişimlere bağlı olarak genellikle Kasım'da güney göçü başlar (Ivanov ve Beverton, 1985).

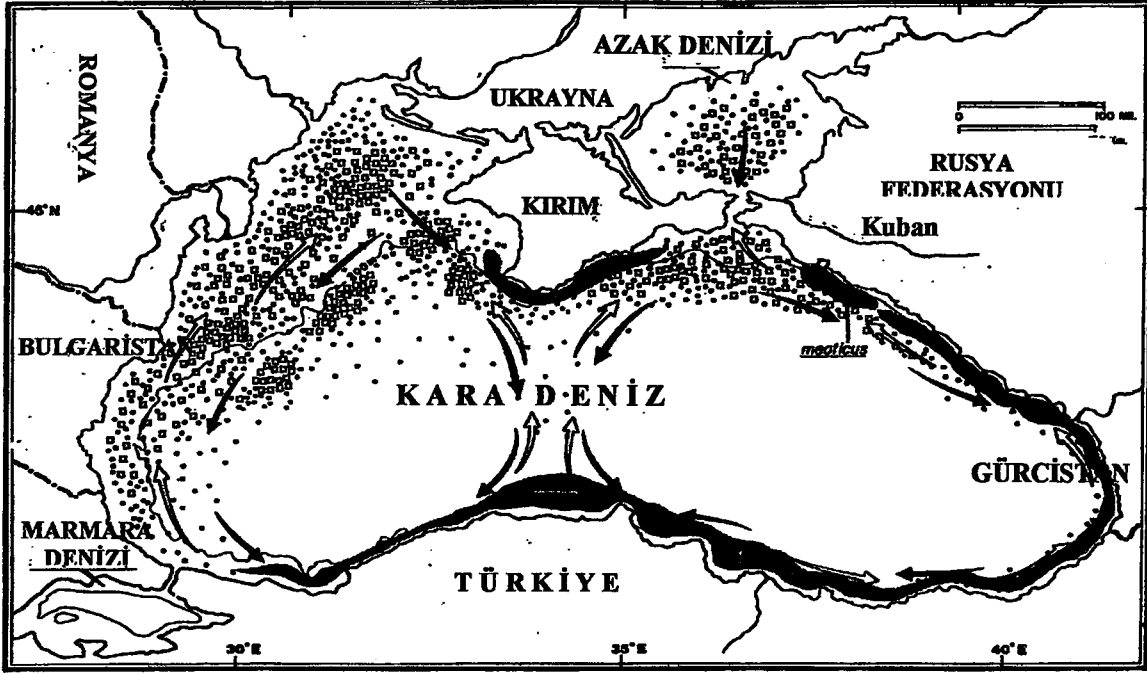


Şekil 3. Karadeniz hamsisinin mevsimsel dağılımı ve göç yolları (Majarova ve Chugunova, 1954)

Kıyı ve açık sularda yapılan örneklemler hamsinin tüm Karadeniz’de yumurtladığını göstermiştir (Şekil 4) (Einarson ve Gürtürk, 1960). Fakat son yıllardaki çalışmalarda asıl yumurtlama alanının Kuzey Kuzeybatı kıta sahanlığında olduğu belirtilmektedir (Şekil 5,6,7) (Ivanov ve Beverton, 1985; Niermann vd, 1994; Chashchin, 1999).

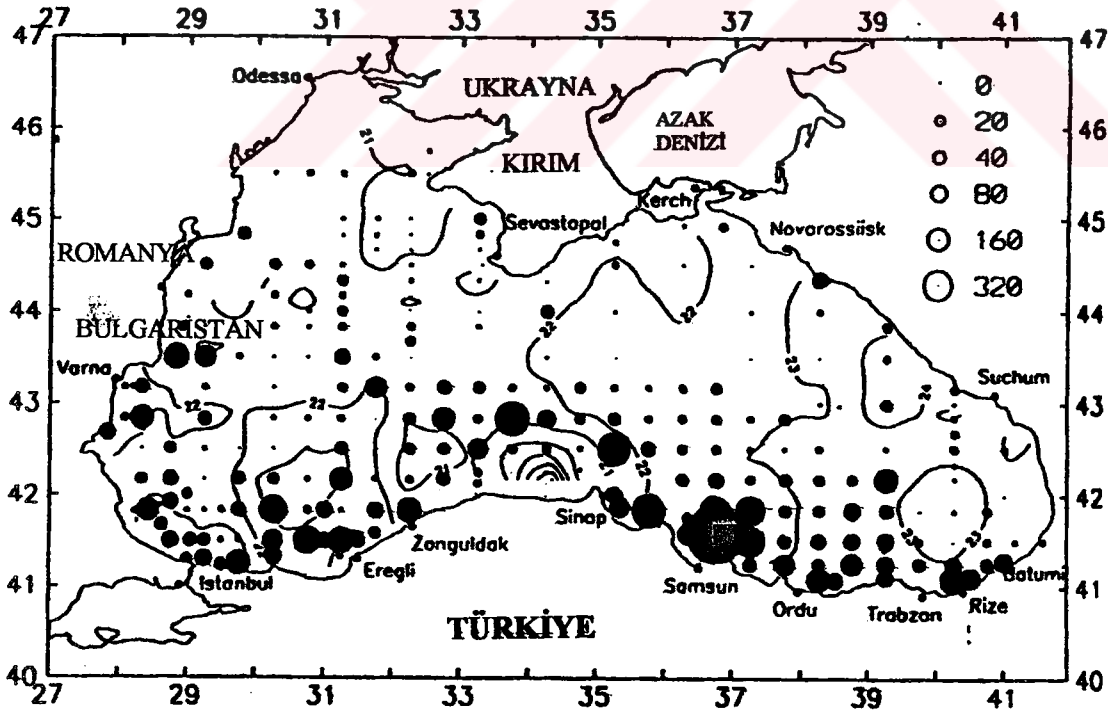


Şekil 4. Hamsi yumurtalarının dağılım sıklığını gösterir konturlar (Einarson ve Gürtürk, 1960)

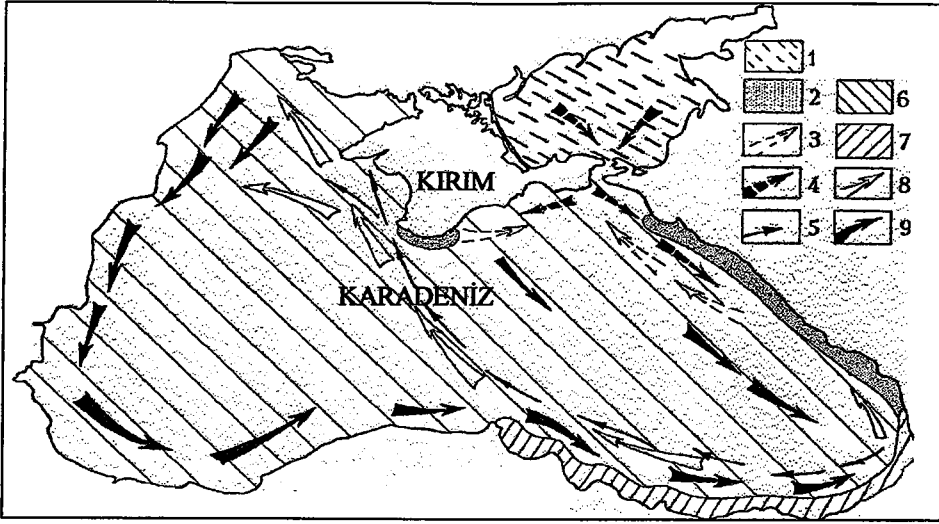


⇨ Üreme alanı ve göçü ⇨ Beslenme alanı ve göçü ⇨ Kışlama alanı ve göçü

Şekil 5. Hamsinin üreme-beslenme ve kışlama alanları ile göç, yön ve yolları (Ivanov ve Beverton, 1985).



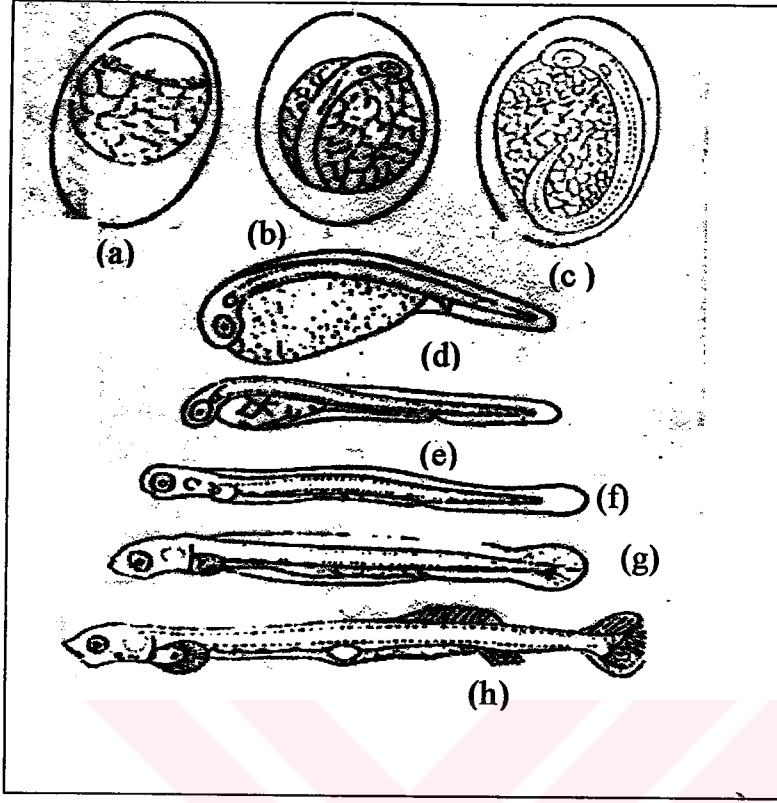
Şekil 6. Temmuz 1992 de Karadeniz'de hamsi yumurtalarının dağılımı (m²de adet) ve yüzey suyu sıcaklığı (°C; 5 m derinlikte). En büyük daire 1167 adet yumurta m² dir (Niermann vd, 1994).



Şekil 7. Azak hamsisinin göç şeması; 1-Yumurtlama ve beslenme bölgeleri ; 2-Kışlama bölgeleri; 3-İlkbahar göçü; 4-Sonbahar göçü; 5-Dağılmış popülasyonun göçü. Karadeniz Hamsisi; 6-Yumurtlama ve beslenme bölgeleri ; 7-Kışlama bölgeleri; 8- İlkbahar göçü; 9- Sonbahar göçü (Chashchin, 1999).

Karadeniz hamsisi cinsi olgunluğa bir yılda ulaşmaktadır. Mayıs'tan itibaren Eylül'e kadar yumurtlama gerçekleşmektedir. Yumurtalarına, Karadeniz'in bütününde hem sahil bölgelerinde, hem de açık denizde rastlanmaktadır (Altan, 1957). Bir yaşındaki genç balıklar ilk kez yumurtlama sezonunun sonuna doğru yumurta bırakmaktadır. IV. evredeki ovaryumlardaki vitelin ovüllerinden belirlenen bireysel ortalama doğurganlık 42000 yumurta olarak bulunmuştur (Üner, 1960; Ivanov ve Beverton 1985)

Kısa ömürlü bir balık olan hamsinin yaşam süresi 4 yıldır. Geçirdikleri birinci kıştan sonra olgunlaşmaktadırlar. Yumurtlama 17-18 °C 'deki kıyıya yakın sığ sularda 5-10 metreler arasında gerçekleşmektedir. Yumurtlamanın olduğu suyun tuzluluğu 12-18 ppt ve pH'sı 8.3 ile 8.4 arasında değişmektedir. Yumurtalar elips şeklinde olup pelajiktir. Su sıcaklığına bağlı olarak 24 saat içerisinde larva oluşmaktadır. Yumurta zarı ince ve şeffaf olup yumurta sarısı iri parçalar şeklinde segmanlaşmıştır. Yağ damlası mevcut değildir. Uzunluğu 1.5-1.9 mm, genişliği 0.2-1.2 mm' dir. Prelarvalarının yumurta şeklinde büyük yumurta kesesi ve buna sıkı surette yapışmış başı ile, çok ufak olarak çıkmaktadır (uzunluğu 1.58-1.60 mm). Yumurta sarısı büyük granüllerden müteşekkil olup segmanlaşmıştır (Şekil 8) (Altan, 1957).



Şekil 8. Karadeniz hamsisinin (*Engraulis encrasicolus*); a,b,c-yumurta; d-uzunluğu 2 mm'ye yakın olan prelarva; e-2.62 mm uzunluğunda olan prelarva; f-3 mm uzunluğunda olan prelarva; g-4 mm uzunluğunda olan prelarva; h-8.6 mm uzunluğunda olan prelarvası (Altan, 1957).

Daha çok 5-30 metreler arasında dağılan planktonik larvalar diğer planktonlarla beslenmektedir. Genellikle (Mayıs ayında) erken bırakılan (batından) yumurtalardan çıkan larvalarda yüksek ölüm oranları görülmektedir. Bu durum larvaların dikey göçleri esnasında soğuk suyla karşılaşmalarından kaynaklanmaktadır. En yüksek yaşam payı (kalım payı) Haziran sonu Temmuz başına bırakılan yumurtalarda görülmektedir (Slastenenko, 1955/56).

Hamsi, planktonla beslenen bir balıktır. Hamsinin beslendiği organizmalar Calanus cinsi Copepoda, Cirripedia ve yumuşakça larvaları oluşturmaktadır (Whitehead, 1984a, b). Hamsi aynı beslenme basamağında olan çaça, tirsî, sardalya taraklılar ve medüzler gibi diğer organizma ve organizma grupları ile aynı besin maddeleri için yaşamaktadır.

1.4. Stok Yönetimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde araştırmanın konusunu oluşturan hamsi populasyonun yapısı ve avcılığı, stok büyüklüğünün tahmini ve balıkçılık yönetim esaslarının belirlenmesi gibi konular üzerinde çeşitli bilim adamları tarafından yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

Populasyon kompozisyonu; her bir yaş veya boy gruplarındaki fertlerin, ağırlık ve sayılarını, populasyon yapısı ise populasyonu temsil eden balıkların yaş veya boy gruplarının cinsiyet oranlarını, ağırlıklarını, oransal miktarlarını ve bir populasyon içindeki fertlerin arasında görülen morfolojik farklılıkları ile populasyon yapısının türlere ve bu türlerin ayrı populasyonlarına göre değişmelerini kapsamaktadır. Bunun yanında, yaş kompozisyonu stoka katılım, büyüme ve ölümün bir fonksiyonu olup, buda yıl sınıflarının fazlalığı ya da azlığı tarafından etkilenmekte ve bir balık türünden diğerine farklılık göstermektedir (Nikolsky 1980).

Stok büyüklüğünün tahmininde ilk uygulanan yöntemin markalama yöntemi olduğunu, bu yöntemin ilk defa Fulton (1893) ve Petersen (1896) tarafından kullanıldığı bildirmiştir (Smith, 1988).

Stok tahmini; balıkçılık kaynakları üzerinde avcılığın etkisi ile balıkçılık kaynaklarının verimliliğinin belirlenmesi ve balıkçılık modellerindeki değişim etkilerinin incelenmesini içeren bilimsel bir çalışma olarak tanımlamaktadır (Gulland, 1991). Moreau ve De Silva (1991), balıkçılıkta ilk stok tahmini modellerinin deniz balıklarının populasyon dinamiklerinin incelenmesi için geliştirildiğini bildirmiştir. Stok büyüklüğünün tahmin yöntemleri, bazı araştırmacılarca markalama teknikleri, istatistiki avcılık-yaş bilgilerini esas alan yöntemler, azaltma yöntemleri, dinamik biomas yöntemleri, zaman farkını esas alan yöntemler, sanal populasyon (veya cohort analizleri) analizleri yöntemi ve doğrudan sayım (akustik) yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır (Young ve Robson ,1978; Hilborn ve Walters, 1992).

Hilborn ve Walters (1992), Pitcher ve Hart (1982) ticari av istatistikleri kapsamında avcılık-yaş bilgilerini esas alan yöntemlerin populasyon çalışmalarında en yaygın kullanılan yöntemler olduğunu ve bu yöntemlerin tamamının Megrey (1989) tarafından topluca özetlendiğini bildirmişlerdir. Dinamik biomas (veya üretim) modelleri, en basit stok tahmini modelleri olup, yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sanal Populasyon Analizi (Virtual Population Analysis - VPA) ilk kez Fry (1949) tarafından geliştirilmiş ve bu ad ilk defa Gulland (1965) tarafından kullanılmıştır (Sparre

vd, 1989). Daha sonra Pope (1972), hesaplama adımlarını biraz daha kısaltıp basitleştirerek yöntemi popüler hale getirmiştir (Jones, 1984). Sonraki yöntem popülerliğini korurken Jones (1984) ve Pauly (1984) tarafından detaylıca özetlenerek boy dağılımlarını esas alan forma getirilmiştir. Daha sonra Laurec ve Shepherd (1983) ve Pope ve Shepherd (1985) tarafından VPA yöntemi çoklu filolarla sömürülen balıkçılığı optimize etme yöntemini geliştirmişlerdir. Ayrıca Hilborn ve Walters (1992), sanal populasyon analizi yönteminin balık stoklarının tahmininde kullanılan en önemli yöntemlerden birisi olduğunu, sanal populasyon analizinde genel istatistiki varsayımlar dikkate alınmaksızın avcılıktan elde edilen yaş veya boy bilgilerin kullanılarak stok büyüklüğünün tahmin edilebildiğini ve bu yönüyle sanal populasyon analizinin, balıkçılık bilgilerinin analizinde kullanılabilen en güçlü tekniklerden birisi olduğunu bildirmişlerdir.

Pope (1972), VPA yöntemini; avcılıkla yakalananların yaş dağılımı ve doğal ölümün bilindiği durumda, bir yıl sınıfında bulunan balıkların avcılık ölümlerini ve her yaş grubundaki populasyon büyüklüğünü hesaplamak için Gulland tarafından geliştirilmiş hünere bir adım adım çözümleme tekniği olarak tanımlamıştır.

Mortera ve Levi (1982), VPA yönteminin, avcılık bilgilerinin elde edilebildiği ve yaş dağılımlarının çıkarılabildiği durumlarda kullanışlı bir yöntem olduğunu ve bu tip analizlerin yoğun avcılık baskısı altında olan populasyonlar için (yani $F/Z=0.5-1$ arasında olan populasyonlar için) uygun olacağını bildirmişlerdir.

Hilborn ve Walters (1992), yaş tayinlerinde yapılacak hataların VPA' ini önemli derecede etkileyeceğini, zira VPA'nin temelini avcılık-yaş bilgilerinin oluşturduğunu vurgulayarak; yaş tayinlerinde yapılacak hatalardan oluşacak sapmanın stok ve stoka katılım analizleri üstünde olumsuz yönde etkileri olabileceğini bildirmişlerdir.

Beverton ve Holt (1957), balıkçılık yönetiminde hedefin, stoğun istenilen ideal seviyede sömürülmesi için ekonomik ve sosyal faktörlerin belirlenmesi olduğunu, bunun daha açık anlamıyla hem aşırı avcılığın hem de yetersiz avcılığın önlenerek optimum balıkçılığın (avcılığın) geliştirilmesi olduğunu bildirmişlerdir. Balıkçılığın biyolojik, ekonomik ve sosyal karakterine göre değişim gösteren optimum balıkçılığa ulaşmak için geleneksel yönetim usullerini; minimum ağ göz açıklığı, minimum avcılık boyu, balıkçılık filosunun gücünün azalması, avcılığın azaltılması, gemi yapımının kontrolü, balıkçılık aktivitesinin kontrolü, zaman yasağı ve alan yasağı olarak sıralamakta ve bunları avcılık takımının seçiciliğinin kontrolü ve balıkçılık yoğunluğunun kontrolü olarak iki grup içinde toplamaktadırlar.

Balıkçılık yönetimi, Gulland (1971) tarafından sömürülen balık stoklarından ürünü maksimum, stoğu da sürekli kılacak biyolojik, ekonomik, sosyal, teknik ve politik kararların alınması olarak tanımlanmaktadır.

Moussalli ve Hilborn (1986), stok ve stoka katılım modellerinin; özellikle türün hayat safhalarındaki aktif mekanizmaların tam kestirilemediği durumlarda sömürülen popülasyonların yönetiminde önemli ve yararlı bir araç olduğunu bildirmişlerdir.

Cohen (1987), optimal kontrol teorisinin, balıkçılığın ve sömürme stratejilerinin genel matematik modellerle analizinde kullanışlı bir yol olduğunu; bu teorinin balıkçılık yönetimi kararları için genel bir çatı olduğunu bildirmiştir.

Gavaris (1988), popülasyon büyüklüğünü hesaplama ile oluşturulacak yönetim çatısının, gözlenen değişkenler ve popülasyon parametrelerinin bir fonksiyonu olarak beklenen değişkenler arasındaki uyumsuzluğu minimize etmeyi sağlayacağını bildirmiştir.

Allen ve Hearn (1989), VPA yönteminde, terminal avcılık ölüm oranının ve doğal ölüm oranının gerçeğe yakın ve birbiriyle uyumlu seçilmesi durumunda hataların minimum düzeyde olacağını bildirmişlerdir.

Sparre vd, (1989) stok ve ürün tahmin modellerini; balıkçılık modelindeki değişimlerin bir sonucu olarak, bir yıldan öbürü yıla stok ve üründeki değişimlerin açıklanmasında hedeflenen değişken parametre modelleri olarak tanımlamışlardır. Yine aynı yazarlar, Y/R fonksiyonunun esas iki parametre ile (balıkçılık yönetimi açısından) kontrol edilebileceğini bildirerek, bu parametreleri av gücüne oransal olan balıkçılık ölüm oranı (F) ve avcılık takımının bir fonksiyonu olan ilk avlanma yaşı (t_c) olduğunu bildirmişlerdir.

Hilborn ve Walters (1992), optimum balıkçılığa ulaşmak için uygulanması gerekli sömürme stratejilerini; stok büyüklüğüne bağlı stratejiler (sabit sömürme oranı, grafik optimizasyon tekniği, $F_{0.1}$ stratejisi), peryodik sömürme stratejileri belirsizlikleri içeren stratejiler, cinsiyete özel stratejiler ve büyüklük sınırı stratejileri olarak sınıflandırmaktadırlar.

Hilborn ve Walters (1992), VPA yönteminin önemli eksikliklerini; yıl sınıfı büyüklüğü tahmin edilirken hatanın tahmin edilmesinin çok zor olması, kabul edilen varsayımların basitliği ve başlangıçta tahmin edilen terminal balıkçılık ölüm oranı (F_t) ve doğal ölüm oranının (M) teorikliği şeklinde sıralamışlardır. Aynı yazarlar, eğer terminal avcılık ölüm oranının yanlış alınması durumunda, çoğunlukla stok büyüklüğünün fazla tahmin edileceği; yine başlangıçta kabul edilen doğal ölüm oranı gerçektekinden büyük

seçilirse stok fazla, küçük seçilirse daha az tahmin edileceği; bu nedenle M ve F_t 'nin seçiminde özel bir dikkat gösterilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

1.5. Hamsi Balıkları İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Karadeniz'de hamsinin biyo-ekolojik özellikleri ile ilgili ilk bilgiler Slastenenko'ya (1955/56) aittir. Daha sonraki yıllarda, Arim (1957), Demir (1959, 1965), Svetovidov (1964), Altan (1957), Majorova ve Chugunova (1954), Üner (1960), başta hamsilerin genel biyolojik özellikleri olmak üzere Karadeniz'deki göçleri, üremeleri, yumurta ve larva özelliklerini kapsayan derlemeler yapmışlardır.

Einarson ve Gürtürk (1960), 1957 yılında İstanbul Boğazı açıklarından Hopa'ya kadar olan sahada yumurta ve larva sürveyleri yapmışlardır. Bu çalışmada Güney-Batı Karadeniz sularında daha fazla yumurta bulunduğunu, Orta Karadeniz'de ise yumurta yoğunluğunun daha çok Kırım yarımadasına yaklaştıkça arttığını, yumurtaların genel olarak 0-30 m su sütununda bulduklarını tespit etmişlerdir.

Dekhnik vd (1970), çevre faktörlerine ve ana-baba stoklarının durumlarına bağlı olarak hamsinin ana yumurtlama döneminin Temmuz ayına rastladığını göstermiştir. Uzun süreli balık yumurta ve larva araştırmaları su sıcaklığı ile mevcut besin maddelerinin (zooplankton) hamsi yumurta ve larva sayıları arasında önemli bir ilişkinin varlığını göstermiştir (Dimov, 1968; Dekhnik vd, 1970).

Kara (1975), Karadeniz'de hamsi stok miktarının akustik yöntemle belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmış, Orta ve Doğu Karadeniz için sonar verileri ile av miktarı arasında bir ilişki kurmaya ve kıyılarımızın hangi bölgelerinde ve hangi derinliklerde yoğunlaştığını, sürü davranışlarını ve sürülerin ne miktarlarda olduğunu belirlemeye çalışmıştır.

Mikhailov ve Prodanov (1983), Bulgaristan kıyıları boyunca 1955-1960, 1961-1966, ve 1979-1982 periyotları boyunca avlanan Karadeniz hamsisinin büyüme ve yaş verilerine değinmiştir. Türlerin büyüme oranı çalışılmış, ağırlıkça büyüme değişimin şeklini açıkça göstermiştir. Nicelik olarak hamsinin periyotlardaki yıllık ortalama doğal ölüm oranının (M), Kutty ve Quasim 'nin metoduna göre 0.703 den 0.767' ye (ortalama 0.73) değiştiğini, bununla birlikte Pauly'nin metoduna göre 0.773 ile 0.826 (ortalama 0.81) arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Hamsi stoklarının yapısı ile ilgili araştırmalar 1980'li yılların ikinci yarısından itibaren hız kazanmıştır. Özdamar vd (1991), Karaçam ve Düzgüneş (1988), Düzgüneş ve Karaçam (1989), Ünsal (1989), Okur (1990), Genç ve Başar (1991, 1992 a, 1992 b) ve Mutlu (1994), yaş-boy dağılımları, cinsiyet oranları, kondisyon faktörü, et verimleri, boy-ağırlık ilişkileri, yaşama ve ölüm oranları gibi populasyon parametrelerine yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Panov ve Chashchin (1990), hamsinin üremesi dağılımı, göç yolları, su sirkülasyonu atmosfer değişimlerinin, kışlama konsantrasyonu ve şekilleri üzerindeki etkileri üzerinde çalışmışlardır.

Arkhipov vd (1991), Karadeniz hamsisinin yumurtlama biyokütlesinin, Parker'in yumurtlama biyokitle hesaplama metodunu kullanarak hesaplanmasına çalışmışlardır.

Bulgakova (1993), Karadeniz hamsisinin gün içindeki beslenme dinamikleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma sonuçlarında hamsinin iki farklı beslenme yöntemi olduğunu belirlemiştir. Bunlardan birincisinin büyük hareketli organizmalar için aktif avlanma; ikincisinin ise küçük organizmalar için filtrasyon metodu olduğunu belirtmişlerdir.

Lisovenko vd (1994), hamsilerin bir kısmının 1. yaşın içinde 55-60 mm boyunda yumurtladığını belirlemişlerdir. Stokta 1 yaşın altında yumurtlayan balıkların miktarı %1'in altında olduğunu bildirmişlerdir.

Nierman vd (1994), Karadeniz'de yumurtlama alanlarının son yıllarda değiştiğini ve Kuzeybatı Karadeniz'deki upwelling alanlarının terk edilerek yumurtlama alanlarının özellikle Güney Karadeniz kıyılarını seçtikleri tesbit edilmeye başlanmıştır. Yumurtlama sahalarının tespiti ile ilgili olarak 1991-1992 yıllarında tüm Karadeniz'i kapsayan araştırmada, Ivanov ve Beverton (1985) 'in tespitlerinin tersine hamsi yumurta ve larvalarının, özellikle Temmuz ayında Kuzeybatı Karadeniz'e göre Güneybatı ve Güneydoğu Karadeniz'de daha yüksek dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur (şekil 5).

Özdamar vd (1995), hamsi avcılığının yoğun olarak yapıldığı Orta Karadeniz' de hamsi stokuna ilişkin balıkçılık biyolojisi parametreleri hesaplanarak stoktaki değişim ve buna ticari avcılığın etkilerini araştırmışlardır. Yine Samsun ve Özdamar (1995), hamsi balığını avlamada alternatif bir av metodu olarak son yıllarda özellikle Karadeniz'de yaygınlaşan orta su trolünün hamsi ve diğer bazı balık stoklarını avlamadaki etkilerinin incelenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Chashchin (1995), Karadeniz ile Azak Denizi hamsi stoklarının dinamiğini incelediği çalışmasında, Azak denizi ve Karadeniz hamsi stoklarının ayırımında genetik, parazitolojik ve morfolojik metotlar kullanmıştır. Yıllık hidroakustik ve trol sörveyleri ile sağlanan veriler kullanılarak balığın göç ve stok davranışları hakkında önemli bilgiler elde etmiştir.

Seyhan vd (1996), analitik yöntemler kullanarak hamsi stoğunun idaresindeki belirsizlikleri, kısa ve uzun vadeli çözüm önerilerini belirtmişlerdir.

Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü ile ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü ile birlikte yürütülen, Karadeniz stok tespiti projesi ve Karadeniz'deki ekonomik deniz ürünleri araştırma projesi kapsamında hamsi stoklarının miktarı tahmin edilmiştir. TÜBİTAK ve NATO tarafından da desteklenen bu projede, akustik yöntem ile yumurta ve larva sörvey yöntemleri kullanılmıştır (Bingel vd, 1996).

Lisovenko ve Andrianov (1996), 1987-1992 yılları boyunca Kuzey Batı Karadeniz'de hamsinin ana yumurtlama alanları, göç, davranış ve biyolojileri üzerine çalışmalar yapmışlardır. Prodanov vd (1999), Karadeniz hamsisinin stok-yenilenme ilişkilerini ve hedef referans noktası (TRPs) ile limit referans noktalarını (LRPs) belirlenmesinde kullanım ihtimallerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, Karadeniz hamsisinin 1968-1977, 1978-1987 ve 1988-1994 av dönemleri boyunca elde edilen stok-yenilenme ilişkileri ele alınmıştır.

Dinçer (1996) ve Genç (1998), konuya hamsi avcılığının verimliliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarda Karadeniz'de hamsi balıkçılığında büyük balıkçı gemilerinin ekonomik olmadığını belirtmişlerdir.

Chashchin (1999), hamsi ve diğer pelajik balık stoklarının Azak Denizi-Karadeniz havzası geçişlerini ve balıkçılık etkilerini incelemiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Planı

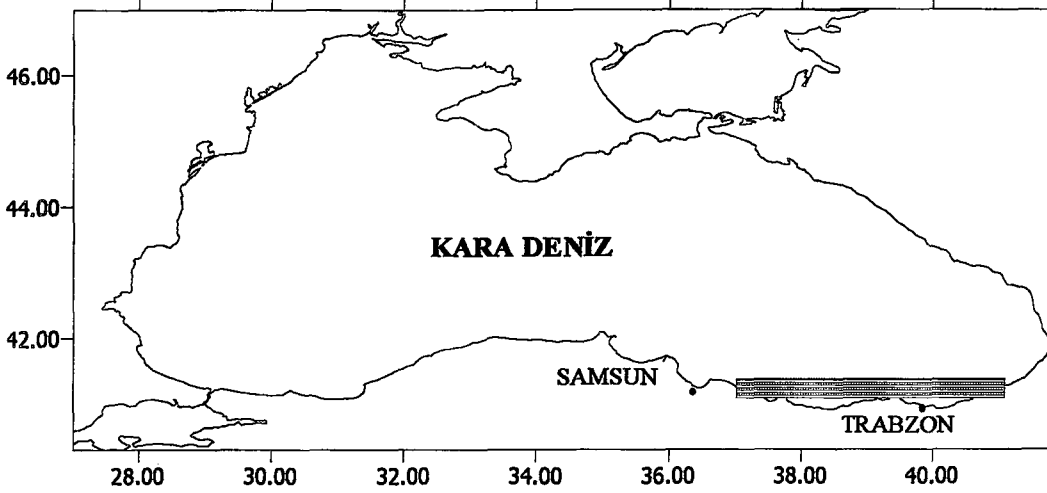
Araştırma, Kasım 1996 – Şubat 1998 tarihleri arasındaki hamsi avcılık sezonlarını kapsamaktadır. Araştırmada, av sezonu boyunca Doğu Karadeniz’de avcılık yapan balıkçı gemileri ile 15 günlük periyotlarla denize çıkılarak, biyometrik ölçümler için avlanan avdan rasgele örnekleme yöntemi ile örnekler alınmış ve balıkçı gemisinin avladığı toplam av miktarı güvertede belirlenmiştir. Amaç Doğu Karadeniz’de avcılık yapılan üç boy kategorisindeki gemilerde avlanan balık miktarını tam ve doğru olarak tahmin etmek ve daha sonra bu bilgileri tüm filonun av miktarını tahminde kullanmaktır. Alınan örnekler üzerinde çalışılarak hamsi popülasyon yapısı ve büyüme durumunun belirlenmesi, mevcut avcılığın analizi, stok büyüklüğünün tahmin edilmesi ve resmi istatistiklerle karşılaştırılması ile toplam avlanabilir balık miktarlarının belirlenmesi bu araştırmanın hedeflerini oluşturmuştur.

Bu kapsamda bazı çalışmalar balıkçı gemileri üzerinde yerinde, bazıları da laboratuvarda yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmalarında örneklenen hamsilerin biyometrik özelliklerin tespitine yönelik olarak total boy, toplam ağırlık değerleri alınmış, cinsiyet belirlenmiş ve yaş tayini için otolitleri alınmıştır.

Balıkçı gemilerinde yürütülen çalışmalarda da gemi ve kullanılan ağa ait, gemilerin boyları, ağ boy ve derinlikleri, motor güçleri gibi bilgiler elde edilmiş, stok tahmini için ticari av verilerinin sağlıklı bir şekilde elde edilmesine çalışılmıştır.

2.1.1. Araştırma Sahası

Araştırma hamsinin yoğun olarak avlandığı Doğu Karadeniz bölgesinde Fatsa-Hopa arasındaki av sahasında gerçekleştirilmiştir. Av sahasının koordinatları 41° 16’ N ve 37° 01’ E ile 41° 31’ N ve 41° 32’ E dir. Karadeniz’de; Türkiye’de avlanan hamsinin %72’si bu bölgeden karşılanmaktadır. (DİE, 1999) (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma alanı

2.2. Yöntemler

2.2.1. Verilerin Toplanması

Çeşitli matematiksel modellerin uygulanması ile populasyon büyüklüğü, yenilenme oranı, yaş, büyüklük ve cinsiyet kompozisyonu, büyüme oranı, ölüm oranı, işletme oranı gibi populasyon durumunu belirten önemli parametreler tahmin edilebilmektedir. Ancak modellerin uygulanabilmesi için bazı temel verilere ihtiyaç vardır. Bunlar av miktarı ve stok büyüklüğünün bir göstergesi olarak kullanılan av miktarı ve avlanma çabasına ilişkin veriler ile biyolojik verilerdir.

2.2.2. Örneklem Yöntemleri

Balık populasyon dinamiği çalışmalarında istenilen bilgilerin elde edilebilmesi için populasyonu temsil eder nitelikte örnekler alınarak bu örnekler incelenir ve sonuçlar tüm populasyona mal edilir.

Araştırma süresince iki tip örneklem yapılmıştır. Birincisi, avcılığın analizi ve stok miktarının tahminine ilişkin, avcılık faaliyetinde bulunan gemilere ait av miktarları, motor güçleri, ağ boylarına ilişkin parametrelerin belirlenmesi için balıkçı gemilerinin örneklenmesidir. İkincisi ise hamsi populasyon yapısı ve büyüme durumunun tespitine

ilişkin total boy, ağırlık, cinsiyet tayini ve yaş tayini için karaya çıkarılmadan balıkçı gemisinde balıklardan örnekleme yapılmasıdır.

Bunun için, Doğu Karadeniz'de avcılık yapan balıkçı gemileri, boy sınıflarına ayrılarak her boy sınıfını temsilen üç gemi seçilmiş ve bu gemilerle denize çıkılarak avladıkları av miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra taşıyıcı balıkçı gemileri ile boşaltma limanlarına gidilerek, ticari av verilerinin daha sağlıklı bir şekilde elde edilmesi için kasalara yüklenen hamsi miktarları ile fabrikaya işlemek üzere gönderilen miktar tespit edilmeye çalışılmıştır.

2.2.3. Morfolojik Ölçümler

Araştırma süresince örneklenen hamsilerin, haftada bir kez total boy ve ağırlık değerleri ölçülmüş, cinsiyetleri belirlenmiş ve yaş tayinleri için otolitleri alınmıştır. Total boy, ölçüm tahtası kullanılarak balığın burun ucundan kuyruk yüzgecinin uç kısmına kadar olan boy milimetrik olarak ± 0.1 mm hassasiyetle belirlenmiştir (Holden ve Raitt, 1974).

Total ağırlık değerlerinin belirlenmesi için, laboratuardaki ölçümler sırasında 0,01 g, balıkçı teknesindeki ölçümlerde ise 0,1 g hassasiyetli teraziler kullanılmıştır.

Balıklar 0,5 mm aralıklarla gruplandırılarak, boy frekansları belirlenmiştir. Ölçümler, tekne üzerinde yapıldığında, seri işlem yapabilmek için, tartımlar önce boy gruplarına göre yapılmış, daha sonra her boy grubundan yaş tayinlerini belirlemek için rasgele alınan 5'er balığın boyu ve ağırlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Boy ve ağırlıkları belirlenmiş olan balıklarda cinsiyet tayini, karın anüsten solungaçlara kadar açılarak belirlenmiştir. Erkek ve dişi balıkların üreme organları, renk ve şekil gibi farklılıklardan yararlanılarak, birey cinsiyetleri çıplak gözle tespit edilmiştir. İnce kılcal damarlarla bezenmiş olan üreme organı, kırmızı renkte görünüyorsa dişi, sütbeyazı renkte görünüyorsa erkek olduğu tespit edilmiştir (Holden ve Raitt, 1974, Çelikkale, 1986).

2.2.4. Boy Ağırlık İlişkisi

Balıkların boyları ve ağırlıkları arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Bu ilişkinin Ricker (1975) tarafından belirtilen, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$W = a L^b \quad (\log W = \log a + b \log L) \quad (1)$$

Bu formülde;

a ve b : regresyon sabitleri olup, a: kesişme noktası (balığın beslenme şartlarına bağlı), b: eğim (balığın büyümesine bağlı).

W : total ağırlık (g)

L : total boy (cm)

Araştırma süresince örneklenen hamsi balıklarının, boy-ağırlık ilişkisi değerleri cinsiyetlere ve aylara göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

2.2.5. Oransal Büyüme

Boyca ve ağırlıkça büyüme; araştırma süresince örneklenen balıklardan hesaplanan yaş, cinsiyet, boy ve ağırlık kompozisyonu bilgilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Oransal büyüme, birbirini takip eden yaş veya boy grupları arasında, boy ya da ağırlıkları arasındaki farktan yararlanılarak belirlenmiştir (Pauly, 1984).

$$OBB = [(L_t - L_{(t-1)}) / L_{(t-1)}] * 100 \quad (2)$$

$$OAA = [(W_t - W_{(t-1)}) / W_{(t-1)}] * 100 \quad (3)$$

Burada;

OBB : oransal boyca büyüme

L_t : t anındaki boy

$L_{(t-1)}$: (t-1) anındaki boy

OAA : oransal ağırlıkça büyüme

W_t : t anındaki ağırlık

$W_{(t-1)}$: (t-1) anındaki ağırlık

Boyca ve ağırlıkça büyüme değerlerinin hesaplanması, avcılık sezonlarına ve yaşlara göre hesaplanmıştır.

2.2.6. Yaş Tayini

Populasyonun yapısı, büyüme, ölüm oranı gibi parametrelerin yorumlanmasında stoklardan örneklenen bireylerden elde edilecek yaş dağılımı önemli bir yer tutmaktadır. Kemiksi yapılardan, otolitlerden, pullardan ve boy grupları gibi özelliklerden yaş dağılımı tespiti gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, birçok türde yaş tayininde otolitler daha güvenilir

sonuçlar vermektedir (Horn, 1988; Nedreaas, 1990; Berkman vd, 1990). Diğer oluşumlar içerisinde, hamsilerde yaş tayini için pulların güvenilir olmadığı, av sırasında hamsilerin pullarının dökülmüş veya diğer hamsilerin pullarıyla karışmış olabileceği düşüncesiyle, otolitlerin daha güvenilir olduğu belirtilmektedir (Polat ve Kukul, 1990).

Zarflarda saklanan otolitler, laboratuarda, üzerindeki doku kalıntıları alkol serilerinden (%3 NaOH 2 dakika, ve %70 , %80, %90'lık alkol serilerinde petri kutusunda ovularak) geçirilip temizlenmiştir. Yaş okumasını kolaylaştırmak için ışıklı mikroskopta, siyah zemin üzerine yerleştirilen ksilol ile parlatılmış otolitin üstten aydınlatılmasının iyi sonuç verdiği belirtilmektedir (Chilton ve Beamish, 1982; Stevenson ve Campana, 1992). Bu şekilde hazırlanan otolitlerin yaş halkalarının okunması esnasında ön yargıyı elimine etmek amacıyla, balığın boyu ve ağırlığına bakılmaksızın yaş okuması gerçekleştirilmiştir. Yaş okunması sırasında, aynı balığa ait her iki otolitin yaş okuma değerlerine de dikkat edilmiştir (Brothers, 1987). Okunan yaşlar, daha önceden hazırlanan formlara kaydedilerek değerlendirmeye hazır hale getirilmiştir.

Yaş tayini için ayrıca, boy-frekans verileri kullanılarak, FISAT (FAO-ICLARM tarafından hazırlanan balıkçılık istatistikleri analizi) bilgisayar paket programındaki Bhattacharya yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde; alınan örneklerden yaş gruplarına ayrılmaksızın, boy-frekans veya ağırlık-frekans dağılım grafiği çizildiğinde, birçok tepe noktaları görülür. Bu tepelerden her biri, bir yaş grubu eğrisinin tepe noktası kabul edilir (Sparre ve Venema, 1992). İncelenen balıklar erkek, dişi ve genel olarak ayrı ayrı değerlendirilerek, her biri için yaş grupları oluşturulmuştur.

2.2.7. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

Balık biyolojisinde büyümeyi yansıtan en önemli denklemlerden birisi de von Bertalanffy (1934,1938) büyüme denklemleridir. Bu denklemlerin önemli özelliği balığın doğal (gerçek) büyümesine yakın değerlerle balığın büyümesinin tanımlanmasıdır.

Hamsi popülasyonunun büyüme parametreleri, Beverton ve Holt (1957) tarafından bildirilen model ve von Bertalanffy büyüme fonksiyonu yardımıyla hesaplanmıştır. Bu eşitlik, balığın yaşamı boyunca büyümesini tamamlayabileceği beslenme, üreme vb, koşullar dikkate almaktadır. Fonksiyon büyümesi süresince elde edilen verilere uygun, aynı zamanda stok tahmini ve yönetim modellerine kolayca uygulanabilir bir formdadır.

Eşitlik;

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (4)$$

L_∞ : Balığın sonsuzda ulaşacağı varsayılan boyu (asimptotik boy), cm

L_t : Balığın t yaşındaki boyu, cm

k : von Bertalanffy büyüme parametresi (Brody büyüme katsayısı) (balığın asimptotik boya ulaşma hızına bağlıdır)

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

t : Yaş, herhangi bir zaman

Bu çalışmada yaş okumaları yıl esas alınarak yapılmış, bunun yanı sıra FISAT programından Bhattacharya yöntemi kullanılarak von Bertalanffy büyüme parametreleri elde edilmeye çalışılmıştır.

Büyüme sabitleri Ford-Walford yöntemine göre hesaplanmıştır. Yönteme göre, yaşlara karşılık elde edilen boylar arasında regresyon yapılarak en küçük kareler yöntemine göre a ve b değerleri belirlenmiştir. Buna göre büyüme parametreleri;

$$L_\infty = a / (1-b) \quad (5)$$

$$k = -\ln b \quad (6)$$

$$t_0 = t + (1/k) * \ln [1 - (L_t / L_\infty)] \quad (7)$$

formülü ile belirlenmiştir (King, 1995; Sparre ve Venema, 1992).

Gulland ve Holt (1959) yönteminde ise, yaşlar arası büyüme oranları ile buna denk düşen ortalama boylar arasında regrasyon analizi yapılarak büyüme parametreleri belirlenmiştir. Bu yönteme göre;

$$L_\infty = -a / b \quad (8)$$

$$k = (-b) \quad (9)$$

$$t_0 = t + (1/k) * \ln [1 - (L_t / L_\infty)] \quad (10)$$

şeklinde belirlenmiştir.

Yaş ağırlık ilişkisi parametresinin hesaplanmasında gerekli olan balığın sonsuzda ulaşacağı varsayılan ağırlığın hesaplanmasında W_∞ ;

$$W_\infty = a L_\infty^b \quad (11)$$

$$W_t = W_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})^b \quad (12)$$

formülünden yararlanılmıştır. W_t , balığın t yaşındaki ağırlığı g 'dır.

Büyümenin lineer olmadığı durumlarda, iki balık popülasyonunun karşılaştırılmasında L_∞ ve k nın ayrı ayrı kullanılması hatalı sonuçlar verebilmektedir. Bu yüzden Pauly ve Munro (1984), büyüme performansını ifade eden bir eşitlik geliştirilmişlerdir. Bu eşitliğe göre büyüme performansı indeksi;

$$\emptyset' = \log k + 2 \log L_\infty \quad (13)$$

şeklindedir. Burada;

\emptyset' : büyüme performansını,

k : von Bertalanffy büyüme parametresi (Brody büyüme katsayısı) (yıl esaslı)

L_∞ : asimptotik boyu (cm olarak) ifade etmektedir. Bu çalışmada büyüme performansı, bu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Gabche ve Hockey, 1995).

2.2.8. Kondisyon Faktörü

Çevre koşullarının aynı ya da farklı olduğu iki veya daha çok canlı stokların karşılaştırılmasında, stoklardaki eşeyssel olgunluğun zaman ve süresinin belirlenmesinde, canlıların beslenme aktivitesindeki aylık ve mevsimsel değişimlerin izlenmesinde kondisyon faktöründen yararlanılabilir (Ricker, 1975).

Kondisyon faktörünün belirlenmesinde izometrik büyüme ve allometrik büyüme olmak üzere iki ayrı model kullanılmıştır. Kemikli balıklarda "b" değeri 2.5-3.5 arasında değişir. Bu değer 3 ten farklı bir değerse o zaman ilgili balık için allometrik büyüme gösteriyor denir (Ricker, 1975; Pauly, 1984; Sparre vd, 1989).

Kondisyon faktörünün hesaplanmasında;

$$K_1 = (W/L^3) * 100 \quad (14)$$

şeklindeki izometrik denklem ile (Weatherly, 1972),

$$K_2 = (W/L^b) * 100 \quad (15)$$

şeklindeki allometrik denklem kullanılmıştır (Düzgüneş, 1985; Nikolsky, (1965).

2.2.9. Ölüm Oranı

Balıklarda ölüm, balıkların belli bir süre yaşadktan sonra doğal nedenler veya avcılık nedeniyle ortamdaki kaybolmaları, stoktan eksilmeleridir. Bu ölümlerin başlıca sebepleri; popülasyonda yaşlılık, başka canlılar tarafından yenme, yaş, salgın hastalıklar, su kirliliği, besin yetersizliği ve avcılıktır (Gulland, 1971,1983; Nikolsky, 1969). Ölümler, doğal nedenlerden meydana gelen ölüm (M), ve avcılık nedeniyle meydana gelen ölümler (F) şeklinde iki ana nedene ayrılır. Avcılık ölümü ve doğal ölüm ile stoktan eksilen balıkların tümüne etki eden faktörler anlık toplam ölüm (Z) olarak ifade edilir.

Toplam ölümün tahmini için birçok yöntem vardır. Bu araştırmada, yaşama oranı ve av eğrisi yönteminden gidilerek hesaplanmaya çalışılmıştır (Sparre vd, 1989).

2.2.9.1. Yaşama Oranından Anlık Ölüm Oranının (Z) Tahmini

Yaşama oranı, belli bir dönem sonunda canlı kalan balık sayısının periyot başındaki balık sayısına oranı olarak tanımlanır. Stokun yaş kompozisyonu ve bununla ilgili frekans değerleri biliniyorsa, bu stoktaki bireylerin yaşama oranı (S) tahmin edilebilir. Bunun için yaş kompozisyonuna bakılarak, frekans değerlerinin azalmaya başladığı yaş grubundan daha büyük olan yaş gruplarına ait frekans değerleri değerlendirmeye tabi tutularak Yaşama oranı elde edilmeye çalışılmıştır.

$$S = N_{t+1} / N_t \quad (16)$$

$$A = 1 - S \quad (17)$$

Burada;

S : yaşama oranı

N_{t+1} : bir yıl sonraki yaş grubuna ait balık sayısı,

N_t : ele alınan yaş grubuna ait balık sayısıdır,

A : yıllık toplam ölüm oranı.

Yaşama oranı ile toplam ölüm arasında;

$$Z = -\ln S \quad (18)$$

şeklinde bir ilişki vardır. Burada Z toplam anlık ölüm oranıdır (Ricker, 1975; Nikolsky, 1965).

2.2.9.2. Av Eğrisinden Z'nin Tahmini

Boy frekans verilerinden anlık toplam ölüm oranının (Z) tesbiti için birçok yöntem vardır. Burada uzunluğun yaş frekans dağılımının, azalan sağ tarafını kullanan av eğrisi analizi kullanılmıştır (Pauly, 1983; Sparre vd, 1989).

2.2.9.3. Doğal Ölüm Oranının (M) Tahmini

Anlık doğal ölüm oranının (M) tahmininde, Ursin (1967) ve Pauly (1980) tarafından belirtilen yöntemler uygulanmıştır.

Ursin (1967), von Bertalanffy büyüme sabitlerinin hesaplandığı materyalin ortalama ağırlığını kullanarak (W), doğal ölümlere bu örneğin ortalama ağırlığı arasında;

$$M=W^{-1/b} \quad (19)$$

gibi bir ilişkinin olduğunu öne sürmüştür.

Yukarıda verilen eşitlikteki (b) değeri, aynı materyal için hesaplanan boy-ağırlık ilişkisinden regrasyon sabitlerinden eğimi (b) göstermektedir. Bu yöntem kullanılarak hesaplanan ölümün üssi katsayısı, sadece ilk avlanma yaşı (=Tc) 'na erişmiş olan balıklarla bunlardan daha yaşlı olan balıklar için hesaplanmaktadır.

Von Bertalanffy büyüme denkleminin bir parametresi olan ve büyüme katsayısı olarak bilinen (k)' nın, balıkların yaşama süreleri ile yakından ilişkili olması, ayrıca balıklarda doğal ölüm oranının, ortam sıcaklığı ile de ilişkili olduğu düşüncesiyle Pauly (1980) tarafından çoklu bir regrasyon denklemi geliştirmiştir. Yine Pauly (1980), sürü oluşturan küçük pelajik balıklarda bulunan değerlerin 0.8 gibi bir katsayı ile çarpılarak azaltılması gerektiği belirtilmektedir.

$$M=0.8*\exp(-0.0152-0.279*\ln L_{\infty}+0.6543*\ln k+0.463*\ln T) \quad (20)$$

Bu eşitlikte;

M: doğal ölüm

k: von Bertalanffy büyüme parametresi (Brody büyüme katsayısı)

T: yıllık ortalama su sıcaklığı (°C)

olarak gösterilmektedir.

2.2.9.4. Avcılık Ölüm Oranının (F) Tahmini

Avcılık nedeniyle meydana gelen ölümün tahmini için değişik sayısal yöntemler vardır. Ancak bunlardan hiçbiri tatmin edici sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle, uygulamalarda mümkün olduğunca birbirinden bağımsız yöntemler kullanarak avcılık nedeniyle meydana gelen ölümlerin saptanması tavsiye edilmektedir (Gulland, 1971; Chen ve Watanabe, 1989). Bu eşitlik şu şekilde formüle edilir;

$$F=Z-M \quad (21)$$

Burada;

Z; anlık toplam ölüm katsayısı

M; anlık doğal ölüm katsayısı

F; anlık avcılık ölüm katsayısı

2.2.10. Sömürülme Oranının (E) Hesaplanması

Sömürülme oranı, bir stoğun aşırı avlanıp avlanmadığını göstermekte olup, sadece ön fikir vermesi bakımından dikkate değer bir saptamadır (Gulland, 1971,1983; Bingel, 1985). Bu oran;

$$E=F/Z \quad (22)$$

şeklindedir.

Sömürme oranı, yani stoktan yararlanma oranı ($E=0.5$)'den küçükse, stoktan yetersiz yararlanılıyor; ($E=0.5$) ise optimum düzeyde yararlanılıyor ve ($E>0.5$) ise o stok aşırı sömürülüyor demektir. Stokun sömürülme oranı, ilgili stok üzerinde uygulanan balıkçılık faaliyetlerinin şiddetine göre artmakta ya da azalmaktadır. Bu nedenle bir stokta uygulanan balıkçılık şiddetinin neden olduğu ölüm oranı, o stoktaki doğal ölüm oranına eşit olduğu anlarda, yani ($F=M$) koşulunun sağlandığı durumlarda, o stoktan sürekli en yüksek ürün alınacak demektir.

2.2.11. Populasyon Büyüklüğünün Tahmini (Cohort Analizi)

Cohort analizi ve benzer metodlar, araştırmacılara birbirini izleyen zaman aralıklarında yakalanan balık sayılarına bakarak stoklardaki değişimlerin ne olduğunu anlamaya imkan verir. Yaşa dayalı cohort analizi yönteminde, her bir yaşa karşılık gelen av miktarları değerlendirildiği halde, yaş tayininin yapılamadığı durumlarda çeşitli boy frekanslarından veya boy sınıflarından yararlanarak avlanma dönemi öncesinde denizde bulunan balık miktarlarında tahmin edilebilir.

Cohort analizi, çeşitli boy frekanslarından veya boy sınıflarından yararlanılarak avlanma dönemi başında denizde bulunan balık miktarının tahminine olanak vermektedir. Boya dayalı cohort analizlerinde dengedeki bir populasyonda, en uygun boy kompozisyonu bilgilerine ihtiyaç duyulur. Bu yöntemin en önemli özelliği, yaş tekniğinde olduğu gibi her bir işlem adımının mutlaka tam bir yıl için uygulanmasına ihtiyaç göstermemesi veya bir işlem aşamasından diğerine sabit kalmasıdır. VPA ve cohort analiz tekniklerinin en önemli özellikleri, her bir işlem adımının mutlaka tam bir yıl için uygulanmasına ihtiyaç göstermemesi veya bir işlem aşamasından diğerine sabit kalmasıdır (Jones, 1985). Bu nedenle daha genel bir ifadeyle;

$$N_t = (N_{t+1}e^{M/2} + C_t) \quad (23)$$

eşitliği,

$$N_t = (N_{t+1}e^{M\Delta t/2} + C_t)^{M\Delta t/2} \quad (24)$$

şeklinde yazılabilir. Burada Δt , boy aralığının başından sonuna kadar büyümesi için gereken süredir. Bu durumda eşitlik, boy kompozisyonu verilerine uygulanabilir ve boy sınıfı başlangıç ve sonu arasındaki büyüme süresinin tahmini de mümkündür. Büyümenin genel formülü olan von Bertalanffy denkleminde yola çıkılırsa;

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (25)$$

Burada $L_t = t$ yaşındaki boy, $L_\infty =$ balığın sonsuza kadar yaşaması halinde ulaşabileceği en büyük boy, $k =$ Brody büyüme katsayısı (balığın L_∞ 'a ulaşma hızını gösterir), $t_0 =$ boyun sıfır olduğu anda X eksenini keşişme noktası. Bu eşitlik yaşı bir fonksiyonu olarak boya göre yeniden düzenlenirse;

$$t = t_0 - (1/k) \ln(1 - L_t / L_\infty) \quad (26)$$

4 no'lu eşitlik, her bir boy sınıfı aralığının alt limitinden (L_1 cm), üst limiti (L_2 cm) olan boyya ulaşıncaya kadar büyümesi için gereken süreyi belirlemek için kullanılır. Şayet L_1 ve L_2 'ye karşılık gelen boy t_1 ve t_2 ise;

$$t_1 = t_0 - (1/k) \ln(1 - L_1 / L_\infty)$$

$$t_2 = t_0 - (1/k) \ln(1 - L_2 / L_\infty)$$

L_1 den L_2 'ye kadar büyümek için gereken süre;

$$\Delta_t = t_2 - t_1 = (1/k) \ln((L_\infty - L_1)/(L_\infty - L_2)) \quad (27)$$

şeklinde hesaplanabilir. Bu eşitlik t_0 'dan bağımsız olarak, k ve L_∞ 'un bir fonksiyonudur. Bu da belli bir boydan diğer bir boyya kadar geçen zamanın, von Bertalanffy büyüme eğrisinin orijininin bağımsız olduğunun bir göstergesidir. Bu yararlı bir özellik olup, belli bir boy aralığında ($L_2 - L_1$), yaşlara göre herhangi bir zaman dilimi içindeki değişimin daha az varyasyonla elde edilmesine imkan sağlar. L_∞ ve k bilindiği takdirde 27 no'lu eşitliği kullanarak, her bir boy grubunda Δ_t 'yi hesaplamak mümkündür ve prensip olarak cohort analizleri, 23 no'lu eşitlik yerine 24 no'lu eşitlik kullanılarak, yaşa dayalı cohort analiz tekniği gibi aynı mantıkla gerçekleştirilebilir. İşlemlere önce her boy grubunda $\exp(-M\Delta/2)$ değerlerini hesaplamakla başlanır.

Başlangıç verileri: Başlangıç olarak, L_∞ ve M/k ve en büyük boy grubu için F/Z değerine ihtiyaç duyulur. En büyük boy grubu, belirli bir boydan daha büyük balıklarla ilgili olup, bu aralığın başındaki balık sayısını hesaplamak için belirli bir F/Z değerini bilmek veya varsaymak zorundayız (Jones, 1985).

I Aşama;

$$H_L = [(L_\infty - L_1) / (L_\infty - L_2)]^{M/2k} \quad (28)$$

28 no'lu eşitlikle H_L değerleri elde edilir. Benzer şekilde tüm boy grupları için H_L değerleri hesaplanır.

II Aşama;

$$N_1 = (N_2 H_L + C_{1,2}) H_L \quad (29)$$

ve (29) no'lu eşitlik, birbirini izleyen daha genç boy gruplarında, her boyya ulaşan balık sayılarının tahmininde kullanılabilir.

III Aşama

Yaşama oranları(S_t); birbirini izleyen her boy grubuna ulaşan balık sayılarının değişiminden hesaplanabilir.

$$S = N_2 / N_1 \quad (30)$$

Bu oranlar, L_1 ' den L_2 cm'ye büyümek için geçen süre içerisinde yaşayanların oranının bir tahminidir. Bu nedenle, herhangi bir boy grubu için yıllık yaşama oranının eklenebilir özelliği olmadığı için pek kullanım alanı yoktur.

IV Aşama

$$Z\Delta t = -\ln S \quad (31)$$

V Aşama;

F/Z olarak gösterilen işletme oranı (E); avlananların sayısı/ölenlerin sayısı

$$F/Z = C_{L1} / N_1 - N_2 \quad (32)$$

VI Aşama;

Belirli bir zaman aralığı (Δt) için geçerli olan anlık balıkçılık mortalite oranı $F\Delta t$;

$$F\Delta t = (F/Z) (Z\Delta t) \quad (33)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

VII Aşama;

Yıllık mortalite oranları Z ve F değerlerini hesaplamak için, her boy aralığı için gerçek zaman aralıkları dikkate alınmalıdır. Bu da, M/k oranını tahmin için bileşenleri olan M ve k' ya ayırmaya eşdeğer veri bilgisini gerektirmektedir. Örneğin, M bilindiğinde, toplam anlık ölüm oranı, Z ;

$$Z = M / (1 - (F/Z)) \quad (34)$$

$$F = Z - M \quad (35)$$

eşitliği ile bulunabilir.

VIII Aşama;

Bundan sonraki aşama denizde, bulunan ortalama balık sayılarını bulmaktır.

$$\text{Ortalama balık sayısı} = (N_1 - N_2) / Z \quad (36)$$

şeklinde hesaplanır.

2.2.12. Yeni Katılım Başına Verim ve Biyokütlenin Hesaplanması (Beverton ve Holt Modeli)

Stoğa katılım başına düşen ürün analizi, stoğa bir birimlik katılımdan beklenen ürünü vermektedir. Stoktan rasyonel olarak yararlanmak için balıkçılık ölüm oranının en uygun seviyesi bu yöntemle belirlenebilir (Sparre vd, 1989). Bu çalışmada Beverton ve Holt (1957) tarafından geliştirilen stoğa katılım başına düşen ürün denkleminin Ricker (1975) tarafından basitleştirilmiş formu kullanılmıştır. Buna göre;

$$\frac{Y}{R} = F * \exp[-M * (T_c - T_r)] * W_{\infty} * \left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+k} + \frac{3S^2}{Z+2k} - \frac{S^3}{Z+3k} \right] \quad (37)$$

Y/R ; Stoğa katılım başına düşen ürün, g

S : $\exp[-k(T_c - t_0)]$

k : von Bertalanffy büyüme parametresi (Brody büyüme katsayısı)

t_0 : von Bertalanffy büyüme parametresi

T_c : ilk avlanma yaşı

T_r : stoğa katılım yaşı

W_{∞} : ulaşılabilecek en büyük ağırlık

F : avcılık mortalitesi

M : doğal mortalite

Z : F+M, total mortalite oranı

Bu modelde stoğa katılım zaman içinde sabit kabul edilmiştir. Ancak balıkçılık ve doğal ölüm oranları, sömürülme fazına girişten itibaren sabit kabul edilmiştir. Yine stoğa katılım yaşı t_r ile ilk avlanma yaşı t_c eşit kabul edilmiştir. Stoğa katılım başına düşen ürün F ve T_c ' nin kombinasyonu için hesaplanarak yönetim kararlarının modellenmesinde kullanılabilir. Sonuçların gösteriminde, ilk avcılık yaşına karşılık balıkçılık ölüm oranları işaretlenerek eş ürün diyagramı Beverton ve Holt (1957)' un "Dynamic Pool" metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Bunun için Pascal yazılım dili ile yazılmış simulasyon programı kullanılmıştır.

Yenilenme başına biyokütle miktarının belirlenmesinde her yıl avlanan balıkların sayısı;

$$C = F * \bar{N} \quad (38)$$

şeklinde ifade edilebilir. Aynı mantıkla yıllık verim de;

$$Y = F * \bar{B} \quad (39)$$

eşitliği ile ifade edilebilir. Burada \bar{B} bir yıl boyunca denizdeki ortalama biyokütle miktarıdır. Bundan sonra aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$\frac{\bar{B}}{R} = \frac{Y}{R} * \frac{1}{F} \quad (40)$$

Sabit katsayı sisteminin varsayımı nedeniyle, bir yıl süresince stoktaki verim miktarı ömrü boyunca bir yıl sınıftan sağlanacak verime eşittir. Bu nedenle, Y/R ve yeni katılım başına ortalama biyokütle (\bar{B}/R) arasında;

$$\frac{Y}{R} = F * \frac{\bar{B}}{R} \quad (41)$$

ilişkisi vardır. B/R 'nin hesaplanmasında kullanılan bu eşitlik 7 numaralı eşitlikte olduğu gibi F 'e bölünür ve;

$$\frac{\bar{B}}{R} = \exp[-M * (Tc - Tr)] * W_{\infty} \left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+k} + \frac{3S^2}{Z+2k} - \frac{S^3}{Z+3k} \right] \quad (42)$$

Genellikle Y/R ve \bar{B}/R 'nin birlikte hesaplanması istenir. Bunu sağlamanın en kolay yolu işlemlerde önce \bar{B}/R formülünü kullanmak ve daha sonra 41 nolu ve 42 nolu formülle Y/R ve \bar{B}/R hesaplanır. F 'nin sıfır (0) olması halinde \bar{B}/R (yeni katılım başına bakir = işletilmemiş Biyokütle) Bv/R = işletilmemiş stoğun Biyokütlesi adı verilir. 41 ve 42. formüllerle tanımlanan yenilenen başına ortalama Biyokütle miktarı, o yıl sınıfının işletilen, yani Tc ve daha yaşlı balıkların ortalama Biyokütlesini verecektir (Sparre ve Venema, 1992).

F_{0.1} Stratejisi; avcılık mortalitesi değeri F 'e dayanan bir referans noktası olup bu noktada yeni katılım başına verim eğrisinin eğimi, başlangıçtaki değer %10 (0.1)'una eşittir. Bu F seviyesinde ekonomik uygunluğun sağlandığı ve yeni katılım aşırı avcılığın karşı bir tampon oluşturulduğu ve böylece stokları koruyucu bir avcılığın sürdürüldüğü varsayılmaktadır. Yeni katılım başına verim eğrisinin artmaya devam ettiği veya geniş düzleşmiş, uzunca bir görünüm gösterdiği hallerde, optimum avcılık mortalitesinin bazen

bir birim arttığı zaman avı, sağladığı ilk F değerinin %10'u oranında arttırır. Diğer bir ifade ile, en uygun avcılık mortalitesi oranı, verim eğrisinin, düşük mortalite düzeyindeki eğimin %10'u olduğu noktaya karşılık gelen değerdir. $F_{0.1}$ olarak bilinen bu yöntemde optimum F değerinin hesaplanması Pitcher ve Hart (1982), Hilborn ve Walters (1995), King (1995)'e göre yapılmıştır.

2.2.13. Boya Dayalı Thompson ve Bell Yöntemi

Bu yöntem de girdi olarak boya dayalı cohort analizinin verilerini kullanır. Girdiler genel olarak boylara göre avcılık mortalitesi, en küçük boy grubundaki balık sayısı, Brody büyüme katsayısı k , boy gruplarına göre cohort analizinde kullanılanlarla aynı olmak üzere doğal ölüm oranı (M) faktörü H' dir. Ek olarak, boy ağırlık ilişkisi parametreleri veya tek bir balığın boy grubu ortalama ağırlığı ve ortalama birim fiyatı, gerekli ilave bilgilerdir.

Çıktılar ise, her boy grubu için boy grubunun alt sınırındaki balık sayısı, $N(L_i)$; sayıca av miktarı, ağırlık olarak verim, biyokütle ile çarpılmış Δt miktarı, örneğin bir boy grubu alt sınırından, üst sınırına kadar büyümek için geçmesi gereken süre ve değer gibi. Son olarak toplam av miktarı, verim, ortalama biyokütle miktarı, Δt ve biyokütle miktarları elde edilir. Hesaplamalar F serisi içindeki her bir X değeri için tekrarlanır ve sonuçlar (toplamlar) grafik haline getirilir. Bunlar, Jones (1985)'un boya dayalı cohort analizinde kullanılan verilerden elde edilebilir. Bu amaçla, kullanılan eşitlikler şu şekilde tekrar düzenlenir.

$$C(L_1, L_2) = [N(L_1) - N(L_2)] * (F(L_1, L_2) / Z(L_1, L_2)) \quad (43)$$

$$N(L_1) = [N(L_2) * H(L_1, L_2) + C(L_1, L_2)] * H(L_1, L_2) \quad (44)$$

Daha sonra 43 nolu eşitlik 44 nolu eşitlikte yerine konulursa,

$$N(L_1) = [N(L_2) * H(L_1, L_2) + \left(\frac{N(L_1) - N(L_2)}{Z(L_1, L_2)} \right) * F(L_1, L_2)] * H(L_1, L_2) \quad (45)$$

nolu eşitlik elde edilir.

Burada,

$$H(L_1, L_2) = [L_\infty - L_1 / L_\infty - L_2]^{M/2k}$$

olup, bu da Jones (1985)' un boya dayalı cohort analizinde kullanılan (34 nolu formül) faktörün aynısıdır (H_1). Bu eşitlik, $N(L_2)$ 'ye göre tekrar çözümlerse;

$$N(L_2) = N(L_1) * \frac{1/H(L_1, L_2) - F(L_1, L_2) / Z(L_1, L_2)}{H(L_1, L_2) - F(L_1, L_2) / Z(L_1, L_2)} \quad (46)$$

şeklinde olur.

Boy gruplarına göre ağırlık olarak verimi hesaplayabilmek için, sayıca av miktarı C , boy gruplarının ortalama ağırlığı ile $\bar{W}(L_1, L_2)$ çarpılır.

Bu boy grubu için verim (Y) ve verimin maddi karşılığı (V) şu şekilde hesaplanabilir;

$$Y(L_1, L_2) = C(L_1, L_2) * \bar{W}(L_1, L_2) \quad (47)$$

$$V(L_1, L_2) = Y(L_1, L_2) * \bar{V}(L_1, L_2) \quad (48)$$

Burada $\bar{V}(L_1, L_2)$, L_1 ve L_2 boyları arasındaki balıkların ortalama kg fiyatıdır. Cohort'u veya yıl sınıfını L_1 'den L_2 'ye büyütecek süreç $\Delta t(L_1, L_2)$ içinde, yaşayan balıkların sayısı $N(L_1)$ 'den $N(L_2)$ 'ye düşecektir. Bu boy grubundaki yaşayanların sayısı da;

$$\bar{N}(L_1, L_2) * \Delta t(L_1, L_2) = [N(L_1) - N(L_2)] / Z(L_1, L_2) \quad (49)$$

Buna karşılık gelen ortalama biyokütle * Δt değeri;

$$\bar{B}(L_1, L_2) * \Delta t(L_1, L_2) = \bar{N}(L_1, L_2) * \Delta t(L_1, L_2) * \bar{W}(L_1, L_2) \quad (50)$$

Bu stoktaki yıllık verim de basitçe her boy grubundaki verimlerin toplamıdır. Yani;

$Y = \sum Y_i$, benzer şekilde ortalama maddi değeri de $V = \sum V_i$ dir.

$$\bar{B} = \sum \bar{B}_i * \Delta t$$

\bar{B} ; bir cohortun ömrü boyunca ortalama biyokütle miktarı veya bir yıl içinde tüm cohortların miktarıdır (Sparre ve Venema, 1992).

2.2.14. İstatistikî Analizler

İstatistikî analizler ve verilerin değerlendirilmesinde Excel, Surfer, FISAT, Minitab, Mathematica gibi hazır paket bilgisayar programları kullanılmıştır. Hipotez kontrollerinde genellikle t testi, χ^2 testi kullanılmıştır (Düzgüneş, 1985; Sokal ve Rolff, 1995).

3. BULGULAR

3.1. Populasyon Yapısı

Hamsi populasyonunda örnekleme süresince elde edilen verilere göre populasyonun yapısı, boy, cinsiyet ve yaş olarak ayrı ayrı ele alınmıştır.

3.1.1. Boy Kompozisyonu

Araştırma sırasında, 1996/97 av sezonunda 10216 adet ve 1997/98 av sezonunda 6905 adet olmak üzere toplam 17121 adet hamsi üzerinde çalışılarak boy frekans dağılımları elde edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda avlanan hamsi bireylerinin aylara göre boy frekans dağılımları

Boy Grubu (cm)	1996/97 av sezonu						1997/98 av sezonu				
	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Toplam	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Toplam
5.5 - 5.9	-	3	5	-	-	8	-	-	2	-	2
6.0 - 6.4	-	19	39	-	-	58	-	1	-	-	1
6.5 - 6.9	-	89	98	-	-	187	-	5	8	-	13
7.0 - 7.4	4	210	173	-	3	390	1	36	59	-	96
7.5 - 7.9	15	411	186	-	6	618	15	78	172	-	265
8.0 - 8.4	20	677	262	-	29	988	34	95	233	-	362
8.5 - 8.9	59	645	172	4	24	904	42	65	138	-	245
9.0 - 9.4	100	413	128	13	46	700	121	97	119	9	346
9.5 - 9.9	101	457	55	28	54	695	210	98	126	30	464
10.0 - 10.4	292	614	188	49	38	1181	302	132	85	44	563
10.5 - 10.9	456	403	120	73	41	1093	613	239	83	46	981
11.0 - 11.4	406	242	120	74	30	872	727	382	68	31	1208
11.5 - 11.9	289	132	178	50	48	697	431	300	48	37	816
12.0 - 12.4	380	197	156	30	78	841	322	253	36	43	654
12.5 - 12.9	285	106	108	20	58	577	240	251	31	33	555
13.0 - 13.4	130	36	54	11	32	263	108	103	9	16	236
13.5 - 13.9	49	14	19	6	6	94	13	50	-	8	71
14.0 - 14.4	10	4	10	3	5	32	5	12	-	2	19
14.5 - 14.9	6	1	3	-	1	11	2	3	-	1	6
15.0 - 15.4	2	1	2	-	-	5	-	2	-	-	2
15.5 - 15.9	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Toplam	2604	4674	2078	361	499	10216	3186	2202	1217	300	6905

1996/97 av sezonunda biyometrik ölçümleri yapılan 10216 adet balığın boylarının 5.7-15.7 cm arasında değiştiği ve her birisi 0.5 cm aralığında 21 boy grubuna dağıldığı belirlenmiştir. Ağırlıkları ise, 1.03-24.10 g arasındadır. 1997/98 av sezonunda ise, 6905 adet hamsi boyların 5.6-15.3 cm ve ağırlıkların 1.03-18.60 g arasında dağılım gösterdiği gözlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2' deki veriler değerlendirildiğinde, ortalama boy ve ağırlıkların 1996/97 av sezonunda 10.12 cm ve 6.59 g, 1997/98 av sezonunda ise 10.81 cm boy ve 7.89 g olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Yıllara göre ortalama boy (cm), ağırlık (g), frekans (N) ve eklemeli frekans (EF) dağılımları

Boy Grubu (cm)	1996/97 av sezonu				1997/98 av sezonu			
	N(%)	EF	L±SE	W±SE	N(%)	EF	L±SE	W±SE
5.5 - 5.9	0.08	0.08	5.73±0.04	1.20±0.02	0.03	0.03	5.70±0.07	1.32±0.28
6.0 - 6.4	0.57	0.65	6.29±0.03	1.43±0.05	0.01	0.04	6.30±0.00	2.10±0.00
6.5 - 6.9	1.83	2.48	6.70±0.09	1.90±0.15	0.19	0.23	6.75±0.03	2.15±0.08
7.0 - 7.4	3.82	6.29	7.26±0.03	2.21±0.11	1.39	1.62	7.25±0.03	2.27±0.05
7.5 - 7.9	6.05	12.34	7.75±0.02	2.49±0.10	3.84	5.46	7.74±0.03	2.80±0.10
8.0 - 8.4	9.67	22.01	8.25±0.02	3.20±0.08	5.24	10.70	8.24±0.02	3.39±0.08
8.5 - 8.9	8.85	30.86	8.74±0.02	3.76±0.07	3.55	14.25	8.72±0.02	4.00±0.07
9.0 - 9.4	6.85	37.72	9.23±0.02	4.46±0.08	5.01	19.26	9.26±0.02	4.72±0.08
9.5 - 9.9	6.80	44.52	9.71±0.02	5.22±0.11	6.72	25.98	9.72±0.02	5.48±0.09
10.0 - 10.4	11.56	56.08	10.22±0.02	6.32±0.13	8.15	34.14	10.25±0.02	6.51±0.10
10.5 - 10.9	10.70	66.78	10.70±0.02	7.15±0.13	14.21	48.34	10.73±0.02	7.57±0.13
11.0 - 11.4	8.54	75.31	11.24±0.02	7.99±0.13	17.49	65.84	11.24±0.02	8.65±0.13
11.5 - 11.9	6.82	82.14	11.73±0.01	9.15±0.13	11.82	77.65	11.71±0.02	9.51±0.13
12.0 - 12.4	8.23	90.37	12.22±0.02	10.21±0.13	9.47	87.13	12.25±0.02	10.55±0.14
12.5 - 12.9	5.65	96.02	12.67±0.02	11.33±0.14	8.04	95.16	12.69±0.02	11.70±0.15
13.0 - 13.4	2.57	98.59	13.24±0.02	12.45±0.17	3.42	98.58	13.20±0.02	12.76±0.18
13.5 - 13.9	0.92	99.51	13.64±0.02	13.69±0.19	1.03	99.61	13.65±0.04	13.69±0.31
14.0 - 14.4	0.31	99.82	14.19±0.03	15.76±0.36	0.28	99.88	14.18±0.04	15.37±0.63
14.5 - 14.9	0.11	99.93	14.68±0.05	16.94±0.59	0.09	99.97	14.75±0.05	16.31±1.59
15.0 - 15.4	0.05	99.98	15.20±0.06	20.35±0.61	0.03	100.00	15.30±0.01	17.95±0.32
15.5 - 15.9	0.02	100.00	15.60±0.10	22.50±0.71				
Ortalama			10.12±0.03	6.59±0.19			10.81±0.03	7.89±0.18

SE: Standart hata

1996/97 yılında eklemeli frekans verilerine göre, populasyonun yaklaşık olarak %50' sinin 9.5 ile 12,5 cm boylar arasında yoğunlaştığı, toplam avın yarısının yakalandığı L_{50} boyunun 9.73 cm olduğu, 1997/98 yılında ise populasyonun %50'si için değişim aralığının 10.0-12.5 cm boylar arasında, L_{50} boyunun 10.55 cm olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

3.1.2. Cinsiyet Dağılımı

Araştırma sırasında, farklı av sezonlarına göre, toplam olarak 17121 adet balığın boy gruplarına göre cinsiyet dağılımları belirlenmiştir (Tablo 3, Şekil 10).

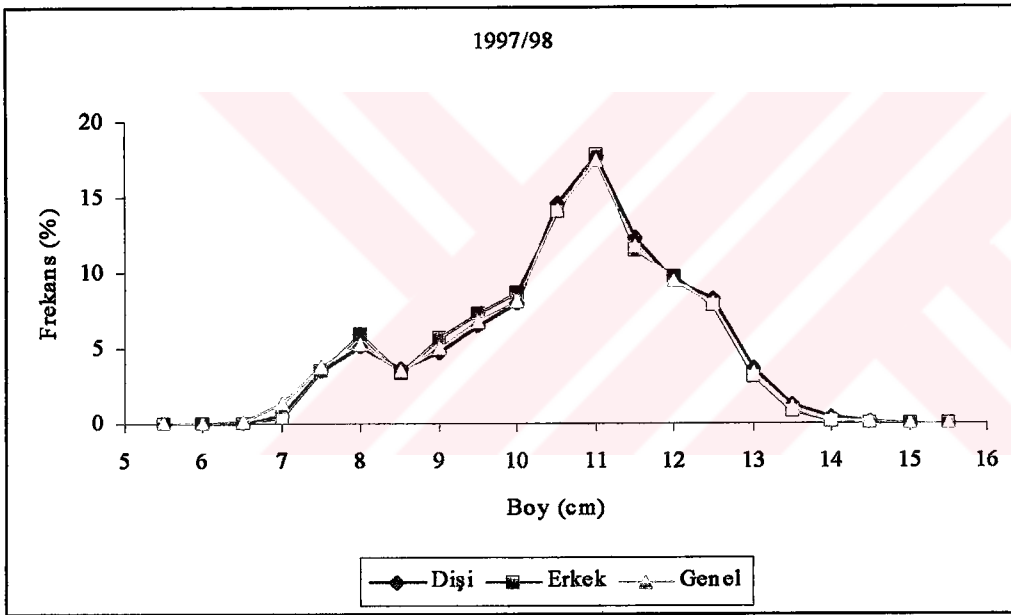
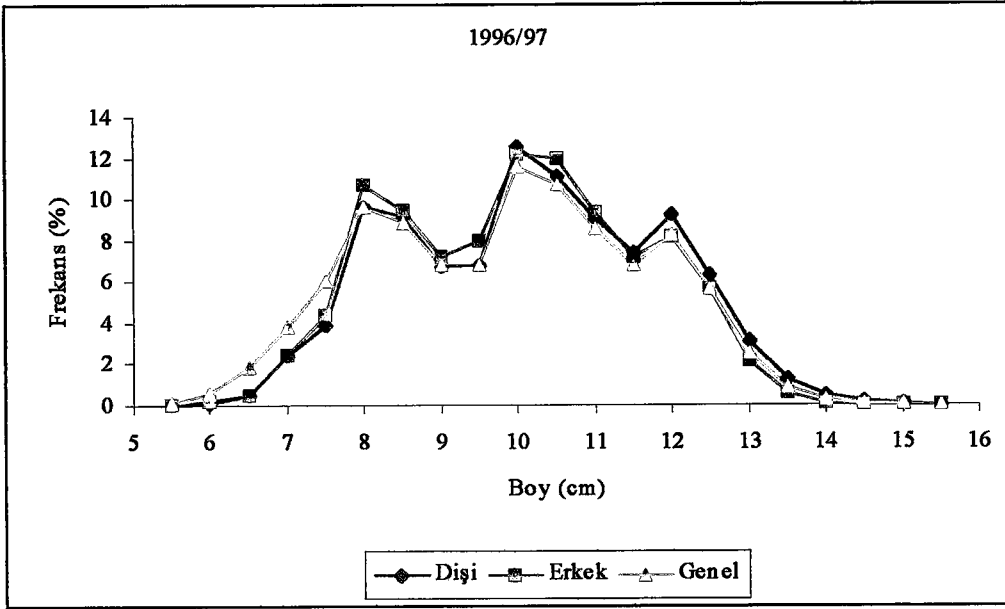
Tablo 3. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda araştırma sahasında avlanan bireylerin aylık cinsiyet dağılımları

Yıl	Cinsiyet	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Toplam	
		N	N (%)	N	N (%)	N	N (%)	N	N (%)	N	N (%)	N	N (%)
1996/97	D	1591	61.10	2639	56.46	1111	53.46	215	59.56	244	48.90	5800	56.77
	E	994	38.17	1674	35.82	774	37.25	141	39.06	160	32.06	3743	36.64
	O	19	0.73	361	7.72	193	9.29	5	1.39	95	19.04	673	6.59
	Genel	2604	100	4674	100	2078	100	361	100	499	100	10216	100
1997/98	D	1973	61.93	1371	62.26	720	59.16	164	54.67			4228	61.23
	E	1200	37.67	762	34.60	484	39.77	136	45.33			2582	37.39
	O	13	0.41	69	3.13	13	1.07	300	0			95	1.38
	Genel	3186	100	2202	100	1217	100	300	100			6905	100

D:Dişi, E: Erkek, O:Olgunlaşmamış, Genel: D+E+O

Araştırmanın yürütüldüğü ilk av sezonunda cinsiyeti belirlenebilen balıkların %56.77'si dişi, %36.64'ü erkektir. Ancak, henüz cinsi olgunluğa ulaşmadıkları ve gonadları gelişmediği için, balıkların %6.59'unun cinsiyetleri belirlenememiştir. Cinsiyeti belirlenen balıklar dikkate alındığında 1996/97 av sezonu için popülasyondaki cinsiyet oranının %60.78'i dişi, %39.22'si erkek şeklinde olduğu söylenebilir. Sonraki av sezonunda ise 6905 adet balığın %3.88'inin olgunlaşmadığı, %61.23'ünün dişi, %37.39'unun erkek olduğu saptanmıştır. Cinsiyeti belirlenenlere göre popülasyonu oluşturan bireylerin %62.09'u dişi, 37.91'i erkektir.

Aylık olarak erkek:dişi oranları dikkate alındığında, 19996/97 av sezonunda Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları için bu oranlar sırasıyla 1:1.60, 1:1.57, 1:1.44, 1:1.52 ve 1:1.52 olmak üzere ortalama 1:1.55 şeklindedir. Bir sonraki av sezonunda, aynı aylara karşılık gelen erkek:dişi oranları sırası ile 1:1.64, 1:1.79, 1:1.48 ve 1:1.21, ortalama 1:1.64 olarak saptanmıştır. Araştırma süresi boyunca tüm ay ve yıllarda dişilerin popülasyon içindeki oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapılan χ^2 testi sonunda erkek ve dişiler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($P < 0.05$).



Şekil 10. Farklı av sezonlarında avlanan hamsi balıklarının boy gruplarına göre cinsiyetleri

3.1.3. Yaş Kompozisyonu

Otolitlerden yapılan yaş analizlerine göre her iki av sezonunda da hamsilerin 0^+ - 3^+ yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. İki sezonunda toplam 1605 adet hamsinin otoliti alınmış, 1996/97 döneminde avlanan balıkların %23'ü 0^+ , %47'si 1^+ , %19'u 2^+ ve %11'i 3^+ , diğer sezonda ise %24'ü 0^+ , %48'i 1^+ , %19'u 2^+ ve %9'u 3^+ yaşındaki

bireylerden oluştuğu saptanmıştır. Tablo 4’de parantez içindeki sayılar, yaş tayini yapılan balık miktarını göstermektedir. Bu verilere göre, biyometrik ölçümleri yapılan tüm balıkların yaş dağılımları elde edilmiştir. Balıkların cinsiyetlerine göre, yaş kompozisyonu değerlendirildiğinde popülasyondan hiç avlanmaması gereken 0⁺ yaş grubundaki dişi ve erkeklerin oranı, 1996/97 av sezonunda sırasıyla %12.41 ve 17.58 iken, 1997/98 av sezonunda bu dağılım %9.98 ve %14.14 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

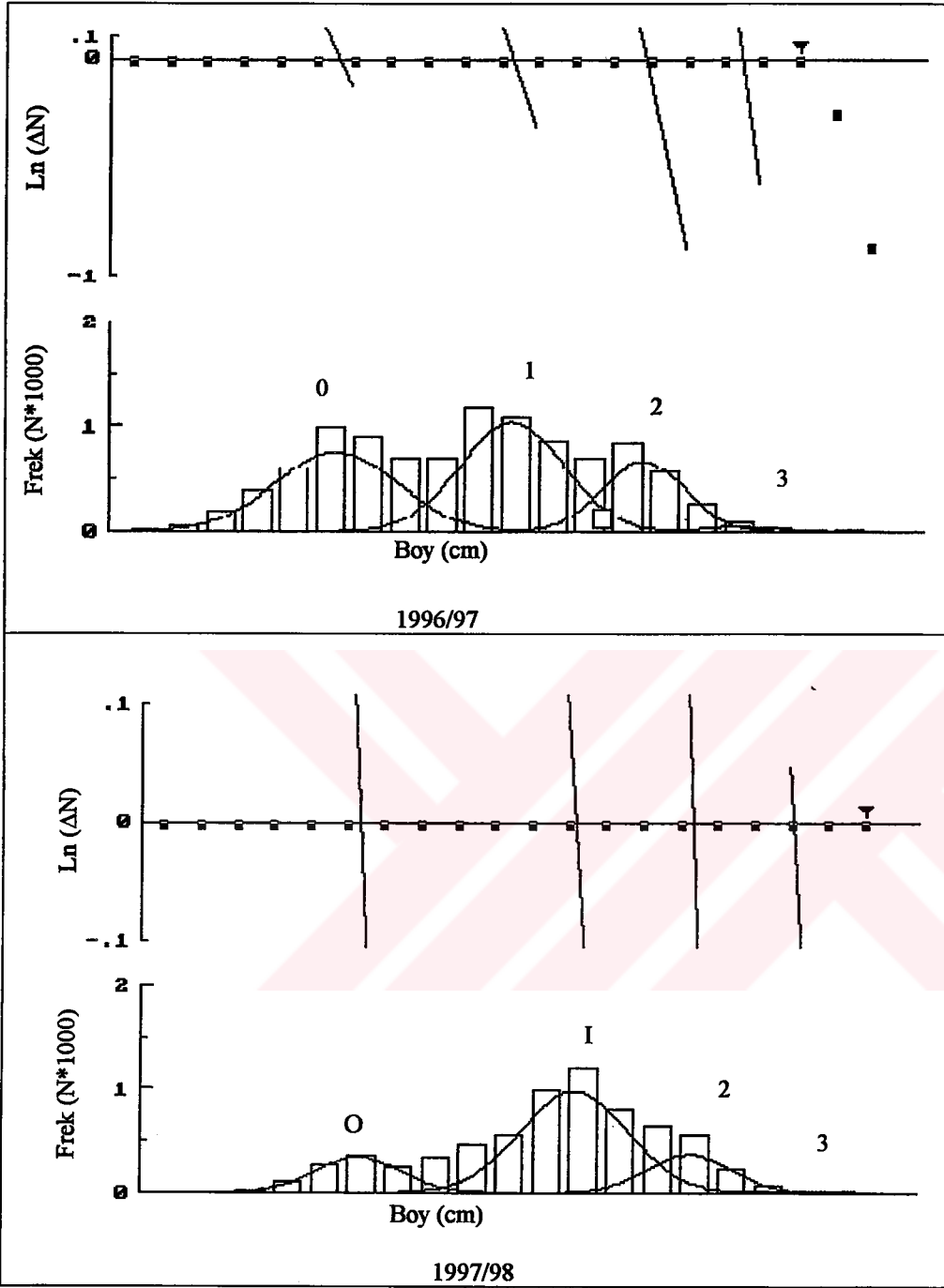
Tablo 4. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda incelenen hamsi bireylerinin yaşlara göre ortalama boy (cm) ve ağırlıkları (g)

Yaş	1996/97 Genel			1997/98 Genel		
	N	Ort. L±SE	Ort. W±SE	N	Ort. L±SE	Ort. W±SE
0 ⁺	2345 (205)	8.34±0.021	3.49±0.026	1649 (170)	8.51±0.024	3.78±0.038
1 ⁺	4839 (423)	10.54±0.016	7.19±0.030	3297 (340)	10.78±0.017	7.88±0.040
2 ⁺	1888 (165)	12.50±0.016	11.24±0.042	1348 (139)	12.52±0.012	11.61±0.055
3 ⁺	1144 (100)	13.55±0.021	14.16±0.072	611 (63)	13.41±0.024	13.55±0.078
Toplam	10216 (893)	10.74±0.019	7.87±0.038	6905 (712)	10.81±0.021	8.13±0.045
Yaş	1996/97 Dişi			1997/98 Dişi		
0 ⁺	719 (73)	8.36±0.036	3.64±0.049	422 (40)	9.11±0.041	4.79±0.087
1 ⁺	2862 (264)	10.57±0.021	7.20±0.041	2277 (216)	10.76±0.021	7.80±0.048
2 ⁺	1279 (118)	12.54±0.018	11.38±0.048	1002 (95)	12.57±0.022	11.75±0.067
3 ⁺	867 (80)	13.59±0.024	14.28±0.083	527 (50)	13.46±0.028	13.75±0.089
Toplam	5800 (535)	11.15±0.024	9.86±0.050	4228 (401)	11.36±0.023	9.18±0.052
	1996/97 Erkek			1997/98 Erkek		
0 ⁺	658 (48)	8.48±0.041	3.84±0.057	365 (29)	8.95±0.040	4.435±0.077
1 ⁺	2166 (158)	10.52±0.023	7.19±0.045	1499 (119)	10.89±0.025	8.15±0.062
2 ⁺	644 (47)	12.42±0.027	10.89±0.082	554 (119)	12.42±0.031	11.29±0.079
3 ⁺	274 (20)	13.38±0.035	13.67±0.065	164 (44)	13.21±0.037	12.79±0.120
Toplam	3743 (273)	10.70±0.027	7.71±0.054	2582 (13)	11.09±0.029	8.59±0.062

() Yaş tayini yapılan gerçek balık sayıları

Yaş gruplarına göre ortalama boy ve ağırlıklar, hem genel ve hem de ayrı ayrı ele alınmıştır. 1996/97 av sezonu için popülasyonun yaş gruplarından hesaplanan ortalama boyu 10.74±0.019 cm, ortalama ağırlığı 7.78±0.038 g, 1997/98 av sezonu için 10.81±0.021 cm ve 8.13±0.045 g olarak bulunmuştur.

Her iki sezondaki yaş dağılımını daha iyi ortaya koymak ve yaşlara karşılık gelen boyları farklı bir yöntemle hesaplayarak karşılaştırmak amacıyla toplam 17121 adet hamsi ölçülmüş ve 0.5 cm’lik boy gruplarına ayrılarak FISAT programındaki Bhattacharya yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin kullanılmasıyla elde edilen verilere göre popülasyonda 4 yıl sınıfının (cohort) olduğu saptanmış ve bunlara göre balık miktarları ile her yıl sınıfının sahip olduğu ortalama boylar hesaplanmıştır (Tablo 5, Şekil 11).



Şekil 11. 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda, boy frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları,

Yaş gruplarına göre otolitlerden belirlenen yaşlara karşılık gelen ortalama boylar ile Bhattacharya yöntemine göre belirlenen yaş sınıflarına karşılık gelen ortalama boylar arasında yapılan t testi sonucu istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir (Ek Tablo 1,2).

Tablo 5. Bhattacharya yöntemine göre boy frekanslarından elde edilen yaş grupları ve ortalama boylar (cm)

Yaş	1996/97 Genel		1997/98 Genel	
	N	Ort. L±SE	N	Ort. L±SE
0 ⁺	3153	8.08±0.015	982	7.97±0.018
1 ⁺	3659	10.45±0.012	3567	10.88±0.012
2 ⁺	1867	12.22±0.013	1042	12.44±0.017
3 ⁺	106	13.51±0.044	24	13.80±0.142
Top./Ort.	8785	10.01±0.021	5615	10.67±0.047
Yaş	1996/97 Dişi		1997/98 Dişi	
0 ⁺	1868	8.34±0.017	546	8.06±0.022
1 ⁺	2494	10.70±0.016	2223	10.90±0.015
2 ⁺	1055	12.45±0.018	659	12.49±0.022
3 ⁺	53	13.81±0.100	23	13.96±0.130
Top./Ort.	5470	10.26±0.038	3451	10.77±0.047
Yaş	1996/97 Erkek		1997/98 Erkek	
0 ⁺	275	7.59±0.032	343	8.01±0.024
1 ⁺	1549	10.33±0.022	1345	10.85±0.020
2 ⁺	582	12.24±0.021	384	12.38±0.028
3 ⁺	24	13.43±0.075	3	13.25±0.408
Top./Ort.	2430	10.51±0.037	2075	10.67±0.120

3.2. Büyüme

3.2.1. Oransal Büyüme

Hamsilerin büyüme oranları, dişi, erkek ve genel olarak ele alınmıştır. Oransal büyüme değerlerine göre boy ve ağırlıkça en hızlı büyümenin 0⁺-1⁺ yaş grupları arasında olduğu, daha sonraki yaşlarda ise azaldığı gözlenmiştir (Tablo 6). 1996/97 av sezonunda ortalama oransal büyüme boyca dişilerde %17.81, erkeklerde ise %16.62 dir. Ağırlıkça oransal büyüme dişilerde %60.44, erkeklerde %54.74 bulunmuştur. Bir sonraki dönemde ise oransal boyca büyüme değerleri ortalama olarak dişi ve erkeklerde aynı olmak üzere %14.00, ağırlık değerleri ise dişilerde %43.49, erkeklerde %45.19'dur. Ortalama oransal boyca ve ağırlıkça büyüme 1996/97 av sezonunda %17.77 ve %62.78, 1997/98 av sezonunda %16.64 ve %57.51 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Hamsilerin yıllara ve yaş gruplarına göre boyca ve ağırlıkça büyüme oranları (%)

Yıl	Yaş	Dişi		Erkek		Genel	
		L	W	L	W	L	W
1996/97	0 ⁺ - 1 ⁺	26.43	97.80	24.06	87.23	26.32	106.02
	1 ⁺ - 2 ⁺	18.63	58.06	18.06	51.46	18.59	56.33
	2 ⁺ - 3 ⁺	8.37	25.48	7.73	25.52	8.40	25.98
	Ortalama	17.81	60.44	16.62	54.74	17.77	62.78
1997/98	0 ⁺ - 1 ⁺	18.11	62.80	21.68	83.77	26.67	108.47
	1 ⁺ - 2 ⁺	16.82	50.64	14.05	38.52	16.14	47.34
	2 ⁺ - 3 ⁺	7.08	17.02	6.36	13.29	7.10	16.71
	Ortalama	14.00	43.49	14.03	45.19	16.64	57.51

3.2.2. Kondisyon Faktörü

Populasyon analizlerinde kondisyon faktörü, çevre koşullarının aynı ya da farklı olduğu iki veya daha çok stok karşılaştırılmalarında, eşeyssel olgunluk zaman ve süresinin belirlenmesinde, canlıların beslenme aktivitesindeki aylık ve mevsimsel değişimlerin izlenmesinde kullanılır .

Bu araştırmada kondisyon faktörü, yaş grupları, cinsiyet ve aylara göre ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 7,8).

Tablo 7. Yaş gruplarına göre kondisyon faktörleri

1996/97									
Yaş	Genel			Dişi			Erkek		
	N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE	N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE	N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE
0 ⁺	2345	0.58±0.002	0.72±0.003	791	0.60±0.004	0.74±0.006	658	0.61±0.005	0.75±0.008
1 ⁺	4839	0.59±0.001	0.75±0.002	2862	0.60±0.002	0.75±0.003	2166	0.61±0.002	0.76±0.003
2 ⁺	1888	0.57±0.001	0.73±0.002	1279	0.58±0.002	0.74±0.004	644	0.57±0.003	0.74±0.006
3 ⁺	1144	0.57±0.002	0.73±0.002	867	0.57±0.002	0.73±0.004	274	0.57±0.031	0.73±0.008
Ort.	10216	0.59±0.001	0.74±0.001	5800	0.59±0.001	0.74±0.002	3743	0.59±0.001	0.75±0.003
1997/98									
Yaş	Genel			Dişi			Erkek		
	Genel	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE	N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE	N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE
0 ⁺	1649	0.58±0.002	0.55±0.002	422	0.61±0.004	0.57±0.004	365	0.60±0.004	0.56±0.004
1 ⁺	3297	0.61±0.001	0.57±0.001	2277	0.61±0.002	0.57±0.002	1499	0.62±0.002	0.58±0.002
2 ⁺	1348	0.59±0.002	0.55±0.001	1002	0.59±0.002	0.55±0.002	554	0.59±0.003	0.55±0.003
3 ⁺	611	0.56±0.002	0.52±0.002	527	0.56±0.003	0.53±0.003	164	0.55±0.004	0.52±0.004
Ort.	6905	0.59±0.001	0.56±0.001	4228	0.60±0.001	0.56±0.001	2582	0.60±0.001	0.57±0.001

K₁=W/L³ (izometrik), K₂ =W/L^b (Allometrik),

Yaş gruplarına göre kondisyon faktörü değerleri, ilk sezonda gerek izometrik (K₁) ve gerekse allometrik (K₂) modele göre ilk yaşlarda düşük (0.58 ve 0.72) olarak bulunmuş,

1. yaş grubunda ise bu değer yükselmiş (0.59 ve 0.75), 2. ve 3. yaş grubunda ise yine azalmıştır. İkinci av sezonunda da benzer bir durum gözlenmiştir. Yaşlara göre izometrik modelde hesaplanan kondisyon faktörleri sırasıyla 0.58, 0.61, 0.59, 0.56, allometrik modelde ise aynı yaşlar için sırasıyla, 0.55, 0.57, 0.55 ve 0.52 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan her iki modelde de benzer bir eğilim göze çarpmaktadır. Genel olarak önceki sezonda ortalama kondisyon faktörü izometrik ve allometrik modele göre sırasıyla 0.59 ve 0.74, ikinci sezonda ise 0.59 ve 0.56 olarak bulunmuştur.

Cinsiyetlere göre, her iki yöntemle göre hesaplanan yaşlara ait kondisyon faktörleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir.

Balıklarda kondisyon çevresel faktörlere bağlı olduğu kadar biyolojik özelliklerle de yakından ilgilidir. Çevresel faktörlerde meydana gelen değişiklikler, kondisyon değerlerinin farklılaşmasına neden olur. Bu nedenle aylık kondisyon değerleri de hesaplanmıştır (Tablo 8). Her iki modele göre hesaplanan aylık kondisyon değerleri Aralık ayında en yüksek (0.63 ve 0.79), avlanma sezonu sonunda ise en düşük değerlerdedir. 1996/97 av sezonunda 0.61 olan kondisyon değeri Aralık ayında 0.63'e yükselmiş daha sonra giderek azalarak Martta 0.51'e düşmüştür. Benzer değişim allometrik kondisyon değerlerinde de görülmektedir. 1997/98 av sezonunda Kasım ayında kondisyon değeri 0.63 iken avcılığın sona erdirildiği Şubat ayı kondisyon değeri 0.55'e olarak hesaplanmıştır.

Tablo 8. Aylara göre kondisyon faktörü

Yıllar		N	K ₁ ±SE	K ₂ ±SE
1996/97	Kasım	2604	0.61±0.001	0.77±0.002
	Aralık	4674	0.63±0.002	0.79±0.002
	Ocak	2078	0.55±0.0015	0.70±0.001
	Şubat	361	0.55±0.003	0.70±0.004
	Mart	499	0.51±0.002	0.64±0.002
	Genel	10216	0.59±0.001	0.74±0.001
1997/98	Kasım	3186	0.63±0.001	0.59±0.001
	Aralık	2202	0.60±0.002	0.56±0.001
	Ocak	1217	0.55±0.002	0.52±0.002
	Şubat	300	0.55±0.003	0.51±0.003
	Genel	6905	0.59±0.001	0.56±0.001

Tablo 8 incelendiğinde, izometrik modele göre, her iki av sezonundaki ortalama kondisyon faktörü arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamasına rağmen allometrik model kullanıldığında her iki yıldaki kondisyon değerleri arasındaki farklılığın önemli olduğu anlaşılmıştır (P<0.05). Bunun nedeni, her iki sezonda boy ağırlık ilişkisi denkleminde

bulunan b parametresinin farklı oluşudur. İlk sezonda b değeri 2.903, ikinci sezonda ise 3.027 tür. Farklılık, bu iki sezona ait farklı b değerlerinin kullanılmasından kaynaklanmıştır.

3.2.3. Boy Ağırlık İlişkisi

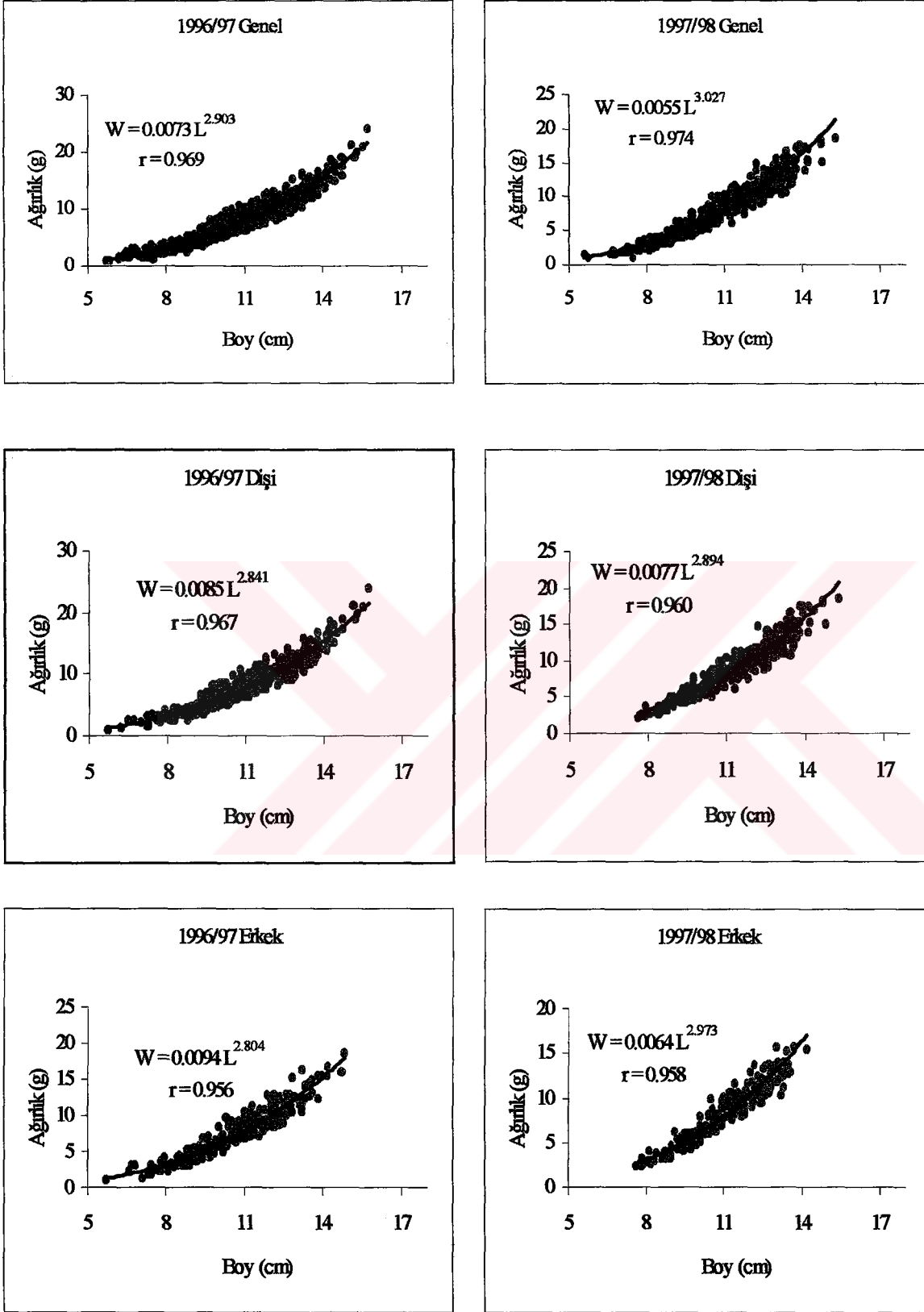
Balıkların boy ve ağırlıkları arasında $W=aL^b$ ($\log W = \log a + b \log L$) şeklinde bir ilişki vardır. Bu ilişkiden hareketle, araştırma süresince örneklenen balıkların boy ağırlık ilişkileri değerleri en küçük kareler yöntemine göre, yıllara ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 9, Şekil 12).

Tablo 9. Boy ağırlık ilişkisi parametreleri

		Parametre			
Yıllar	Cinsiyet	a	b	r	N
1996/97	Dişi	0.0085	2.841	0.966	5800
	Erkek	0.0094	2.804	0.956	3743
	Genel	0.0073	2.903	0.969	10216
1997/98	Dişi	0.0077	2.894	0.961	4228
	Erkek	0.0064	2.973	0.958	2582
	Genel	0.0055	3.027	0.9746	6905

Bu eşitliklerde ilişkilerin kuvvetliliğini, r katsayısı ve denklemlerin birbirinden farklı olup olmadığını b parametresi belirler. Regresyon katsayılarının karşılaştırılması ve uygulanan t testi sonunda, her iki sezonda da b katsayıları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı, diğer bir ifade ile cinsiyet ve yıllara göre elde edilen boy ağırlık ilişkisi denklemlerinin aynı populasyonu temsil ettikleri söylenebilir. Farklı değerler, P:0.05 düzeyinde istatistiksel olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Ayrıca bu modelleri kullanarak, bilinen boylara karşılık gelen ağırlıklarla, tartım sonucu bulunan ağırlıklar da karşılaştırılmıştır (Ek Tablo 1). Yapılan t testi sonucu hesaplanan ve gözlenen değerler arasında bir farklılığın olmaması da, elde edilen modellerin popülasyona uygun olduğunu göstermektedir.



Şekil 12. 1996/97 ve 1997/98 av sezonu boy ağırlık ilişkileri

3.2.4. Yaş Boy ve Yaş Ağırlık İlişkisi

1996/97 av sezonunda 893, 1997/98 av sezonunda ise 712 adet hamside yaş tayini çalışmaları yapılmış ve biyometrik ölçümleri yapılan ilk sezonda 10216 ve ikinci sezonda 6905 adet balığın belirlenen yaşlara göre dağılımları gerçekleştirilmiştir.

Von Bertalanffy büyüme parametreleri olarak bilinen L_{∞} , k , t_0 ve W_{∞} değerleri farklı yöntemlere göre hesaplanabilmektedir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları, Ford-Walford, Gulland ve Holt ile Bhattacharya yöntemleridir. Detayları Bölüm 2.2.7 de verilen bu yöntemlere göre büyüme parametrelerinin ayrı ayrı hesaplanmasının nedeni, sonuçları karşılaştırmak ve hata payını en aza indirmektir. Bu amaçla, bu parametrelere ait değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Hamsi popülasyonunda von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri, erkekler, dişiler ve cinsiyet ayrımı yapılmaksızın bütün popülasyon için her iki yıla göre ayrı ayrı belirlenerek Tablo 10'da ve ortalamaları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 10. Yıllara göre büyüme parametreleri ve büyüme performansı indeksi (\emptyset') değerleri

Yıl	Ford-Walford Yöntemi						
	Parametre	L_{∞} (cm)	k	t_0	W_{∞} (g)	\emptyset'	N
1996/97	Dişi	16.85	0.320	-2.084	25.98	1.96	5800
	Erkek	16.48	0.317	-2.209	24.29	1.93	3743
	Genel	16.82	0.319	-2.230	26.34	1.96	10216
1997/98	Dişi	17.38	0.250	-2.860	29.87	1.89	4228
	Erkek	15.11	0.395	-2.229	20.52	1.96	2582
	Genel	15.40	0.414	-1.909	21.64	1.99	6905
Gulland ve Holt Yöntemi							
1996/97	Dişi	17.09	0.307	-2.139	27.02	1.95	5800
	Erkek	16.68	0.303	-2.288	25.13	1.92	3743
	Genel	16.98	0.308	-2.148	27.15	1.95	10216
1997/98	Dişi	17.77	0.232	-3.009	31.85	1.87	4228
	Erkek	15.16	0.385	-2.291	20.72	1.95	2582
	Genel	15.47	0.403	-1.961	21.93	1.98	6905
Bhattacharya Yöntemi							
1996/97	Dişi	17.96	0.279	-2.234	31.11	1.96	5470
	Erkek	15.94	0.403	-1.602	22.13	2.01	2430
	Genel	17.20	0.302	-2.101	28.19	1.95	8785
1997/98	Dişi	16.64	0.379	-1.755	26.33	2.02	3451
	Erkek	14.28	0.601	-1.371	17.35	2.08	2075
	Genel	15.86	0.436	-1.607	23.69	2.04	5615

Tablo 10’da da görüldüğü gibi, 1996/97 av sezonunda, yaşları belirlenen hamsilerden Ford-Walford yöntemi ile Gulland ve Holt yöntemlerine göre teorik olarak hesaplanan L_{∞} değerleri sırası ile, 16.82 cm ve 16.98 cm iken, 1997/98 av sezonunda bu değerler, 15.40 cm ve 15.47 cm olarak hesaplanmıştır. Bhattacharya yöntemi ile boy frekans verilerinden yararlanılarak oluşturulan yaşlardan hesaplanan büyüme parametreleri ise, 1996/97 av sezonu için L_{∞} değeri 17.20 cm, 1997/98 av sezonu için 15.86 cm olarak bulunmuştur. Söz konusu yöntemlere göre hesaplanan k ve t_0 değerleri ilk sezonda sırası ile, 0.319, -2.230; 0.308, -2.148; 0.302 yıl⁻¹, -2.101 yıl, ikinci av sezonunda ise, 0.414, -1.909; 0.403, -1.961; 0.436 yıl⁻¹, -1.607 yıldır. (Tablo 10).

Bu parametrelerin ortalama değerleri ise, L_{∞} , k ve t_0 sırası ile, 1996/97 sezonu için, 17.00 cm, 0.310 yıl⁻¹, -2.160 yıl; sonraki sezonda ise, 15.57 cm, 0.417 yıl⁻¹, -1.826 yıldır (Tablo 11).

Tablo 11. Farklı yöntemlere göre hesaplanan parametrelerinin ortalamaları

	Parametre	L_{∞} (cm)	k	t_0	W_{∞} (g)	ϕ'
1996/97	Dişi	17.03	0.302	-2.152	28.04	1.96
	Erkek	16.37	0.341	-2.033	23.85	1.95
	Genel	17.00	0.310	-2.160	27.23	1.95
1997/98	Dişi	17.26	0.287	-2.540	29.35	1.93
	Erkek	14.85	0.460	-1.964	19.53	1.99
	Genel	15.57	0.417	-1.826	22.42	2.00

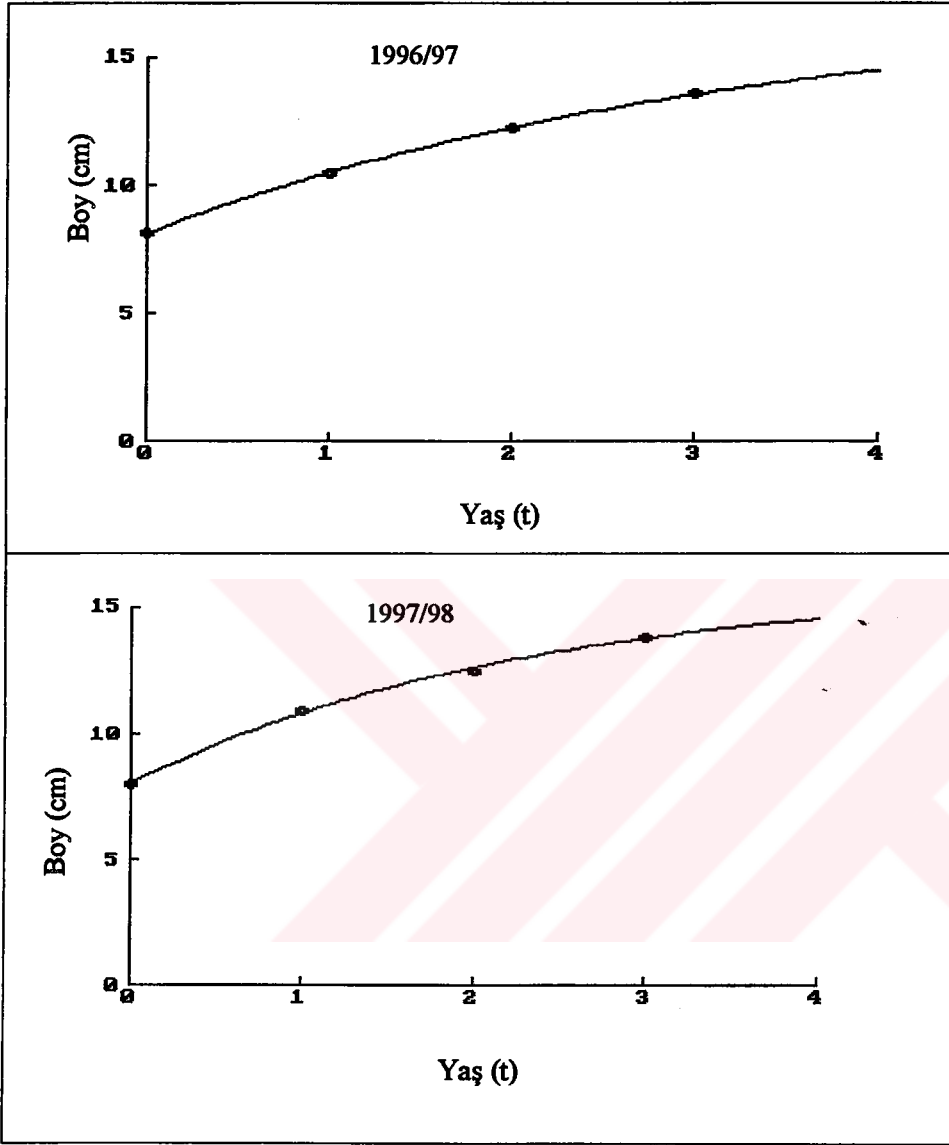
Her üç yöntemle göre hesaplanan L_{∞} , k ve t_0 değerleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucu, hem aynı yıl içinde hem de yıllar arasındaki farklılığın olmadığı görülmüştür.

Büyümenin yaşla ilişkisini ortaya koymak amacıyla, yıllara göre belirlenen yaş boy ilişkisi denklemleri ve büyüme eğrileri Şekil 13’de verilmiştir.

Cinsiyetlere göre değerlendirme yapıldığında büyüme parametreleri bakımından dişilerin erkeklere göre daha yüksek L_{∞} değerleri gösterdiği, ancak bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır. Farklı yöntemlere göre hesaplanan k ve t_0 parametreleri bakımından erkekler ve dişiler arasındaki farklılık ta önemli değildir.

Tablo 10’daki “genel” satırlarındaki t_0 değerleri ile cinsiyete göre belirlenen t_0 değerleri arasında önemli bir farklılığın olduğu dikkati çekmektedir. Bunun nedeni, dişi ve erkek sütunlarında sadece cinsiyeti belirlenen bireylere yer verilmiştir. Genel olarak nitelendirilen kısımda ise henüz cinsi olgunluğa ulaşmamış ve bu nedenle cinsiyeti

belirlenemeyen 0^+ yaş grubu bireylerin de bulunmasıdır. Küçük bireylerin varlığı t_0 değerinin daha küçük çıkmasına neden olmuştur ($P < 0.05$).



Şekil 13. Hamsilerde von Bertalanffy büyüme denklemine göre belirlenen yaş-boy ilişkisi eğrileri

Büyümenin doğrusal olmadığı durumlarda, L_{∞} ve k parametrelerinin ayrı ayrı karşılaştırmalarda kullanılması hatalı yorumlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, büyüme performansı indeksi (\emptyset') farklı zaman ve yerdeki populasyonların karşılaştırılmasında kullanışlı bir araçtır. Her üç yöntemle göre bulunan \emptyset' değerlerinin birbirine yakın olması, diğer bir ifade ile istatistiksel anlamda bir farklılığın olmaması, büyüme performansı olarak ortalama bir değerin kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, daha önce değinildiği üzere L_{∞} bakımından yıllara göre istatistiksel bir farklılığın çıkmasına rağmen, bu yöntemde önemli

bir farklılığın olmaması, büyüme performansı indeksinin kullanım amaçlarına uygun bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlandığı söylenebilir. Büyüme performansı bakımından cinsiyetler arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı t-testi ile kontrol edilmiş ve varyasyonun istatistiki olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Bu durum ortalama olarak bu indeksin ilk sezonda; dişiler için 1.96, erkekler için 1.95, ikinci sezonda ise sırasıyla 1.93 ve 1.99 olmasından da görsel olarak anlaşılmaktadır. Sonuç olarak her iki yıla ait \emptyset değerleri sırası ile ortalama, 1.95 ve 2.00 olarak verilebilir (Tablo 11).

Von Bertalanffy yaş ağırlık ilişkisi modelinin elde edilmesinde daha önce elde edilen yaş boy ilişkisi modelindeki büyüme parametreleri ile, boy ağırlık ilişkisi denkleminde en küçük kareler yöntemine göre bulunan a ve b katsayılarından yararlanılmıştır. Balıkların teorik olarak ulaşması beklenen maksimum ağırlığı, farklı yöntemlere göre hesaplanan L_{∞} değerinin, $W_{\infty}=aL_{\infty}^b$ eşitliğinde ayrı ayrı kullanılması ile hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır (Tablo 10, 11).

Bu verilere göre, ilk av sezonunda Ford-Walford, Gulland-Holt ve Bhattacharya modellerine göre teorik olarak hesaplanan ağırlıklar sırasıyla; 26.34, 27.15 ve 28.19 g, ikinci sezonda ise; 21.24, 21.93 ve 23.69 g olarak hesaplanmıştır.

Yaş boy ve yaş ağırlık von Bertalanffy büyüme modellerine göre, çeşitli yaşlarda gözlenen boy ve ağırlık değerleri ile bu modellerin farklı yöntemlerle hesaplanan büyüme parametreleri ile kullanılması sonucu hesaplanan boy ve ağırlıklar karşılaştırılmıştır (Ek Tablo 2). Yapılan değerlendirmede ölçülen ve farklı modellere göre hesaplanan değerler arasındaki farklılığın önemli olmadığı, tümünün popülasyonu yansıttığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, üzerinde çalışılan popülasyona ait von Bertalanffy büyüme modelleri ortalama değerleri kullanarak şu şekilde özetlenebilir:

$$1996/97 \text{ av sezonu için; } L_t = 17.00(1 - e^{-0.310(t+2.160)})$$

$$W_t = 27.23(1 - e^{-0.310(t+2.160)})^{2.903}$$

$$1997/98 \text{ av sezonu için; } L_t = 15.57(1 - e^{-0.417(t+1.826)})$$

$$W_t = 22.42(1 - e^{-0.417(t+1.826)})^{3.027}$$

3.3. Ölüm oranları

Araştırma süresince elde edilen verilerden yaşama oranı (S), yıllık ortalama ölüm oranı (A) anlık toplam ölüm oranı (Z), anlık avcılık ölüm oranı (F) ve anlık doğal ölüm oranı (M) değişik yöntemlere göre ayrı ayrı hesaplanmış ve hata payının en aza indirebilmek için ortalamaları alınmıştır (Tablo 12). Bu verilere göre ortalama yaşama oranı (S), 1996/97 av sezonu için %19, 1997/98 av sezonu için ise %14 olarak hesaplanmıştır. Anlık toplam, avcılık ve doğal ölüm oranları ise sırasıyla; ilk sezonda 1.67, 1.10 ve 0.56, ikinci sezonda ise; 2.07, 1.40 ve 0.67 dir.

Tüm populasyon ele alındığında dişilerin yaşama oranlarının (S), daha yüksek bir değerde olduğu bulunmuştur. Yıllık ortalama ölüm oranı (A), ilk av sezonunda %81, ikinci av sezonunda ise %86'dir.

Tablo 12. Hamsi populasyonunda yaşama, ölüm ve işletme oranları

Yöntem	Parametre	1996/97			1997/98		
		Genel	Dişi	Erkek	Genel	Dişi	Erkek
1*, 2*, 3*	S (%)	0.24	0.30	0.13	0.19	0.23	0.11
1*, 2*, 3*	A (%)	0.76	0.70	0.87	0.82	0.77	0.89
1*, 2*, 3*	Z	1.44	1.19	2.06	1.69	1.47	2.22
4*	M	0.49	0.45	0.48	0.50	0.46	0.49
5*	F	0.95	0.75	1.55	1.19	1.00	1.73
2*	E (%)	0.66	0.63	0.75	0.70	0.68	0.78
6*	Z	1.89	1.86	2.02	2.46	2.51	1.99
6*, 7*	M	0.64	0.60	0.79	0.84	0.75	1.06
6*	F	1.25	1.26	1.23	1.62	1.76	0.93
1*, 2*	S (%)	0.15	0.16	0.21	0.09	0.08	0.14
1*, 2*	A (%)	0.85	0.84	0.79	0.91	0.92	0.86
2*	E (%)	0.66	0.68	0.61	0.66	0.70	0.47
Yöntemlerin Ortalaması	S (%)	0.19	0.23	0.17	0.14	0.16	0.12
	A (%)	0.81	0.77	0.83	0.86	0.84	0.88
	Z	1.67	1.53	2.04	2.07	1.99	2.10
	F	1.10	1.00	1.39	1.40	1.38	1.33
	M	0.56	0.52	0.64	0.67	0.61	0.77
	E (%)	0.66	0.65	0.68	0.68	0.69	0.62

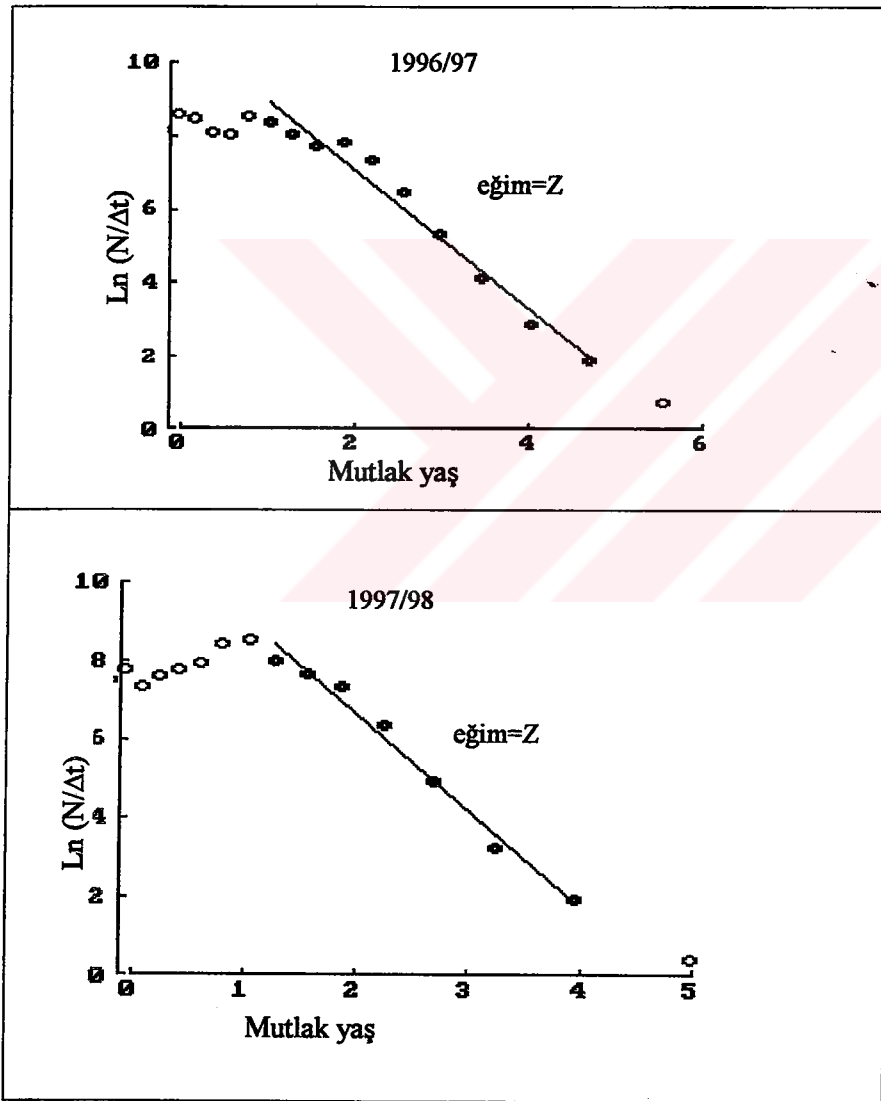
1*: Ricker (1975), 2*: Chen ve Watanabe (1989), 3*: Gulland (1971), 4* Ursin (1967), 5*: Bingel (1985), 6*: Pauly (1980), 7*: Sparre ve Venema (1992).

Sparre ve Venema, (1992)'nin çalışmalarında yer alan FISAT programındaki av eğrisi yöntemine göre Z ayrıca belirlenmiştir. Model, boy frekans dağılımlarına göre her boy sınıfının mutlak yaşını hesaplamakta ve birbirini izleyen yaşlardaki balık sayılarındaki

farklılığın doğal logaritmalarına karşı lineer regresyon işlemini uygulamaktadır (Şekil 14). Av eğrisi yöntemine göre belirlenen lineer denklemler av sezonlarına göre ayrı ayrı elde edilmiştir. Bu yöntemde doğru eğiminin negatifi Z yi vermektedir ($Z=-b$). Buna göre doğru denklemleri ve Z şu şekilde belirlenmiştir;

$$1996/97 \text{ av sezonu için; } Y = 10.88 - 1.89 * X \quad Z=1.89 \quad r = 0.99$$

$$1997/98 \text{ av sezonunda; } Y = 11.60 - 2.46 * X \quad Z=2.46 \quad r = 0.99$$



Şekil 14. 1996/97 ve 1997/98 av sezonu av eğrisi

3.4. İşletme oranları

Bir stoğun aşırı avlanıp avlanmadığının net bir göstergesi olan işletme oranı, yıllara göre F ve Z'ye bağlı olarak ayrı ayrı hesaplanmış ve ölüm oranları ile ilgisi nedeniyle bir önceki bölümde yer alan Tablo 12'de verilmiştir.

Buna göre ortalama işletme oranı (E), 1996/97 av sezonunda 0.66, 1997/98 av sezonunda ise biraz daha yüksek olmak üzere 0.68 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, işletme oranının en uygun düzeyi olarak çeşitli literatürlerde verilen 0.50 değeri ile karşılaştırıldığında biraz yüksek olduğu görülmektedir. Ancak hamsi gibi küçük pelajik balık türlerinde işletme oranı 0.65-0.70 arasında olabileceği ifade edilmektedir (Jones, R. 1989, Harada, 1997, Kişisel görüşme). Bu nedenle, işletme oranında görülen fazlalığın hamsi gibi kısa ömürlü balıklar için önemli olmadığı söylenebilir. Çünkü bu stoklardaki yenilenme oranı da uzun ömürlü balıklara göre daha hızla gerçekleşmektedir.

3.5. Av ve Av Gücü Arasındaki İlişki

Araştırma sırasında Doğu Karadeniz'de hamsi avcılığında 1996/97 av sezonunda 59 adet 1997/98 av sezonunda ise 60 adet balıkçı gemisi gırgır ağı ile hamsi avcılığı yapmış olduğu belirlenmiştir (Ek Tablo 3,4, 1996/98)

Üç ayrı boy grubundaki gırgır gemisinden alınan verilerle yürütülen bu çalışmada, 1996/97 yılındaki toplam av miktarının 156154.1 ton, 1997/98 av sezonunda 94234 tona olduğu belirlenmiştir (Tablo 13).

1996/97 av sezonunda 40 m' nin üzerinde 9 adet (%15) olan gemi sayısı, gemi sahiplerinin gemi boylarını büyütmeleri nedeniyle %12 oranında artarak 1997/98 av sezonunda 16 adede (% 27) ulaşmıştır. 30-39 m boy grubundaki gemi sayısının ise aynı dönemde 28'den (%48), %8 oranında azalarak 24'e (%40) düştüğü gözlenmiştir.

Balıkçı gemilerinde kullanılan ağların uzunlukları 6-11 boy arasında değişmektedir. 1 boy ağ, fabrikadan kumaş halinde 200 m olarak çıkmakta ve 2/3 oranında donatılmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü 20-29 m arasındaki gemilerde kullanılan ortalama gırgır ağı boyu 900 m, 30-39 m arasındakilerde 1000 m ve daha büyüklerinde ise 1200 m'dir. Ağların derinlikleri ise 80-120 kulaç, 150-220 m arasında değişmektedir (Tablo 13).

Balıkçı gemilerinin yakıt miktarları, gemi sahipleri ve kaptanları ile yapılan kişisel görüşme sonucu belirlenmiş olup, bu miktar gemi başına 50-160 ton olarak ifade edilmiştir. Her gemi iki taşıyıcı ile birlikte çalıştığı için taşıyıcı teknelerin yakıtları da bu miktara dahil edildiği belirlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 13. 1996/97 ve 1997/98 av sezonlarında Doğu Karadeniz’de hamsi avcılığında kullanılan balıkçı gemileri, av miktarları ve kullanılan av gücü.

Gemi Boyu (m)	Gemi Sayısı	Ort. Av Miktarı (Ton)	Toplam Av Miktarı (Ton)	Ort. Tayfa Sayısı	Ort. Motor Gücü (HP)	Ort. Yakıt Miktarı (Ton)	Ort Ağ Boyu (m)	Ort. Av Günü
1996/97 av sezonu								
20-29	22	2840.5	62491	33	520	50	900	65
30-39	28	2428.3	67992.4	30	940	65	1000	55
≥40	9	2852.3	25670.7	31	1440	130	1200	57
Toplam	59	2646.2	156154.1	1845	50720	4090	58600	3483
1997/98 av sezonu								
20-29	20	1331.3	26626	32	520	60	900	67
30-39	24	1389.4	33345.6	31	613	70	1000	64
≥40	16	2141.4	34262.4	34	1440	140	1200	63
Toplam	60	1570.6	94234	1928	48152	5120	61200	3884

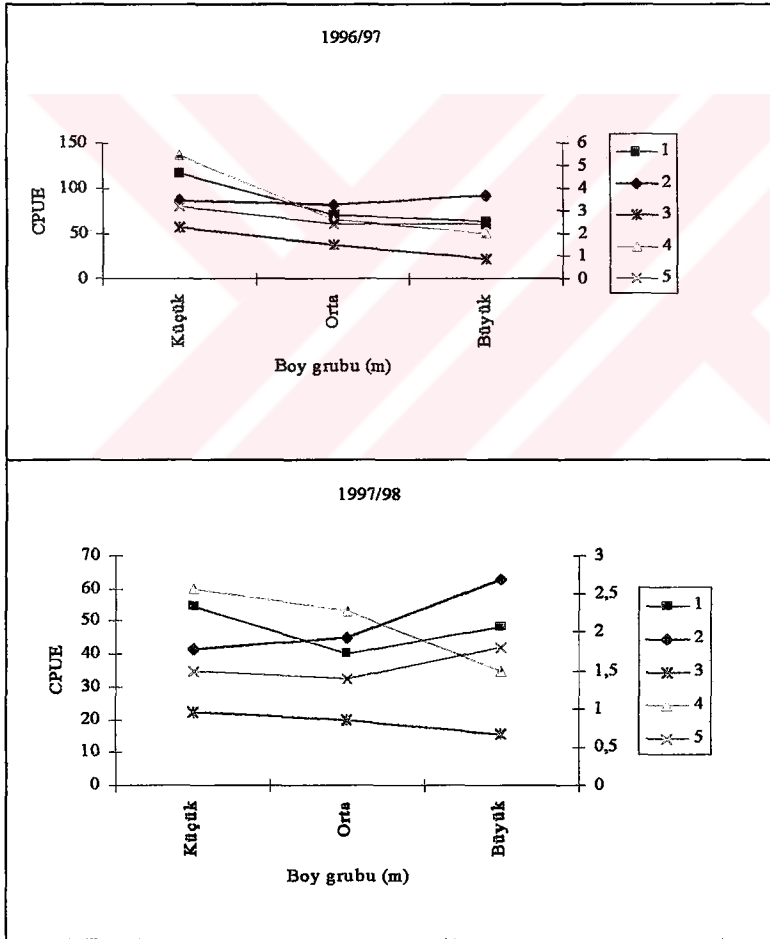
Balıkhanelerde yapılan gözlemler ve gemiler üzerinde yapılan incelemelerde, gemilerin Doğu Karadeniz’de aktif olarak hamsi avladıkları gün sayısı, 1996/97 av sezonunda ortalama 59 gün, 1997/98 av sezonu ise 65 gündür.

Hamsi avcılığında kullanılan balıkçı gemilerinin motor güçlerinin, 400-2300 HP arasında değişim gösterdiği belirlenmiş olup, ortalama boy gruplarına göre dağılımları Tablo 13’de verilmiştir.

Farklı av gücü şekillerine göre hesaplanan birim güçte av miktarları (gemi boyu, tayfa sayısı, motor gücü ve ağ boyları) ayrı ayrı hesaplanmış olup yıllara göre Tablo 14 ve Şekil 15’de verilmiştir. Görüleceği üzere, gemi boyu, motor gücü, yakıt miktarı ve gırgır ağ uzunluğuna göre hesaplanan birim güçte av miktarları her iki yılda da, 20-29 m boyundaki küçük gemilerde en yüksek oranda olup, bunu tüm kriterler bakımından orta boy olarak tanımlanan 30-39 m’ lik gemiler izlemektedir. Beklenenin aksine, büyük gemilerin sözü konusu dört kriter bakımından daha verimsiz oldukları anlaşılmıştır. Ancak, balıkçı gemilerinde gırgırla avlanma yönteminin gerektirdiği zorunlu personel sayısı dikkate alındığında ekipte yer alan balıkçı başına av veriminin büyük gemilerde daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Her iki avlanma sezonunda farklı av gücü kriterlerine göre birim güçte av miktarları.

Gemi Boyu (m)	Gemi Sayısı	Av Miktarı/ Gemi Boy (Ton/m)	Av Miktarı/ Tayfa Sayısı (Ton/n)	Av Miktarı/ Motor Gücü (Ton/HP)	Av Miktarı/ Yakıt Miktarı (Ton/Ton)	Av Miktarı/ Ağ Boyu (Ton/m)
1996/97 av sezonu						
20-29	22	115.94	86.08	5.46	56.81	3.17
30-39	28	70.39	80.94	2.58	37.36	2.43
≥40	9	64.10	92.01	1.98	21.94	2.38
Ortalama		86.41	84.55	3.57	42.25	2.69
1997/98 av sezonu						
20-29	20	54.34	41.60	2.56	22.19	1.48
30-39	24	40.27	44.82	2.27	19.85	1.39
≥40	16	48.12	62.98	1.49	15.30	1.79
Ortalama		47.05	48.59	2.16	19.41	1.52



Şekil 15. Her iki avlanma sezonunda farklı av gücü kriterlerine göre birim güçte av miktarları (1; Av Miktarı/ Gemi Boy (Ton/m) 2; Av Miktarı/Tayfa Sayısı (Ton/n), 3; Av Miktarı/Yakıt Miktarı (Ton/Ton), 4; Av Miktarı/Motor Gücü (Ton/HP), 5;Av Miktarı/ Ağ Boyu (Ton/m)

Yapılan değerlendirmeye göre 1996/97 av sezonu, birim güçte av (CPUE) bakımından, bütün av gücü birimlerine göre 1997/98 av sezonuna göre daha verimlidir.

3.6. Populasyon Büyüklüğünün Tahmini

Populasyon büyüklüğünün tahmininde Jones (1985) 'un boya dayalı cohort analizi yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde yaş verileri de kullanılabilmesine rağmen, hamsi gibi kısa ömürlü balıklarda kriter olarak kullanılabilir yaş sınıflarının azlığı en önemli dezavantajdır. Yapılan n değerlendirmede bazı aksaklıkların görülmesi, diğer bir alternatif yöntem olan boy sınıflarının kullanılması zorunluluğunu getirmiştir.

Yapılan boya dayalı cohort analizinin sonuçları Tablo 15 ve 16'de verilmektedir. Bu tablolarda balıklar 5.5 cm'den 16.0 cm boya kadar sınıflandırılmıştır. Her iki tabloda B stnunda yer alan H değerleri, daha sonraki bölümde verilen Thompson ve Bell yönteminde de kullanılan boy sınıflarına göre hesaplanan doğal ölüm oranını (M) göstermektedir. Ayrıca bu tablolardaki, her boy grubunda yakalanan balık sayısını gösteren C stnu (CL) da ortaktır. Her boy grubunda avlanan balık miktarı, Doğu Karadeniz'de araştırma süresince avlandığı tespit edilen balık gemileri tarafından, karaya çıkarılan balık miktarlarının ortalama boya bölünerek, yapılan rneklemelede elde edilen boy frekans dağılımlarına göre genişletilen balık sayılarını göstermektedir. Örneğin, 1996/97 av sezonunda araştırma bölgesinde avlanan 156154 ton hamsi (Tablo 13), ortalama ağırlık olan 6.59 g'a bölünmüş ve elde edilen miktar ($23696 \cdot 10^6$ adet) o yıla ait boy gruplarına dağıtılmıştır. Cohort analizi, bir yıl boyunca her bir boya ulaşan ortalama balık sayısının tahminini verdiği gibi, herhangi bir anda denizde bulunan belirli bir boy grubundaki balık sayısını da vermektedir. Örneğin, 5.5-6.0 cm boya ulaşan balık sayısı, 1996/97 av sezonunda $73277 \cdot 10^6$ adet (Tablo 15), 1997/98 av sezonunda ise $52155 \cdot 10^6$ adettir. Bu sayı 5.5-6.0 cm boya ulaşan yeni katılım sayısını da vermektedir. Yapılan işlemler sonunda, bu boy grubu için denizde bulunması gereken ortalama balık miktarı, ilk sezon için, $10098 \cdot 10^6$ adet (K stnu), ikinci sezon için $6115 \cdot 10^6$ adettir. Tüm boy grupları için denizdeki ortalama balık sayısı toplandığında, 1996/97 av sezonu için toplam balık sayısının $89173 \cdot 10^6$ adet (325540 ton) olduğu söylenebilir. 1997/98 yılı için bu miktar %22.7 gibi bir oranda azalarak $59941 \cdot 10^6$ adete (251555 ton) düşmüştür (Tablo 15,16).

Tablo 15. Doğu Karadeniz'de 1996/97 av sezonu için hesaplanan boya dayalı cohort analizi

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Boy Grubu (cm)	H	Avlanan Balık Sayı CL10 ⁶	Her Boya Ulaşan Sayı Nt 10 ⁶	St=e ^{-z}	ZAt	F/Z	FAt	Z	F	Denizdeki Ortalama Sayı 10 ⁶	Denizdeki Balık Ağırlığı (Ton)
5.5-6.0	1.041	19	73277	0.923	0.080	0.003	0.0003	0.558	0.002	10098	12118
6.0-6.5	1.043	135	67644	0.918	0.086	0.024	0.0021	0.570	0.014	9729	13913
6.5-7.0	1.045	434	62100	0.910	0.095	0.077	0.0073	0.603	0.047	9325	17717
7.0-7.5	1.047	905	56481	0.897	0.109	0.155	0.0169	0.658	0.102	8855	19570
7.5-8.0	1.050	1433	50653	0.881	0.127	0.237	0.0301	0.729	0.173	8298	20661
8.0-8.5	1.053	2292	44606	0.854	0.158	0.351	0.0555	0.857	0.301	7611	24356
8.5-9.0	1.056	2097	38083	0.845	0.169	0.355	0.0598	0.862	0.306	6857	25784
9.0-9.5	1.060	1624	32173	0.843	0.171	0.322	0.0549	0.820	0.264	6161	27477
9.5-10.0	1.064	1612	27124	0.828	0.189	0.345	0.0652	0.849	0.293	5504	28732
10.0-10.5	1.069	2739	22452	0.761	0.273	0.511	0.1394	1.138	0.582	4709	29762
10.5-11.0	1.074	2535	17094	0.728	0.317	0.546	0.1731	1.224	0.668	3796	27140
11.0-11.5	1.081	2023	12449	0.705	0.349	0.551	0.1925	1.239	0.683	2962	23667
11.5-12.0	1.089	1617	8779	0.674	0.395	0.565	0.2229	1.277	0.721	2243	20522
12.0-12.5	1.099	1951	5915	0.528	0.639	0.698	0.4463	1.843	1.287	1516	15475
12.5-13.0	1.111	1338	3122	0.424	0.858	0.744	0.6387	2.172	1.616	828	9381
13.0-13.5	1.127	610	1323	0.378	0.973	0.741	0.7210	2.148	1.592	383	4769
13.5-14.0	1.148	218	500	0.379	0.970	0.702	0.6810	1.864	1.308	167	2282
14.0-14.5	1.178	74	190	0.389	0.945	0.640	0.6053	1.546	0.990	75	1181
14.5-15.0	1.222	26	74	0.387	0.950	0.565	0.5366	1.277	0.721	35	599
15.0-15.5	1.294	12	28	0.282	1.265	0.567	0.7177	1.285	0.729	16	324
15.5-16.0	1.439	5	8	0.082	2.500	0.629	1.5716	1.497	0.941	5	111
		23696	0.66							89173	325540

Veriler: $L_{\infty}=17$, $M/K=1.79$, $F/Z=0.66$ (En büyük boy grubu için)

$B=[(L_{\infty}-L_1)/(L_{\infty}-L_2)]^{0.5562*0.31}$, $D=$ Son boy grubu için her boya ulaşan sayı için (F/Z) , $D_L=(0.66*B_L)+(C_L)*B_L$ (hesaplamalar sondan başlayarak yapılır), $E=D_2/D_1$, $F=-\ln(E)$, $G=(C_1/(D_1-D_2))$, $H=F*G$, $I=0.556/(1-G)$, $J=I-0.556$, $K=(D_1-D_2)/I_1$, $L=K*Ağırlık$

Tablo 16. Doğu Karadeniz'de 1997/98 av sezonu için hesaplanan boya dayalı cohort analizi

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Boy Grubu (cm)	H	Avlanan Balık Sayı CL10 ⁶	Her Boya Ulaşan Sayı Nt 10 ⁶	St=e ^{-z}	ZAt	F/Z	FAt	Z	F	Denizdeki Ortalama Sayı 10 ⁶	Denizdeki Balık Ağırlığı (Ton)
5.5-6.0	1.042	3	52155	0.921	0.082	0.0008	0.0001	0.672	0.001	6115	8072
6.0-6.5	1.044	2	48048	0.917	0.086	0.0004	0.0000	0.671	0.000	5923	12439
6.5-7.0	1.047	22	44072	0.912	0.092	0.0058	0.0005	0.675	0.004	5726	12311
7.0-7.5	1.050	166	40207	0.904	0.101	0.0429	0.0043	0.701	0.030	5513	12515
7.5-8.0	1.053	458	36342	0.890	0.116	0.1148	0.0133	0.758	0.087	5263	14736
8.0-8.5	1.057	626	32353	0.878	0.131	0.1580	0.0206	0.797	0.126	4971	16850
8.5-9.0	1.061	423	28392	0.875	0.134	0.1189	0.0159	0.762	0.091	4674	18697
9.0-9.5	1.066	598	24832	0.858	0.153	0.1694	0.0260	0.808	0.137	4371	20630
9.5-10.0	1.072	802	21301	0.836	0.180	0.2291	0.0411	0.870	0.199	4021	22036
10.0-10.5	1.079	973	17801	0.809	0.212	0.2860	0.0607	0.940	0.269	3620	23568
10.5-11.0	1.087	1695	14399	0.738	0.304	0.4491	0.1366	1.218	0.547	3099	23460
11.0-11.5	1.098	2088	10624	0.651	0.429	0.5629	0.2417	1.535	0.864	2416	20900
11.5-12.0	1.111	1410	6915	0.626	0.468	0.5458	0.2554	1.477	0.806	1749	16635
12.0-12.5	1.129	1130	4331	0.553	0.592	0.5842	0.3458	1.614	0.943	1199	12646
12.5-13.0	1.154	959	2396	0.404	0.906	0.6720	0.6087	2.046	1.375	698	8164
13.0-13.5	1.190	408	969	0.352	1.044	0.6500	0.6785	1.917	1.246	327	4176
13.5-14.0	1.249	123	341	0.353	1.042	0.5560	0.5791	1.511	0.840	146	1999
14.0-14.5	1.361	33	120	0.339	1.081	0.4129	0.4464	1.143	0.472	70	1070
14.5-15.0	1.660	10	41	0.210	1.561	0.3216	0.5019	0.989	0.318	33	532
15.0-15.5	1.824	3	9	0.079	2.534	0.4382	1.1102	1.194	0.523	7	119
			11934							59941	251555

Veriler: $L_{\infty}=15.57$, $M/K=1.59$, $F/Z=0.68$ (En büyük boy grubu için)

$B=[(L_{\infty}-L_1)/(L_{\infty}-L_2)]^{0.671/2 \cdot 0.417}$, $D=$ Son boy grubu için her boya ulaşan sayı için (F/Z), $D_L=(0.68 \cdot B_L) \cdot (C_1)$ * B_L (hesaplamalar sondan başlayarak yapılır),

$E=D_2/D_1$, $F=-\ln(E)$, $G=(C_1/(D_1-D_2))$, $H=F \cdot G$, $I=0.671/(1-G)$, $J=1-0.671$, $K=(D_1-D_2)/I_1$, $L=K \cdot A$ ğırlık

3.7. Yeni Katılım Başına Verim

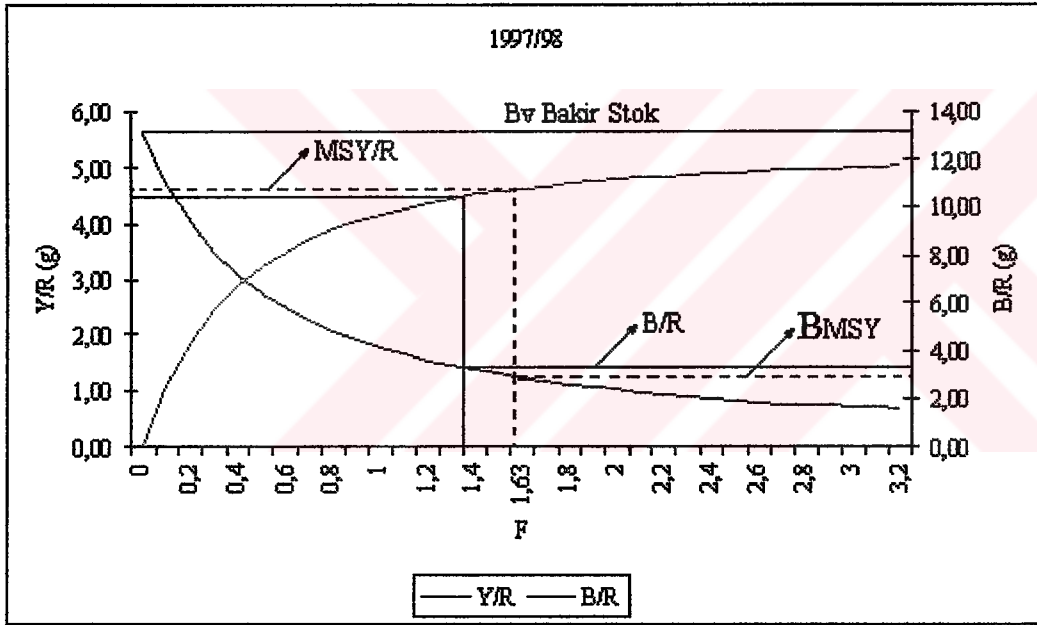
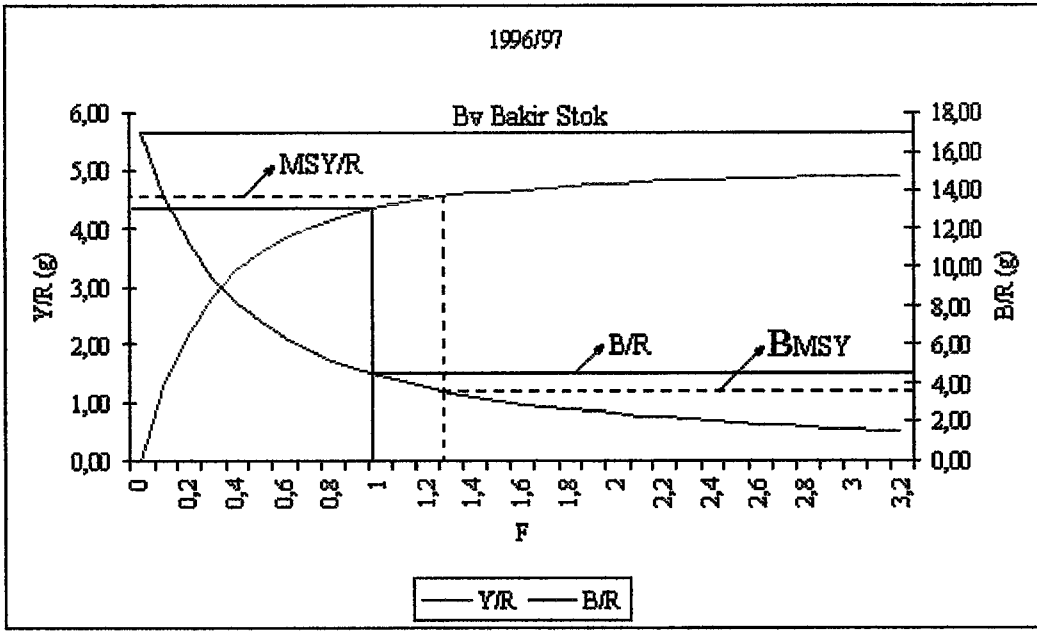
Yeni katılım başına verim (Y/R) analizi, yeni katılımın bir birimi karşılığında stokta artması beklenen ürün miktarını vermektedir. Y/R hesaplamalarında ya katılım yaşına (t_c) karşılık anlık avlanma ölüm oranı (F), ya da yeni katılım boyuna (L_c) karşılık anlık avlanma ölüm oranı (F) işaretlenerek, her bir T_c veya L_c değerine karşılık gelen Y/R değerleri hesaplanır. F ve T_c balıkçılığı yönlendiren birimler için önemli iki parametredir. Çünkü F , av çabası ile orantılıdır ($F=q*f$; q =avlanma katsayısı, f = av gücü). Bunun anlamı, av çabası arttıkça balıkçılık mortalitesinin de doğru orantılı olarak artmaktadır. T_c ise, ağ seçiciliğinin bir fonksiyonudur. Bu nedenle Y/R 'nin, F ve T_c 'nin bir fonksiyonu olduğu düşünülmektedir. Bu araştırmada, Beverton ve Holt'un (1957) yeni katılım başına verim yöntemi kullanılmış ve elde edilen verim eğrileri Şekil 16 ve 17' de verilmiştir. Bu bulguların elde edilmesinde Tablo 17'de sunulan yöntem izlenmiştir. Bu tabloda sadece $F=0.5$ için Y/R değeri hesaplanmış ve yeni katılım başına 3.58 g' lık bir verim düzeyi sağlandığı belirlenmiştir. Bu yöntem ayrıca popülasyondaki yeni katılım başına biyokütle miktarını da vermektedir. Çünkü, $\bar{B}/R = (Y/R) * (1/F)$ eşitliği söz konusudur. \bar{B} , bir yıl boyunca denizdeki ortalama biyokütle miktarıdır. Genellikle Y/R ve \bar{B}/R 'nin birlikte hesaplanması arzulanır. $F=0$ anında \bar{B}/R , yeni katılım başına bakır biyokütle (Virgin Biomass), B_v/R olarak adlandırılır ve henüz işletilmeyen biyokütle miktarını verir. Örneğin $F=0.5$ düzeyinde $\bar{B}/R=7.17$ g dir. Ek Tablo' 5 de yer alan 3. sütun, işletilmeyen biyokütle miktarına göre, diğer F düzeylerindeki \bar{B}/R oranlarını göstermektedir. Örneğin $F=0$ için, $B_v=16.93$ g' lık değer 100 kabul edilirse, $F=0.5$ düzeyinde popülasyonun yeni katılım başına biyokütle olarak %42.34'ü denizde bulunuyor demektir. $F=0$ 'dan (Sparre vd. (1992) tarafından uygulandığı şekilde) $F=3.2$ düzeyine kadar bu şekilde hesaplanan Y/R , \bar{B}/R ve $\% \bar{B}/R$ değerleri, 1996/97 ve 1997/98 av sezonları için ayrı ayrı belirlenerek Ek Tablo 5 'de verilmiştir.

Tablo 17. Yeni katılım başına verim (Y/R) ve biyokütle (\bar{B}/R) miktarının hesaplanması

Verilenler	K=0.31 yıl , M=0.556, Tc=1, Tr=0.5, t _c =-2.16, W _∞ =27.23 g
$S = e^{[-k(t-t_0)]}$	$S = e^{[-0.31(1+2.16)]} = 0.376$
3S, 3S ² , S ³	3S=1.1273, S ² =0.423, S ³ =0.053
M+K, M+2K, M+3K	0.866, 1.176, 1.486
$e^{(-M(Tc-Tr))} W_{\infty}$	$e^{(-0.556(1-0.5))} 27.23=20.62$
$Y/R = F * 20.62 \left[\frac{1}{F+0.556} - \frac{1.127}{F+0.866} + \frac{0.423}{F+1.176} - \frac{0.053}{F+1.486} \right]$	F=0.5 için, Y/R=3.58 g
$B/R = 20.62 \left[\frac{1}{F+0.556} - \frac{1.127}{F+0.866} + \frac{0.423}{F+1.176} - \frac{0.053}{F+1.486} \right]$	F=0.5 için, $\bar{B}/R=7.17$ g

Burada elde edilen bulgular, Pitcher ve Hart (1982), Hilborn ve Walters (1992) ve King (1995)'in bildirdiği F_{0.1} stratejisine göre irdelenmiştir. "Dynamic pool" modeline göre, avcılık ölüm oranları ve ilk avlanma yaşlarını (t_c) kullanarak belirlenen Y/R konturları ile çeşitli F değerlerine göre elde edilen Y/R eğrilerine, F_{0.1} stratejisi yöntemi uygulanmış ve optimum avcılık mortaliteleri 1996/97 ve 1997/98 av sezonları için ayrı ayrı tahmin edilmiştir (Şekil 16,17). Daha önceki bölümde (bkz. 3.3) hesaplanmış olan avcılık ölüm oranları, ilk sezon için F=1.10 seviyesinde gerçekleşmiş ve buna karşılık gelen Y/R 4.45 g, $\bar{B}/R=4.04$ g (bakir stoğun %23.87'si) olarak hesaplanmıştır. İkinci av sezonunda etkin olan F=1.40 için ise Y/R=4.51 g, $\bar{B}/R=3.22$ g (bakir stoğun %24.64)'dir (Tablo 12, Ek Tablo 5). Şekil 16 ve 17 üzerinde x eksenine dik olan düz çizgiler popülasyonda etkili olan avcılık ölüm oranlarını, kesik çizgiler ise modelden hesaplanan optimum ölüm oranlarını göstermektedir.

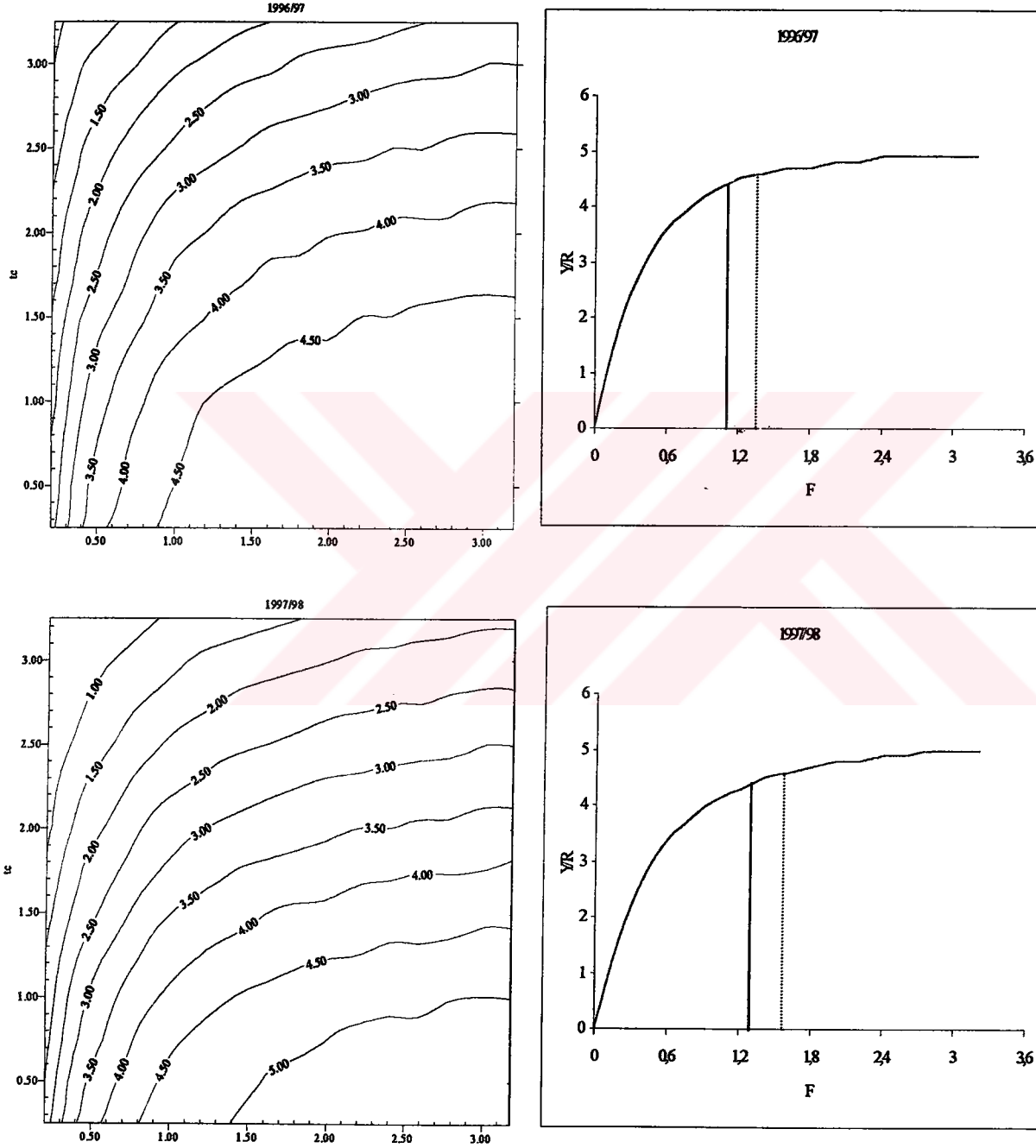
Şekil 16 ve Ek Tablo 5 incelendiğinde, 1996/97 av sezonunda F=1.32 yıl⁻¹ için optimum maksimum sürdürülebilir verim miktarı (MSY) düzeyinin, Y/R=4.57 g olduğu görülmektedir. Yeni katılım başına ortalama biyokütle miktarı \bar{B}/R ise 3.47 g dır. Bu seviyede biyolojik olarak optimum F düzeyinde biyokütle miktarı, işletilmeyen (bakir) biyokütlenin %20.47'si düzeyindedir. 1997/98 av sezonunda ise, optimum MSY düzeyine (Y/R=4.64 g), F=1.63 yıl⁻¹ değerinde ulaşılmıştır. İkinci av döneminde eşdeğer biyokütle oranı \bar{B}/R ise 2.84 g olup, bu değer bakir biyokütlenin %21.76'sı oranındadır.



Şekil 16. Yıllara göre yeni katılım başına verim ve biyokütle miktarındaki değişim

Elde edilen bulgulara göre her iki av sezonuna göre uygulanan F balıkçılık yoğunluğunun aşırı avcılığa neden olduğundan söz etmek mümkün değildir. Hatta, birinci sezonda avlanma mortalitesinin $F=1.10$ 'dan 1.32 'ye, ikinci sezonda ise bir miktar daha artırılarak, 1.40 'tan 1.63 'e çıkartılabileceği bunun da stoklara herhangi bir zarar vermeden verimi arttıracaktır. Şekil 16 irdelendiğinde, ilk av sezonu için avlanma mortalitesinin 0.22

birim arttırılması (%20), yeni katılım başına verim miktarında 0.12 g'lık (%27) bir verim artışı sağlayacaktır. Buna karşılık denizdeki biyokütleden eksilen miktar ise (\bar{B}/R) 0.57 g'dır. Bu da denizde kalan balıkların bakir stok miktarına göre %3.40 düzeyinde azalması demektir.



Şekil 17. Yıllara göre hesaplanan ürün yenilenme konturları mevcut avcılık ölüm oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi).

Benzer değerlendirmeler ikinci av sezonunda yapıldığında $F_{0.1}$ stratejisine göre belirlenen optimal F değeri ile uygulanan F değeri karşılaştırıldığında aradaki farklılığın 0.23 birim olduğu görülmektedir. Bunun anlamı balıkçılık entansitesinin, mortaliteyi %16 düzeyinde arttıracak şekilde uygulanması 0.13 birimlik Y/R artışı sağlayacaktır. Bu artışın biyokütle üzerinde etkisi ise 0.38 g'dır (\bar{B}/R). Bu da denizde bulunan biyokütlenin bakir biyokütleyle oranla %2.88 oranında azalacağını göstermektedir.

3.8. Thompson ve Bell Yöntemi

VPA ve cohort analizleri belirli bir av miktarı ve av gücünü dikkate alarak denizde bulunması gereken balık miktarının tahmininde kullanılmaktadır. Thompson ve Bell yöntemi ise, VPA ve cohort analizi yönteminin tamamen tersi bir mantıkla yürütülür. Gelecekteki verim düzeylerinde av çabasındaki değişikliklerin etkisini tahmin etmekte kullanılır.

Thompson ve Bell yöntemi, temel veri olarak cohort analizinde elde edilen, çeşitli boy sınıflarına ait referans F ve ağırlık serilerini kullanmaktadır. Diğer gereksinimler, en küçük boy grubundaki balık sayısı (n), büyüme parametresi k ve boy gruplarına göre cohort analizinde kullanılanlarla aynı olmak üzere, doğal ölüm oranı faktörüdür (H). Ek olarak, popülasyona ait boy ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b), çeşitli büyüklükteki balıkların ortalama birim fiyatı gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu modeli kullanarak, her boy grubundaki balık sayısı, sayıca av miktarı, ağırlık olarak verim, biyokütle miktarı ve verimin parasal değeri elde edilebilmektedir. Bu modelin sağladığı en önemli avantajlardan birisi farklı F-faktörü düzeylerine göre çizilen grafiklerde maksimum sürdürülebilir verim (MSY), maksimum sürdürülebilir ekonomik düzey (MSE) ve bunlara karşılık gelen optimum F-faktörü ve biyokütle miktarını vermesidir.

Thompson ve Bell yöntemine göre yapılan hesaplamalar Ek Tablo 6 ve 7'de verilmiştir. Yöntem gereği, sadece F-faktör=1 ve F-faktör=2 için yapılan hesaplamalar, F-faktör = 1 için J,K, ve M sütununda, F-faktör=2 için, U,V ve Y sütunlarında yer almaktadır. Örneğin, modele göre avcılık ölüm oranı F=1 olduğunda, toplam verim 1996/97 av sezonunda 151476 ton, biyokütle miktarı 325540 ton ve avlanan miktarın parasal değeri $10.3 \cdot 10^{12}$ TL dir (Tablo 18, Şekil 18a). Aynı F düzeyinde 1997/98 av sezonunda toplam verim 94156 ton, biyokütle 251555 ton, ve verimin parasal karşılığı $18.1 \cdot 10^{12}$ TL dir. Buna

göre, her iki sezonda aynı F düzeyinde verim de %37.8, biyokütle miktarında ise %22.7 oranında azalma, parasal değerinde %77.2'lik bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 18. Doğu Karadeniz'de 1996/97 ve 1997/98 av sezonunda hamsi üretiminin boya dayalı Thompson ve Bell yöntemine göre, maksimum sürekli verim (MSY) ve maksimum sürekli ekonomik verim (MSE) düzeyleri

1996/97				1997/98			
F-Factor	Verim (Ton)	Biyokütle (Ton)	Değer (10 ⁶ TL)	F-Factor	Verim (Ton)	Biyokütle (Ton)	Değer (10 ⁶ TL)
0.00	0	793269	0	0.00	0	454142	0
0.20	83333	585759	7038282	0.20	39851	376957	8635928
0.40	119761	472739	9571574	0.40	63467	327325	13342825
0.60	137258	404253	10369992	0.60	78136	293649	15929279
0.70	142518	379355	10472421	0.80	87677	269586	17337427
0.75	144600	368513	10480618	1.00	94156 ⁽³⁾	251555 ⁽³⁾	18073365 ⁽³⁾
0.80	146393	358554	10467527	1.20	98733	237469	18417076
1.00	151476 ⁽¹⁾	325540 ⁽¹⁾	10275326 ⁽¹⁾	1.30	100530	231492	18494639
1.10	153140	312113	10129488	1.40	102079	226072	18527862
1.20	154410	300195	9967062	1.45	102774	223544	18531045
1.32 ⁽⁵⁾	155542	287503	9760604	1.50	103423	221125	18526680
1.40	156111	279849	9619964	1.60	104597	216581	18498794
1.60	157055	262977	9269535	1.63 ⁽⁵⁾	104920	215288	18486154
1.80	157510	248650	8932130	1.80	106537	208492	18385598
2.00	157637 ⁽²⁾	236269 ⁽²⁾	8614872 ⁽²⁾	2.00	108060 ⁽⁴⁾	201467 ⁽⁴⁾	18222383 ⁽⁴⁾
2.20	157537	225421	8320276	2.20	109274	195275	18030426
2.40	157277	215814	8048518	2.40	110250	189750	17823199
2.60	156902	207230	7798607	2.60	111042	184770	17609321
2.80	156445	199503	7569007	2.80	111687	180245	17394323
3.00	155928	192503	7357966	3.00	112213	176103	17181745
3.20	155370	186128	7163707	3.20	112642	172290	16973810
1996/97 av sezonu							
F-faktörü X=1.32 ⁽⁵⁾ için, MSY= 155542 ton				MSY deki biyokütle miktarı=287503 ton			
F-faktörü X=0.75 için, MSE=10.5*10 ¹² TL				MSE deki biyokütle miktarı=368513 ton			
1997/98 av sezonu							
F-faktörü X=1.63 ⁽⁵⁾ için, MSY=104920 ton				MSY deki biyokütle miktarı=215288 ton			
F-faktörü X=1.45 için, MSE=18.5*10 ¹² TL				MSE deki biyokütle miktarı=223544 ton			

(1) ve (2) Ek Tablo 6, (3) ve (4) Ek Tablo 7'de hesaplanmıştır.

(5) F_{0.1} stratejisine göre hesaplanan optimal düzeyler.

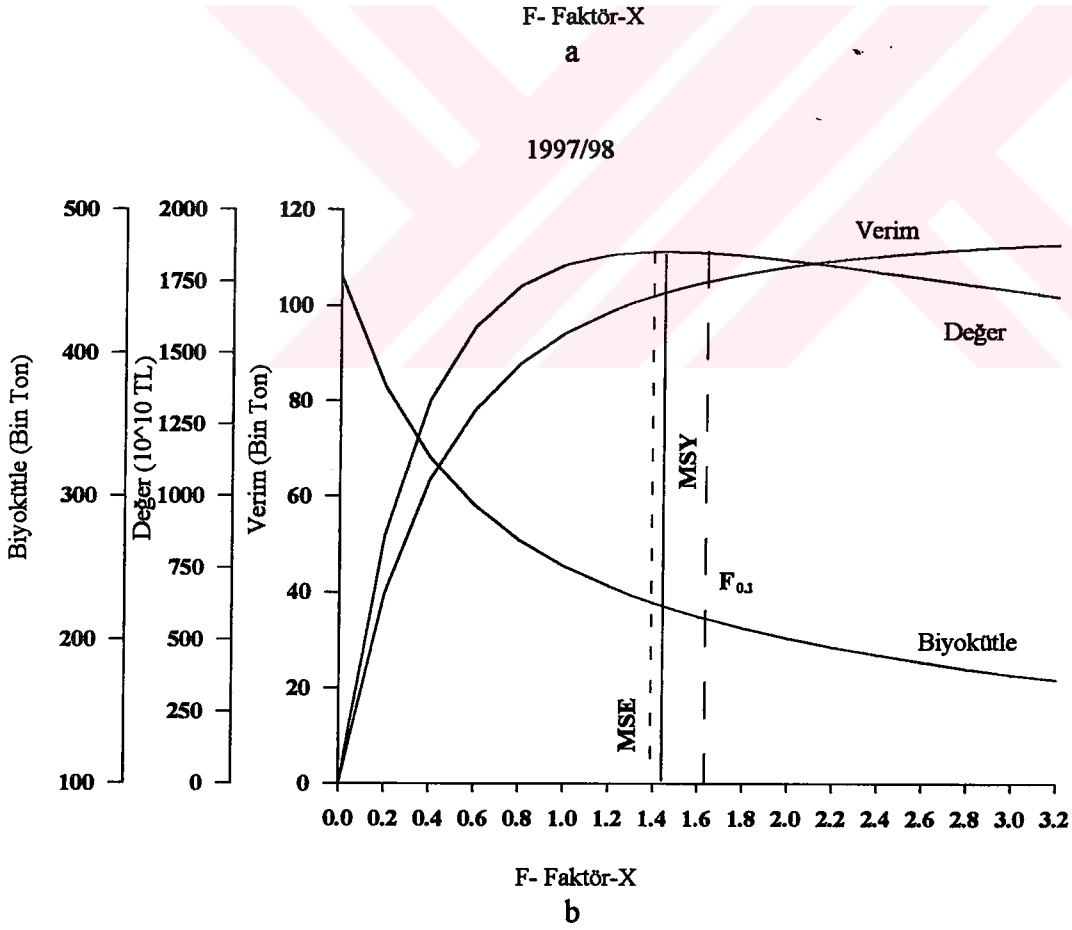
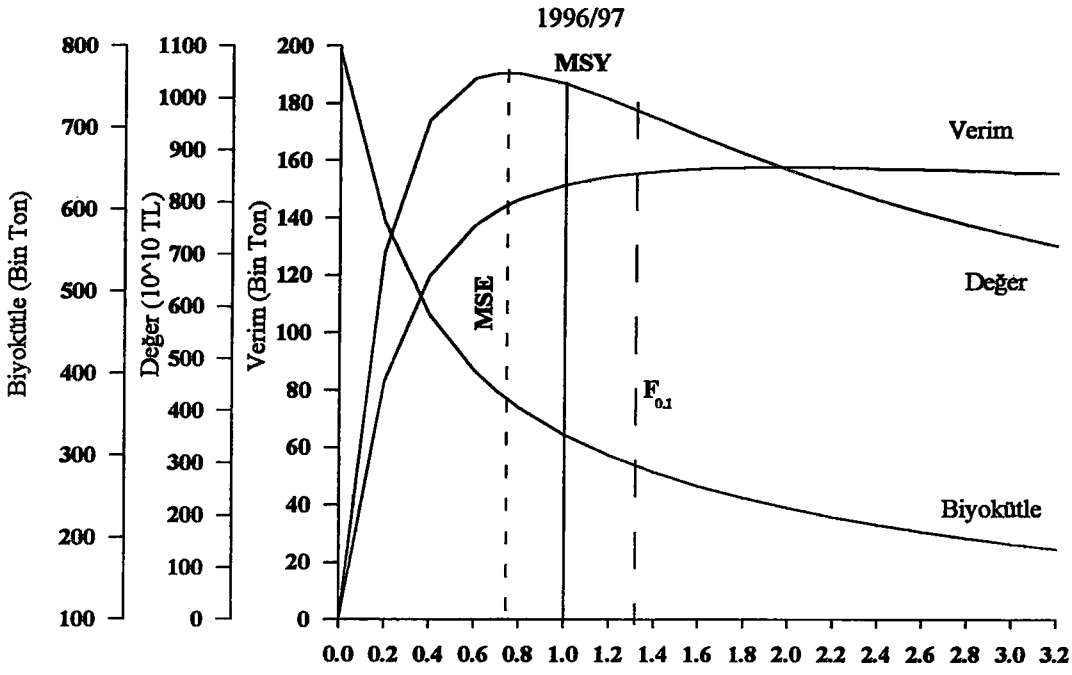
Ürünün parasal değerinin hesaplanmasında çalışma yapılan yıllardaki balık fiyatları göz önünde tutularak; ilk sezonda 5.5-8.0 cm boylar arasındaki balıkların fiyatı o dönemdeki işleme tesislerinin alım fiyatlarından esinlenerek 20000 TL/kg, 8.5-11.0 cm arasında olanlar 50000 TL/kg ve daha büyükleri ise 100000 TL/kg; ikinci sezonda ise aynı boy grupları için sırası ile, 28000 TL/kg, 150000 TL/kg ve 250000 TL/kg değer kullanılmıştır (Ek Tablo 6,7 L sütunu).

Bu tabloda her iki yıla ait son sütun, maksimum sürdürülebilir verim (MSY) ve maksimum sürdürülebilir ekonomik verim (değer) (MSE) düzeylerinin F-faktör ve stok

biyokütlesi ile birlikte vermektedir. Bir boy grubundan diğerine, ürünün birim ağırlıktaki (kg) fiyatı farklı olursa, MSY ve MSE değerlerine karşılık gelen F-faktörlerinde de farklılık olması beklenir (Sparre ve Venema, 1992).

Nitekim bu çalışmada her iki yıl için maksimum sürdürülebilir verim düzeyini sağlayan F değerleri hesaplanmıştır. $F_{0.1}$ yöntemi ile hesaplanan değerlere göre, 1996/97 av sezonu için, $F_{opt.}=1.32 \text{ yıl}^{-1}$ için MSY=155542 ton, biyokütle 287503 ton, verimin parasal değer olarak karşılığı ise $9.8 \cdot 10^{12}$ TL'dir. Uygulanan av baskısı ile gerçekleştirilen üretim miktarı ise 153140 ton, bu düzeydeki biyokütle miktarı 312113 ton ve parasal değeri $10.1 \cdot 10^{12}$ TL'dir. Görüldüğü gibi optimal F düzeyinden daha düşük yoğunlukta avlanılmasına rağmen, elde edilen gelir daha yüksektir. Bu durum, Şekil 18a incelendiğinde daha iyi değerlendirilebilir. Thompson ve Bell yöntemine göre en yüksek gelirin sağlandığı noktada (MSE) uygulanması gereken balıkçılık şiddeti $F=0.75 \text{ yıl}^{-1}$ olmalıdır. Bu düzeyde denizdeki biyokütle miktarı ve verim ise sırası ile 368513 ton ve 144600 ton'dur. Bu veriler dikkate alındığında, uygulanan avcılık mortalite oranı $F_{0.1}$ stratejisine göre belirlenen değerden düşük olmasına, diğer bir ifade ile az da olsa bir miktar yetersiz avcılık yapılmasına rağmen, elde edilen gelir, optimum düzeydeki gelirden daha fazladır. Hatta modelin göstermiş olduğu en uygun MSE düzeyine, daha düşük avcılık mortalitesi uygulanması halinde bile ulaşılabilir. Bu nedenle, Doğu Karadeniz'de hamsi avlayan balıkçıların çok miktarda avlayıp az gelir elde etmeleri yerine, av gücünü doğru bir şekilde kullanarak iyi bir üretim planlaması ile, daha az avlayıp yüksek gelir sağlamaları stokların korunmasını ve daha sonra yine kendilerinin avlayacağı daha fazla miktarda biyokütlenin denizde bırakılmasını sağlayacaktır. Kısaca, hamsi avcılığı sırasında ekonomik arz talep kurallarına uyulması, ekonomik olarak kendilerine daha fazla yarar sağlayacağı gibi stokların da korunmasını temin edecektir.

1997/98 av sezonu için de aynı görüşleri ifade etmek mümkündür. Ancak, bu sezonda maksimum sürdürülebilir ekonomik verim değerlerine (MSE= $18.1 \cdot 10^{12}$ TL) $F=1.45 \text{ yıl}^{-1}$ düzeyinde ulaşılmaktadır (Şekil 18b, Tablo 18). Optimal F düzeyi 1.63 yıl^{-1} olarak belirlenmesine ve bu düzeyde 2146 tonluk bir verim artışı sağlanacak olmasına rağmen, biyoküttele 8256 tonluk, gelirden ise $44.9 \cdot 10^9$ TL'lik ekonomik bir kayba neden olacaktır. Bu sezonda uygulanan av baskısı $F=1.40 \text{ yıl}^{-1}$ ile elde edilen verim daha az olmasına rağmen, denizdeki biyokütle miktarı 10784 ton, gelir düzeyi ise $41.7 \cdot 10^6$ TL daha fazla düzeyde gerçekleşecektir.



Şekil 18. Thompson-Bell yöntemine göre Tablo 18'deki üretimin grafik olarak gösterimi

4. İRDELEME

1996/98 yılları arasında iki av sezonunu kapsayan bu araştırmada, hamsi populasyonunun cinsiyet, yaş, boy ve ağırlık kompozisyonları, oransal büyüme, işletme, yaşama ve ölümler oranları, kondisyon faktörleri ve mevcut avcılığın analizi, stok büyüklüğünün tahmin edilmesi, verim, biyokütle ve avcılıkla elde edilen gelir düzeyinin belirlenmesi, bu araştırmanın ana hedeflerini oluşturmuştur.

Araştırma sırasında, 1996/97 av sezonunda 10216 adet ve 1997/98 av sezonunda 6905 adet olmak üzere, toplam 17121 adet hamsi üzerinde çalışılarak boy frekans dağılımları elde edilmiştir (Tablo 1).

Populasyon parametrelerinin tahmininde ilk av sezonunda 10216, ikincisinde 6905 adet hamsi örnek olarak değerlendirildiği halde, Bhattacharya yöntemi simülasyonunda bunlardan 8785 ve 5615 adedi tam olarak değerlendirmiştir. Bu da, hamsi gibi boy varyasyonu az olan balıklar için oldukça yeterli bir sayıdır.

Araştırmada otolitlerden yapılan yaş tayinleri sonucu, yaş gruplarına göre ortalama boy ve ağırlıklar, hem genel ve hem de ayrı ayrı ele alınmıştır. 1996/97 av sezonu için populasyonun yaş gruplarından hesaplanan ortalama boyu 10.74 ± 0.019 cm, ortalama ağırlığı 7.78 ± 0.038 g, 1997/98 av sezonu için 10.81 ± 0.021 cm ve 8.13 ± 0.045 g olarak bulunmuştur. Daha önce yürütölmüş çalışmalarda elde edilen ortalama boy ve ağırlık bulguları Tablo 19'da verilmiştir. Burada, daha önceki yıllarda uygulanan aşırı avcılık baskısı ile, hamsi boylarında 1985/86 sezonundan itibaren, 1990/91 av sezonuna kadar genellikle bir azalma ve bu tarihten sonra stoktaki düzelme nedeniyle giderek bir artış eğilimi olduğu görölmektedir. Her ne kadar, bu araştırmadaki bulgulara göre ortalama balık boyları en yüksek değere ulaşmışsa da, bu verilerle daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen ortalama boy ve ağırlıklar arasında yapılan t testi sonucu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır (Avşar, 1998). Nikolsky (1965) ve Lebedev (1967) yapmış oldukları araştırmalarda ortalama hamsi boyunu 11.8 cm olarak tespit etmişlerdir. Farklı yıllarda yürütölmüş araştırmalarda, hamsilerin ortalama boy ve ağırlıklarında av baskısı yoğunluğuna göre çeşitli farklılıklar görölmesine rağmen, populasyonda genel olarak istatistiksel anlamda kabul edilebilir sınırlar içerisinde bir değişim yaşandığı söylenebilir.

Tablo 19. Çeşitli yıllarda yapılan araştırmalarda hamsi popülasyonuna ilişkin yaş kompozisyonu, ortalama total boy (cm) ve ağırlık (g) bulguları

Araştırmacılar	Yaş-Frekans Dağılımı (%)						Yaş, Boy (L) ve Ağırlık (W) Dağılımları												Oransal Büyüme (%)	Ortalama	Araştırma Tarihi				
	0 ⁺		1 ⁺		2 ⁺		3 ⁺		0 ⁺			1 ⁺			2 ⁺			3 ⁺				L	W		
	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	TL	W	TL	W	TL	W	TL	W	TL	W	TL	W	TL	W						TL	W
Özdamar vd (1991)	24.19	24.91	47.17	3.73	8.6	3.7	10.3	6.5	13.0	15.5	13.7	17.2	11.3	10.5	17.1	75.0	1985/86								
Karaçam ve Düzgüneş (1988)	20.14	51.55	22.54	5.77	8.7	3.7	10.3	6.6	13.1	15.5	13.8	17.2	10.8	8.7	17.0	74.7	1986/87								
Düzgüneş ve Karaçam (1989)	33.94	48.93	14.22	2.91	6.9	3.7	9.9	6.0	12.5	13.7	13.5	16.6	9.3	6.6	25.9	70.6	1987/88								
Ünsal (1989)	2.39	53.33	42.49	1.70	8.0	2.9	10.0	7.0	11.7	9.6	12.7	11.8	10.7	8.1	16.8	67.1	1988/89								
Okur (1990)	69.40	29.00	1.20	0.40	8.0	3.3	9.9	6.0	11.9	10.6	13.3	15.0	8.9	4.2	18.6	66.7	1989/90								
Genç ve Başar (1991)	39.60	56.60	3.80	-	7.6	2.7	8.8	4.4	12.7	14.3	-	-	8.5	3.9	30.1	144.0	1990/91								
Genç ve Başar (1992a)	41.56	41.62	16.76	0.06	7.9	2.8	10.3	6.3	11.8	9.7	13.4	16.3	9.1	5.1	19.5	82.3	1991/92								
Genç ve Başar (1992b)	39.27	30.61	27.39	2.73	8.2	3.0	10.6	5.7	11.6	8.3	12.8	11.3	9.5	5.2	16.3	57.3	1992/93								
Mutlu (1994)	14.29	66.43	16.79	2.50	8.4	3.3	10.4	6.6	12.0	9.7	13.1	13.0	10.4	6.8	16.1	60.3	1993/94								
Özdamar vd (1995)	63.28	23.24	10.86	2.62	8.4	3.5	10.6	7.3	12.3	11.3	13.5	15.0	9.0	4.8	17.3	65.4	1994/95								
Mutlu (1996)	23.87	49.27	20.93	5.95	8.7	3.3	10.8	7.2	12.2	10.2	13.4	12.7	10.7	7.3	15.6	61.5	1995/96								
Bu araştırma	22.95	47.37	18.48	11.20	8.3	3.5	10.5	7.2	12.5	11.2	13.6	14.2	10.7	7.9	18.1	62.7	1996/97								
Bu araştırma	23.88	47.75	19.52	8.85	8.5	3.8	10.8	7.9	12.5	11.6	13.4	13.6	10.8	8.1	16.7	57.3	1997/98								

Ortalama boy ve ağırlıklardaki değişimin izlenmesi yanında, stok yönetiminde avcılığın yönlendirilmesi ile ilgili kararların alınmasında kullanılan ana göstergelerden birisi de, birbirini izleyen yıllardaki boya ait ortanca değerlerin karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla, eklemeli frekans tabloları hazırlanarak ortanca değerlerdeki değişimler izlenebilir. Tablo 20'deki ortanca değer olarak boydaki değişimler, stokta av baskısının yarattığı etkileri göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Buna göre, balıkların %50'sinin yoğunlaştığı boylar dikkate alındığında, genel olarak 1990/91 av sezonuna kadar devam eden azalma, bu dönemden sonra bir artış eğilimi içine girmiştir. Bu da hamsi popülasyonunda bir düzelme sürecine girildiğinin bir göstergesidir. 1988-1992 yılları arasında cinsi olgunluğa ulaşmamış balıklar üzerindeki av baskısı son yıllarda ortadan kalkmıştır.

Tablo 20. Çeşitli araştırmalara göre avlanan hamsilerin farklı yıllardaki eklemeli frekans dağılımları

Araştırmacılar	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	5
Boy (cm)	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98
5.0 - 5.4	-	0.04	0.07	0.10	-	0.01	-	-	-	-	-
5.5 - 5.9	-	0.04	1.20	1.20	0.2	0.10	-	-	0.07	0.08	0.03
6.0 - 6.4	-	0.30	6.10	4.10	2.20	0.20	-	1.12	0.07	0.65	0.04
6.5 - 6.9	-	4.10	16.60	11.00	6.90	0.60	-	5.29	0.13	2.48	0.23
7.0 - 7.4	0.6	10.50	38.60	25.20	13.60	1.80	0.71	20.33	0.93	6.29	1.62
7.5 - 7.9	0.7	18.10	59.50	42.90	24.60	5.60	2.73	42.36	2.05	12.34	5.46
8.0 - 8.4	2.1	27.90	78.80	63.00	39.20	15.40	7.13	56.88	6.02	22.01	10.70
8.5 - 8.9	3.2	44.40	91.00	77.80	53.40	30.30	13.44	62.89	10.46	30.86	14.25
9.0 - 9.4	5.6	62.90	96.70	88.10	64.20	45.40	22.96	65.59	19.66	37.72	19.26
9.5 - 9.9	11.2	77.40	98.30	93.40	72.20	58.50	32.72	67.49	35.21	44.52	25.98
10.0 - 10.4	19.6	87.50	99.10	95.30	79.30	70.90	46.89	72.63	50.17	56.08	34.14
10.5 - 10.9	27.5	91.80	99.40	95.90	85.40	81.30	62.01	82.40	65.39	66.78	48.34
11.0 - 11.4	41.5	94.50	99.50	96.50	92.70	92.60	78.56	91.13	75.31	75.31	65.84
11.5 - 11.9	60.6	96.30	99.67	97.20	96.90	97.60	89.99	97.02	82.79	82.14	77.65
12.0 - 12.4	87.1	98.10	99.70	98.10	98.80	99.40	95.70	99.05	89.94	90.37	87.13
12.5 - 12.9	96.6	98.90	99.80	98.80	99.70	99.90	98.68	99.69	96.49	96.02	95.16
13.0 - 13.4	99.8	99.40	99.90	99.30	99.90	99.96	99.39	99.79	99.01	98.59	98.58
13.5 - 13.9	100.00	99.50	99.93	99.70	99.95	99.98	99.87	99.87	99.74	99.51	99.61
14.0 - 14.4		99.70	100.00	99.87	99.99	100.00	100.00	99.92	99.93	99.82	99.88
14.5 - 14.9		99.90		99.98	100.00			99.97	100	99.93	99.97
15.0 - 15.4		100.00		100.00				100.00		99.98	100.00
15.5 - 15.9										100.00	
(*)	11.22	8.65	7.28	7.28	8.38	9.18	10.10	7.76	9.99	9.73	10.55

(*): Enterpolasyon yapılarak avlanan balıkların % 50'sine karşılık gelen boylar.

(1) Bingel vd (1996); (2) Mutlu (1994); (3) Özdamar vd (1995); (4) Mutlu (1996); (5) Bu Araştırma

Bir çok balık türünde cinsiyet oranı 1:1'dir. Yumurtlayan balık popülasyonlarının cinsiyet oranları genetik özellikleri, yaş, büyüklük, besin bolluğu ve türün çevresel şartlara

tepkisine göre değişebilmektedir (Nikolsky, 1980). Araştırmanın yürütüldüğü ilk av sezonunda erkek:dişi oranı 1:1.64, ikinci sezonda ise, 1:1.61' dir. Genel olarak hamsilerde cinsiyet oranının 1:1 olduğu bilinmesine rağmen (Demir,1965), araştırmadaki cinsiyet oranları her iki av sezonu için dişilerin lehinedir. Karadeniz'de daha önce yapılan diğer çalışmalarda sadece 1986/87 ve 1987/88'de yapılan ikisi dışında, diğer araştırmaların tümünde dişilerin lehine bir oran söz konusudur (Tablo 21). 1991/92, 1992/93 ve 1993/94 av sezonları birbiri ile, 1995/96 ve 1996/97'de bir biri ile uyum halindedir. Bu araştırmada yaş gruplarına göre cinsiyet dağılımı χ^2 testi ile kontrol edilmiş ve farklılığın önemli olduğu anlaşılmıştır ($P<0.05$). Diğer yıllardaki araştırmalardan 1985/86, 1988/89, 1991/92, 1992/93, 1993/94, 1994/95 ve 1995/96 yılları için de bu farklılığın önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun, dişilerin erkeklere göre av sezonu içinde daha yoğun bir şekilde sürülerde yer almasından, farklı gruplar oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ancak bu konu üzerinde daha detaylı araştırmalar yapılması gereklidir.

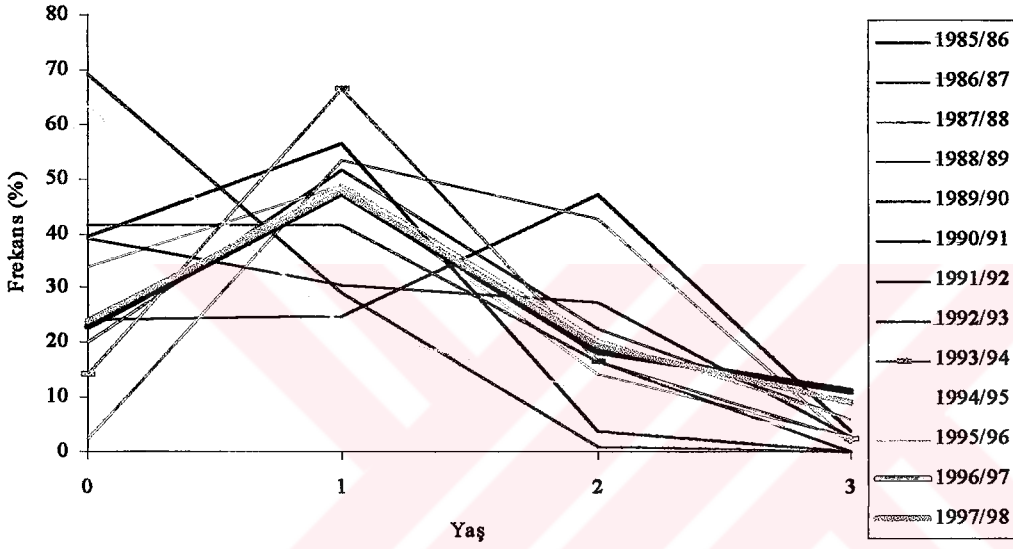
Otolitlerden yapılan yaş analizlerine göre, her iki av sezonunda da hamsilerin 0^+-3^+ yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. 1996/97 döneminde avlanan balıkların %23' ü 0^+ , %47' si 1^+ , %19' u 2^+ ve %11'i 3^+ , diğer sezonda ise %24'ü 0^+ , %48'i 1^+ , %19'u 2^+ ve %9'u 3^+ yaşındaki bireylerden oluştuğu saptanmıştır (Şekil 19). Burada önceki çalışmalardaki dağılımlarda yer almaktadır. Özellikle 1989/90 ve 1990/91 av sezonunda avlanmaması gereken 0^+ yaş grubundaki balıkların çokluğu dikkat çekmektedir. Karadeniz'de 4 yaşına ait hamsilerin 1975 yılına kadar görüldüğünün bildirilmesine rağmen (Ivanov ve Beverton, 1975), son yıllarda yapılan araştırmalarda bu yaştaki bireylere hiç rastlanmamıştır (Tablo 19).

Her iki sezondaki yaş-frekans dağılımlarını daha iyi ortaya koymak ve yaşlara karşılık gelen boyları farklı bir yöntemle hesaplayarak karşılaştırmak amacıyla, Bhattacharya yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemle göre elde edilen verilerden, popülasyonda ilki 0^+ yaş grubu olan 4 yıl sınıfının (cohort) bulunduğu saptanmış ve her yaş grubu için ortalama boylar hesaplanmıştır (Tablo 5, Şekil 11).

Otolitlerden belirlenen her yaşa ait ortalama boylarla, Bhattacharya yöntemine göre belirlenen yıl sınıflarına karşılık gelen ortalama boylar karşılaştırılmış ve yapılan t testi sonucu, aradaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır (Ek Tablo 1,2).

Büyüme oranları dikkate alındığında, boy ve ağırlıkça en hızlı büyümenin 0^+-1^+ yaş grupları arasında olduğu, daha sonraki yaşlarda giderek azaldığı gözlenmiştir (Tablo 6).

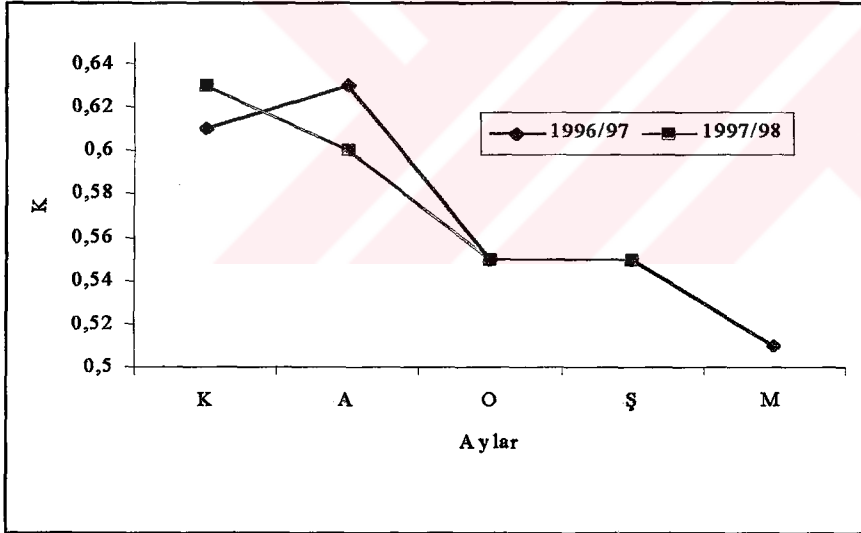
1996/97 av sezonunda ortalama boyca oransal büyüme %17.77, ağırlıkça oransal büyüme %62.78'dir. İkinci av sezonunda ise, bu değerler sırası ile %16.64 ve %57.51'dir. Bu sonuçlar, daha önceki araştırmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, ortalama boyca oransal büyüme değeri bakımından Doğu Karadeniz'de yürütülen çalışmalardan sadece 1987/88, 1990/91, 1991/92 yıllarına ait bulgulardan düşük, diğerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ağırlıkça oransal büyüme ise 1992/93, 1993/94 ve 1995/96 değerleri ile uyumlu olup diğerlerinden düşüktür (Tablo 19).



Şekil 19. Karadeniz'de yürütülen çeşitli araştırmalarda hamsi balıklarının yaş-frekans dağılımları

Büyümenin diğer bir göstergesi olan kondisyon faktörü, araştırma bulgularına göre ilk yaş ve av sezonunun başında genelde biraz daha düşüktür. Bunun nedeni, küçük yaşlarda besinlerle alınan enerjinin daha çok boyca büyümeye kullanılmasıdır. Balıklar büyüdükçe yağ ve et dokusu artar. Üreme olgunluğundan sonra gonad gelişimine bağlı olarak özellikle üreme sezonunda kondisyonda azalmalar görülür. Ancak hamsi kısa ömürlü bir balık olduğu için, yaşa göre kondisyondaki değişimleri uzun ömürlü balıklarda olduğu gibi açık olarak görmek mümkün değildir. Bir yaşından itibaren üreme sürecine girdikleri için, ikinci yaştan sonra alınan enerji gonad hücrelerinin yapımında kullanılmıştır. Kısa bir dönemde enerjinin et ve gonad oluşumu için değerlendirilmesi, kondisyon faktörünün oldukça dar sınırlar içinde değişimine neden olmuştur. Uzun ömürlü balıklarda yaşlara göre kondisyon değeri genellikle daha geniş bir aralıkta değişim gösterir.

Aylara göre yapılan değerlendirmede, her iki sezonda da avcılığın başladığı ilk ayda kondisyon değerleri genel olarak düşük bulunmuştur. Bunun nedeni, göç sırasında büyük enerji harcayarak kıyılarıımıza ulaşan hamsilerin yağsız oluşu, daha sonra beslenmeye paralel olarak kondisyon kazanmasıdır. Ancak, Şekil 20’de görüleceği üzere aralık ayından itibaren kondisyon değerleri giderek azalmaya devam etmektedir. Av sezonu boyunca hamsilerin kıyılarımızda beslendiği düşünülürse, yukarıdaki ifade ile bu durum çelişkili gibi görülmektedir. Bu azalmanın en önemli nedeni, av süresi itibarı ile kıyılarıımıza ilk ulaşanların büyük hamsiler olması ve bunu sezon ilerledikçe küçüklerin izlemesidir. Genellikle her yıl sezon başında ilk avlanan balıklar iridir. Sezon sonuna doğru küçük balıkların katılımı ile karışık bir durum görülmektedir. Çoğu zaman, av standartlarının altındaki küçük balıkların giderek yoğunlaşması nedeni ile, balıkçıların avcılığa kendiliklerinden son verdikleri de bilinen bir gerçektir. Küçük balıkların stokta daha fazla yer almaları, ortalama kondisyon faktörünün daha düşük bir değer göstermesine neden olmaktadır.



Şekil 20. Hamsilerde aylık kondisyon faktörü değerlerindeki değişim

Kondisyon faktörü değerleri daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, 1985 yılına ait K değerinin(0.724), diğerlerinden yüksek, diğer yıllardaki ortalama değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak t testi ile yapılan kontrolde aralarındaki farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır (Tablo 21).

Büyüme gelişmenin kantitatif bir şekli olup, besin bolluğu, üreme oranı, alınan besinlerin değerlendirilme oranı gibi çeşitli ekolojik faktörlere bağlı olarak değişim

göstermektedir (Nikolsky, 1980). Diğer bir ifade ile, büyüme yaşın bir fonksiyonu olarak vücutta meydana gelen boy ve ağırlık değişimi olarak tanımlanmaktadır (Sparre vd, 1989). Populasyonda dişi ve erkek hamsi balıklarının büyümeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. Ancak, dişilerde her yaşa karşılık gelen mutlak boy ve ağırlık değerleri, erkeklerden biraz daha yüksektir.

Populasyondaki balıkların boy ve ağırlıkları arasında;

1996/97 av sezonu için;

$W=0.0073L^{2.90}$	$(\log W = -2.14+2.90\log L)$	$r=0.969$	genel
$W=0.0085L^{2.84}$	$(\log W = -2.07+2.84\log L)$	$r=0.967$	dişi
$W=0.0094L^{2.90}$	$(\log W = -2.03+2.804\log L)$	$r=0.956$	erkek

1997/98 av sezonu için;

$W=0.0055L^{3.03}$	$(\log W = -2.26+3.03\log L)$	$r=0.974$	genel
$W=0.0077L^{2.89}$	$(\log W = -2.114+2.89\log L)$	$r=0.960$	dişi
$W=0.0064L^{3.03}$	$(\log W = -2.194+2.97\log L)$	$r=0.958$	erkek

şeklinde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Boy ve ağırlık arasında yakın bir ilişkinin olması ve farklı büyüme evreleri temsil eden çok sayıda örnek üzerinde çalışılması nedeniyle, boy ve ağırlık arasındaki ilişkinin derecesini gösteren korelasyon katsayısı (r), tüm eşitliklerde 1'e çok yakındır. Bu da, boy veya ağırlıktan bilinmeyen herhangi birisinin, bilinen parametre üzerinden isabetli bir şekilde tahmin edilmesini sağlamaktadır.

İstatistiksel olarak aralarında önemli bir farklılık olmamasına rağmen, yaşlara karşılık gelen boy ve ağırlığın mutlak değerleri bakımından ikinci yıldaki büyüme, birinci yıldakinden biraz daha fazladır. Bu fazlalık, regresyon katsayılarının (b) yüksekliği ile de kendisini göstermektedir. Ancak, regresyon katsayılarının karşılaştırılması ve uygulanan t testi sonunda, her iki sezonda da b katsayıları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı, diğer bir ifade ile cinsiyet ve yıllara göre elde edilen boy ağırlık ilişkisi denklemlerinin aynı populasyonu temsil ettikleri söylenebilir. Farklı değerler, P:0.05 düzeyinde istatistiksel olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Daha önce yürütülmüş olan çalışmalarla karşılaştırıldığında (Tablo 21), balıkların içinde bulunduğu ortamın besililiğini gösteren regresyon katsayısının 2.9 ile 3.4 arasında

Tablo 21. Farklı yıllarda çeşitli araştırmacılarca bulunan eşey oranları (%), boy-ağırlık ilişkisi, von Bertalanffy büyüme parametreleri, kondisyon faktörü ($K=W/L^3$), büyüme performansı (\emptyset'), yaşama (S%) ve ölüm oranları (Z,F,M)

Araştırmacılar	Eşey Oranları		K.Fak.	Büyüme Parametreleri							Büy. Perf.	Yaşama ve Ölüm Oranları				Araştırma Tarihi
	Dişi	Erkek		a	b	L_{∞}	W_{∞}	k	t_0	S		Z	F	M		
Özdamar vd (1991)	61.00	39.00	0.724	0.0023	3.412	16.77	34.71	0.33	-2.27	1.97	55.45	0.59	0.09	0.50	1985/86	
Karaçam ve Düzgüneş (1988)	46.00	54.00	0.681	0.0025	3.383	16.85	34.48	0.32	-1.99	1.96	35.16	1.05	0.52	0.53	1986/87	
Düzgüneş ve Karaçam (1989)	49.15	50.85	0.649	0.0025	3.387	14.14	20.04	0.92	-0.32	2.26	24.76	1.40	0.83	0.57	1987/88	
Ünsal (1989)	64.07	35.93	0.606	0.0064	2.974	15.73	23.32	0.32	-2.19	1.90	41.83	0.87	0.37	0.50	1988/89	
Okur (1990)	-	-	0.621	0.0065	2.978	23.50	78.69	0.14	-3.08	1.89	26.42	1.30	0.72	0.61	1989/90	
Genç ve Başar (1991)	52.90	47.10	0.636	0.0049	3.123	15.01	22.51	0.61	-0.07	2.14	6.70	2.70	2.05	0.65	1990/91	
Genç ve Başar (1992a)	59.38	40.62	0.660	0.0055	3.036	18.30	37.70	0.25	-2.14	1.92	20.30	1.60	1.01	0.58	1991/92	
Genç ve Başar (1992b)	59.31	40.69	0.590	0.0053	2.999	16.72	24.76	0.50	-0.35	2.15	59.13	0.53	0.12	0.58	1992/93	
Mutlu (1994)	59.58	40.42	0.570	0.0051	3.048	15.82	23.07	0.34	-2.14	1.93	20.00	1.61	1.08	0.53	1993/94	
Özdamar vd (1995)	57.40	42.60	0.584	0.0047	3.098	16.83	29.47	0.31	-2.21	1.94	29.00	1.25	0.78	0.47	1994/95	
Mutlu (1996)	60.43	39.57	0.580	0.0052	3.030	16.65	26.12	0.30	-2.49	1.92	35.46	1.04	0.52	0.51	1995/96	
Bu araştırma	60.78	39.22	0.590	0.0073	2.903	17.00	27.23	0.31	-2.16	1.95	21.00	1.67	1.10	0.56	1996/97	
Bu araştırma	62.09	37.91	0.590	0.0055	3.027	15.57	22.42	0.42	-1.83	2.01	19.00	2.07	1.40	0.67	1997/98	

değiştii görölmektedir. Yapılan değerlendirmede, genel olarak populasyonun 1985/86 ve daha sonraki iki sezonda yüksek b değerleri gösterdiği (≈ 3.4), daha sonraki yıllarda $3.0'$ e düştüğü görölmektedir. Buna karşın, söz konusu 3 yılda "a" değerleri düşük, sonraki yıllarda ise daha yüksek veya birbirlerine yakın değerlerdedir. Bu farklılıklara rağmen, 13 yıllık araştırmalardan elde edilen b katsayılarının karşılaştırılması sonucu, aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır. Bu da populasyonun büyüme bakımından farklı yıllarda benzer bir gelişme seyri içinde olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada von Bertalanffy büyüme parametreleri olarak bilinen L_{∞} , k, t_0 ve W_{∞} değerleri, Ford-Walford, Gulland-Holt ve Bhattacharya yöntemlerine göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Pauly ve Munro (1984)'nun büyüme performansını gösteren \emptyset' testi uygulaması sonucu, bu araştırma ve önceki araştırmacılar tarafından bulunan büyüme parametreleri karşılaştırılmış ve aradaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır. Bu araştırmada farklı yöntemlerle bulunan parametreler arasındaki farklılıklar da önemli olmadığından, hata payını en aza indirmek için bu değerlerin ortalamaları alınmıştır (Tablo 11). Her üç yöntemle göre hesaplanan L_{∞} , k ve t_0 değerinin ortalamaları kullanılarak von Bertalanffy yaş-boy ilişkisi modeli oluşturulmuştur. Buna göre hamsi populasyonunda yaş ile boy arasındaki ilişki,

$$1996/97 \text{ av sezonu için; } L_t = 17.00(1 - e^{-0.310(t+2.160)})$$

$$1997/98 \text{ av sezonu için; } L_t = 15.57(1 - e^{-0.417(t+1.826)})$$

şeklindedir. Boy ve ağırlık arasındaki ilişkiden W_{∞} parametresi de elde edilerek, yaşa göre ağırlık ilişkisi denklemleri de şu şekilde belirlenmiştir;

$$1996/97 \text{ av sezonu için; } W_t = 27.23(1 - e^{-0.310(t+2.160)})^{2.903}$$

$$1997/98 \text{ av sezonu için; } W_t = 22.42(1 - e^{-0.417(t+1.826)})^{3.027}$$

Yaş boy ve yaş ağırlık von Bertalanffy büyüme modellerine göre, çeşitli yaşlarda gözlenen boy ve ağırlık değerleri ile bu modellerin farklı yöntemlerle hesaplanan büyüme parametreleri ile kullanılması sonucu hesaplanan boy ve ağırlıklar karşılaştırılmıştır (Ek Tablo 2). Yapılan değerlendirmede ölçülen ve farklı modellere göre hesaplanan değerler arasındaki farklılığın önemli olmadığı, farklılığın kabul edilebilecek sınırlar içinde olduğu ve bu nedenle elde edilen modellerin populasyonu yansıttığı sonucuna varılmıştır. Farklı yıllar için çeşitli yaşlara göre, bu modelleri kullanarak elde edilen boy ve ağırlık değerleri arasındaki farklılık, ulaşılabilecek maksimum teorik boyun 1996/97 döneminde 17.00 cm, 1997/98 döneminde 15.57 cm olmasına, diğer bir ifade ile bu farklılığın ilk sezona göre

%8'lik bir azalamaya karşılık gelmesine rağmen, önemli değildir (Tablo 11). Farklı yıllara ait k ve t_0 değerleri ile bu araştırmada bulunan değerler karşılaştırılmış ve yapılan t testi sonucu farklılıkların önemli olmadığı belirlenmiştir. Büyüme parametrelerinin en belirleyicilerinden olan L_∞ ve W_∞ değerleri karşılaştırıldığında, bu parametrelerin 1985/87 yılları arasında yüksek olduğu, 1987/89 döneminde azaldığı ve daha sonraki yıllarda göreceli olarak tekrar yükseldiği görülmektedir (Tablo 21). En yüksek L_∞ ve W_∞ değerine 1989/1990 yılında 23.50 cm boy ve 78.69 g ağırlıkla ulaşılmıştır. Genel ortalamalardan sapmaları dikkate alan Pauly ve Munro (1984) yöntemine göre bu farklılığın önemli bulunmamasına rağmen, yapılan değerlendirmede bu ekstrem değerlerin uzun yıllar ortalamalarının çok üzerinde olması nedeniyle, söz konusu araştırmada muhtemelen yaş tayininde bir hata yapılmış olduğu tahmin edilmektedir.

Cinsiyetlere göre değerlendirme yapıldığında, büyüme parametreleri bakımından dişilerin erkeklere göre daha yüksek L_∞ değerleri gösterdiği, ancak bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır. Farklı yöntemlere göre hesaplanan k ve t_0 parametreleri bakımından erkekler ve dişiler arasındaki farklılık ta önemli bulunmamıştır.

Yöntemler bölümünde de belirtildiği gibi, L_∞ ve k 'nin ayrı ayrı karşılaştırılması, büyümenin lineer olmadığı durumlarda hatalı sonuç vermektedir (Gücü,1991). Bu nedenle yaygın olarak kullanılan büyüme performansı (Phi prime) indeksine göre yapılan değerlendirmede, hamsi popülasyonunun her iki yılda, önceki yıllardakine benzer bir büyüme gösterdiği, diğer bir ifade ile bu indeks bakımından, incelenen hamsilerin aynı popülasyona ait oldukları söylenebilir.

Popülasyonun yaşama oranı (S) farklı yöntemler kullanılarak, 1996/97 sezonu için 0.15-0.24 arasında, ortalama 0.19 olarak bulunmuştur. 1997/98 av sezonunda ise 0.14'e düşmüştür. Bu değerler daha önceki yıllarda yapılan çalışmalardan 1991/92 ve 1993/94 yıllarındaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Diğer yıllardan önemli düzeyde düşüktür. Daha önceki yıllarla karşılaştırıldığında, yaşlara karşılık gelen balık sayılarından hesaplanan yaşama oranı, 1985/86 döneminde %56 ile en yüksek değeri gösterirken, 1990/91 av sezonunda %6.70'e düşmüştür. Tablo 21'deki bu değerler irdelendiğinde 6 yıllık bir süreçte bu azalma açık olarak görülmektedir. Yaşama oranının düşük olduğu yıllarda, özellikle 2^+ ve 3^+ yaşlarındaki balık sayılarının azlığı dikkati çekmektedir. Bu da, söz konusu yıllarda artan av baskısı nedeniyle genç yaşlarda balıkların daha çok avlandığını, bu nedenle 2^+ ve 3^+ yaşlarına daha az sayıda balığın ulaşabildiği göstermektedir. Bu durum, toplam anlık ölüm oranı (Z) ve anlık avcılık ölüm oranının (F)

değişimi ile de açıklanabilir. Yaşama oranının en düşük olduğu dönemde, anlık avcılık ölüm oranı (F) 2.05 yıl⁻¹'e yükselmiştir. Bu oran, 13 yıllık av dönemleri içinde en yüksek değerdir. Doğal mortalite oranları (M), en düşük 0.47 yıl⁻¹ (Özdamar vd., 1995), ile bu araştırmada 1997/98 av sezonu için belirlenen 0.67 yıl⁻¹ arasında değişmektedir. İstatistiksel olarak, farklılıkların önemli olmadığı belirlenmiştir. 13 yılın ortalaması olan $M_{ort} = 0.56$ yıl⁻¹ 'dan çok az sapma meydana gelmiştir. Buna karşın, avcılık ölüm oranındaki (F) değişim oldukça fazladır. Örneğin, Özdamar vd (1991) tarafından 1985/86 av sezonunda yürütülen araştırmada $F=0.09$ yıl⁻¹ olarak belirlenmiş, aşırı avcılığın hüküm sürdüğü diğer yıllarda F giderek artarak 1990/91 av sezonunda 2.05 yıl⁻¹ değerine ulaşmıştır. Son iki yılda ise, $F = 1.10$ yıl⁻¹ ve 1.40 yıl⁻¹ düzeyinde gerçekleşmiştir. Tablo 21'de yer alan bazı araştırmalarda ölüm oranlarının hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılmıştır. Bunlardan en yaygın olanı, her yaştaki balık sayılarındaki azalmaya göre uygulanan Ricker (1975) yöntemidir. İşlemlerin basit olmasına rağmen yaş tayinlerinde yapılan hatalar doğrudan doğruya yaşama ve ölüm oranlarına yansımaktadır. Bu durum, özellikle hamsi gibi kısa ömürlü balıklar için büyük önem taşımaktadır. Bunun nedeni, yaşama ve ölüm oranlarının hesaplanmasında sadece 1⁺ yaşından 2⁺ yaşına ve 2⁺ yaşından 3⁺ yaşına ulaşan balık sayılarının kullanılmasıdır. Bu nedenle yaş tayinlerindeki hatalar sonucu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu araştırmada uygulandığı üzere boy verilerinden yararlanılması ve bir çok tahminin ortalamalarını alınması daha gerçekçi sonuç vermektedir. Tablo 21'de 1990/91 sezonu dışında, popülasyondaki iyileşmeye rağmen en yüksek avcılık ölüm oranının bu araştırmanın yürütüldüğü her iki av sezonunda görülmesinin nedeni budur. Türkiye hamsi üretiminin en düşük olduğu 1990 yılında bile avlanma mortalitesinin yüksek olması, ülkemizde stok yönetimi prensiplerine uyulmadığının önemli bir göstergesidir.

Bir popülasyonda aşırı avcılığın ölçüsü, yaşlara karşılık gelen ortalama boylardaki azalma yanında, işletme oranının 0.50 düzeyi ile karşılaştırılmasıdır. Genel olarak uzun ömürlü balık türleri için işletme oranı $E=0.50$ düzeyi geçerlidir. Hamsi sardalya ve ringa gibi küçük ve kısa ömürlü pelajik balıklarda, yenilenmenin daha hızlı olması nedeniyle biraz daha yüksek E değerlerine tolerans gösterilebilmektedir. Buna göre, araştırmanın yapıldığı yıllardaki işletme oranları $E=0.66$ ve 0.68 hamsi stokları için kabul edilebilir düzeylerde dir. İşletme oranının 13 yıllık süre içinde tehlikeli boyutlara ulaştığı dönem 1990/91 av sezonudur. Bu dönemde $E=0.76$ olarak gerçekleşmiştir (Tablo 21).

Su ürünleri stoklarını ekonomik olarak işletmek, bu kaynaklarda devamlılığı sağlamak, her şeyden önce bilinçli ve teknik bir avcılığın yapılmasına ve stok yönetim esaslarının doğru bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Avlanma teknolojisi, stokların rasyonel bir şekilde işletilmesi ve kaliteli ürün elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu amaca ulaşabilmek için stoklar ve kapasiteleri, balıkçı gemileri ve stoklara ulaşabilmek için gerekli balık bulucu cihazlar, seyir ve haberleşme araçları ve bunları kullanan insan faktörü avlanma teknolojisinin bütünü oluşturur. Bilgi ve teknolojilerin kullanılması ile gerçekleştirilen avcılık, sektörün verimliliğini arttırdığı gibi, kaliteli ürünün elde edilmesini de sağlamaktadır. Bu açıdan bir değerlendirme yapıldığında, 1980'li yıllardan itibaren özellikle gırgır ağları ile yapılan avcılıkta önemli teknolojik gelişmelerin sağlandığı görülmektedir. Gemi uzunlukları giderek artmış ve 65 m'ye ulaşmıştır (örneğin; Hacı Mustafa Kul ve Sürsan) (Ek Tablo 5,6). Yeni yapılan gemilerin tümü 40 m 'in üzerindedir. Eski gemilerin de boyları uzatılarak bu ölçülere ulaştırma çabaları devam etmektedir. Gemi boylarındaki artış, gemilerdeki motor güçlerinin ve kullanılan ağ boyutlarının da artmasına neden olmaktadır. Günümüzde araştırma sahasında motor gücü 2300 HP'ye ağ boyutları 1200 m boy ve 220 m derinliğe ulaşmıştır. Gırgır balıkçısı, teknolojik gelişmeleri diğerlerinden daha yakından izlemekte ve buna bağlı olarak sonar cihazlarını sürekli olarak yenilemeye özen göstermektedirler. Son yıllarda kullanılan sonar cihazlarının yatay tarama kapasitesi yaklaşık olarak 10 km ye ulaşmıştır. Bu teknolojik gelişmeler, balık sürülerinin daha kolay bulunmasını, daha hızlı çevrilerle avlanmasını sağlamaktadır. Kısaca, son yıllarda av gücünün bu gelişmelere bağlı olarak giderek arttığını söylemek mümkündür. Bu kriterler bakımından, av gücü ve avlanan balık miktarı birlikte değerlendirildiğinde, Doğu Karadeniz'de ekonomik bir avcılık yapıldığını söylemek mümkün değildir. Araştırma sırasında 1996/97 av sezonunda 59 adet, 1997/98 av sezonunda ise 60 adet gırgır gemisi ile hamsi avcılığı yapıldığı belirlenmiştir. (Ek Tablo 3,4, 1996/98). Gemiler küçük (20-29m), orta (30-39 m) ve büyük (≥ 40 m) olmak üzere 3 boy sınıfına ayrılmış ve verimlilikleri irdelenmiştir. Buna göre, araştırmanın sürdürüldüğü ilk av sezonunda gemilerin %37 si küçük, %48'i orta ve %15'i de büyük boy sınıfına girmektedir. İkinci av sezonunda ise bu dağılım sırası ile %33, %40 ve %27 şeklindedir. Bu iki yıl içinde bile, küçük gemilerde %4, orta boy gemilerde %8 oranında bir azalma, büyük gemilerde ise %12 oranında bir artış meydana gelmiştir. Bu artışa, yeni yapılan bir gemi (Sarı Balıkçılık) dışında, gemi boylarının uzatılması neden olmuştur (örneğin Kazım Kuloğlu, 36 m'den 48 m'ye uzatılmıştır).

Av sezonu içinde her boy grubundaki gemilerden 3'er tanesi sürekli olarak izlenmiş ve 15 günlük periyotlarla gemi üzerinde av miktarının tahmini ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Özellikle hamsi sürülerinin yoğunlaştığı bölgelerdeki (örneğin; Fatsa, Giresun, Görele, Çarşıbaşı, Akçaabat, Trabzon, Araklı, Sürmene, Rize, Pazar ve Hopa) limanlarda tüm gemilerden veri almak mümkün olmuştur.

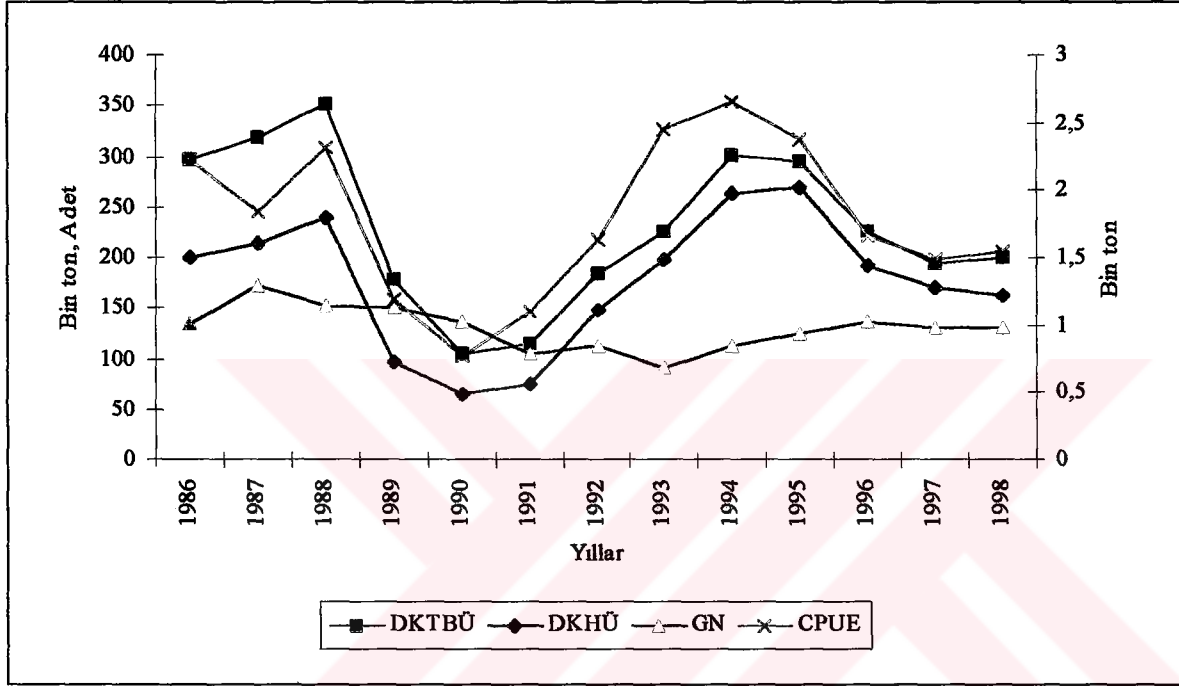
Elde edilen bilgiler göre, 1996/97 av sezonunda avcılık yapılan gün sayısı ortalama 59 gün (Toplam gemi sayısı * ortalama avlanılan gün sayısı=3483), 1997/98 av sezonunda ise 64 gündür (Toplam gemi sayısı * ortalama avlanılan gün sayısı=3884). İlk av sezonunda toplam 156 bin ton, ikinci sezon ise 94 bin ton hamsi avlandığı belirlenmiştir (Tablo 13). Gemilerdeki tayfa sayısı, kullanılan yakıt miktarları, ağ boyları ve motor güçleri, av gücü kriterleri olarak ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 14 'de verilmiştir. Ele alınan kriterler bakımından 1996/97 av sezonu, 1997/98 av sezonuna göre daha verimli olmuştur. Gemi uzunluklarına göre yapılan değerlendirmede ise, tayfa sayısı başına verim dışında tüm kriterler bakımından küçük gemiler verimlilikte önde gelmekte, bunu orta boy gemiler izlemektedir. Balıkçılar tarafından sanıldığı gibi aksine, büyük gemilerde verimlilik en düşük düzeydedir. Tayfa sayısı başına verimliliğin büyük gemiler lehine olmasının nedeni, her gırgır takımında standart kabul edilebilecek 25-40 arasında değişmek üzere ortalama 30-33 kişilik bir ekibin görev almasıdır. Gemi boyunun küçük olması, avcılığın bu sınırların altında elemanla gerçekleştirilmesini mümkün kılmamaktadır. Her gırgır takımında bir av gemisi, av sırasında yardımcı olan en az bir küçük gemi (iskif) ve ikişer taşıyıcı gemi bulunmaktadır. Bu nedenle gırgır ile balık avcılığı, yoğun işgücü gerektiren bir avlanma yöntemidir. Küçük gemiler de standart kabul edilen sayıda personele yer vermek durumundadırlar. Tayfa sayısı başına verim miktarı bakımından büyük ve küçük gemiler arasındaki farklılık yaklaşık olarak ortalama 6 ton'dur (Tablo 14). Yatırım maliyetleri ve işletme giderleri göz önünde tutulduğunda, bu miktarın önemli bir avantaj sağladığını söylemek mümkün değildir. Bu durum, maliyeti önemli ölçüde etkileyen gemi boyu başına verim miktarlarının karşılaştırılmasında da açık olarak görülmektedir. Örneğin ilk av sezonu için 20-29 m'lik gemilerle, gemi boyu başına sağlanan verim miktarı, 40 m'nin üzerindeki gemilere göre %80 oranında daha fazladır. İkinci av sezonunda ise bu oran yine küçük gemiler lehine ise de %13 gibi daha az oranda bir farklılık söz konusudur.

Motor gücü, harcanan yakıt miktarı ve avcılıkta kullanılan ağ uzunluğu başına verim miktarı da küçük gemiler lehinedir. Bu durum Dinçer (1996) ve Genç (1998) tarafından yürütülen çalışmada da belirtilmiştir. Bu nedenle, Karadeniz'de gemi

sahiplerinin gemi boylarını diledikleri şekilde uzatmaları kendileri için ekonomik olmadığı gibi, av gücünde artışa neden olması nedeniyle, balık stoklarının geleceği için de zararlıdır. Karadeniz’de pelajik balık stoklarının tümünde aşırı avcılık ve çevresel faktörlerdeki olumsuzluklardan kaynaklanan üretim azalmalarına rağmen, av gücünün artmasına neden olan bu uygulamalara daha fazla izin vermemek balıkçılığımız açısından büyük önem taşımaktadır.

1997 ve 1998 DİE su ürünleri istatistikleri dikkate alındığında, bu çalışmada avlandığı belirlenen toplam hamsi miktarı ile, DİE verileri arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin, 1997 yılında Doğu Karadeniz’de 171 bin ton hamsi avlandığı ve av gücü olarak 150 adet gırgır gemisi ve 63 adet taşıyıcı tekne olmak üzere toplam 213 adet gemi kullanıldığı belirtilmektedir (Şekil 21) (DİE, 1999). Bu gemilerden 20 m üzerindeki sayıları ise 139 adettir. Her av gemisinin en az bir taşıyıcı gemi kullanması halinde, aktif olarak avlananların sayısı maksimum 65 adettir. Ancak uygulamada, avcı gemilerin limanlara bağlantısını genellikle iki gemi sağlamaktadır. Bu nedenle, resmi istatistiklerde av gücü ve birim güçte av miktarının hesaplanmasında kullanılacak verilerde önemli hata veya eksiklikler görülmektedir. Bu çalışmada, Fatsa-Hopa arasında avcılık yapan 20 m’in üzerindeki tüm gemiler tek tek belirlenmiş ve periyodik olarak veri toplanmıştır. DİE tarafından yayınlanan üretim miktarları ile karşılaştırıldığında da önemli farklılıklar söz konusudur. Bu araştırma ile tespit edilen üretim miktarı 156 bin ton olup, 171 bin ton olan DİE verileri ile 15 bin ton’luk bir farklılık bulunmaktadır. Resmi olmayan DİE verilerine göre 1998 yılı hamsi üretimi 163 bin ton, bu araştırma da belirlenen miktar ise 94 bin ton’dur. DİE, su ürünleri istatistiklerini anket yöntemi ile toplamakta, her yıl Ocak-Şubat aylarında büyük balıkçıların tümüne, küçük balıkçıların örnekleme yöntemi ile seçilen bir kısmına anket formları gönderilerek balıkçıların tüm üretimleri hakkında bilgi toplanmaktadır. Aktif olarak gemi üzerinde yapılan gözlemlerde bile avlanan miktar konusunda zaman zaman çelişkiye düşüldüğü, balıkçıların genellikle fazla titizlik göstermeden çok kaba yaklaşımlarla miktar bildirdikleri gözlenmiştir. Bu durumda, taşıyıcı gemilerin ambar kapasiteleri ve kamyonlara yüklenirken kasa ve dökme balık yükleri izlenerek gerçek miktarlar tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle, aradan belirli bir süre geçtikten sonra anket yöntemi ile, herhangi bir kayıt tutma alışkanlığı ve zorunluluğu olmayan balıkçılardan doğru veri akışı sağlamak gerçekçi bir yaklaşım olarak görülmemektedir.

Bu araştırmada, populasyon byklgnn tahmininde boy verilerinin kullanıldığı cohort analizi yönteminden yararlanılmıştır (Jones,1985). Bu yöntem, ticari av verilerinin doğru olarak temin edilmesi durumunda dünyada en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Örneğin, Kuzey Denizi'nde morina (Shepherd, 1987), çeşitli gadoidler (*Gadus morhua*, *Melanogrammus aeglefinus*, *Merlangius merlangius*) ve *Clupea harengus* (Rohde,1982),



şekil 21. Doğu Karadeniz'de balık üretimi, av g ve birim güçte av miktarındaki değişimler (DKTB: Doğu Karadeniz toplam balık retimi; DKH:Doğu Karadeniz hamsi retimi, GN:gemi sayısı; CUPE: Birim güçte av miktarı)

Peru'da kolyoz (Mendo, 1983) , Hindistan' da *Hilsa hilsa* (Gupta, 1989) gibi türler üzerinde uygulanmıştır. Bu araştırmada da, farklı boy sınıfındaki balık gemilerinin denizde avladığı balık miktarları, av sırasında yapılan gözlemlerle belirlenmiş ve her bir sınıfa ait gemilerin avladığı ortalama balık miktarı ve avlandığı gün sayısından toplam balık miktarına ulaşılmıştır. Karaya çıkarıldığı tahmin edilen balık miktarı 1996/97 av sezonu için 156 bin ton, 1997/98 av sezonu için 94 bin ton'dur. Avlanma sezonu boyunca, boy sınıflarındaki balık sayıları kullanılarak aynı dönemler için denizde bulunan biyokütle miktarı da sırası ile 326 bin ton ve 252 bin ton olarak tahmin edilmiştir. Bu miktarlar, her av sezonu başındaki stok miktarlarını vermektedir. Diğer bir ifade ile, mevcut av verilerinden hareket edilerek geçmişe yönelik bilgiler elde edilmiştir.

Beverton-Holt ve Thompson-Bell modelleri ise, geleceğe ilişkin stok yönetim stratejilerinin belirlenmesine olanak sağlayan yöntemlerdir.

Ilıman sularda yaşayan türlere için, Beverton-Holt'un yeni katılım başına verim modeli, stok yönetiminde kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir. İlk kez Beverton ve Holt (1957) tarafından Kuzey Denizi'ndeki yaldızlı pisi (*Pleuronectes platessa*) stokuna başarı ile uygulanmış ve bunu diğer araştırmacılar izlemiştir. Örneğin, Malezya'da *Nemipterus marginatus* (Weber ve Jothy, 1977), Hindistan'da *Nemipterus japonicus* (John, 1989), *Harpadon nehereus* (Biradar, 1989), Kanada'da Amerikan istakozu (*Homarus americanus*) (Caddy, 1977) stokları bu yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir. Ülkemizde, ilk kez Bingel (1987) tarafından uygulanmış, Kuzey Doğu Akdeniz'deki Mersin ve İskenderun Körfezi demersal balık stoklarını düzenleme çalışmalarında bu modelden yararlanılmıştır. Yine Bingel vd., (1996), Türkiye'in Karadeniz kıyılarındaki balık stoklarının düzenleme çalışmalarında, bu denizdeki demersal balıklardan mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*) ve keserbaş barbun (*Mullus barbatus*) stoklarını düzenlemek amacıyla da aynı modeli kullanmışlardır. Avşar, (1994)'de Karadeniz'de çaça ve Akdeniz'de sardalya, İşmen (1995), Karadeniz'de izmarit (*Spicara smaris*) ve Seyhan vd.,(1996), Doğu Karadeniz' de hamsi stokları için bu modeli uygulamışlardır.

Bu konu ile ilgili olarak Jones (1979) tarafından bazı genellemeler yapılmıştır. Y/R eğrileri, bir stoktan maksimum verimi elde edebilmek için balıkçılık mortalitesi (F) ve uygulanan av çabası ile ilgili olarak bir değerlendirme yapmaya yardımcı olmaktadır. Genellikle yüksek büyüme hızının bir göstergesi olan büyük k değeri, verimin maksimum olmasını sağlayabilmek için yüksek bir avlanma çabasının uygulanmasını gerektirir. Bir stoku etkileyen doğal mortalite oranı ne denli yüksekse, stok maksimum verimi sağlayabilmek için küçük M değerine göre, yüksek değerlerde daha fazla F etkisine ihtiyaç duyulacaktır. T_c değeri, diğer bir ifade ile ilk avlanma yaşı arttıkça, verimin maksimum olduğu noktaya ulaşabilmek için daha yüksek bir F baskısı gerekecektir (Bailey, 1980, King, 1995). Pratik olarak Y/R modeli, 0.5'den küçük F değerleri gibi düşük doğal mortalite oranlarında daha olumlu sonuç vermektedir. M oranları yüksekse, oldukça geniş sayılabilecek F değişim sınırları içinde Y/R eğrisi, maksimum bir değere ulaşmayabilir. Yüksek mortalite oranına sahip kısa ömürlü türlerde Y/R analizleri bazı yanlış anlaşılmalara neden olabilir. Maksimum verimi sağlayabilmek için, balıkçılık mortalitesi çoğunlukla yüksek ve hatta bazen sonsuzdur. Bu nedenle, Y/R analizlerinden elde edilen eğrinin sürekli olarak arttığı, maksimum değerden itibaren düz bir hat oluşturduğu

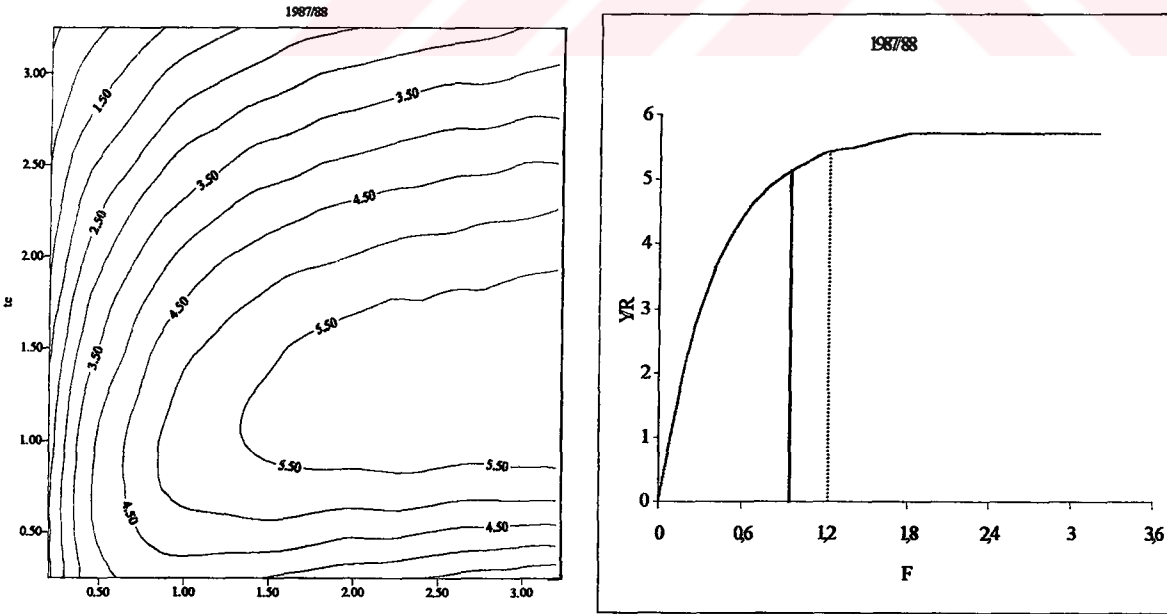
durumlarda, optimum balıkçılık mortalitesi bazen F 'deki bir birimlik artış değerine göre av miktarını, F 'nin ilk birim etkisi ile avlanan miktarının $1/10$ 'u oranında arttırır. Diğer bir deyişle, optimum balıkçılık için uygun F seviyesi, düşük balıkçılık mortalitesi düzeylerindeki verim eğrisi eğimin, %10'luk bir değerinde meydana gelir. Bu da, $F_{0.1}$ stratejisi olarak bilinen yöntemdir (Hilborn ve Walters, 1992).

Bu çalışmada da Y/R eğrisi belirgin bir pik oluşturmadığından $F_{0.1}$ stratejisi uygulanarak, optimum F ve bunlara karşılık gelen Y/R değerleri hesaplanmıştır. Yeni katılım başına verim (Y/R) analizi, stoka bir birimlik katılımdan beklenen verimi vermektedir. Çeşitli seviyelerindeki avcılık mortalitesinin stok üzerindeki etkisi ve kullanılan av araçlarının seçiciliği, bir çok stok yönetim kararının alınmasında önemli bir rol oynamakta ve bu iki etkinin değişimi yeni katılım başına verim yaklaşımında birlikte izlenebilmektedir. Yapılan araştırmada, $F_{0.1}$ stratejisi kullanılarak, 1996/97 av sezonu için optimum $F=1.32 \text{ yıl}^{-1}$ düzeyindeki yenilenme oranı $MSY/R=4.57 \text{ g}$ ve 1997/98 sezonu için $F=1.63 \text{ yıl}^{-1}$ düzeyinde $MSY/R=4.64 \text{ g}$ olarak bulunmuştur. Her iki sezonda uygulanan avcılık entansitesi ise, sırası ile $F=1.10 \text{ yıl}^{-1}$ ve $F=1.40 \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre stokta geçmiş yıllarda görüldüğü üzere önemli bir aşırı avcılık baskısından bahsetmek mümkün değildir. İlk av sezonu için uygulanan avcılık baskısının bir göstergesi olan F değeri (1.10 yıl^{-1}), bu yöntemle hesaplanan optimum F düzeyine (1.32 yıl^{-1}) oldukça yakındır. Bu nedenle, 1996/97 av sezonunda yeni katılım başına maksimum sürdürülebilir verim düzeyine ulaşıldığı söylenebilir. İkinci av sezonu verilerine göre, fark daha büyük olduğu için çok az oranda yetersiz avcılık yapıldığını söylemek mümkündür.

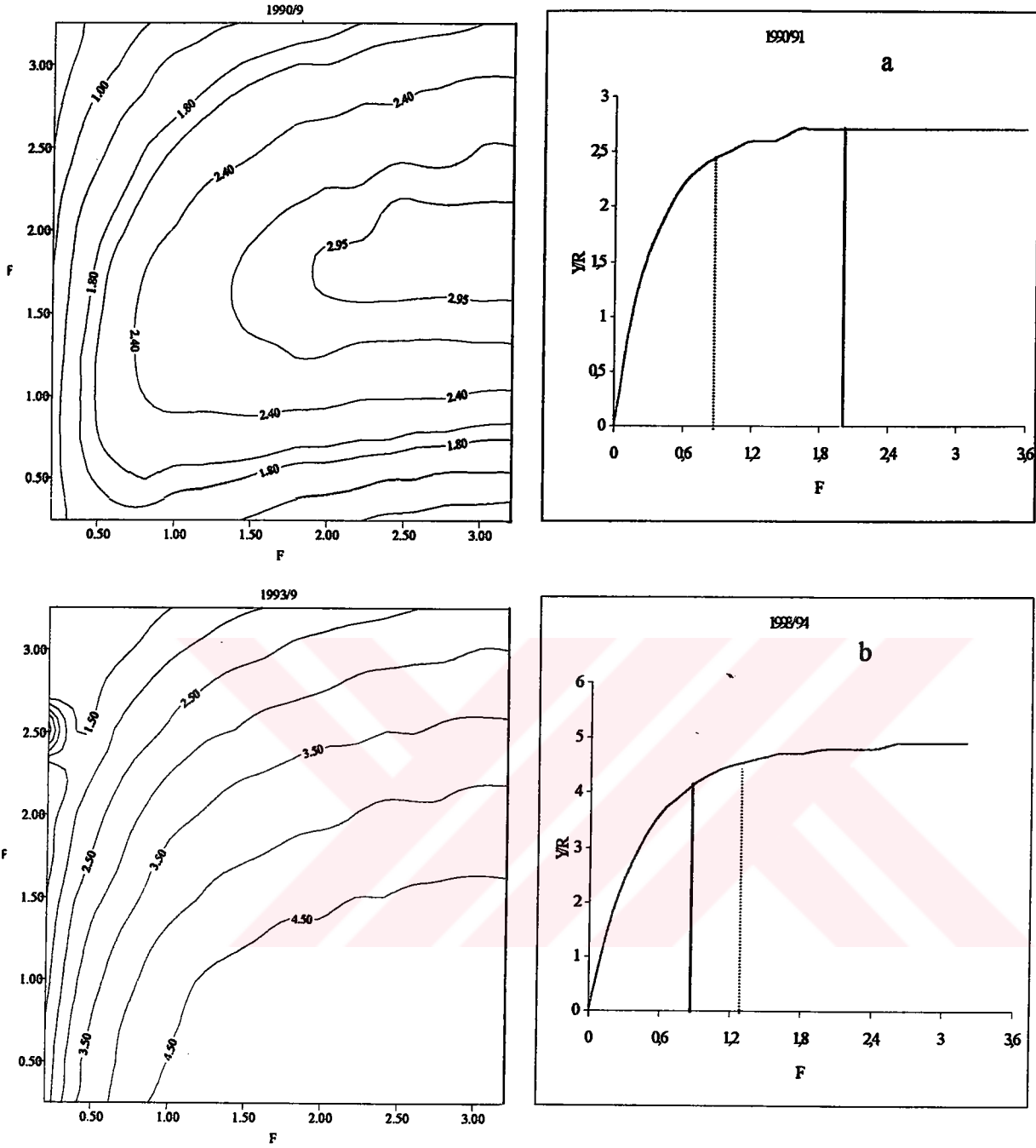
Beverton-Holt yöntemi, herhangi bir F düzeyinde denizde bulunan ilk avlanma yaşı olan 1^+ ve daha yaşlı balıklardan oluşan yeni katılım başına biyokütle (\bar{B}/R) miktarı ve bunun avcılık baskısının olmadığı andaki biyokütle (bakir stok) oranını da vermektedir. Araştırmada, uygulanan balıkçılık baskısı ile denizde bulunan yeni katılım başına biyokütle miktarı, 1996/97 av sezonu için $F=1.10 \text{ yıl}^{-1}$ düzeyinde (\bar{B}/R) =4.04 g (bakir biyokütlenin %23.87'si), 1997/98 av sezonu için, $F=1.40$ düzeyinde (\bar{B}/R) =3.22 g (%24.64)'dir. Optimum düzeye ulaşabilmek için bu miktarlar ilk sezon için, 0.57 g, ikinci sezon için 0.38 g daha arttırılabilir.

Beverton-Holt'un "dynamic pool" modeli, daha önceki yıllarda hamsi konusunda yapılan çalışmalara da uygulanmıştır. Bu amaçla, Karadeniz'de hamsi üretiminde yaşanan kriz öncesi (Düzgüneş ve Karaçam,1989), kriz sırası (Genç ve Başar, 1991) ve kriz sonrası (Mutlu,1994) dönem verileri kullanılmıştır (Şekil 22,23). Modelin uygulanması ile

üretimin maksimuma ulaştığı 1987/88 av sezonunda az oranda yetersiz avcılık yapıldığı görülmektedir. Bu durum Seyhan vd, (1996) tarafından da vurgulanmıştır. Söz konusu araştırmada, 1985/86 (Özdemir vd, 1991) ve 1986/87 av sezonunda (Karaçam ve Düzgüneş, 1988), ortalama balık boyları ve yaşlara karşılık gelen balık sayılarındaki azalmaya dikkat çekilerek, bu azalmaların aşırı avcılığın bir göstergesi olduğu, 9 cm'den küçük balıkların avlanmasının yasaklanması gerektiği ifade edilmiştir. Doğrudan tahminlerin yapılamadığı durumlarda, bu gibi tahminlerden yararlanılabilir. Ancak, stok yönetiminde Beverton-Holt ve Thompson-Bell gibi analitik modellerin kullanılması, daha doğru yorum yapılmasını sağlamaktadır. Yapılan değerlendirmede, 1990/91 av sezonunda uygulanan avcılık mortalitesinin ($F=2.05 \text{ yıl}^{-1}$), optimum düzeyden çok fazla olduğu (yaklaşık %90) ve bu nedenle stokta aşırı avcılık yapıldığı söylenebilir (Şekil 23 a). Üretimin artması ile birlikte, stokta bir iyileşme sürecine girilmiştir. Bu durum, 1993/94 verilerinin (Mutlu,1994) değerlendirilmesinden de anlaşılmaktadır. Bu dönemde, bu yöntemin uygulanması ile, uygulanan av baskısının az da olsa optimum düzeyin altında olduğu görülmektedir (Şekil 23 b). Maksimum elde edilebilir ürün (MSY/R) miktarı, 1987 de 5.5 g'dan üretimin azaldığı döneme doğru paralel bir azalma göstererek 3 g'a inmiş ve son yıllarda giderek artış göstererek 1993/94 av sezonunda 4.5 g düzeyine ulaşmıştır. Bu araştırma bulguları da iyileşme sürecinin devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 22. 1987/88 yılı verim yenilenme konturları, uygulanan avcılık ölüm oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi)



Şekil 23. 1990/91 ve 1993/94 yıllarına göre hesaplanan verim yenilenme konturları, uygulanan avcılık ölüm oranı (düz çizgi) ile $F_{0.1}$ değerleri (kesik çizgi)

Thompson-Bell yöntemi de, stokların geleceğine ilişkin kararların alınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Beverton-Holt yönteminden en önemli farkı, işletilen stoğun ekonomik değerini de dikkate almasıdır. Beverton-Holt yönteminde olduğu gibi, boya dayalı Thompson ve Bell analizlerinde de, yenilenme gibi bütün parametrelerle birlikte stokun dengede olduğu varsayılmıştır. Yöntem, uzun vadede verim, biyokütle ve

verimin ekonomik değerini dikkate alarak, gelecek için bu kriterler bakımından en uygun F düzeylerini vermektedir.

Thompson-Bell yöntemi, balıkçılık yönetiminde ağ gözlerinin ayarlanması, av çabasının artırılması veya azaltılması, avcılığa kapalı mevsim uygulamaları gibi belirli yönetim önlemlerinin, verim ve avın değeri gibi faktörler üzerindeki etkisini göstermek için önemli bir araçtır. Çok sayıda işlem gerektirdiği için bilgisayar kullanılması zorunludur. Bu zorluk nedeniyle, daha eski bir tarihe sahip olmasına rağmen, ancak yaygın olarak kullanılması bilgisayar teknolojisinin gelişmesinden sonra gerçekleşmiştir. Örneğin, Hindistan'da karides (*Parapenaeopsis stylifera*) (Suseelan ve Rajan, 1989) ve diğer bir çalışmada 5 farklı demersal türün (Murty, 1989) stok yönetiminde bu model kullanılmıştır.

Avın maddi değerini de ele alması bu modelin, biyo-ekonomik modeller de denilen ve yönetim kararları için çok yararlı beklentilerin hazırlığında temel teşkil etmesinin nedenidir.

Bu yöntemde verim ve biyokütle, Beverton-Holt yönteminden farklı olarak, yeni katılım başına verim ve biyokütle yerine, mutlak değer olarak tahmin edilebilmektedir. 1996/97 av sezonu için maksimum sürdürülebilir verim (MSY), 155542 ton, biyokütle miktarı ise 287503 ton olarak tahmin edilmiştir. Bu değerler, 1997/98 sezonu için sırası ile MSY=104920 ton ve biyokütle miktarı 215288 ton'dur. Her iki yılda avlanan balık miktarı dikkate alındığında, ilk av sezonunda gerçekleştirilen 156 bin tonluk üretim ile MSY düzeyine yaklaşıldığı (155542 ton), ikinci av sezonunda ise gerçekleştirilen 94 bin tonluk üretim MSY olarak bulunan 105 bin ton ile karşılaştırıldığında stoklarda az da olsa yetersiz bir avcılık yapıldığı söylenebilir. Bu bulgular, Beverton-Holt yöntemi bulgularıyla uyumludur.

Verimin parasal değeri dikkate alındığında, Thompson-Bell yönteminin üstünlüğü görülmektedir. Stok yönetiminde biyolojik parametreler yanında ekonomik faktörler de dikkate alınmalıdır. Örneğin, 1996/97 av sezonu için MSE olarak ifade edilen maksimum sürekli ekonomik verim düzeyine $F=0.75 \text{ yıl}^{-1}$ noktasında ulaşılmıştır. Diğer bir ifade ile av baskısı olarak söz konusu düzeyde bir avlanma mortalitesi uygulanması halinde, mevcut pazarlama sistemine göre, verimin daha az olmasına rağmen kazanç olarak balıkçıların eline en yüksek parasal değer olan $10.5 \cdot 10^{12}$ TL geçecek ve bu düzeyde denizdeki biyokütle miktarı 368513 ton olarak gerçekleşecektir. Böylece maksimum gelir elde edecek şekilde avcılık yapılması halinde, denizde biyokütle olarak yaklaşık 80 bin ton daha fazla balık bırakılması sağlanacaktır.

1997/98 av sezonunda ise $MSE=18.5 \cdot 10^{12}$ TL düzeyine $F=1.45 \text{ yıl}^{-1}$ avcılık mortalitesi ile ulaşılacağı belirlenmiştir. Biyolojik olarak uygun verim düzeyi için $F=1.63 \text{ yıl}^{-1}$ gibi daha yüksek avlanma mortalitesinin uygulanması gerekirken, yaklaşık olarak 8 bin ton daha fazla balığın denizde kalmasını sağlayacaktır. Ancak, bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında bu miktar yaklaşık olarak ilk yılın %10'u düzeyindedir. Bu durumda, stok yönetimi açısından modelin sağladığı diğer bir üstünlük olan verim düzeylerini dikkate almak gerekir.

Bu araştırmada stok düzeyleri ile ilgili bulgular, balıkçıların avladığı tahmin edilen hamsi miktarı üzerinden elde edilmiştir. Stok yönetiminde genellikle tek bir yöntem değil, daha fazla veriden yararlanmak esastır. Örneğin, doğru tutulmuş av kayıtlarından elde edilen toplam av miktarlarının yıllara göre gelişme seyri de bu konuda yeterli olabilir. Böylece stok yönetiminde, av gücünün sınırlandırılması veya kota uygulamaları gibi balıkçıları ekonomik ve sosyal yönden ilgilendirecek kararlar daha isabetli bir şekilde alınmış olacaktır.

5. SONUÇLAR

Kasım 1996–Şubat 1998 tarihleri arasındaki hamsi av sezonunda yürütülen bu araştırmada, Fatsa-Hopa arasındaki bölgede, balıkçı gemileri ile denize çıkılarak örnekler alınmış ve gemilerin her operasyonda avladığı balık miktarı belirlenmiştir. Araştırma hedefleri doğrultusunda alınan sonuçlar şu şekilde verilebilir;

1. 1996/97 av sezonunda 10216 adet, 1997/98 av sezonunda 6905 adet olmak üzere toplam 17121 adet hamsi üzerinde çalışılarak boy frekans dağılımları elde edilmiştir. 1996/97 av sezonunda balık boylarının 5.70-15.70 cm, ağırlıklarının 1.03-24.10 g, 1997/98 av sezonunda ise, boyların 5.6-15.3 cm ve ağırlıkların 1.03-18.60 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Ortalama boy ve ağırlıklar, ilk av sezonunda 10.12 cm ve 6.59 g, ikinci av sezonunda ise 10.81 cm ve 7.89 g'dır.

2. Eklemeli frekans verilerine göre, 1996/97 yılında populasyonun yaklaşık olarak %50' sinin 9.5 ile 12,5 cm boylar arasında yoğunlaştığı, toplam avın %50'sine karşılık gelen boyun 9.73 cm, 1997/98 yılında ise 10.0-12.5 cm boylar arasında 10.55 cm olduğu saptanmıştır.

3. Araştırmanın yürütüldüğü ilk av sezonunda cinsiyeti belirlenebilen balıkların %60.78 dişi, %39.22 erkek, diğer sezonda ise %62.09'u dişi, 37.91'i erkektir. Önceki araştırmalarda da dişilerin lehine benzer bir durum görüldüğünden, bunun nedenleri farklı bölgeler ve üreme sahalarında yapılacak bir araştırma ile belirlenmeye çalışılmalıdır.

4. Populasyondaki balıkların 0⁺-3⁺ yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. 1996/97 döneminde avlanan balıkların %23' ü 0⁺, %47' si 1⁺, %19' u 2⁺ ve %11'i 3⁺, diğer sezonda ise %24'ü 0⁺, %48'i 1⁺, %19'u 2⁺ ve %9'u 3⁺ yaşındaki bireylerden oluştuğu saptanmıştır. Populasyondan hiç avlanmaması gereken 0⁺ yaş grubundaki dişi ve erkeklerin oranı, 1996/97 av sezonunda sırasıyla %12.41 ve 17.58 iken, 1997/98 av sezonunda bu dağılım %9.98 ve %14.14 olarak belirlenmiştir.

5. Bhattacharya yönteminin kullanılması ile, populasyonda 4 yıl sınıfının (cohort) olduğu saptanmış ve bunlara karşılık gelen balık miktarları ile ortalama boylar hesaplanmıştır. Yaş gruplarına göre gözlenen yaşlara karşılık gelen ortalama boylar ile

Bhattacharya yöntemine göre belirlenen yaş sınıflarına karşılık gelen ortalama boylar olarak önemli arasında yapılan t testi sonucu istatistiksel bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir.

6. 1996/97 av sezonunda ortalama boyca oransal büyüme dişilerde %17.81, erkeklerde ise %16.62 dir. Ağırlıkça oransal büyüme dişilerde %60.44, erkeklerde %54.74 bulunmuştur. Bir sonraki dönemde ise oransal boyca büyüme değerleri ortalama olarak dişi ve erkeklerde aynı olmak üzere %14.00, ağırlık değerleri ise dişilerde %43.49, erkeklerde %45.19'dur. Ortalama oransal boyca ve ağırlıkça büyüme 1996/97 av sezonunda %17.77 ve %62.78, 1997/98 av sezonunda %16.64 ve %57.51 olarak belirlenmiştir.

7. Ortalama kondisyon faktörü izometrik modele göre her iki sezonda da 0.59'dur. Allometrik modele göre ilk sezonda 0.74, ikinci sezonda ise 0.56 olarak bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni, allometrik modelin boy ağırlık ilişkisi denklemindeki regresyon katsayısını (b) dikkate almasıdır. Aylık kondisyon değerleri Aralık ayında en yüksek avlanma sezonu sonunda ise en düşük değerlerdedir. 1996/97 av sezonunda 0.61 olan kondisyon değeri Aralık ayında 0.63'e yükselmiş daha sonra giderek azalarak Martta 0.51'e düşmüştür. Benzer değişim allometrik kondisyon değerlerinde de görülmektedir. 1997/98 av sezonunda Kasım ayında kondisyon değeri 0.63 iken avcılığın sona erdirildiği Şubat ayı kondisyon değeri 0.55'e olarak hesaplanmıştır.

8. Populasyondaki balıkların boy ve ağırlıkları arasındaki ilişki;

1996/97 av sezonu için;

$$W=0.0073L^{2.90} \quad (\log W = -2.14+2.90\log L) \quad r=0.969 \quad \text{genel}$$

$$W=0.0085L^{2.84} \quad (\log W = -2.07+2.84\log L) \quad r=0.967 \quad \text{dişi}$$

$$W=0.0094L^{2.90} \quad (\log W = -2.03+2.804\log L) \quad r=0.956 \quad \text{erkek}$$

1997/98 av sezonu için;

$$W=0.0055L^{3.03} \quad (\log W = -2.26+3.03\log L) \quad r=0.974 \quad \text{genel}$$

$$W=0.0077L^{2.89} \quad (\log W = -2.114+2.89\log L) \quad r=0.960 \quad \text{dişi}$$

$$W=0.0064L^{3.03} \quad (\log W = -2.194+2.97\log L) \quad r=0.958 \quad \text{erkek}$$

şeklindedir.

9. Von Bertalanffy yaş boy ve yaş ağırlık büyüme modelleri:

$$1996/97 \text{ av sezonu için;} \quad L_t = 17.00(1 - e^{-0.310(t+2.160)})$$

$$W_t = 27.23(1 - e^{-0.310(t+2.160)})^{2.903}$$

$$1997/98 \text{ av sezonu için; } L_t = 15.57(1 - e^{-0.417(t+1.826)})$$

$$W_t = 22.42(1 - e^{-0.417(t+1.826)})^{3.027}$$

şekilde belirlenmiştir.

10. Populasyondaki ortalama yaşama oranı (S), 1996/97 av sezonu için %19, 1997/98 av sezonu için ise % 14 olarak hesaplanmıştır. Anlık toplam, avcılık ve doğal ölüm oranları ise sırasıyla; ilk sezonda 1.67, 1.10 ve 0.56, ikinci sezonda ise; 2.07, 1.40 ve 0.67 dir.

11. İşletme oranı (E), 1996/97 av sezonunda 0.66, 1997/98 av sezonunda ise biraz daha yüksek olmak üzere 0.68 olarak hesaplanmıştır.

12. Araştırma sırasında Doğu Karadeniz'de hamsi avcılığında 1996/97 av sezonunda 59 adet 1997/98 av sezonunda ise 60 adet balıkçı gemisi gırgır ağı ile hamsi avcılığı yapmış olduğu, toplam av miktarının ilk sezonda 156 bin ton, ikinci sezonda ise 94 bin ton olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. 1996/97 av sezonunda 40 m' nin üzerinde 9 adet (%15) olan gemi sayısı, %12 oranında artarak 1997/98 av sezonunda 16 adede (% 27) ulaşmıştır. 30-39 m boy grubundaki gemi sayısının ise aynı dönemde 28'den (%48), %8 oranında azalarak 24'e (%40) düştüğü gözlenmiştir. Balık halinde yapılan gözlemler ve gemiler üzerinde yapılan incelemelerde, gemilerin Doğu Karadeniz'de aktif olarak hamsi avladıkları gün sayısı, 1996/97 av sezonunda ortalama 59 gün, 1997/98 av sezonu ise 65 gündür.

13. Gemi boyu, motor gücü, yakıt miktarı ve gırgır ağ uzunluğuna göre hesaplanan birim güçte av miktarları her iki yılda da, 20-29 m boyundaki küçük gemilerde en yüksektir. Bunu, orta boy olarak tanımlanan 30-39 m' lik gemiler izlemektedir. Beklenenin aksine, büyük gemilerin söz konusu dört kriter bakımından daha verimsiz oldukları anlaşılmıştır. Yapılan değerlendirmeye göre 1996/97 av sezonunun, birim güçte av miktarı bakımından, 1997/98 av sezonuna göre daha verimli olduğu görülmektedir.

14. Boya dayalı cohort analizi sonuçlarına göre, 1996/97 av sezonu başında denizde bulunduğu tahmin edilen toplam balık miktarı 325540 ton, 1997/98 yılı için 251555 ton'dur.

15. Beverton Holt'un yeni katılım başına verim (Y/R) analizine göre, ilk yılda biraz daha az oranda olmak üzere, her iki yılda da yetersiz avcılık yapıldığı belirlenmiştir. Maksimum verimlilik (MSY/R) ve biyokütle miktarı, ilk yıl için sırası ile 4.57 g ve 3.47 g (F=1.32 yıl⁻¹ düzeyinde), ikinci yıl için 4.64 g ve 2.84 g (F=1.63 yıl⁻¹ düzeyinde)'dir. Elde edilen bulgulara göre, her iki av sezonunda uygulanan avcılık baskısının aşırı avcılığa neden olduğundan söz etmek mümkün değildir.

16. Thompson-Bell yöntemine göre, 1996/97 av sezonu için maksimum sürdürülebilir verim (MSY), 155542 ton, biyokütle miktarı ise 287503 ton olarak tahmin edilmiştir. Bu değerler, 1997/98 sezonu için sırası ile MSY=104920 ton ve biyokütle miktarı 215288 ton'dur. Her iki yılda avlanan balık miktarı dikkate alındığında, ilk av sezonunda gerçekleştirilen 156 bin tonluk üretim ile MSY düzeyine yaklaşıldığı (155542 ton), ikinci av sezonunda ise gerçekleştirilen 94 bin tonluk üretim MSY olarak bulunan 105 bin ton ile karşılaştırıldığında, bu yıllarda uygulanan av baskısının stoklar üzerinde çok olumsuz bir etkide bulunmadığı görülmüştür.

Bu bulgular, Beverton-Holt yöntemi bulgularıyla uyumludur. Üretimle sağlanan gelir dikkate alındığında, her iki av sezonunda da MSE olarak ifade edilen maksimum sürekli ekonomik verim düzeyine, uygulanan av baskısından daha az bir F ile ulaşılacağı görülmektedir. Bu nedenle, Doğu Karadeniz'de hamsi avlayan balıkçıların, çok miktarda avlayıp az gelir elde etmeleri yerine, iyi bir üretim planlaması ile av gücünü doğru bir şekilde kullanarak daha az avlayıp yüksek gelir sağlamaları, stokların korunmasını ve daha sonra yine kendilerinin avlayacağı daha fazla miktarda biyokütlenin denizde bırakılmasını sağlayacaktır.

6. ÖNERİLER

Balıkçılık yönetiminde hedef, stoktan arzulan ideal düzeyde yararlanabilmek için, biyolojik faktörler yanında ekonomik ve sosyal etkenlerin de belirlenmesi, hem aşırı ve hem de yetersiz avcılığın önlenerek optimum avcılık düzeyinin yerleştirilmesidir. Populasyon parametrelerinin belirlenmesi, stok miktarının tahmini ve sürdürülen avcılığın çeşitli modellerle analizi, stok yönetimine ilişkin çok değerli bilgiler sağlamaktadır.

Doğu Karadeniz Türkiye balıkçılığında önemli yerini eski yıllarda olduğu gibi korumaktadır. Hamsi balıkları üretiminde ilk sırada yer almaktadır. 1986'dan bugüne kadar gerçekleştirilen üretim miktarı incelendiğinde, hamsi balıklarının toplam üretimde önemli bir rol oynadığı, üretimindeki dalgalanmaların ülke balıkçılığını etkilediği, 1988 yılına kadar artan üretimin bu yıldan itibaren azalma sürecine girdiği, 1990 yılında 65 bin ton ile en düşük düzeye indiği, alınan önlemlerle 1991 yılından itibaren 1995 yılına kadar giderek artarak 270 bin ton seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu miktar, son 15 yıl içinde gerçekleştirilen en yüksek üretimdir. Ancak, bu tarihten itibaren tekne sayılarındaki azalmaya rağmen, gemi boylarının uzatılmasından kaynaklanan av gücündeki artış nedeniyle üretimde tekrar bir azalma sürecine girilmiş ve 1998 yılında 163 bin tonluk düzeye gerilemiştir. Doğu Karadeniz için av gücünün kesinlikle sınırlandırılması gerekir. Bunun nedeni, birim güçte av miktarının da giderek düşmesi ve verimlilikten azalmasıdır. Bu durum, hem DİE verileri kullanılarak geçmiş yıllar için ve hem de bu araştırmanın yürütüldüğü son iki yılda farklı av gücü kriterlerini dikkate alarak yapılan değerlendirmede açık olarak görülmektedir. Bu nedenle, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı hangi gerekçe ile olursa olsun av filosunun artışına yönelik yeni gemi yapımına ve balıkçıların gemi boylarını kendi inisiyatifleriyle uzatmalarına kesinlikle izin vermemesi gerekmektedir.

Bu araştırmada kullanılan modeller, uygun av verileri temin edilebildiği takdirde stok yönetiminde çok olumlu sonuçlar vermektedir. Ancak, girdi olarak kullanılacak bazı parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan üretim miktarı ve avcılıkla ilgili parametreler DİE tarafından yeni bir anlayışla toplanmalıdır. Balıkçılığımızda reform sayılabilecek bu verilerin toplanmasında Tarım ve Köyişleri Bakanlığının (TKB) önderliğinde bazı yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Bilindiği gibi Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) kurallarına ve 28.05.1959 tarih ve 6762 sayılı Türk Ticaret Kanununun Deniz Ticareti ile ilgili hükümlerine göre, balıkçı gemilerinin kaptanları seyir jurnallerini

tutmak zorundadırlar. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı uhdesinde yürütülen bu uygulamada olduğu gibi, av kayıtlarının tutulması konusunda da bir zorunluluk getirilmelidir. Bu kayıtlarda av sahası ve koordinatları, avlanılan türler ve miktarları, karaya çıkartılan türler ve miktarları, avcılıkta kullanılan av aracının tipi, av süresi, harcanan akaryakıt gibi av gücünün hesaplanmasında kullanılacak parametreler yer almalıdır. Ayrıca, balıkhaneler dışında satış yasağı getirilerek, satışı yapılan bütün türlerin kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Bu uygulama, balıkhanelerin modernizasyonu çalışmaları ile birlikte yürütülmesi halinde doğru veri toplamak yanında, insanlarımızın sağlıklı su ürünleri tüketmeleri konusunda da önemli bir reform yapılmış olacaktır.

Modellerin uygulanması ile ilgili olarak gereken büyüme parametreleri, yaş, boy ve ağırlık dağılımları, ölüm oranları gibi popülasyonla ilgili veriler de Su Ürünleri Araştırma Enstitüleri ve Üniversiteler tarafından yürütülecek çalışmalarla toplanabilir. Böylece, günümüze kadar çok pahalı bütçeler gerektirdiği için yapılamayan stok araştırmaları da olağan çalışmalar haline gelecektir. Bu da, su ürünleri stoklarının daha bilimsel esaslarla yönetilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, Türkiye’de su ürünleri üretimi ile ilgili verilerin gerçeği tam olarak yansıttığı konusunda kuşku vardır. Günümüzde dahi, istatistiki av miktarı ile vergi arasında bir bağ kuran üretici, gerçek rakamları vermekten kaçınmaktadır. Yetkili kurumlarca bu kuşkunun ortadan kaldırılması sağlanamamıştır. Avrupa Birliğine (AB) adaylığımızın kabul edildiği göz önünde tutulursa, zaman geçirilmeden AB Ortak Balıkçılık Politikası esasları ülkemizde de uygulanmalı, balıkçıların verdiği üretim miktarları ile yetinmek yerine, pazarlamanın her kademesinde doğru bilgiyi içeren kayıtların karşılaştırılması ile alınan bilginin doğrulanmasını sağlayan bir sistemin getirilmesi yararlı olacaktır.

Bu araştırmada, daha düşük avcılık baskısı uygulanması halinde ekonomik olarak daha yüksek gelir elde edileceği belirlenmiştir. Ülkemizde, hamsi genellikle taze olarak tüketilmektedir. Arz-talep kuralları gereği fazla avcılık yapıldığı zaman fiyat çok düşmekte ve balıkçılar hedefledikleri geliri sağlayabilmek için daha fazla avcılık yapmaktadırlar. Her yıl TKB tarafından yayınlanan su ürünleri avcılığını düzenleyen genelgelerde, hamsi av sezonu olarak Kasım-Mart sonu arasındaki dönem ilan edilmiş olmasına rağmen, bazı yıllarda balıkçılar kendiliklerinden avcılığa son vermektedirler. İhtiyaç duyulan girdilerin zamanında sağlanabilmesi halinde Thompson Bell modeli ile çok kısa sürede avcılığı yönlendirecek kararların alınması mümkündür. Böylece, balıkçıların aşırı fiyat

düşüşlerinde daha az oranda etkilenmeleri ve denizde daha fazla miktarda biyokitlenin bırakılması sağlanabilir.

Balıkçılıkta ileri ülkelerde stok, avlanabilir stok ve kota kavramları birlikte ele alınmaktadır. Balıkçılığımıza kayıt tutma alışkanlığı getirilmeden stok yönetim prensiplerinin uygulanması mümkün görülmemektedir. Bu araştırmada kullanılan yöntemler, stok yönetiminde kota uygulamaları için ilk aşamayı oluşturmaktadır. Her av gemisinin bir sezonda avlayacağı balık miktarlarının belirlenmesi ve denetimi, bir sonraki sezon için alınması gereken önlemlerde belirleyici olacaktır. Bu nedenle, aktif olarak avlanan gırgır gemileri ve doğru üretim miktarlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Gırgır gemilerinden oluşan av filosu, Karadeniz balıkçılığı için yeterlidir. Gerekçeleri ne olursa olsun yeni gemi yapımına ve av gücünün artışına neden olacak gemi boylarının uzatılmasına izin verilmemelidir.

İki yıllık deniz çalışmalarında, bazı gemilerin taşıyıcı görevi yaptıkları halde, ruhsat ve plakalarında "GT" ibaresi yer aldığı tespit edilmiştir. Gırgır ve trol gemisi olarak kullanılabilceği anlamına gelen bu ibare, gemiler için kredi alma kolaylığı getirmektedir. Avcılık yapan gemilere daha fazla kredi olanağı sağlandığı için yapıldığı tahmin edilen bu uygulama istatistiklere de yansımakta, taşıyıcı olarak görev yaptıkları halde aktif olarak avlandıkları gibi bir sonuç çıkarılmaktadır. Bu da, verimlilikle ilgili değerlendirmelerde hatalı yorumların yapılmasına neden olmaktadır. TKB tarafından verilen ve yenilenen ruhsatlarda daha titiz davranılması, gemilerin limanlarda görülerek söz konusu belgelerin sağlanması yerinde olacaktır.

Gırgır ağları seçici olmadığından ağ göz açıklıkları ile ilgili bir öneri getirilmesi pratikte bir anlam taşımamaktadır. Bu nedenle, sadece gemi boyları ile birlikte ağ ölçülerindeki artışın denetim altına alınmasına ve kıyıda itibaren 3 mil dışında avcılık yapılmasına özen gösterilmelidir. Bu konuda TKB Tarım İl Müdürlükleri daha etkin bir görev yapmalıdırlar.

Doğu Karadeniz için ekonomik olmadıkları belirlenen büyük gemilerin, açık deniz balıkçılığı için desteklenmeleri yararlı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Alexandrov, A., 1927,1988, Yearbook of Statistics An Annotated and Illustrated Catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Sprats, Shads, Anchovies and Wolf-Herrings, FAO Fisheries Synopsis No.125, Vol 7, Part 2.
- Alexandrov, B.G., 1991, Biotic Balance of the Ecosystem of the Coastal Zone of the Black Sea in Conditions of Intensive Antropogenetic Influence, Proceeding of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 16-18 September, İstanbul, 77-83.
- Allen, K.R., Hearn, W.S., 1989, Some Procedures For Use in Cohort Analysis and Other Population Simulations, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46:483-488.
- Altan, H., 1957, Balık ve Balıkçılık, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü, Mayıs, Cilt 5, S. 5.
- Arim, N.,1957, Marmara ve Karadeniz'de Bazı Kemikli Balıkların (Teleostların) Yumurta ve Larvalarının Morfolojileri ile Ekolojileri, Hidrobioloji, Ser. A, C. 4, Sayı 1-2:7-71.
- Arkhipov, A.G., Andrianov, D.P., Lisovenko, L.A., 1991, Application of Parker's Method for Estimating the Spawning Biomass of Batch-Spawning Fish as Exemplified by the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*) J. Ichtyol. ISSN 0042-8752, vol: 31, No. 6, 939-950.
- Avşar, D.,1993, The Biology and Population Dynamical Parameters of the Sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) on the Southern Coast of the Black Sea, Ph.D. Thesis, IMS-METU, Erdemli-İçel, 240p.
- Avşar, D.,1998, Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği, No:20,I.Basım, Baki Kitap ve Yayınevi, Adana
- Bailey, R.S., 1980, Problems in the Management of Short-Lived Pelagic Fish as Exemplified by North Sea Sprat, Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 177:477:488.
- Balkaş, T., Dechev, G., Mihnea, R. Serbanescu, O., Ünlüata, Ü., 1990, State of the Marine Environment in the Black Sea Region. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 124, 41p.
- Baykut, F., Aydın, A., Artüz, İ.M., 1982, Bilimsel Açıdan Karadeniz, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 288 s.

- Berkman, D.W., Stanley, A.L., Render, J.H., Wilson, C.A., 1990, Age and Growth of Black Drum in Louisiana Waters of the Gulf of Mexico, Trans. Amer. Fish. Soci., 119:537-544.
- Beverton, R. J. H., Holt, S. J., 1957, On the Dynamics of Exploited Fish Populations, U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. Ser. 2, 19: 533 p.
- Bingel, F., 1985, Balık Populasyonlarının İncelenmesi, GTZ ve İ.Ü. Sapanca Balık Ür. ve Islah Merkz. No 10: 133 s.
- Bingel, F., 1987, Doğu Akdenizde Kıyı Balıkçılığı Av Alanlarında Sayısal Balıkçılık Projesi Kesin Raporu, ODTÜ-DBE, Erdemli, 312 p.
- Bingel, F., Bekiroğlu, Y., Gücü, A.G., Niermann, U., Kideyş, A.E., Mutlu, E., Doğan, M., Kayıkçı, Y., Avşar, D., Genç, Y., Okur, H., Zengin, M., 1996, Karadeniz Stok Tespit Projesi, Final Raporu, TÜBİTAK.
- Bingel, F., Gücü, A. C., Avşar, D., 1989, SEYU (Sürekli En Yüksek Ürün) Miktarlarının Ön Tahmini, Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) İstavrit (*Trachurus trachurus*, *Trachurus mediterraneus*) ODTÜ-Erdemli Deniz Bilimleri, Enstitüsü. 27 s.
- Biradar, R.S., 1989, Stock Assessment of Bombay Duck (*Harpadon nehereus*) off Maharashtra, India, 2-28 November, 31-44 p.
- Bronfman, A.M., Voropyova, L.V., Garkavaya, G.P., Zaitsev, Yu.P., Nesterova, D.A. 1991, Main Features and Tendencies of Anthropogenic Changes in the Ecosystem of the North-Western Black Sea Shelf, The Black Sea Symposium İstanbul, 16-18 Sep.59-75p.
- Brothers, E.B., 1987, Methodological Approaches to the Examination of Otoliths in Aging Studies, Age and Growth of Fish, Iowa State Uni. Prs/Aves., 319-330.
- Bulgakova, Yu.V., 1993, Circadian Feeding Dynamics of the Black Sea Anchovy, J. Ichtyol. ISSN 0042-8452, vol.33, no.3 359-400.
- Caddy, J.F., 1977, Approaches to a Simplified, Yield Per Recruit Model for Crustacea, with Particular Reference to the American Lopster, *Homarus americanus*, Manucr. Rep. Mar. Sci, Dir. Can., No:1445:14pp.
- Campana, S.E., Jones, C.M., 1992, Analysis of Otolith Microstructure Data, p73-100, In D.K. Stevenson and S.E. Campana (ed.) Otolith Microstructure Examination and Analysis, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117.

Caspers, H., 1957, Black Sea and Sea of Azov, in Treatise on Marine Ecology and Paleoecology, Geol. Soc. Am., Mem. J. W. Hedgpeth (Ed). 67, pp 801-890.

Chashchin, A.K., 1995, Abundance, Distribution and Migration of the Black Sea Anchovy Stocks, Tr. J. of Zoology, 19, 173-180.

Chashchin, A.K., 1999, The Anchovy and Other Pelagic Fish Stocks Transformations in the Azov-Sea Basin under Environmental and Fisheries Impact First International Symposium on Fisheries and Ecology Proceedings, 2-4 September, 1-10pp.

Chen, S., Watanabe, S., 1989, Age Dependence of Natural Mortality Coefficient in Fish Population Dynamics, Nip. Sui. Gak., 55 (2):205-208.

Chilton, D.E., Beamish, R.J., 1982, Age Determination Methods for Fishes Studied By the Groundfish Programme at the Pasific Biological Station, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 60-120p.

Cohen, V., 1987, A Reviwe of Harvest Theory and Applications of Optimal Control Theory in Fisheries Management, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 44 (Suppl.2):75-83.

Çelikkale, M.S., 1986, Balık Biyolojisi, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Tekn. Yük. Okulu Yay.No:1, Trabzon.

Dekhnik, T.V., Duka, L.A., Kalinina, E.M., Oven, L.S., Salekhova, L.P., Sinyukova, V.I., 1970, Spawning and Larval Ecology of Mass Black Sea Fishes (in Russian). Naukova dumka, Kiev, 240 p.

Demir, N., 1959, Notes on Variations of the Eggs of Anchovy (*Engraulis encrasicolus cuv.*) from Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Seas, Hidrobiol, B4:180-187.

Demir, N., 1965, Synopsis of Biological Data of Anchovy, FAO Fisheries Synopsis No:26(1).

DİE., 1997, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1996 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri, No. 2075,4-7.

DİE., 1998, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1997 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri, No. 2154, 4-7.

DİE., 1999, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 1998 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri (Yayınlanmamış)

- Dimov, J., 1968, Some Quantitative Relationships Between The Biomass of the Zooplankton and the Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alex.), (in Bulgarian) Proc.Res.Inst.Fisheries and Oceanogr. Varna, 9:17-30.
- Dinçer, A.C., 1996, Hamsi Avcılığında Kullanılan Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Similasyon Dizaynı ve Ekonomik Analizi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bal. Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- Düzgüneş, E., 1985, Mogan Gölündeki Sazan Stoklarının Tahmini ve Populasyon Dinamiği Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen. Bil. Enst. Ankara.
- Düzgüneş, E., Karaçam, H., 1989, Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) Balıklarında Bazı Populasyon Büyüme Özelliklerinin İncelenmesi, Doğa Zoology 13:77-83.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1996, Su Kalitesi, Ege Üniv., Basımevei, İzmir, 153p.
- Einarson, H., Gürtürk, N., 1960, Abundance and Distribution of Eggs of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*) in the Black Sea, Hidrobiology, B5, 1-2, 72-94p.
- FAO., 1988, Yearbook of Statistics An Annotated and Illustrated Catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Sprats, Shads, Anchovies and Wolf-Herrings, FAO Fisheries Synopsis No.125, Vol 7, Part 2.
- FAO., 1998, 1996 Yearbook of Statistics, Catches and Landings, Roma.
- Fischer, W., 1973, FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes Mediterranean and Black Sea (Fishing area 37), FAO, Rome, Vol. I.
- Fry, F.E.J., 1949, Statistics of a Lake Trout Fishery, Biometrics 5:27-61.
- Gabche, C.E, Hockey, H.U.P., 1995, Growth, Mortality and Reproduction of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) in the Artisanal Fisheries off Kribi, Cameroon, Fisheries Research 24,331-344.
- Garrod, D.J., Jones, B.W., 1974, Stock and Recruitment Relationships in the NE Arctic Cod Stock and Implications for Management of the Stock. Journal du Conseil 36:35-41.
- Gavaris, S., 1988, An Adaptive Framework for the Estimation of Population Size, Can. Atl. Fish. Sci. Advis. Comm., CAFSAC Res. Doc. 88/29.
- Genç, Y., Başar, S., 1991, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi, S.Ü.A.E., Trabzon.

- Genç, Y., Başar, S., 1992a, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi, Karadeniz'deki Hamsi Balıkları Üzerine Bir Araştırma, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Genç, Y., Başar, S., 1992b, Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesindeki Hamsi Balığı Üzerine Araştırmalar, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Genç, N., 1998, Doğu Karadeniz'deki Gırgır Teknelerinin 1996-1997 ve 1997-1998 Sezonları için Ekonomik Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bal. Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- Govoni, J.J., Olney, J.E., 1991, Potential Predation on Fish Eggs by the Lobate Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* Within and Outside the Chesapeake Bay Plume, Fish. Bull. 89: 181-186.
- Gulland, J.A., 1965, Assessment of a Fishery, 274-290 Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters, Bagenal, B., (Ed.), 3rd Ed. IBP Handbook No. 3, Blackweel-Oxford, 357p.
- Gulland, J.A., 1971, The Fish Resources of the Ocean, West Byfleet, Surrey, Fishing News (Book), Ltd., for FAO, 255 p. Revised Edition of FAO Fish. Tech. Pap., 97, 425 p.
- Gulland, J.A., 1983, Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods, Chichester, U.K., Wiley Interscience, FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Vol. 1:223p.
- Gulland, J.A., 1991, Fish Stock Assessment, A Manual of Basic Methods, FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Vol. 1, A Wiley-Interscience Pup., Chichester, 223p.
- Gulland, J.A., Holt, S.J., 1959, Estimation of Growth Parameters for Data at Unequal Time Intervals, J. Cons. CIEM, 25 (1):47-9.
- Gupta, R.A., 1989, Status and Dynamics of Hilsa (*Hilsa hilsa*) in the Hooghyl Estuarine System, West Bengal, Contributions to Tropical Fish Stock Assessment in India, 2-28 November, 102-114 p.
- Gücü, A.C., 1991, A Fisheries Model for the Mersin-Bay Fisheries Ecosystem, Ph.D. Thesis, METU-D.B.E., Erdemli, 192p.
- Holden, M.J., Rait, D.F.S., 1974, Manuel of Fisheries Science Part 2, Methods of Resource Investigation and Their Application, FAO Fish Tech. Pap. 115, Rev, 1, 214.
- Hilborn, R., Walters, C.J., 1992, Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty, Chapman and Hall. Inc., New York, 570p.

- Horn, P.L., 1988, Age and Growth of Bluenose Hyperoglyphe Antartica (Pisces: Stromateoide) from the Lower East Coast, North Island, New Zealand. New Zealand Jour. Mar. Freshw. Res. 22:236-378.
- Ivanov, L., Beverton, R.J.H., 1985, The Fisheries of the Mediterranean. Part two: Black Sea. Etud. Rev. CGPM/ Stud. Revr GFCM. (60): 135 p.
- İşmen, A., 1995, Growth, Mortality and Yield Per Recruit Model of Pecarel (*Spicara smaris* L.) on the Eastern Turkish Black Sea Coast, Fisheries Research, 22:229-308.
- John, M.E., 1989, Population Dynamics and Stock Estimates of The Threadfin Bream (*Nemipeterus japonicus*) off Kerala, India, 2-28 November, 45-62 p.
- Jones, G.K., 1979, Biological Investigations on the Marine Scale Fishery in Spencer Gulf. Green Paper, South Australian Department of Fisheries.
- Jones, R., 1984, Assessing the Effects of Changes in Exploitation Pattern Using Length Composition Data (With Notes of VPA and Cohort Analysis), FAO, Fish. Tech. Pap. (256):118p.
- Jones, R., 1985, Manuel on Population Dynamics, Fisheries Management Project Mariculture and Fisheries Department Food Resources Division, Safat, Kuwait.
- Kara, Ö.F., 1975, Karadeniz Hamsi Stoklarımızda Yapılan Miktar Tespiti Çalışmaları, Balık Balıkçılık Dergisi, 23: 4, 4-7.
- Karaçam, H., Düzgüneş, E., 1988, Hamsi Balıklarında Net Et Verimi ve Besin Analizleri Üzerine Bir Araştırma, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, İzmir, 5, 19-20, 100-107.
- Kıdeyş, A.E., 1994, Recent Dramatic Changes in the Black Sea Ecosystem; The Reason for the Sharp Decline in Turkish Anchovy Fisheries, Journal of Marine System (5) 171-181.
- King, M., 1995, Fisheries Biology, Assessment and Management, Osney Mead, Oxford OX2 OEL, England.
- Laurec, A., Shepherd, J.G., 1983, On the Analysis of Catch and Effort Data, J. Cons. Int. Explor. Mer, 41:81-84.
- Lebedev, N.V., 1967, Elementary Populations of Fish, Isr. Prog. Sci. Trans. 1969, IPST Cat. No 5480.

- Lisovenko, L.A., Andrianov, D.P., Arkhipov, A.G., Rashev, K.M., 1994, On the Maturation and Spawning of Underyearling Black Sea Anchovy, *Engraulis encrasicolus ponticus*, August 1990, J. Ichtyol., vol.34, no.2. 266-275
- Lisovenko, L.A., Andrianov, D.P., 1996, Reproductive Ecology of the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea, Sci. Mar. (Barc.), vol.60.2. 209-218.
- Majorova, A.A., Chugunova, N.N., 1954, Biologia, Raspredeline I Otesenka Zapasa Chernomorski Hamsy, Irud. Vseso Iuz. Nauch. Issled. Inst. Ribnogo Khoz., Moscov 28, 5-33.
- Mater, B., 1995, Türkiye Kıyıdaş Ülkelerden Karadeniz'e Taşınan Evsel Atıklar ve Endüstriyel Atıksuların Etkileri, Yeni Türkiye, S, 502-514.
- Mee, L.D., 1992, The Black Sea in Crisis; The Need for Concerted International Action. Ambio. 21 (3), 278-286.
- Megrey, B.A., 1989, Review and Comparison of Age-Structured Stock Assessment Models from Theoretical and Applied Points of View, Amr. Fish. Soc. Symp., 6:8-48.
- Mikhailov, K., Prodanov, K., 1983, Approximate Assessment of Natural Mortality Rate of the Anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. off Bulgarian Black Sea Coast, Izv. Inst. Ripn. Resour., ISSN 0204-7764, Varna, Vol. 20, 173-182.
- Moreau, J., De Silva, S.S., 1991, Predictive Fish Yield Models for Lakes and Reservoirs of the Philippines, Sri Lanka and Thailand, FAO Fish. Tech. Pap., No:319, Rome, 42p.
- Mortera, J., Levi, D., 1982, Bias in Age Rating and Consequences on Age/Length Key, on Growth Curve and Virtual Population Analysis, 73-87 (Anex D) CGPM/CFGM Report of the Technical Consultation on Methodologies Used for Fish Age Rating, FAO, Fish. Rep., No.257, Rome, 104p.
- Moussalli, E., Hilborn, R., 1986, Optimal Stock Size and Harvest Rate in Multitage Life History Models, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43:135-141.
- Murty, V.S., 1989, Mixed Fisheries Assessment with Reference to Five Important Demersal Fish Species Landed by Shrimp Trawlers at Kakinada, Cochin, Contributions to Tropical Fish Stock Assessment in India, 2-28 November, 69-86p.
- Mutlu, C., 1994, Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) Balıklarının Bazı Populasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bal. Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.

- Mutlu, C., 1996, Doğu Karadeniz'de Hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) Balıklarının Bazı Populasyon Özellikleri İzleme Çalışması (Yayınlanmamış).
- Nedreaas, K., 1990. Age Determination of Northeast Atlantic Seabream Species, J. Const. Int. Explor. Mer., 47:208-230.
- Niermann, U., 1995., Karadeniz'de Karanlık Tablo, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Ders Notları (Yayınlanmamış).
- Niermann, U., Bingel, F., Gorban, A., Gordina, A.D., Gücü, A.C., Kıdeys, A.E., Konsulov, A., Radu, G., Subbotin, A.A, Zaika, V.E., 1993, Distribution of Anchovy Eggs and Larvae (*Engraulis encrasicolus* Cuv.) in the Black Sea in 1991 and 1992 in Comporosion to Former Surveys, ICES Statutory Meeting, (CM 1993/H:48, Pelagic Fish Committee), Dublin (Ireland), 23-28 Sept.
- Nikolsky, G.V., 1965, Fish Population Dynamics, Oliver and Boyd. Edinburg, 333p.
- Nikolsky, G.V., 1980, Theory of Fish Population Dynamics As the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources, (Trans. By Bradley, J.E.S.; Edited by Jones, R.), Bishen Singh Mahendra Pal Singh (India) and Otto Koeltz Science Publishers (Germany), Delhi, 323 p.
- Okur, H., 1990, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Özdamar, E., Kihara, K., Erkoyuncu, İ., 1991, Some Biological Characteristics of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Black Sea, J. Tokyo Univ. Fish, 78, (1) 57-64.
- Özdamar, E., Samsun, O., Erkoyuncu, İ., 1995, Karadeniz'de (Türkiye) 1994-1995 Av Sezonunda Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) Balığına İlişkin Populasyon Parametrelerinin Tahmini, Su Ürünleri Dergisi, Cilt No:12, Sayı:1-2, 135-144, İzmir Bornova.
- Özdemir, A., Kuleyin, A., Coruh, S., Gökbulut, N.G., Kilim, Y., Büyükgüngör, H., 1997., The Nitrogen Loads Carried by Revers and Stream to the Black Sea in Turkey, Proceeding of the Third International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, Malta, 327-336.
- Panov, B.N., Chashchin, A.K., 1990, Peculiarities of water Dynamics in the Southeaster Black Sea as A Prerequisite of Formation of Wintering Concentration of Anchovy off the Caucasus Coast, ISSN 0030-1574, vol 30, no.2. 328-334.

- Pauly, D., 1980, A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks, FAO Fish. Circ. 729:54p.
- Pauly, D., 1983, 1980, Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. FAO Fish. Tech. Pap., 234:52p.
- Pauly, D., 1984. Fish Population Dynamics in Tropical Waters; A Manuel for Use With Programmable Calculators, ICLARM, Stud, Rev.8:325, Manila.
- Pauly, D., Munro, J.L., 1984, Once More on the Comparison of Growth in Fish and Invertebrates, ICLARM Fishbyte, 2 (1);21 p.
- Pitcher, T.J., Hart, P.J.P, 1982, Fisheries Ecology, American Edition Published by the Avi Publishing Company, Inc.
- Polat, N., Kukul, A., (1990), Karadeniz'deki İstavrit (*Trachurus trachurus* L.)'te Yaş Belirleme Yöntemleri, X. Ulusal Biyoloji Kongresi 18-20 Temmuz, Erzurum.
- Polikarpov, G.G., Zaitsev, Y.p, Zats, V.I., Radchenko, L.A., 1991, Pollution of the Black Sea (Levels and Sources), Proceedings of Black Sea Symposium, 16-18 Sept, İstanbul, 15-42.
- Pope, J.G., 1972, An Investigation of the Accuracy of Virtual Population Analysis Using Cohort Analysis, Int. Com. For the North Atlantic Fish. Res. Bull., 9:65-74.
- Pope, J.G., Shepherd, J.G., 1985, A Computation and Interpretation of Various Methods for Tunning VPAs Using Effort Data, J. Cons. Int. Explor. Mer, 42:129-151.
- Prodanov, K.P., Stoyanova, M.D., Mikhailov, K.R. 1999, Stock-Recruitment Relationship of the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) and Possibilities for their Use in Determining the Target (TRPs) and Limit Referance Points (LRPs), First International Symposium on Fisheries and Ecology Proceedings, 2-4 September, 34-53pp.
- Rass, T.S., 1992, Changes in the Fish Resources of the Black Sea, Oceanology, (32),2,UDC 551.463.262.192-203.
- Ricker, W.E., 1975, Computation and Interpretation of Biological Statistic of Fish Populations, Fish. Res. Board of Can. Bull., 191:382p.
- Samsun, O., Özdamar, E., 1995, Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) Balığının Orta Su Trolü İle Avlanması Üzerine Bir Araştırma, Su Ürünleri Dergisi, Cilt No:12, Sayı:1-2, 37-43, İzmir Bornova.

- Seyhan, K., Düzgüneş, E., Mutlu, C., Şahin, C., Kayalı, E., Tiftik, R.E, 1996, Karadeniz Hamsi Stoklarındaki Son Değişimler, Belirsizlikler ve Yönetim Stratejileri, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 17-20 Eylül, İstanbul.
- Shepherd, J.G., 1987, A Weakly Parametric Method for Estimating Growth Parameters from Length Composition Data, in Length-based Methods in Fisheries Research, Eddied by D.Pauly and G.Morgan, ICLARM Conf.Proc.13:113-9 pp.
- Slastenenko, E., 1955/56, Karadeniz Havzası Balıkları. (The Fishes of the Black Sea Basin). Çev. Altan, H., E.B.K Umum Müd.,Yay., İstanbul 711p.
- Smith, T.D., 1988, Stock Assessment Methods: The First Fifty Year, Fish Population Dynamics, The Implications for Management (Ed. by Gulland, J.A., Chichester, John Wiley and Sons Ltd.), 432p.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1995, Biometry, The Principles and Practice of Statistics in Biological Research, State University of New York at Story Brook, W.H. Freeman and Company, Newyork, 887 p.
- Sorokin, Y.U., 1986, The Black Sea. In Ecosystem of the World 26. Eestuaries and Enclosed Seas, Edited by, B.H. Ketchum Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 253-292.
- Sparre, P., Ursin, E., Venema, S.C., 1989, Introduction to Tropical Fish Stock Assessment (Part I-Manual), FAO Fish. Tech. Pap. No:306/1, Rome, 337p.
- Sparre, P., Venema, S.C., 1992, Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, Part 1. Manual, FAO Fisheries Technical Paper No.306.1, Rome, 376p.
- Stevenson, D.K., Campana, S.E., 1992, Otolith Microstructure Examination and Analysis, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117;126p.
- Suseelan, C., Rajan, K.N., 1989, Stok Assessment of the Kiddi Shrimp (*Parapenaeopsis stylifera*) off Cochin, Contriputions to Tropical Fish Stock Assessment in India, 2-28 November, 15-30 p.
- Svetovidov, A.N., 1964, Fishes of the Black Sea, Nauko Press, Moscow-Leningrad.
- Tomczak, G.H., 1977, Environmental Analysis in Marine Fisheries Research-Fisheries Environmental Services. FAO Fish. Tech. Rap., (170):141p.
- Ursin, E., 1967, A Mathematical Model of Some Aspects of Fish Growth, Respiration and Mortality. J. Fish. Res. Board Can., 24: 2355-2453.

- Üner, S., 1960, Balık ve Balıkçılık, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü, Ocak- Şubat, Cilt 8, Sayı 1-2.
- Ünsal, N., 1989, Karadeniz'deki Hamsi Balığı *Engraulis encrasicolus* (L. 1758) nın Yaş-Boy Ağırlık İlişkisi ve En Küçük Av Büyüklüğünün Saptanması Üzerine Bir Araştırma İstanbul Üniv. Su Ürünleri Dergisi, 3, 1-2. 17-28.
- Vinogradov, M.Ye, Shuskina, E.A., Musayeva, E.I., Sorokin, P.Yu., 1989, A Newly Acclimated Species in the Black Sea: The Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata). Oceanology 29 (2): 220-224.
- Vinogradov, M.Ye., 1990, Investigation of the Pelagic Ecosystem of the Black Sea (44th Cruise of the R. V. Dmitriy Mendelejev, 4 July-17 September.
- Von Bertalanffy, L., 1934: Uritersuchungen über die Gesetzhchkeit des Wachstums.I. Roux' Archive 131: 613.
- Von Bertalanffy, L., 1938, A Quantitative Theory of Organic Growth. Hum. Biol. 10: 181-213.
- Weatherly, A.H., 1972, Predator-prey Relationships Among Fish. in: Growth and Ecology of Fish Population, Vol. 77, Academic Press, London, 200 p.
- Weber, W., Jothy, A.A., 1977, Observations on the Fish *Nemipterus spp.* (Family: Nemipteridae) in the Coastal Waters of the East Malaysia. Arch. Fisherewiss., 28 (2/3):109-22.
- Whitehead, P. J. P., 1984a, Clupeidae, p. 268-281. In: Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean Vol. I: Ed. Whitehead et al., Unesco, 510p.
- Whitehead, P. J. P., 1984b, Engraulidae, p. 282-283. In.Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean. Vol.I:Ed. Whitehead et al., Unesco, 510 p.
- Young, W.D., Robson, D.S.,1978, Estimation of Population Number and Mortality Rates, 137-164 Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters, Bagenal, B., (Ed.), 3rd Ed. IBP Handbook No.3, BlackWeel-Qxford, 357p.
- Zenkevitch, L., 1963, Biology of the Seas of the USSR, George Allen & Unwin, London, 955 pp.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Av sezonlarına göre, gözlenen ortalama boy ve ağırlıklar ile, boy ağırlık ilişkisi denklemine ($W = a \cdot L^b$) göre hesaplanan değerler

1996/97												
Genel					Dişi				Erkek			
Yaş	Gözlen	Hesap.	Gözlen	Hesap.	Gözlen	Hesap.	Gözlen	Hesap	Gözlen	Hesap	Gözlen	Hesap
0	8.34	8.38	3.49	3.45	8.36	8.44	3.64	3.54	8.48	8.54	3.84	3.77
1	10.54	10.74	7.19	6.80	10.57	10.73	7.20	6.90	10.52	10.68	7.19	6.90
2	12.50	12.53	11.24	11.16	12.54	12.61	11.38	11.21	12.42	12.38	10.89	10.99
3	13.55	13.57	14.16	14.10	13.59	13.65	14.28	14.09	13.38	13.42	13.67	13.54
1997/98												
0	8.51	8.66	3.78	3.59	9.11	9.23	4.79	4.61	8.95	9.03	4.44	4.32
1	10.78	11.03	7.88	7.35	10.76	10.93	7.80	7.46	10.89	11.08	8.15	7.75
2	12.52	12.54	11.61	11.56	12.57	12.59	11.75	11.69	12.42	12.36	11.29	11.46
3	13.41	13.20	13.55	14.23	13.46	13.29	13.75	14.25	13.21	12.89	12.79	13.76

Ek Tablo 2. Hamsilerde gözlenen boy ve ağırlıklar ile çeşitli yöntemlere göre, yaş boy ve yaş ağırlık ilişkisi denklemiyle hesaplanan boy ve ağırlıklar

	Yaş	Gözlenen		Hesaplanan boylar (cm)			Hesaplanan ağırlıklar (cm)			
		Boy (cm)	Ağırlık (g)	1*	2*	3*	1*	2*	3*	
1996 1997	Genel	0	8.34	3.49	8.56	8.19	8.08	3.71	3.30	3.14
		1	10.54	7.19	10.82	10.52	10.45	7.31	6.80	6.65
		2	12.5	11.24	12.46	12.23	12.22	11.01	10.51	10.44
		3	13.55	14.16	13.65	13.49	13.51	14.36	13.96	14.00
	Dişi	0	8.36	3.64	8.20	8.23	8.71	3.34	3.39	3.98
		1	10.57	7.2	10.57	10.57	11.09	6.87	6.90	7.90
		2	12.54	11.38	12.29	12.29	12.85	10.55	10.60	12.02
		3	13.59	14.28	13.54	13.56	14.16	13.90	14.01	15.85
	Erkek	0	8.48	3.84	8.30	8.34	7.58	3.55	3.60	2.75
		1	10.52	7.19	10.52	10.52	10.35	6.90	6.90	6.60
		2	12.42	10.89	12.14	12.13	12.21	10.31	10.29	10.47
		3	13.38	13.67	13.32	13.32	13.44	13.37	13.37	13.73
1997 1998	Genel	0	8.51	3.78	8.41	8.45	7.97	3.47	3.52	2.97
		1	10.78	7.88	10.78	10.78	10.88	7.35	7.35	7.34
		2	12.52	11.61	12.35	12.33	12.44	11.09	11.05	11.72
		3	13.41	13.55	13.38	13.37	13.80	14.14	14.12	15.32
	Dişi	0	9.11	4.79	8.88	8.93	8.08	4.27	4.35	3.26
		1	10.76	7.8	10.76	10.76	10.78	7.45	7.45	7.50
		2	12.57	11.75	12.22	12.21	12.63	10.78	10.75	11.85
		3	13.46	13.75	13.36	13.36	13.89	13.96	13.95	15.63
	Erkek	0	8.95	4.44	8.84	8.88	8.02	4.18	4.23	3.12
		1	10.89	8.15	10.89	10.89	10.84	7.75	7.75	7.66
		2	12.42	11.29	12.27	12.25	12.40	11.04	11.01	11.39
		3	13.21	12.79	13.19	13.18	13.25	13.71	13.67	13.88

1* Ford-Walford yöntemine göre, 2* Gulland ve Holt yöntemine göre, 3* Bhattacharya yöntemine göre,

Ek Tablo 3. 1996/1997 av sezonunda Doğu Karadeniz' de avcılık yapan balıkçı gemileri

No	Gemi Adı	Boy Grubu*	No	Gemi Adı	Boy Grubu*
1	Kıbar 2	30	31	H.Mustafa Kul	40
2	ZamanAvcı	30	32	Kul I	40
3	Zagor	20	33	Kazım Kuloğlu	30
4	Kaptan Bora	20	34	Necipoğlu 1	20
5	Uçar Avcı	30	35	Necipoğlu 2	30
6	Aktaşlar A	40	36	Adem Çeçeli	30
7	Aktaşlar B	30	37	Karaduman	20
8	Aktaşlar C	20	38	Fatoğlu Kardeşler	30
9	Suver 2	20	39	Fatoğlu Balıkçılık	40
10	Abal Balıkçılık	20	40	Eyüpoğlu	30
11	A.Osman Kaptan	20	41	Sürsan	40
12	Remzi Ağa	20	42	İbrahim Sarıkaya	30
13	Avcı Kardeşler	30	43	M.Karadeniz	30
14	Avcı Baba	30	44	K.deniz Kardeş	30
15	Adem Baba	30	45	Mehmet Kaptan	20
16	Ergün Kardeşler	20	46	Baba Ali	20
17	Yılmaz Balıkçılık	40	47	Ömer Coşkun	20
18	Sahin Balıkçılık	20	48	Hüseyin Tuğcu	20
19	Akgün Balıkçılık	30	49	Yusuf Tuğcu	20
20	Akgün Kardeşler	40	50	Taşkınlr (Paşaoğlu)	20
21	Şuayip Reis	20	51	Mustafa Mollaoğlu	30
22	Koroğlu	30	52	Halit Mollaoğlu	30
23	Can Balıkçılık 1	40	53	Azmi Reis	30
24	Can Balıkçılık 2	40	54	Deniz Ana	30
25	Can Kardeşler	30	55	Yavuz	20
26	H.Zekeriya Kul	30	56	Sonnur	20
27	Hacı Yunus	30	57	Şakir Reis	30
28	Doğruyol	20	58	Burhan Reis	30
29	Celal Baba	30	59	Yıldız Kardeşler	20
30	Mustafa Kaptan	30			

*Boy Grubu: 20 (20 m-29 m;Küçük), 30 (30 m-39 m;Orta), 40 (40 m -65 m;Büyük)

Ek Tablo 4. 1997/1998 av sezonunda Doğu Karadeniz’ de avcılık yapan balıkçı gemileri

No	Gemi Adı	Boy Grubu*	No	Gemi Adı	Boy Grubu*
1	Kibar 2	30	31	Kul I	40
2	Zaman Avcı	30	32	Kazım Kuloğlu	40
3	Zagor	20	33	Necipoğlu 1	20
4	Kaptan Bora	30	34	Necipoğlu 2	30
5	Uçar Avcı	30	35	Adem Çeçeli	30
6	Aktaşlar A	40	36	Karaduman	20
7	Aktaşlar B	30	37	Fatoğlu Kardeşler	30
8	Aktaşlar C	20	38	Fatoğlu Balıkçılık	40
9	Suver 2	20	39	Eyüpoğlu	30
10	Abal Balıkçılık	20	40	Sürsan	40
11	Sarallar	40	41	İbrahim Sarıkaya	30
12	Remzi Ağa	20	42	M. Karadeniz	30
13	Avcı Kardeşler	40	43	Karadeniz Kardeşler	30
14	Avcı Baba	30	44	Mehmet Kaptan	20
15	Adem Baba	40	45	Baba Ali	20
16	Ergün Kardeşler	20	46	Ömer Coşkun	20
17	Yılmaz Balıkçılık	40	47	Hüseyin Tuğcu	20
18	Şahin Balıkçılık	20	48	Yusuf Tuğcu	20
19	Akgün Balıkçılık 1	40	49	Taşkınlar (Paşaoğlu)	20
20	Akgün Kardeşler	40	50	Mustafa Mollaoğlu	30
21	Şuayip Reis	20	51	Halit Mollaoğlu	30
22	Köroğlu	40	52	Azmi Reis	30
23	Can Balıkçılık 1	40	53	Deniz Ana	30
24	Can Balıkçılık 2	40	54	Yavuz	20
25	H. Zekeriya Kul	30	55	Sonnur	20
26	Hacı Yunus	30	56	Şakir Reis	30
27	Doğruyol	20	57	Mehti (Yıldız)	20
28	Celal Baba	30	58	Eyüp Dede	40
29	Mustafa Kaptan	30	59	İbrahim Reis	30
30	H. Mustafa Kul	40	60	Burhan Reis	30

*Boy Grubu: 20 (20 m-29 m;Küçük), 30 (30 m-39 m;Orta), 40 (40 m -65 m;Büyük)

Ek Tablo 5. 1996/97 ve 1997/98 av sezonu hamsi için F'nin bir fonksiyonu olarak yeni katılım başına verim ve yeni katılım başına ortalama biyokütle miktarı

1996/97				1997/98			
F	Y/R	\bar{B}/R	$\% \bar{B}/R$	F	Y/R	\bar{B}/R	$\% \bar{B}/R$
0.00	0.00	16.93	100.00	0.00	0.00	13.07	100.00
0.10	1.35	13.52	79.87	0.10	1.09	10.94	83.73
0.20	2.23	11.17	65.95	0.20	1.87	9.37	71.67
0.40	3.27	8.17	48.25	0.40	2.89	7.21	55.19
0.50	3.58	7.17	42.34	0.50	3.23	6.45	49.35
0.60	3.82	6.37	37.64	0.60	3.50	5.83	44.57
0.80	4.15	5.19	30.68	0.80	3.89	4.86	37.22
1.00	4.37	4.37	25.79	1.00	4.17	4.17	31.87
1.10	4.45	4.04	23.87	1.10	4.27	3.88	29.71
1.20	4.51	3.76	22.20	1.20	4.36	3.64	27.81
1.32	4.57	3.47	20.47	1.40	4.51	3.22	24.64
1.40	4.61	3.29	19.46	1.60	4.62	2.89	22.10
1.60	4.69	2.93	17.30	1.63	4.64	2.84	21.76
1.80	4.74	2.63	15.56	1.80	4.71	2.62	20.02
2.00	4.78	2.39	14.13	2.00	4.78	2.39	18.29
2.20	4.82	2.19	12.93	2.20	4.84	2.20	16.83
2.40	4.84	2.02	11.92	2.40	4.89	2.04	15.58
2.60	4.87	1.87	11.05	2.60	4.93	1.90	14.50
2.80	4.88	1.74	10.30	2.80	4.96	1.77	13.56
3.00	4.90	1.63	9.64	3.00	4.99	1.66	12.73
3.20	4.91	1.53	9.06	3.20	5.02	1.57	11.99

Ek Tablo 6. 1996/97 av sezonunda Doğu Karadeniz'de hamsi için uygulanan boya dayalı Thompson ve Bell yöntemi

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Boy Grubu (cm)	Avlanan Balık Sayısı CL 10 ⁶	H	N	F/Z	F	Z	Ort. Ağırlık W (g)	N*Δt 10 ⁶	Verim Ton	Biyokütle*Δt Ton	Değer 1000 TL/kg	F-faktör X=1 için 10 ⁶	F-faktör X*=2
5.5-6.0	19	1.041	73277	0.003	0.0018	0.56	1.20	10098	22	12118	20	445	0.004
6.0-6.5	135	1.043	67644	0.024	0.0138	0.57	1.43	9729	192	13913	20	3848	0.028
6.5-7.0	434	1.045	62100	0.077	0.0465	0.60	1.90	9325	824	17717	20	16482	0.093
7.0-7.5	905	1.047	56481	0.155	0.1022	0.66	2.21	8855	1999	19570	20	39984	0.204
7.5-8.0	1433	1.050	50653	0.237	0.1728	0.73	2.49	8298	3569	20661	20	71386	0.346
8.0-8.5	2292	1.053	44606	0.351	0.3011	0.86	3.20	7611	7333	24356	20	146667	0.602
8.5-9.0	2097	1.056	38083	0.355	0.3058	0.86	3.76	6857	7884	25784	50	394203	0.612
9.0-9.5	1624	1.060	32173	0.322	0.2635	0.82	4.46	6161	7241	27477	50	362074	0.527
9.5-10.0	1612	1.064	27124	0.345	0.2929	0.85	5.22	5504	8415	28732	50	420745	0.586
10.0-10.5	2739	1.069	22452	0.511	0.5817	1.14	6.32	4709	17313	29762	50	865628	1.163
10.5-11.0	2535	1.074	17094	0.546	0.6679	1.22	7.15	3796	18127	27140	50	906338	1.336
11.0-11.5	2023	1.081	12449	0.551	0.6828	1.24	7.99	2962	16161	23667	50	808030	1.366
11.5-12.0	1617	1.089	8779	0.565	0.7208	1.28	9.15	2243	14793	20522	100	1479272	1.442
12.0-12.5	1951	1.099	5915	0.698	1.2871	1.84	10.21	1516	19917	15475	100	1991663	2.574
12.5-13.0	1338	1.111	3122	0.744	1.6164	2.17	11.33	828	15164	9381	100	1516351	3.233
13.0-13.5	610	1.127	1323	0.741	1.5925	2.15	12.45	383	7595	4769	100	759485	3.185
13.5-14.0	218	1.148	500	0.702	1.3078	1.86	13.69	167	2985	2282	100	298487	2.616
14.0-14.5	74	1.178	190	0.640	0.9902	1.55	15.76	75	1170	1181	100	116977	1.980
14.5-15.0	26	1.222	74	0.565	0.7213	1.28	16.94	35	432	599	100	43222	1.443
15.0-15.5	12	1.294	28	0.567	0.7293	1.29	20.35	16	236	324	100	23601	1.459
15.5-16.0	5	1.439	8	0.629	0.9413	1.50	22.50	5	104	111	100	10438	1.883
	23696		0.66						151476 ⁽¹⁾	325540 ⁽¹⁾		10275326 ⁽¹⁾	

Not: X*=0.0-3.2'ye kadar benzer şekilde hesaplanmış, X=1 için hesaplanan değerler (1).

B, C, D, E, F, G, sütunları boya dayalı cohort analizinde olduğu gibi hesaplanmıştır. $I=(D_1 \cdot D_2)/G_1$, $J=B_1 \cdot H_1$, $K=I \cdot H$, $L=$ Parasal değer, $M=F$ -faktör 1 için hesaplanan (J*L), $O=0.556+N$ (N'e 0.0'dan 3.2'ye kadar değerler verilecek, $P=N/O$, $Q=D$, $R=B$, $R=(Q_1 \cdot Q_2) \cdot I \cdot G_1$, $S_1=Q_1$ ve $S_2=S_1 \cdot ((1/C_2) \cdot P_2)/(C_2 \cdot P_2)$), $T=(S_1 \cdot S_2) \cdot P_1$, $U=T \cdot H$, $V=(N_1 \cdot N_2)/O_1 \cdot H_1$, $Y=U \cdot L$

Ek Tablo 6'nın devamı

A	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Y
Boy Grubu (cm)	F-faktör X*=2	Z=2	F/Z	N 10 ⁶	C 10 ⁶	N2 10 ⁶	C2 10 ⁶	Verim Ton	Ort. Biyokütle Ton	Değer 10 ⁶ TL
5.5-6.0	0.004	0.560	0.007	73277	19	73277	37	45	12116	891
6.0-6.5	0.028	0.584	0.047	67644	135	67626	269	384	13895	7685
6.5-7.0	0.093	0.649	0.143	62100	434	61955	862	1639	17613	32771
7.0-7.5	0.204	0.760	0.269	56481	905	55938	1777	3928	19225	78554
7.5-8.0	0.346	0.902	0.383	50653	1433	49324	2752	6852	19832	137040
8.0-8.5	0.602	1.158	0.520	44606	2292	42144	4219	13501	22421	270028
8.5-9.0	0.612	1.168	0.524	38083	2097	34030	3644	13702	22406	685119
9.0-9.5	0.527	1.083	0.487	32173	1624	27072	2663	11878	22535	593910
9.5-10.0	0.586	1.142	0.513	27124	1612	21599	2491	13003	22200	650172
10.0-10.5	1.163	1.719	0.677	22452	2739	16744	3844	24291	20879	1214552
10.5-11.0	1.336	1.892	0.706	17094	2535	11063	3047	21790	16312	1089478
11.0-11.5	1.366	1.922	0.711	12449	2023	6747	2022	16155	11830	807768
11.5-12.0	1.442	1.998	0.722	8779	1617	3902	1311	11999	8323	1199888
12.0-12.5	2.574	3.130	0.822	5915	1951	2085	1173	11974	4652	1197420
12.5-13.0	3.233	3.789	0.853	3122	1338	659	461	5224	1616	522409
13.0-13.5	3.185	3.741	0.851	1323	610	119	88	1096	344	109558
13.5-14.0	2.616	3.172	0.825	500	218	15	11	149	57	14904
14.0-14.5	1.980	2.536	0.781	190	74	2	1	22	11	2239
14.5-15.0	1.443	1.999	0.722	74	26	0	0	4	3	373
15.0-15.5	1.459	2.015	0.724	28	12	0	0	1	1	99
15.5-16.0	1.883	2.439	0.772	8	5	0	0	0	0	12
				0.66				157637 ⁽²⁾	236269 ⁽²⁾	8614872 ⁽²⁾

Not: X*=0.0-3.2'ye kadar benzer şekilde hesaplanmış, X=2 için hesaplanan değerler⁽²⁾.

Ek Tablo 7. 1997/98 av sezonunda Doğu Karadeniz'de hamsi için uygulanan boya dayalı Thompson ve Bell yöntemi

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Boy Grubu (cm)	Avlanan Balık Sayısı CL 10 ⁶	H	N	F/Z	F	Z	Ort. Ağırlık W (g)	N*At 10 ⁶	Verim Ton	Biyokütle*At Ton	Değer 1000 TL/kg	F-faktör X=1 için 10 ⁶	F-faktör X*=2
5.5-6.0	3	1.042	52155	0.001	0.0006	0.672	1.32	6115	5	8072	28	128	0.001
6.0-6.5	2	1.044	48048	0.000	0.0003	0.671	2.10	5923	4	12439	28	102	0.001
6.5-7.0	22	1.047	44072	0.006	0.0039	0.675	2.15	5726	48	12311	28	1353	0.008
7.0-7.5	166	1.050	40207	0.043	0.0301	0.701	2.27	5513	377	12515	28	10546	0.060
7.5-8.0	458	1.053	36342	0.115	0.0870	0.758	2.80	5263	1282	14736	28	35907	0.174
8.0-8.5	626	1.057	32353	0.158	0.1259	0.797	3.39	4971	2121	16850	28	59387	0.252
8.5-9.0	423	1.061	28392	0.119	0.0906	0.762	4.00	4674	1694	18697	150	254062	0.181
9.0-9.5	598	1.066	24832	0.169	0.1368	0.808	4.72	4371	2823	20630	150	423381	0.274
9.5-10.0	802	1.072	21301	0.229	0.1994	0.870	5.48	4021	4395	22036	150	659192	0.399
10.0-10.5	973	1.079	17801	0.286	0.2688	0.940	6.51	3620	6334	23568	150	950174	0.538
10.5-11.0	1695	1.087	14399	0.449	0.5471	1.218	7.57	3099	12835	23460	150	1925212	1.094
11.0-11.5	2088	1.098	10624	0.563	0.8641	1.535	8.65	2416	18059	20900	150	2708923	1.728
11.5-12.0	1410	1.111	6915	0.546	0.8062	1.477	9.51	1749	13412	16635	250	3352996	1.612
12.0-12.5	1130	1.129	4331	0.584	0.9429	1.614	10.55	1199	11925	12646	250	2981210	1.886
12.5-13.0	959	1.154	2396	0.672	1.3746	2.046	11.70	698	11223	8164	250	2805700	2.749
13.0-13.5	408	1.190	969	0.650	1.2464	1.917	12.76	327	5205	4176	250	1301143	2.493
13.5-14.0	123	1.249	341	0.556	0.8402	1.511	13.69	146	1680	1999	250	419976	1.680
14.0-14.5	33	1.361	120	0.413	0.4719	1.143	15.37	70	505	1070	250	126180	0.944
14.5-15.0	10	1.660	41	0.322	0.3180	0.989	16.31	33	169	532	250	42283	0.636
15.0-15.5	3	1.824	9	0.438	0.5233	1.194	17.95	7	62	119	250	15512	1.047
15.5-16.0			0.7		0.0000	0.671			94156 ⁽³⁾	251555 ⁽³⁾		18073365 ⁽³⁾	

Not: X*=0.0-3.2'ye kadar benzer şekilde hesaplanmış, X=1 için hesaplanan değerler(3).

B, C, D, E, F, G, sütunları boya dayalı cohort analizinde olduğu gibi hesaplanmıştır. $I=(D_1-D_2)/G_1$, $J=B_1*H_1$, $K=I*H$, $L=Parasal\ deger$, $M=F-faktör\ 1\ için\ hesaplanan$ (J*L), $O=0.671+H$ (N'e 0.0'dan 3.2'ye kadar değerler verilecek, $P=N/O$, $Q=D$, $R=B$, $R=(Q_1-Q_2)*I*G_1$, $S_1=Q_1$ ve $S_2=S_1*((1/C_2)-P_2)/(C_2-P_2)$), $T=(S_1-S_2)*P_1$, $U=T*H$, $V=(N_1-N_2)/O_1*H_1$, $Y=U*L$

Ek Tablo 7'nin devamı

A	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Y
Boy Grubu (cm)	F-faktör X*=2	Z=2	F/Z	N 10 ⁶	C 10 ⁶	N2 10 ⁶	C2 10 ⁶	Verim Ton	Ort. Biyokütle Ton	Değer 10 ⁶ TL
5.5-6.0	0.001	0.672	0.002	52155	3	52155	7	9	8072	256
6.0-6.5	0.001	0.672	0.001	48048	2	48045	3	7	12438	203
6.5-7.0	0.008	0.679	0.012	44072	22	44067	45	97	12307	2704
7.0-7.5	0.060	0.731	0.082	40207	166	40181	331	751	12480	21034
7.5-8.0	0.174	0.845	0.206	36342	458	36161	906	2536	14568	70999
8.0-8.5	0.252	0.923	0.273	32353	626	31764	1216	4124	16381	115467
8.5-9.0	0.181	0.852	0.213	28392	423	27306	808	3233	17845	484964
9.0-9.5	0.274	0.945	0.290	24832	598	23504	1118	5278	19287	791645
9.5-10.0	0.399	1.070	0.373	21301	802	19644	1451	7951	19933	1192592
10.0-10.5	0.538	1.209	0.445	17801	973	15752	1675	10902	20280	1635260
10.5-11.0	1.094	1.765	0.620	14399	1695	11987	2660	20136	18403	3020343
11.0-11.5	1.728	2.399	0.720	10624	2088	7696	2743	23726	13729	3558899
11.5-12.0	1.612	2.283	0.706	6915	1410	3888	1432	13622	8448	3405431
12.0-12.5	1.886	2.557	0.738	4331	1130	1860	853	8998	4771	2249431
12.5-13.0	2.749	3.420	0.804	2396	959	704	464	5428	1974	1356915
13.0-13.5	2.493	3.164	0.788	969	408	127	87	1106	444	276607
13.5-14.0	1.680	2.351	0.715	341	123	16	10	135	80	33780
14.0-14.5	0.944	1.615	0.584	120	33	3	1	19	20	4794
14.5-15.0	0.636	1.307	0.487	41	10	1	0	4	6	914
15.0-15.5	1.047	1.718	0.609	9	3	0	0	1	1	145
15.5-16.0		0.671	0.000	1	0	0		108060 ⁽³⁾	201467 ⁽⁴⁾	18222383 ⁽⁴⁾

Not: X*=0.0-3.2'ye kadar benzer şekilde hesaplanmış, X=2 için hesaplanan değerler(4).

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Vakfıkebir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Çarşıbaşı’nda tamamladı. 1986 yılında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu’nda yüksek öğrenimine başladı. 1990 yılında Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Programı’na başladı. 1994 yılında Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu ve aynı Enstitüde doktora programına devam etti. 1994-1999 yılları arasında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Araştırma görevlisi olarak görev yaptı. Mayıs 1997’de Japonya’da, Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından düzenlenen “Fisheries Oriented Resource Management” konulu eğitim kursuna 5 ay süreyle katılıp sertifika aldı. Şu anda Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsünde Yüksek Mühendis olarak çalışmaktadır. İngilizce ve Japonca bilmekte, evli ve bir kız çocuğu babasıdır.