

78120

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ EKOSİSTEMİNDEKİ HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758)

VE İSTAVRİT (*Trachurus mediterraneus*) BALIKLARININ BİYOLOJİK

ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Bal. Tekn. Müh. Erol KAYALI

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.01.1998

Tezin Savunma Tarihi : 20.02.1998

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kadir SEYHAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

Trabzon 1998

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz ekosistemindeki hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) ve istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarının biyoekolojik özellikleri araştırılmıştır.

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi ve gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgisini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Kadir SEYHAN'a teşekkür etmeyi zevkli bir görev bilirim.

Yapıcı eleştirilerinden yararlandığım ve manevi desteğini gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ercan KÖSE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi olarak destek gördüğüm sevgili Aileme ve Deniz Bilimleri Fakültesindeki Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Trabzon, Ocak 1998

Erol KAYALI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Balıklarda Beslenme Ekolojisi.....	4
1.2.1. Besin Zinciri.....	5
1.2.2. Besin Alış Biçimleri.....	6
1.2.3. Besin İle İlgili Uyarlanmalar.....	8
1.2.3.1. Dudaklar ve Ağız.....	8
1.2.3.2. Dişler.....	9
1.2.3.3. Solungaç Dikenleri.....	11
1.2.3.4. Ön ve Orta Bağırsak.....	11
1.2.4. Tüketilen Besin Miktarı.....	12
1.3. Mide İçeriği Analizleri.....	13
1.3.1. Mide İçeriği Analiz Yöntemleri.....	13
1.3.1.1. Oluş Metotları.....	14
1.3.1.2. Sayısal Metotlar.....	15
1.3.1.3. Hacimsel Metotlar.....	16
1.3.1.4. Gravimetrik Metotları.....	17
1.3.1.5. Sübjektif Metodlar.....	19
1.4. Ekolojik Çeşitlilik.....	21
1.4.1. Çeşitliliğin Ölçülmesi.....	21
1.4.2. Çeşitlilik Ölçüm Yöntemleri.....	22
1.4.2.1. Logaritma Serileri.....	22

1.4.2.2. Log-Normal Dağılım.....	24
1.4.2.3. Geometrik Seriler.....	26
1.4.2.4. Broken Stick Modeli.....	27
1.6.2.5. Q İstatistiği.....	28
1.4.2.6. Bilgi Teorileri İndeksi.....	29
1.4.2.7. Üstünlük Ölçümleri.....	33
1.4.2.8. McIntosh'un Çeşitlilik İndeksi.....	34
1.4.2.9. Berger-Parker İndeksi.....	35
1.4.2.10. Jack-Knifing Çeşitlilik İndeksi.....	35
1.4.3. Diversite Çeşitleri.....	37
1.4.3.1. Yapısal ve Habitat Diversitesi.....	38
1.4.3.2. Uygun Genişlik (Nich Width).....	39
1.4.3.3. Beta (β) veya Diferansiyel Çeşitlilik.....	39
1.4.3.3.1. Whittaker'in β_w Ölçümü.....	40
1.4.3.3.2. Cody'nin β_C Ölçümü.....	40
1.4.3.3.3. Routledge'nin β_R , β_I ve β_E Ölçümü.....	41
1.4.3.3.4. Wilson ve Shmida'nın β_T Ölçümü.....	41
1.4.4. Habitat Çeşitliliği ve Uygun Genişlik (NW) Ölçümünde Dikkat Edilecek Hususlar.....	45
1.4.5. Çeşitlilik Ölçümlerinin Kullanım Alanları.....	46
1.4.6. Çeşitliliğe Etki Eden Faktörler.....	46
1.4.7. Lokal Yerlerdeki Çeşitliliğe Etki Eden Faktörler.....	47
1.5. Yenilenme.....	48
1.5.1. Yaşam Süresi.....	49
1.5.2. Stoka Katılma Yaşı (t_r).....	50
1.5.3. Yaş ve Yenilenme.....	50
1.5.4. Yoğunluğa Bağımlı Yenilenme.....	51
1.5.5. Yoğunluğa Bağlı Yenilenme ve Toplam Ürün.....	52
1.6. Stok/Yenilenme İlişkisi.....	54
1.6.1. Klasik S/R Kavramı.....	54
1.6.2. Stok/Yenilenme Modelleri.....	57
1.6.3. Beverton ve Holt'un Yenilenme Başına Ürün Modeli.....	59

1.6.4. . Beverton ve Holt Modelinden Sonra Üssel Azalma modeli.....	60
1.6.5. Yenilenme Başına Ürün.....	61
1.6.6. Yenilenme Başına Canlı Kütle.....	64
1.6.7. Beverton ve Holt'un Bağlı Y/R Kavramı.....	65
1.6.8. Uzunluk Verisinden Yenilenme Başına Ürün.....	66
1.7. İncelenen Türlerin Biyokolojik Özellikleri.....	66
1.7.1. Hamsi (<i>Engraulis encrasicolus</i>).....	66
1.7.2. İstavrit (<i>Trachurus trachurus</i> , <i>Trachurus mediterraneus</i>).....	67
1.7.2.1. İstavrit (<i>Trachurus trachurus</i> , L. 1758).....	68
1.7.2.2. Karagöz (<i>Trachurus mediterraneus</i>).....	68
1.8. Önceki Çalışmalar.....	69
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	74
2.1. Materyal.....	74
2.1.1. Örnek Temini.....	74
2.2. Yöntem.....	74
2.2.1. Boy-Ağırlık Ölçümleri.....	74
2.2.2. Cinsiyet Tespiti.....	75
2.2.3. Yaş Tayini.....	75
2.2.4. Büyümenin Saptanması.....	75
2.2.5. Ölüm Oranları.....	78
2.2.6. Yenilenme.....	80
2.2.7. Ürün/Yenilenme.....	80
2.2.8. Stok Tahmini.....	81
2.2.9. Mide Analizi.....	82
2.2.10. Çeşitliliğin Hesaplanması.....	82
2.2.11. Prey Dominantlığının Hesaplanması.....	84
2.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi.....	85
3. BULGULAR.....	86
3.1. İstavrit.....	86
3.1.1. Populasyon Yapısı.....	86
3.1.1.1. Yaş Kompozisyonu.....	86
3.1.1.2. Eşey Kompozisyonu.....	91

3.1.1.3. Boy Kompozisyonu.....	91
3.1.1.4. Ağırlık Kompozisyonu.....	92
3.1.2. Büyüme.....	93
3.1.2.1. Oransal Boy Artışı (OBA) ve Oransal Ağırlık Artışı (OAA).....	93
3.1.2.2. Boy-Ağırlık İlişkisi.....	94
3.1.2.3. Yaş-Boy İlişkisi.....	96
3.1.2.4. Yaş-Ağırlık İlişkisi.....	99
3.1.2.5. Kondisyon Faktörü.....	101
3.1.3. Ölüm Oranları.....	102
3.1.3.1. Toplam Anlık Ölüm Oranı (Z).....	102
3.1.3.2. Doğal Ölüm Oranı (M).....	104
3.1.4. Yenilenme Oranı.....	105
3.1.5. Ürün/Yenilenme.....	107
3.1.6. Stok Tahmini.....	112
3.1.7. Cinsi Olgunluğa Erişme Boyu.....	118
3.2. Hamsi.....	120
3.2.1. Populasyon Yapısı.....	120
3.2.1.1. Yaş Kompozisyonu.....	120
3.2.1.2. Eşey Kompozisyonu.....	124
3.2.1.3. Boy Kompozisyonu.....	125
3.2.1.4. Ağırlık Kompozisyonu.....	125
3.2.2. Büyüme.....	126
3.2.2.1. Oransal Boy Artışı (OBA) ve Oransal Ağırlık Artışı (OAA).....	126
3.2.2.2. Boy-Ağırlık İlişkisi.....	127
3.2.2.3. Yaş-Boy İlişkisi.....	129
3.2.2.4. Yaş-Ağırlık İlişkisi.....	131
3.2.2.5. Kondisyon Faktörü.....	134
3.2.3. Ölüm Oranları.....	134
3.2.3.1. Toplam Anlık Ölüm Oranı (Z).....	134
3.2.3.2. Doğal Ölüm Oranı (M).....	136
3.2.4. Yenilenme Oranı.....	136
3.2.5. Ürün/Yenilenme.....	139

3.2.6. Stok Tahmini.....	143
3.2.7. Cinsi Olgunluğa Erişme Boyu.....	150
3.3. Hamsi ve İstavritlerin Beslenme Ekolojisi.....	151
3.4. Hamsi ve İstavritlerin Tükettiği Besin Türlerinin Dominantlığı.....	151
3.5. Hamsi ve İstavritlerde Prey Çeşitliliği.....	152
4. TARTIŞMA.....	154
5. SONUÇLAR.....	166
6. ÖNERİLER.....	174
7. KAYNAKLAR.....	178
8. ÖZGEÇMİŞ.....	196
9. EKLER.....	197



ÖZET

Türk balıkçılık sektöründe önemli bir ekonomik yeri olan ve pelajik ortamda yaşayan Karadeniz hamsisi (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) ve İstavritinin (*Trachurus mediterraneus*) beslenme ekolojilerinin temel kavramları, stok yapıları ve cinsi olgunluğa erişme boyları araştırılmıştır.

Araştırma bulguları; stok yapısı, cinsi olgunluğa erişme boyu, büyüme, ölüm oranları, kondisyon faktörleri, ürün/yenilenme ilişkisi, VPA analizi, beslenme ekolojisi, hamsi ve istavrit preyelerinin dominantlık ve çeşitliliği konularını içermektedir.

Araştırma periyodu boyunca (1996-1997) elde edilen verilerde istavrit için maksimum boy 17.8 cm ve minimum boy 6.3 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 8.61 cm (0+), 10.49 cm (1+), 13.56 cm (2+) ve 15.59 cm (3+) olarak tespit edilmiştir. Hamsilerde maksimum boy 13.5 cm ve minimum boy 6.2 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 7.93 cm (0+), 9.99 cm (1+) ve 12.13 cm (2+) olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada istavritin boy-ağırlık ilişkisi; $W = 0.0108 * L^{2.98}$, hamsininin boy-ağırlık ilişkisi ise; $W = 0.00569 * L^{3.117}$ olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada dişi istavritlerin yaklaşık olarak 12 cm ($L_{50}: 12.12 \pm 0.234$) boyda, erkek bireylerin ise 13 cm ($L_{50}: 13.32 \pm 1.06$) boyda cinsi olgunluğa eriştikleri saptanmıştır. Aynı çalışma hamsilere uygulandığında, dişi bireylerin yaklaşık 9.3 cm ($L_{50}: 9.3 \pm 0.017$), erkek bireylerin ise 8.9 cm ($L_{50}: 8.9 \pm 1.66$) boyda cinsi olgunluğa eriştiği bulunmuştur.

Hamsi ve istavritlerin beslendiği preyelerin büyük bir çoğunluğunu (yaklaşık % 95) calanoid copepodlar oluşturmaktadır. Bundan dolayı aynı pelajik su kolonunda yaşayan bu iki tür arasında bir besin rekabetinin olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hamsi, İstavrit, Beslenme Ekolojisi, Cinsi Olgunluk, Stok, Doğu Karadeniz

SUMMARY

A Research on Bioecological Properties of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) and Mackerel (*Trachurus mediterraneus*) Fishes in the Eastern Black Sea Ecosystem

Feeding ecology, stock structure and onset of sexual maturity of two pelagic species, Anchovy *Engraulis encrasicolus*, L. 1758 and Horse mackerel, *Trachurus mediterraneus*, inhabiting in the Black Sea and both are economically important species, were investigated during the course of study in the Eastern Black Sea Region.

The results include; stock structure of both species, growth, mortality, condition factors, sexual maturity, recruitment, and VPA analysis, feeding ecology, prey diversity and prey preference were also included for those two pelagic species.

The data obtained during the sampling period of 1996-1997 showed that the length of Horse mackerel ranged from 6.3 cm to 17.8 cm. for the age classes concerned the average length were estimated as 8.61 cm of "0+", 10.49 cm of "1+", 13.56 of "2+" and 15.59 cm of "3+". The length of anchovy ranged from 6.2 cm to 13.5 cm. 7.93 cm, 9.99 cm and 12.13 cm were estimated for the age classes of 0+, 1+, and 2+ respectively.

The study has revealed that length weight relationship for both species were found to be as following;

$$W = 0.0108 * L^{2.98} \quad \text{Horse mackerel}$$

$$W = 0.00569 * L^{3.117} \quad \text{anchovy}$$

It was also found that female Horse mackerels reach their sexual maturity when they are about 12 cm ($L_{50}: 12.12 \pm 0.234$). This is about 13 cm ($L_{50}: 13.32 \pm 1.06$) for males. For the anchovies, L_{50} for male and female were $8.9 \text{ cm} \pm 1.66$ and 9.3 ± 0.017 cm respectively.

Both anchovy and Horse mackerel feed mainly on Calanoid Copepods (% 95). Therefore it is thought that there might be a strong competition between those two pelagic species.

Key Words: Anchovy, Mackerel, Feeding Ecology, Sexual Maturity, Stock, The Eastern Black Sea

	Sayfa No
ŞEKİLLER DİZİNİ	
Şekil 1. Yıllara göre hamsi ve istavrit avındaki değişimler.....	2
Şekil 2. Yıllara göre Türkiye hamsi avı ile Dünya balık avının değişimi.....	4
Şekil 3. İstavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	87
Şekil 4. İstavritlerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	87
Şekil 5. Dişi istavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	87
Şekil 6. Dişi istavritlerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı..	88
Şekil 7. Erkek istavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	88
Şekil 8. Erkek istavritlerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı	88
Şekil 9. İstavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	89
Şekil 10. İstavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı...	89
Şekil 11. Dişi istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	89
Şekil 12. Dişi istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	90
Şekil 13. Erkek istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	90
Şekil 14. Erkek istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	90
Şekil 15. İncelenen istavritlerin cinsiyetlere göre boy-frekans dağılımı.....	92
Şekil 16. İncelenen istavritlerin ağırlık-frekans dağılımları.....	92
Şekil 17. 1996-1997 av sezonunda avlanan istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi.....	95
Şekil 18. 1996-1997 av sezonunda avlanan dişi istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi.....	95
Şekil 19. 1996-1997 av sezonunda avlanan erkek istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi.....	96
Şekil 20. Dişi istavritlerde yaş-boy ilişkisi.....	97
Şekil 21. Erkek istavritlerde yaş-boy ilişkisi.....	97

Şekil 22. Toplam istavritlerde yaş-boy ilişkisi.....	98
Şekil 23. Dişi istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	100
Şekil 24. Erkek istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	100
Şekil 25. Toplam istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	101
Şekil 26. Toplam istavritler için av eğrisi.....	103
Şekil 27. Dişi istavritlerde av eğrisi.....	103
Şekil 28. Erkek istavritlerde av eğrisi.....	104
Şekil 29. İstavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)......	105
Şekil 30. Dişi istavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)......	106
Şekil 31. Erkek istavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)......	106
Şekil 32. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	109
Şekil 33. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	109
Şekil 34. İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	110
Şekil 35. İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	110
Şekil 36. İstavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	112
Şekil 37. İstavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	113
Şekil 38. Dişi istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	114
Şekil 39. Dişi istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	115
Şekil 40. Erkek istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	116
Şekil 41. Erkek istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	117
Şekil 42. İstavritlerde cinsi olgunluğa erişme boyu.....	119

Şekil 43. Hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	120
Şekil 44. Hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	121
Şekil 45. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	121
Şekil 46. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı..	121
Şekil 47. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	122
Şekil 48. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	122
Şekil 49. Hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	122
Şekil 50. Hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı....	123
Şekil 51. Dişi hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	123
Şekil 52. Dişi hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	123
Şekil 53. Erkek hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları.....	124
Şekil 54. Erkek hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı.....	124
Şekil 55. İncelenen hamsilerin cinsiyetlere göre boy-frekans dağılımı.....	125
Şekil 56. İncelenen hamsilerin ağırlık-frekans dağılımları.....	125
Şekil 57. 1996-1997 av sezonunda avlanan hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi.....	127
Şekil 58. 1996-1997 av sezonunda avlanan dişi hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi.....	128
Şekil 59. 1996-1997 av sezonunda avlanan erkek hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi.....	128
Şekil 60. Dişi hamsilerde yaş-boy ilişkisi.....	129
Şekil 61. Erkek hamsilerde yaş-boy ilişkisi.....	130
Şekil 62. Hamsilerde yaş-boy ilişkisi.....	130
Şekil 63. Dişi hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	132
Şekil 64. Erkek hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	133
Şekil 65. Hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi.....	133

Şekil 66. Toplam hamsiler için av eğrisi.....	135
Şekil 67. Dişi hamsilerde av eğrisi.....	135
Şekil 68. Erkek hamsilerde av eğrisi.....	136
Şekil 69. Hamsilerde aylara göre yenilenme oranları (%).....	137
Şekil 70. Dişi hamsilerin aylara göre yenilenme oranları (%).....	138
Şekil 71. Erkek hamsilerin aylara göre yenilenme oranları (%).....	138
Şekil 72. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	140
Şekil 73. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	141
Şekil 74. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	141
Şekil 75. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	142
Şekil 76. Hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	144
Şekil 77. Hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	144
Şekil 78. Dişi hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	146
Şekil 79. Dişi hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	146
Şekil 80. Erkek hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Rikhter&Efanov).....	148
Şekil 81. Erkek istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M= Pauly).....	148
Şekil 82. Hamsilerde cinsi olgunluğa erişme boyu.....	150
Ek Şekil 1. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	210
Ek Şekil 2. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	211

Ek Şekil 3. Diş istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	213
Ek Şekil 4. Diş istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	214
Ek Şekil 5. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	216
Ek Şekil 6. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	217
Ek Şekil 7. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	219
Ek Şekil 8. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	220
Ek Şekil 9. Diş hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	228
Ek Şekil 10. Diş hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	229
Ek Şekil 11. Diş hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	231
Ek Şekil 12. Diş hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	232
Ek Şekil 13. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri.....	234
Ek Şekil 14. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	235
Ek Şekil 15. Erkek hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R Değerleri.....	237
Ek Şekil 16. Erkek hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri.....	238

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Çeşitli yıllarda yapılan araştırmalarda hamsi populasyonuna ilişkin yaş yaş kompozisyonu, ortalama tam boy (cm) ve ağırlık (g) bulguları.....	72
Tablo 2. Farklı yıllarda çeşitli araştırmacılarca bulunan eşey oranlar (%), boy-ağırlık ilişkisi, von Bertalanffy büyüme parametreleri, kondisyon faktörü (K=W/L*100), yaşama (S=%) ve ölüm (Z) oranları.....	73
Tablo 3. 1996-97 av sezonunda avlanan istavritlerin aylara göre boy-frekans dağılımı.....	91
Tablo 4. İncelenen istavritlerde cinsiyetlere göre OBA değerleri (%).....	93
Tablo 5. İncelenen istavritlerde cinsiyetlere göre OAA değerleri (%).....	94
Tablo 6. İstavritlerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy boyca büyüme parametreleri ve denklemleri.....	98
Tablo 7. İstavritlerde FISAT programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denkleminde hesaplanan boylar.....	99
Tablo 8. İstavritlerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy ağırlıkça büyüme parametreleri ve denklemleri.....	99
Tablo 9. İstavritlerde FISAT programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denkleminde hesaplanan ağırlıklar.....	101
Tablo 10. İstavritlerde cinsiyete ve yaşa göre hesaplanan izometrik ($K=W/L^3*100$) ve allometrik ($K=W/L^b*100$) kondisyon faktörleri.....	102
Tablo 11. İstavritlerde her cinsiyet için FISAT programında Rikhter&Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle hesaplanan doğal ölüm oranları.....	104
Tablo 12. İstavritlerde aylara göre yenilenme oranları (%).....	105
Tablo 13. Dişi istavritlerin yenilenme oranları (%).....	106
Tablo 14. Erkek istavritlerin yenilenme oranları (%).....	107
Tablo 15. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	111
Tablo 16. İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde Hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	111

Tablo 17. İstavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	113
Tablo 18. İstavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	114
Tablo 19. Dişi istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	115
Tablo 20. Dişi istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	116
Tablo 21. Erkek istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	117
Tablo 22. Erkek istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	118
Tablo 23. İncelenen hamsilerde cinsiyetlere göre oransal boy artışı (OBA).....	126
Tablo 24. İncelenen hamsilerde cinsiyetlere göre oransal ağırlık artışı (OAA).....	126
Tablo 25. Hamsilerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy boyca büyüme parametreleri ve denklemleri.....	131
Tablo 26. Hamsilerde FISAT programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denklemlerinden cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan boylar.....	131
Tablo 27. Hamsilerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy ağırlıkça büyüme parametreleri ve denklemleri.....	131
Tablo 28. Hamsilerde her cinsiyete göre belirlenen ve von Bertalanffy denklemlerinden cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan ağırlıklar.....	132
Tablo 29. Hamsilerde cinsiyetlere ve yaşa göre hesaplanan izometrik ($K=W/L^3*100$) ve allometrik ($K=W/L^b*100$) kondisyon faktörü.....	134
Tablo 30. Hamsilerde her cinsiyet için FISAT programında Rikhter&Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle hesaplanan doğal ölüm oranları.....	136
Tablo 31. Hamsilerde aylara göre yenilenme oranları (%).....	137
Tablo 32. Dişi hamsilerin yenilenme oranları (%).....	138
Tablo 33. Erkek hamsilerin yenilenme oranları (%).....	139
Tablo 34. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	142

Tablo 35. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde Hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	143
Tablo 36. Hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	145
Tablo 37. Hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	145
Tablo 38. Dişi hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	147
Tablo 39. Dişi hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	147
Tablo 40. Erkek hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Rikhter&Efanov).....	149
Tablo 41. Erkek hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları (M=Pauly).....	149
Tablo 42. Hamsi midelerinde bulunan preylerin % olarak oranı.....	153
Tablo 43. İstavrit midelerinde bulunan preylerin % olarak oranı.....	153
Tablo 44. Hamsi ve istavritlerin tükettiği besin türlerinin dominantlığı.....	151
Tablo 45. Hamsi ve istavritlerde prey çeşitliliği.....	152
Ek Tablo 1. İstavritlerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	197
Ek Tablo 2. Dişi istavritlerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	199
Ek Tablo 3. Erkek istavritlerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	201
Ek Tablo 4. İstavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	203
Ek Tablo 5. Dişi istavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	205
Ek Tablo 6. Erkek istavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	207
Ek Tablo 7. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	209

Ek Tablo 8. Diş i istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri.....	212
Ek Tablo 9. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	215
Ek Tablo 10. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri.....	218
Ek Tablo 11. Hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	221
Ek Tablo 12. Diş i hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	222
Ek Tablo 13. Erkek hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar.....	223
Ek Tablo 14. Hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	224
Ek Tablo 15. Diş i hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	225
Ek Tablo 16. Erkek hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaşı grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar.....	226
Ek Tablo 17. Diş i hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	227
Ek Tablo 18. Diş i hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri.....	230
Ek Tablo 19. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri.....	233
Ek Tablo 20. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri.....	236

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Günümüzde hızlı nüfus artışı, beslenme ve çevre kirliliği insanlığı tehdit eden en önemli sorunlardır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak, çevreye zarar vermeyecek önlemler alınmaya çalışılırken nüfus artış hızını azaltmak, mevcut besin kaynaklarından en üst düzeyde yararlanmak için ve bu konuyla ilgili olarak birçok araştırmacı ve kuruluş karasal kökenli protein kaynakları yanında besin değerleri yüksek olan su ürünlerinden yararlanma konusunda çalışmalar içine girmiştir.

Başta denizler olmak üzere su kaynakları insanoğlu için önemli gıda rezervleridir. Özellikle hayvansal protein kaynağının kapatılması açısından önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Kirlilik, aşırı avcılık, mevcut stokların korunamaması ve nüfus artış hızının yüksek olması gibi nedenlerle su ürünlerine artan talep giderek karşılanamaz hale gelmiştir. Bu nedenle araştırmalar yetiştiricilik çalışmalarının yanında, stokların daha verimli yönetilmesi vb. konularda yoğunlaşmaktadır.

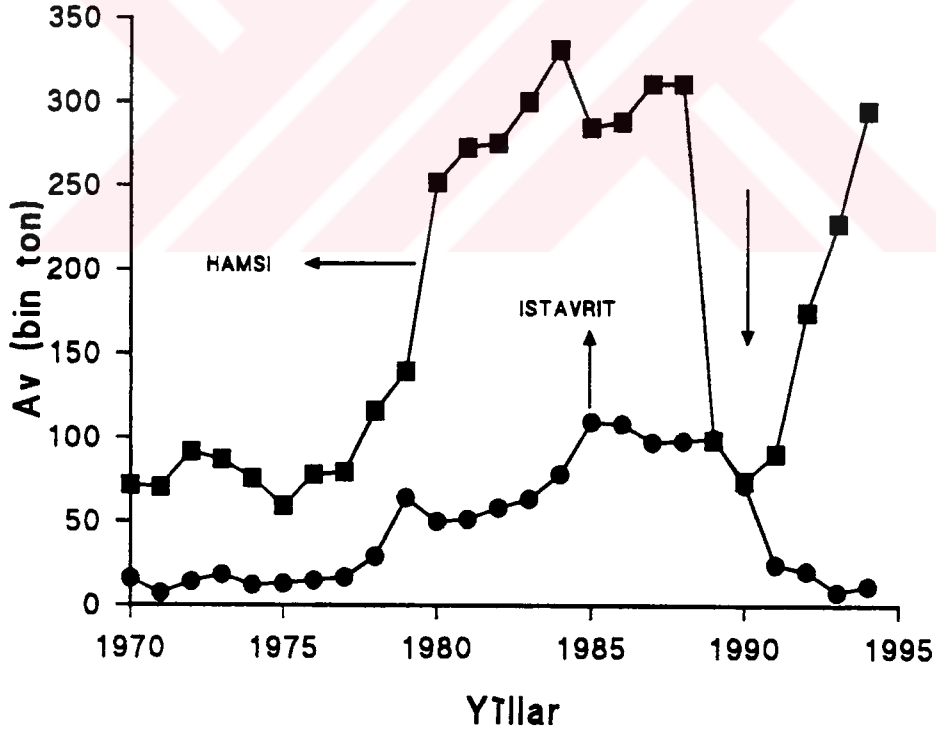
Türkiye'nin yıllık su ürünleri üretimi 1992 verilerine göre 454 000 ton civarında olup bunun yaklaşık 366 000 tonu deniz balıklarından elde edilmektedir. Türkiye deniz balık üretiminin büyük bir kısmı Karadeniz bölgesinden karşılanmaktadır. Bu miktarın %50.5'i Doğu Karadeniz, %12.72'si Batı Karadeniz, %15.24'ü Ege, %10'u Marmara denizi ve %11.45'i Akdeniz'den karşılanmaktadır (Anonim, 1992; DİE, 1992).

Hamsi Türk balık üretiminde en önde gelen ve beslenmedeki payı bakımından yıllardır en geniş bir potansiyele sahip olan bir türdür. İstavrit balıkları da Türk balıkçılık sektöründe devamlı ekonomik bir güce sahip olmuştur (DİE, 1996).

Mide içeriği çalışmaları, balıkçılık ekolojisi içerisinde standart olarak yapılan çalışmalardan bir tanesidir fakat, kullanılabilir metotlar hakkında çok az literatür vardır. Hynes (1950), Pillay (1952), ve Lagler (1956) 1950'li yıllarda kullanılan tüm metotları tartışmışlardır. Sonraki yıllarda daha iyi diyet analizi teknikleri kullanıma girmiştir.

Windell (1968) ve Windell & Bowen (1978) bu konuyu tekrar gözden geçirmişlerdir (Hyslop, 1980).

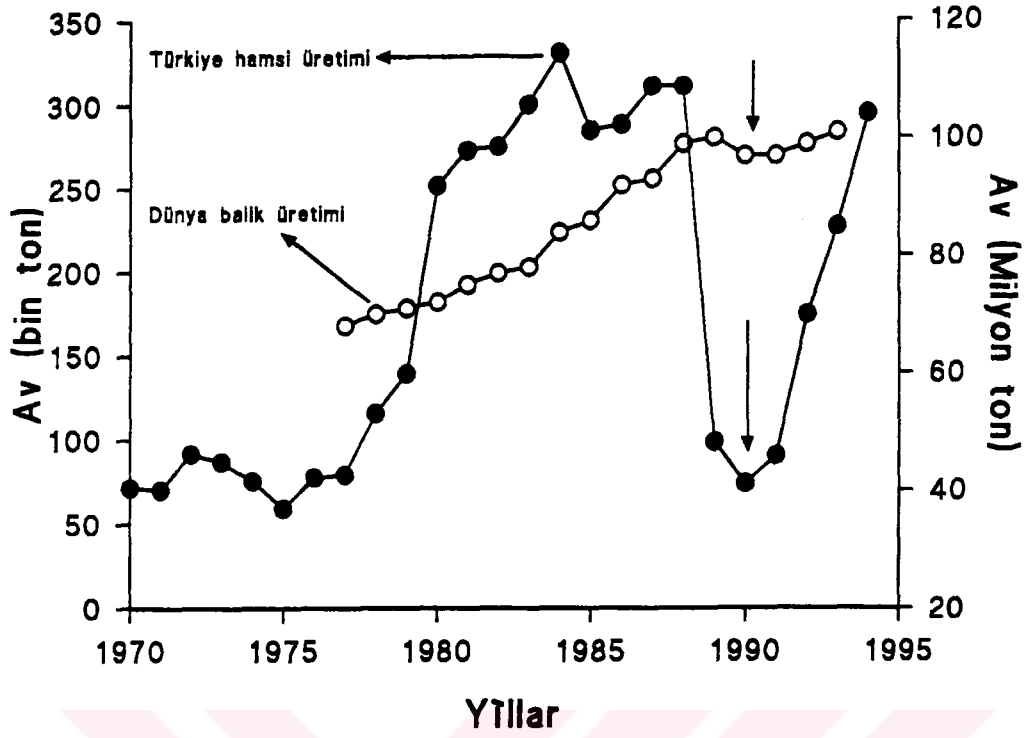
Balıkçılık ekolojisinde, mide analizi çalışmalarının iki ana kategorisi vardır. Bunlardan ilki, balık popülasyonunun beslenme içeriğinin türünü tayin eden bir yöntemle balık popülasyonunun diyetini inceler. Böyle bir çalışma diyetteki mevsimsel değişimleri ve incelenen türün alt grupları arasındaki beslenme farkını göz önünde bulundurabilir. Örnek olarak, yaş sınıfları ile aynı veya karşılaştırılabilir bir çevrede yaşayan değişik türler gösterilebilir. Tüm örneklerde temel amaç besin için bir rekabet olup olmadığını anlamaktır. Bu kategori balık popülasyonunun gün boyunca ki diyet ritmi veya beslenme aralıklarını anlamak için beslenme yoğunluğunu izleyen çalışmaları da içerir. İkinci kategori, balık popülasyonunca tüketilen besinin toplam miktarını tahmin etmeye yönelik çalışmalarla ilgilidir. Bu saha ve laboratuvar tespitlerine veya her ikisine bağlı olarak günlük oran veya enerji bütçesinin toplamını içerebilir (Hyslop, 1980).



Şekil 1. Yıllara göre hamsi ve istavrit avındaki değişimler (DİE, 1996; FAO, 1995)

Hamsi ve istavrit, su ürünleri istatistiklerinin düzenli tutulmaya başlandığı yıllardan 1980'li yılların başına kadar düzensiz av vermiş ve daha sonra hızlı bir artış göstermiştir (Şekil 1). Özellikle 1988'den sonra üretimdeki ani düşüşün nedeni olarak hem aşırı avcılık (Seyhan ve ark., 1996a) hem de Karadeniz ekosisteminde meydana gelen kontrol dışı gelişmeler olduğu belirtilmiştir (Mee, 1992; Rass, 1992; Zaitsev, 1992; Kideyş, 1994). Aşırı avcılık yapılan bir bölgede cinsi olgunluğa erişmemiş bireylerin normalden daha fazla avlanması kaçınılmaz bir sonuçtur. Bu neticede cinsi olgunluğa erişmemiş bireylerin daha fazla avlanması, avlanan türün stokunu önemli derecede etkileyecektir. Balık avcılığında temel strateji, özellikle kısa ömürlü balıklar için her bireye en az bir kere üreme şansı vermek olmalıdır (Majarova ve Chugunova, 1954; Slastenenko, 1956; Svetovidov, 1964; Demir, 1965; Çelikkale, 1988; Karaçam ve Düzgüneş, 1988; Düzgüneş ve Karaçam, 1989). Bunun yanında özellikle hamsi olmak üzere zooplanktonla beslenen balıkların biomasındaki azalmaya özellikle 1980'li yılların sonlarına doğru zooplankton bloomuna bağlı olarak artan deniz anası popülasyonunun daha fazla etki ettiği iddia edilmiştir (Cady ve Griffiths, 1990). 1991-1992 yılları arasında, Türkiye'nin hamsi avındaki azalmaya paralel olarak aynı dönemde toplam Dünya balık üretiminde de bir azalma olmuştur (Şekil 2). Netice olarak; 1990-1991'de patlak veren körfez savaşı nedeniyle petrol fiyatlarının artması sonucunda balıkçının av çabasında bir azalmanın olduğu söylenebilir.

Pelajik bir tür olan hamsi, 3-4 yıllık bir hayat süresine sahiptir ve 1. yaşının sonunda, ortalama 9 cm boyda cinsi olgunluğa ulaşmaktadırlar (Majarova ve Chugunova, 1954; Slastenenko, 1956; Svetovidov, 1964; Demir, 1965; Çelikkale, 1988; Karaçam ve Düzgüneş, 1988; Düzgüneş ve Karaçam, 1989). Yine pelajik bir tür olan istavrit 2 yaşında cinsi olgunluğa erişmektedir (Bristow, 1991). Hamsiler küçük zooplankton ve fitoplankton türleri ile beslenirler ve besin tüketimleri yazın en yüksek düzeydedir (Slastenenko, 1956; Çelikkale, 1988). İstavritlerin gençleri zooplankton ile beslenir, yetişkinler ise başlıca küçük balıklar ile (hamsi, çaça, gümüş, sardalya, kefal, barbunya ve kaya balıklarının yavruları) beslenirler (Bristow, 1991).



Şekil 2. Yıllara göre Türkiye hamsi avı ile Dünya balık avının değişimi (DİE, 1996; FAO, 1995)

Bu araştırmada aynı su kolonunda yaşayan hamsi ve istavritin beslenme ekolojilerinin temel kavramları, stok yapıları ve cinsi olgunluğa erişme boyları araştırılmıştır.

1.2. Balıklarda Beslenme Ekolojisi

Balıklar, doğada eriyik haldeki besleyici maddeler, bitkisel ve hayvansal konaklar dahil olmak üzere çok çeşitli kaynaklardan besin alırlar. Suda eriyebilen besleyici maddelerin balıklarca doğrudan alınışına ilişkin pek fazla bilgi yoktur. Fakat glikozun ortam suyundan dolaysız olarak alındığına ilişkin kanıtlar vardır. Kimi bileşikler ile iyonlar da sudan doğrudan solungaçlarla alınır yada besinle yutulduktan sonra absorbe edilirler.

Kimi balıklar yalnızca hayvansal besinlerle beslenir; yani **karnivor**'dur, bazıları bitkisel besinlerle beslenir; yani **herbivor**'dur. büyük bir çoğunluğu ise; hem hayvansal

hem de bitkisel kaynaklardan besin alır, yani **omnivor**'dur. Ender olarak da parazitik yaşama uyarlanmış olup, diğer canlıların kanları yada vücut sıvılarıyla beslenenler vardır.

Balıklar, besinlerinin çeşitliliğine göre de üçe ayrılırlar. Çok çeşitli besinlerle beslenenlere Eurifag, belli tip besinlerle beslenenlere Stenofag ve tek bir çeşit besinle beslenenlere de Monofag denir. Balıkların çoğu eurifag dır. Kesin bir biçimde karnivor ya da herbivor olanların sayısı da çok azdır. Birçok balık türü, besininin çeşidini kolaylıkla değiştirebilir ve genellikle ortamlarında en bol olan besinden yararlanır.

1.2.1. Besin Zinciri

Diğer canlılar gibi balıklar da ortamlarındaki diğer yaşam biçimlerine besin zinciri ile bağlıdır. Bilindiği gibi, ortamda bulunan organik maddelerden ototrof organizmaların etkinlikleriyle organik maddelerin sentez edilmesi olayına üretim denir. Organik maddelerin çok az bir kısmının kemosentezle oluşmasına karşılık, büyük bir kısmı bitkilerce yapılan fotosentez sonucu oluşur. Buna; toplam birincil üretim denir. Bitkilerce oluşturulan maddenin bir kısmı, solunumları sırasında yeniden inorganik maddeye dönüştürülür, geri kalanıysa bitkisel dokuları yapar. Buna da; yani toplam birincil üretimden, solunumda kullanılanın çıkartılmasıyla elde edilene de ; net birincil üretim denir. Bitkilerin; molluscular, kimi böcek larvaları, crustacealar ve bir çok, balıklar gibi otçul hayvanlarca yenilmeleri, hayvansal dokuların oluşumuna neden olur. Bu da ikincil üretimdir. Otçul hayvanların, bir çok tür balık gibi etçiller tarafından yenilmeleri sonucu da üçüncül üretim olur. Bunu birbiriyle beslenen diğer etçiller izler ki; bunlar da çoğunlukla balıklardır. İşte, canlı dokuların oluşumunun birbirini izleyen her evresi, yani birincil, ikincil, üçüncül ve onu izleyen üretimler besin zincirinin birer halkasını, diğer bir deyişle trofik düzeyi oluştururlar. Her düzeydeki canlıların solunumu, boşaltımı ve öldükten sonra bakterilerce ayrıştırılmaları sonucu organik madde parçalanarak suya, bitkilerin birincil üretimlerinde kullanılabilecekleri basit maddeler halinde yeniden döner; böylece organik madde şekli kapanır.

Bir çok canlı bir çok trofik düzeyden besin aldığından, besin zincirinin halkaları birbirleriyle karmaşık bir "**besin ağı**" oluşturacak biçimde ilişkilidir. Bir hayvanın sadece erginlik evresi göz önüne alındığında bu ilişki oldukça basit görülebilir, fakat

larvadan başlayarak gençlik ve erginlik evrelerini içine alan yaşamları düşünülecek olursa o zaman çok karışık olduğu görülür. Çünkü besin, yaşam evrelerine göre değiştiğinden, bazen bir tür hayvan yaşamının bir evresinde bir başka tür tarafından tüketilen iken, diğer evresinde o türü tüketen olabilir.

1.2.2. Besin Alış Biçimleri

Balıkların besin alış biçimleri çok çeşitlilik gösterir. Bununla birlikte balıklar, besin alış biçimlerine göre; predatörler, otlayıcılar, süzücüler, emiciler, ve parazit olmak üzere sınıflandırılabilir.

Predatörler, gözle görülebilecek kadar büyük organizmalarla beslenirler. Bunların tümünde iyi gelişim, tutucu ve yakalayıcı dişler vardır, çeneler iyi gelişmiştir ve kuvvetli asit salgılayan bir mide vardır, bağırsakları da kendileriyle aynı boydaki otçullarinkine oranla daha kısadır. Predatörlerin birçoğu, örneğin *Pomatomus saltatrix* (Lüfer) ve derin deniz balıklarının büyük bir kısmı avlarını etkin bir biçimde arar ve avlarlar. *Epinephelus* gibi kimi predatörlerse, avlarının buldukları yere gelmesini bekler. *Lophiidae* ve *Antennariidae*'de illisyum üzerindeki parlama organı avı cezb etmeye yarar.

Otlayıcılar, besinlerini lokmalar halinde, organizmaları bazen tek tek, bazen de küçük gruplar halinde, tıpkı koyun ve inek vb. nin çayırdaki otlayışına benzer bir biçimde ağızlarına alırlar. Bunlara, otlayıcılar denmesinin nedeni de budur. Besinlerin bitkisel olması şart değildir. Planktonla ve dipte yaşayan organizmalarla beslenen birçok otlayıcı vardır. Mercan adalarında yaşayan *Scaridae* ve *Chaetodontidae* familyalarının üyeleri, mercan parçalarını, alg parçalarını kopararak otlarlar. Otlamanın en özel biçimi balıkların birbiri üzerinde otlamasıdır. Buna örnek olarak *Schilbeidae* gösterilebilir. Bu balıkların besininin büyük bir kısmını birbirlerinin üzerinden kopardıkları pullar oluşturur.

Süzücüler, besinlerini sudan süzerek alırlar. Bu tip besin alış biçiminde besinler, türlerine göre değil, büyüklüklerine göre seçilir. Süzücülerde görülen başlıca ortak uyarılma, çok sayıda birbirine yakın olarak dizilmiş ince ve uzun solungaç dikenlerinin bulunuşudur. *Clupeidae* familyası üyelerinin birçoğu, solungaç dikenleriyle süzdükleri ortam suyu içinde bulunan planktonik organizmalarla beslenir. Örneğin ergin bir

Brevoortia tyrannus, solungaçlarıyla dakikada yaklaşık 5-10 lt su süzebilir ve böylece bu kadar kısa süre içinde bir kaç santimetreküp planktonik organizmayı birden yutabilir. Besin süzücüler arasında *Polyodon*, *Cetorhinus*, *Rhincodon* gibi büyük olan balıklar da sayılabilir.

Besinleri yada besin içeren maddeleri emerek alma; genellikle besinlerini zeminden alan balıklarda görülür. Buna örnek olarak *Acipenseridae* ve *Catostomidae* gösterilebilir. Besinlerini bu biçimde alan balıkların bazıları besinlerini içinde buldukları çamurla birlikte yutarlar, bazıları da besinlerini yutmadan önce yabancı maddelerden ayırırlar.

Parazitizm, diğer hayvan gruplarında olduğu gibi, balıklar arasında da az rastlanan bir beslenme biçimidir. Balıklar arasında parazitik yaşama en güzel örnekler, *Cyclostomata*'da görülür. Örneğin *Petromyzon marinus*, genellikle bir balık olan konağı üzerinde bir delik açarak onun kanıyla beslenir. Kemikli balıklar arasında parazitik yaşama örnek olarak *Ceratias*'ların cüce erkekleri, yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra, ağızlarıyla dişilerinin vücuduna yapışır ve onların paraziti olarak yaşarlar.

Avlarını etkin bir biçimde avlayan predatörlerin besinlerinin arayıp bulmalarında; görme, işitme, koku alma, tat alma, dokunma, yan çizgi ve elektrik duyu organlarının önemli rolü vardır. *Scombroidei* gibi büyük gözlü pelajik predatörler besinlerini görme yoluyla arayıp bulurlar. Bir çok türde ise yan hat sisteminin önemi büyüktür. Bu sistem özellikle kör mağara balıkları ve derin deniz balıklarında dikkate değer derecede gelişmiştir. Koku alma duyusunun besinin yerini uzak mesafeden saptamada büyük önemi vardır. *Elasmobranchii*, *Aguillidae*, *Mastacembelidae* ve bir çok derin deniz balıklarının iyi gelişmiş koku alma organı vardır.

Tat alma ve dokunma duyularının, özellikle besinin son seçiminde, yakalanmasında ve yutulmasında büyük önemi vardır. Çeşitli türlerde tat alma tomurcukları, deri üzerinde genellikle en fazla ağız dolaylarında, barbellerde, dudaklar üzerinde ve burun bölgesinde yoğunlaşmış olmak üzere dağınık olarak bulunurlar. Buda balıklara besin seçiminde tat alma duyusundan geniş çapta yararlanma olanağı sağlar.

Ağıza alınan materyalin tümü yutulmaz. Besinleri görme yoluyla alan, örneğin *Salmo* gibi predatör türler bir yanılğı sonucu ağızlarına yabancı maddeleri almışlarsa, hemen geri çıkarırlar. Dipten beslenen birçok tür ise, besinleri ile birlikte aldıkları yabancı maddeleri ağız-yutak boşluğunda bir seçime tabi tutarlar. Tat alma tomurcukları

ağız içinde özellikle oral valfler, palatal organlar ve dil üzerinde çok yoğun olarak bulunur.

Süzücü ve emici balıklar, besinlerini istenmeyen detritustan yutak bölgesinde ayırırlar. Ağıza alınan materyal; solungaç yayları, solungaç dikenleri, epidrankiyal organlar ve yutak dişleri dolaylarındaki dokuda bol miktarda bulunan tat alma reseptörlerince teste tabi tutulur ve bu organların mekanik işlevleri ile ya yutulur yada geri çıkarılır.

1.2.3. Besin İle İlgili Uyarlanmalar

Balıkların besinlerinde ve besin alış biçimlerinde görülen çeşitlilik, evrim sırasında sindirim sistemiyle ilgili çeşitli biçimlerde uyarlanmalara neden olmuştur.

1.2.3.1. Dudaklar ve Ağız

Omurgalıların evriminde ağız açıklığını destekleyen çenelerin oluşumu önemli bir aşamadır. Genellikle çenelerle desteklenmiş olan ağzın ısırıcı bir işlevi vardır. Büyük besin parçaları yutan balıklarda biçim değiştirmemiş ince dudaklar bulunur. Emicilerde ağız ventraldedir ve dudaklar etlidir. Örneğin *Acipenser*'de olduğu gibi, ağzın çevresinde barbeller de bulunur.

Hızlı akan dağ sularında yaşayan balıklarda emici dudaklar, tutunucu organ olarak ta iş görür. Buna örnek olarak Güney Doğu Asya'da yaşayan *Glyptosternum* gösterilebilir. *Petromyzon*'ların parazit olanlarında da çenesiz ağız hem konağa tutunmaya hem de konağın kanını emmeye yarar.

Otlayıcılar ve emiciler arasında yalnız dudaklarda değil, diğer ağız kısımlarında da uyarlanmalar görülür. Örneğin *Aulostomidae*, *Fistulariidae*, *Syngnathidae* ve *Chaetodontidae*'de, ağız uzamış bir borunun ucundadır, yani burun bölgesi tüp biçimini almıştır. Bu uyarlanma, çene kemiklerinin değil, hiyamandibülarelerin uzamasıyla olmuştur ve emici olan ilk üç familyada şırınga gibi iş görür; otlayıcı olan *Chaetodontidae*'de ise, mercanların arasındaki yarıkların ve oyukların içindeki besine erişebilmeyi sağlar.

Belonidae, *Scomberesocidae* gibi bazı predatörlerde, her iki çene gaga gibi ileriye doğru uzamıştır ve sivri dişlidir. *Zeidae*, *Abramis brama* (Çiçek balığı) gibi predatörlerde ise, premaksillarler baş iskeletine özel bir biçimde eklenmiş olduklarından çeneler, ileriye doğru fırlatılıp geriye çekilebilir, yani çok protraktildir. Her iki tip biçim değişikliği bu balıklara avlarını uzak mesafeden yakalayabilme olanağı sağlar. *Chauliodus* gibi derin deniz formu olan kimi predatörlerde ise ağız, çene kemiklerinin baş iskeletine özel bir biçimde eklenmiş olması nedeniyle çok fazla açılabilir.

Hemiramphidae'de altçene, gaga gibi uzamış olup, balığın boyunun yaklaşık 1/3'ünü oluşturur. Bunlar yüzeyden ve planktonik organizmalarla beslenen balıklar olduklarından altçenenin uzamış olması besin yakalamayı kolaylaştırır. Uzamış olan altçenenin geriye doğru uzamış olan dorsal yüzgece karşı denge sağlamada da rolü olduğu sanılır.

Trachinus, *Uranoscopus* gibi dipte kuma gömülerek yaşayan balıklarda, ağız dorsale dönüktür ve başın yalnızca üst kısmı kumun dışında kalır. Böylece bu balıklar besinlerini oluşturan küçük balıkları üzerlerinden geçerken yakalayabilirler.

1.2.3.2. Dişler

Balıklarda besin veya besin alışı biçimiyle ilgili uyarlanmaların en göze çarpanı dişlerde görülür. Kemikli balıklarda dişler, buldukları yere göre çene, ağız ve yutak dişleri olmak üzere üçe ayrılır. Çene dişleri, üstçenede premaksillare ve maksillareler, altçenede dentaleler üzerinde bulunabilirler. Çene dişleri, iki tabakadan yapılmıştır ve tıpkı kaide kısmı olmayan plakoit bir pula benzerler. Merkezinde öz boşluğu bulunan ve ışınsal kanalcıkları kapsayan mezodermal kökenli, dentine benzeyen iç tabakanın üzerine, gerçek diş minesini olmayan, elmas gibi sert bir tabaka örter. Bu tabakanın kökeninin, ektoderm olup olmadığı henüz kesinlikle bilinmemektedir.

Çene dişleri, biçimlerine göre kardiform, villiform, insisiform, kaniniform ve molariform olmak üzere başlıca beş tiptir. Kardiform dişler; ince, sivri ve kısa olup çoğunlukla bir kaç sıra üzerine dizilmiş olarak bulunurlar. Villiform dişler, kardiform dişlerden daha ince ve uzundur ve barsak villuslarını andırırlar. İnsisiform dişler; insanların kesici dişlerine benzerler. *Scaridae*'de bu tip dişler birleşerek kesici gagayı

oluşturmuşlardır. Kaniniform dişler, köpek dişlerine benzerler; uçları sivri ve içe doğru hafifçe kıvrık olup, canlı hareketli avlarını tutmaya uyarlanmışlardır. Ağız dişlerine benzeyen molariform dişler, ezmek ve öğütmek içindir. Bu dişler demersal balıklar için karakteristiktir. Balıkların çoğunda yalnızca bu tip diş bulunursa da kimi türlerde örneğin *Spairidae*'nin kimi türlerinde olduğu gibi birkaç tip diş bir arada bulunabilir.

Ağız dişleri, ağzın tavanında vomer, parasfenoit, palatinumlar, ektopterigoitler ve endopterigoitler üzerinde; tabanda dil üzerinde bulunabilir. Bu dişler; *Teleostei*'de genellikle ince testere dişi gibi yada küçük ve sivri uçludur. *Chondrichthyes*'te kimi türlerde örneğin *Myliobatis*'te olduğu gibi ağzın taban ve tavanında paket taşı biçiminde molariform dişler bulunur.

Yutak dişleri, solungaç yaylarının üstteki ve alttaki parçaları üzerinde bulunabilirler ve buna göre üstteki ve alttaki yutak dişleri adını alırlar. Üstteki yutak dişleri genellikle II. ve IV. solungaç yaylarının faringobrankiyalelerini, kimi kez de III. ve IV. yayların epibrankiyalelerini örten dermal kemikçikler üzerinde yer alırlar. Altteki yutak dişleri, I.-III. solungaç yaylarının bazibrankiyaleleri ve hipobrankiyalelerini örten dermal kemikçikler üzerinde bulunabilirlerse de en iyi gelişmiş olanları, V. solungaç yayının seratrobrankiyalelere karşılık olan artıkları üzerinde bulunurlar. Bu yutak dişleri, özellikle *Cypriniformes*'te çok iyi gelişmiş olup, türlerin beslenme biçimine göre bir yada bir kaç sıra üzerine dizilmiş ve yakalayıcı, koparıcı, parçalayıcı, öğütücü biçimlerde olabilirler.

Dişlerin biçimiyle besin alış biçimi ve besinin cinsi arasında da yakın bir ilişki vardır. Kaniniform dişler avı yakalamaya, delmeye ve yutmaya yararlar; bu nedenle de predatörlerde iyi gelişmiş olarak görülürler. *Myniobatis* gibi demersal olan kimi balıklarda görülen molariform dişler, bu balıkların besinlerini oluşturan sert kabuklu gastropodlar, bivalvler ve krustaseleri çiğnemeye yarar. Buna karşılık planktonik organizmalarla beslenen balıklarda genel olarak çenelerde dişler bulunmaz.

Dişlerin biçim ve sayıları, balıkların sınıflandırılmasında da önemli rol oynarlar. Örneğin, *Cyprinidae*'de yutak dişlerinin biçim ve sayıları türlere özgü olduğu gibi, birçok fosil köpek balıkları da yalnızca çene dişlerine dayanılarak tanımlanmıştır.

1.2.3.3. Solungaç Dikenleri

Solungaç yaylarının yutak boşluğuna bakan konkav yüzlerinde, solungaç dikenini denilen birtakım oluşumlar bulunabilir. Bu oluşumlar, diş değil üzerleri yutak epiteliyle örtülü kemik çıkıntıları olup, besin alış biçimine ve besinin cinsine uygun olarak, her tür için belli biçim ve sayıda olurlar. Genellikle besinlerini süzerek alan türlerde çok sayıda ince, uzun ve birbirine yakın olarak dizilmiş solungaç dikenleri, az sayıda ve küçüktür, fakat besini tutmaya yarayan birtakım çıkıntıları yada dişçikleri olabilir.

Solungaç dikenleri, bir çok tür balıkta su içinde bulunan kum taneciklerinin ve ağza alınan besin parçalarının, kolayca zedelenebilecek yapıda olan solungaç filamentlerini aşındırmalarını da önlerler.

1.2.3.4. Ön ve Orta Bağırsak

Midenin, alınan besinle ilgili özel bir uyarlanması bulunmadığı durumlara, herbivor ve limnivor (besinlerini çamurla birlikte alan) balıklarda görülür. Örneğin *Osteoglossidae*, *Mugilidae*, *Characidae*'de mide çeperinin kimi bölgeleri, çok kalınlaşmış ve kuvvetle kaslaşmış olup, kuşların katısı gibi öğütücü bir organa dönüşmüştür. Bunların çoğunda midenin kardiyum kısmı yoktur ve salgılama işlevi de azdır. Midenin diğer bir uyarlanması, *Saccopharyngidae*, *Eupharyngidae* gibi predatör olan derin deniz balıklarında olduğu biçimde çok genişleyebilmesidir. Bu, karanlık bir ortamda ve ender olarak bulunan besinin, bulunduğu çok miktarda alınabilmesine uygun bir uyarlanmadır. Midenin biçimi de alınan besine uygun olarak çeşitli uyarlanmalar gösterir. Örneğin *Amia*, *Lepisosteus*, *Esox* gibi başlıca besinleri balık olan türlerde mide, tipik olarak oldukça uzamış ve sifon biçimindedir. Omnivor türlerde ise örneğin *Cotus*'ta olduğu gibi, mide çoğunlukla insan midesine benzer biçimde yani torba biçimindedir.

Midenin besin ve besin alış biçimiyle ilgisi olmayan dikkate değer bir biçimde değişikliğine *Tetradontidae* ve *Diodontidae*'de rastlanır. Bu balıklar ya midenin tümünün yada ön tarafındaki bir çıkıntısının, kardiyumda, pilorda yada adı geçen çıkıntının başlangıcındaki büzücü kasların çalışmasıyla hava yada suyla doldurulması sonucu bir balon gibi şişerler. Bu sırada vücutlarının üzerini örten dikenler

dikleştiğinden düşmanlarından daha iyi bir biçimde korunurlar, bu nedenle midenin bu biçim değişikliğinin savunmayla ilgili olduğu söylenebilir. Bu tür midenin gaz kesesiyle bağlantısı olmadığını ve ondan türevlenmiş olmadığını da belirtmek gerekir.

Midesi bulunmayan predatör balıklarda, bağırsağın büyük besin parçalarının depo edilebileceği genişlemiş bir kısmı vardır. Bu genişleme çoğu kez yanlış bir biçimde mide olarak kabul edilir. *Teleostei*'de barsağın uzunluğu, bir dereceye kadar besinin cinsine göre değişir. Karnivorlarda barsak, genellikle düz ve vücut boyundan daha kısadır. Fakat bunlarında kendi büyüklüklerine göre küçük olan organizmalarla beslenenlerinde, büyük organizmalarla beslenenlerinkine oranla daha uzundur. Omnivorlarda bağırsağın uzunluğu vücut boyuna eşit yada biraz fazladır. Oysa besinleriyle birlikte çok miktarda kum, çamur, selüloz gibi sindirilemeyen maddeler alan balıklarda bağırsağın görelî uzunluğu en fazladır ve barsak kıvrılıp bükülmüştür. Bu balıklarda bağırsağın böyle uzun oluşu besinin bağırsakta kalma süresini uzatır ve sindirilmesi zor olan materyalin daha etkili biçimde sindirilmesine olanak verir.

1.2.4. Tüketilen Besin Miktarı

Balıkların çoğu besinlerini günlük olarak ve çoğunlukla istemli olarak alır. Tüketilen besinin günlük miktarı ve besinin günde kaç kez alınacağı bir çok etkene bağlıdır. Etkin predatörler metabolizmalarının hızının yüksek olması nedeniyle yavaş hareket edenlerden daha fazla besine ihtiyaç duyarlar. Küçük organizmalarla beslenen predatörler gerekli enerjiyi sağlamak için, büyük organizmalarla beslenen predatörlere oranla daha uzun zaman av yakalamaya çalışmak zorundadır. Metabolizmanın hızı sıcaklıkla değiştiğinden *Salmo* gibi soğuk su predatörleri, *Thunnus* gibi sıcak su predatörlerinden daha az besine gereksinim duyarlar. Günlük yada mevsimlik sıcaklık değişiklikleri bir çok türün aldığı besin miktarını etkiler. Böcekler, crustacealar, balıklar vb. gibi bol proteinli ve yüksek kalorili besinlerin fazla artığı kalmaz. Buna karşılık fazla artığı kalan düşük kalorili besinlerle beslenen herbivor ve detritivorların, çok miktarda besin almaları gerekir. Sonuç olarak bu balıkların besin alma etkinliği günlük daha fazla bir zaman gerektirir.

Bazı türler, başlıca görme yoluyla besin alırlar ve gündüz etkindirler, fakat en fazla sabahleyin ve akşam üstü besin alırlar. Buna karşılık daha çok kimyasal

uyarılarından etkilenen balıklar alacakaranlıkta yada gece besin alırlar yani sabahleyin gün doğmadan önce ve akşam gün batışından sonra daha etkindirler.

Çeşitli balıklar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu küçük bireylerin aldıkları günlük besin miktarının vücut ağırlığına oranla büyük bireylerinkinden daha fazla olduğu saptanmıştır. 2-5 g ağırlıktaki küçük bireylerin aldıkları günlük besin miktarının vücut ağırlıklarının %6-10'u arasında olmasına karşılık, 30 g yada daha ağır balıklar için bu miktar, vücut ağırlıklarının %2-3'ü arasındadır. Balıkların bir çoğunun ortalama olarak günlük belli miktarda besin aldığı fakat uzun bir periyot boyunca ölçüldüğünde bu miktarın; mevsimlere, göç yada üreme şekline bağlı olarak bir takım değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Genellikle alınan besin miktarının, besinlerin besleyici değerlerine göre değiştiği, yani besi değeri az olan besinlerin besi değeri çok olana oranla daha fazla miktarda tüketildiği de gözlemlenmiştir.

1.3. Mide İçeriği Analizleri

Mide içeriğine bağlı diet çalışması balık ekolojisinde şimdilerde standart bir çalışmadır. Fakat hayret verecek bir durumdur ki, kullanılabilir metotlar üzerindeki literatür azdır. Hynes (1950), Pillay (1952) ve Lagler (1956)'in yazdıkları hep o tarihlerdeki metotlarla ilgilidir. Ancak o tarihten bu yana çok daha iyi diet analiz teknikleri uygulamaya girmiştir. Windell (1968) ve Windell & Bowen (1978) konuyu gözden geçirmişlerdir. 2. çalışmanın zamana daha uygun olmasına karşın her iki yayında ortaya koyulan tekniklerin eleştirisel tartışmaları yapılmamıştır.

1.3.1. Mide İçeriği Analiz Yöntemleri

İki ana kategori vardır. Bunların ilki balık popülasyonunun beslenme içeriğinin türünü tayin eden bir yöntemle balık popülasyonunun dietini inceler. Böyle bir çalışma dietteki mevsimsel değişimleri ve türün alt grupları arasındaki beslenme farkını göz önünde bulundurabilir. Örnek olarak; yaş sınıfları veya aynı ya da karşılaştırılabilir bir çevrede yaşayan değişik türler gösterilebilir. Tüm örneklerde amaç besin için bir yarış olup olmadığını anlamaktır. Bu kategori balık popülasyonunun gün boyunca ki diet

ritmi veya beslenme aralıklarını anlamak için beslenme yoğunluğunu izleyen çalışmaları da içerir (Staples, 1975).

İkinci kategori balık popülasyonunca tüketilen besinin toplam miktarını tahmin etmeye yönelik çalışmalarla ilgilidir (Allen, 1951). Bu saha (Staples, 1975) veya laboratuvar (Gerking, 1972; Morgan, 1974; Elliott, 1976) tespitlerine ya da her ikisine (Cameron ve ark., 1973; Swenson ve Smith, 1973) bağlı olarak günlük oran veya enerji bütçesinin toplamını içerebilir.

1.3.1.1. Oluş Metotları

Mide içeriğinden toplanan bilgiyi kaydetmenin en kolay yolu her besin kategorisinden bir veya daha fazla bireyi içeren midelerin sayısını kaydetmektir. Bu sayı daha sonra yüzde olarak tüm mideleri (Frost, 1946, 1954; Hunt & Carbine, 1951) veya besinleri içerecek şekilde gösterilir (Dinenn, 1951; Dunn, 1954; Kennedy & Fitzmaurice, 1972).

Bu metodun frekansının avantajları; önceden hazırlanmış besin maddelerinin tanımlanabilmesini sağlaması, hızlı olması ve çok az araç gerektirmesidir. Ancak, midede bulunan her besin kategorisinin miktar veya hacminin nispi miktarını çok az gösterir. Buna karşın metot bir dereceye kadar besin spectrumunun niteliğine ait kabaca bir bilgi verir (Crips, 1963; Fagade ve Olaniyan, 1972).

Johnson 1977'de bu metodu, besin maddesi oluşumunun %25'i geçtiği yerde iki veya daha fazla predatör arasında rekabetin uygun olduğunu kabul ederek interspesifik rekabetin bir işareti olarak kullanmıştır. Metot ayrıca diet kompozisyonundaki mevsimsel değişikliklerin tanımlanmasında da yararlı olmuştur (Frost, 1977).

Frost ve Went (1940) 'e göre; tasarlanan bir modifikasyon esas metottur. Burada hacme dominant olan belli bir besin kategorisi içeren midelerin özellikleri belirlenir ve incelenen toplam mideler doluluk yüzdesi olarak ifade edilir. Bu metot her besin kategorisinin hacim ve gerçek miktarını tanımlamada başarısızdır. Bunlara ek olarak dominantı tayin etmede hangi kriterin kullanılacağı konusunda da bir problem vardır.

Metotta; hacim (Etnier, 1971; McCaskill ve ark., 1972), sayı (Blake, 1977) ve ağırlık (Newsome ve Gee, 1978) kullanılmıştır. Farklı araştırmacılar değişik dominantlık kriterleri kullandığından beri çalışmalar arası karşılaştırma olanağı

sınırlanmıştır. Ek olarak, eğer hacim direkt olarak ölçülürse, dominant metodu uygulamadan hiç bir yarar elde edilemez ve gerçek hacim ölçümlerinden elde edilen sonuçlardan daha fazla bilgi çıkar ve dominantlık kriterlerinin sayısı hakkındaki tartışma sürer (Hyslop, 1980).

1.3.1.2. Sayısal Metotlar

Her besin kategorisindeki bireylerin sayısı tüm mideler için kaydedilir ve bütün besin kategorilerindeki tüm bireylerin toplamı genelde bir yüzde oran olarak ifade edilir (Ikusemiju ve Olaniyan, 1977; Crips ve ark., 1978). Her besin kategorisindeki bireylerin mide başına ortalama sayısı bulunabilir (Neill, 1938; Smyly, 1952; Straskraba ve ark., 1966; Bulkley ve ark., 1976).

Sayısal metot nispeten hızlıdır ve besin maddelerinin tanımlanmasını mümkün kılmayı sağlamada kolaylık sağlar. Bazı durumlarda en uygun metot olabilir. Örneğin; planktonla beslenen balıklar (Guma'a, 1978) ve balıkla beslenen balıklar (Beyerle ve Williams, 1968) gibi farklı türlerin, besin maddelerinin aynı büyüklükte olması durumunda. Bu metodun dezavantajı alt örnekleme ile aşılabilir (Starostka ve Applegate, 1970; Engel, 1976). Alt örnekleme yapılarak alınan, bilinen bir hacimdeki mikroorganizmaların sayısı Sedwick-Rofter hücre sayıcısı kullanılarak belirlenebilir (McComish, 1966; Levesque & Reed, 1972; Brazo ve ark., 1978). Priegel (1970) bu amaç için kendi hücre sayıcısını tasarlamıştır. Ball (1961) sayısal metodun, farklı organizmaları ayırt etmede iyi bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

Diet öneminin bir indeksi şeklindeki ayırımında bu metodun kullanılmasını önleyen faktörler şunlardır: İlk olarak, literatürde de genellikle tanımlandığı gibi sayısal hesaplamalar, büyük miktarda alınan küçük prey maddelerinin öneminin üzerinde durur (Hynes, 1950; Mann ve Orr, 1969; Mann, 1973; Crips ve ark., 1978). Bu sebepten dolayı Crips ve arkadaşları (1978) mikro-krustaseaların sayısal analizinden vazgeçmişlerdir, fakat küçük organizmalar büyüklerden daha çabuk sindirildiğinden çok önemli olabilir (Sikora ve ark., 1972).

İkinci olarak; pek çok mide için, sindirimin etkisi ve besinlerin çiğnenmesinden (Özellikle Cyprinidlerde) dolayı her besin kategorisindeki prey sayılarını tahmin etmek çok zordur. Bu durumda yüzde oluş, dietin güvenilir bir kanıtını sağlayabilir (Stickney,

1976; Crips ve ark., 1978), alternatif olarak yüzde hacim kompozisyonu kullanılabilir (Bonneau ve ark., 1972).

Üçüncü olarak; balık büyüklüğü hesaba katılmaz. Son olarak bu metot, farklı ünitelerde meydana gelmeyen makroalg ve detritus gibi besin maddelerinin incelenmesinde uygun değildir (Arawomo, 1976).

1.3.1.3. Hacimsel Metotlar

Hacimsel analiz iki gruba ayrılır: Bunlar direkt ve indirekt hesaplamadır. İlkinde, her besin maddesinin veya sınıflandırılmış besin maddesi grupları mide içeriğinden çıkarılır ve bir çeşit derecelendirilmiş ölçüm aygıtı ile ölçülür (Wolfert ve Miller, 1978). Alternatif olarak mide içeriğinin dibe çökmüş hacmi, dereceli bir ölçüm aletinde çökmelerine izin verilerek ölçülebilir (Jude, 1971).

Direkt hesaplamanın pratik olmadığı durumlarda, örneğin küçük maddelerin mide içinde yaygın olduğu durumlarda, indirekt hacimsel analiz kullanılabilir. Bu hacmi bilinen bloklar ile besin maddelerinin karşılaştırılmasıyla yapılabilir (Larimore, 1957). Prey türlerinin ortalama boyutlarının hesaplanması, birkaç bireyin ölçülmesine dayanır ve ortalama hacmin tanımlanmasına müsaade eder. Kullanılan formül, organizmanın üç boyutlu yapısının çok benzediği şekle uyar (McComish, 1966; Starostka ve Applegate, 1970).

Balık popülasyonunca alınan besin kategorisinin toplam hacmi genellikle tüm mide içeriğinin toplam hacminin %'si olarak verilir (Hunt ve Jones, 1972; Ikusemuje ve Olaniyan, 1977; Pedley ve Jones, 1978). Bazı yazarlar hacimsel tanımlamalarda sadece midelerin kısmi doluluğunu kullanmaya karar vermiştir (Sauvonsaari, 1971; Le Drew ve Green, 1975). Ortalama mide hacimleri beslenme aktivitelerinde ki mevsimsel değişiklikleri göstermek için kullanılmıştır (Voigtlander ve Wissing, 1974).

Hacmin direkt hesaplanmasındaki başlıca sorun; hesaplamalarda büyük hatalara sebep olan maddenin içindeki suyla birlikte yerinden çıkarılması işlemidir. Hacim saptaması yapılmadan önce fazlalık su filtre kağıdı ile alınarak uzaklaştırılabilir, ancak özellikle küçük maddelerde bu durum zordur (Hyslop, 1980).

Küçük mide hacimlerini ölçmenin metotları Chubb (1961), Graham ve Jones (1962) ve Hellawell ve Abel (1971) tarafından tanımlanmıştır. Her durumda mide

içerikleri bir tabak üzerine aynı derinlikte yayılır ve bu dağılım alanı ölçülür. Bu alan bir mikro-projektör ile daha da genişletilebilir. Bu metottaki hata kaynakları Hellowell ve Abel (1971) tarafından tartışılmıştır, hata oranı yaklaşık %3-5'tir. Mide içerikleri kolayca ayrılabilir durumda ise besin kategorisi hacimleri aynı tekniklerle hesaplanabilir. Ancak bu, besin kategorilerinin büyük ölçüde ayırlamaz olduğu ve katı besini sıvı içinde yumuşatan *Cyprinid* balıklarında zor olur. Hellowell ve Abel (1971) bu örnekte modifiye edilmiş bir işaret tekniği kullanmıştır. Santrifüj; mide içeriklerini ayırt edilebilir tabakalar halinde ayırmak için kullanılır, bu da % hacim kompozisyonunun hesaplanmasına imkan tanır (Bonneau ve ark., 1972).

Mide içeriği, hacimsel hesaplama yapılmasını önleyen bir yapıda olduğu zaman, Örneğin, iyi sindirilmiş madde veya özellikli maddelerde (detritus veya atık gibi maddeler) McComish (1966) ve Klarberg & Benson (1975)'in metodu kullanılabilir. Burada mide içeriğinin toplam hacmi ve her ayrılabilir parçanın hacmi hesaplanır. Her ayrılabilir parça hacimlerinin toplamı ile mide içeriğinin toplam hacmi arasındaki fark midede kalan içeriğin hacmi hakkında bir tahmin imkanı verir (Hyslop, 1980).

Mide içeriğinin toplam hacminin direkt saptamasının bileşimi ve besin kategorilerinin katkı kombinasyonu büyük ölçüde kullanılır (Desselle ve ark, 1978). Hacimsel teknikler yığın hacminin ölçümünü en iyi şekilde temsil eder ve besin maddelerine uygulanabilir.

1.3.1.4. Gravimetrik Metotlar

Mide içeriğinin gravimetrik analizinde, besin ağırlığı ıslak ve kuru olarak saptanabilir. Glenn ve Ward (1968) ıslak ağırlığın beş değişik prey türü için kuru ağırlıkla orantılı olduğunu bulmuşlardır.

Günlük besin çalışmalarında çok büyük miktarlarda materyal toplandığı zaman ıslak ağırlık daha uygun bir ölçümdür. Kuru ağırlık daha çok zaman alır ve genellikle kalori alımının doğru saptanması gerektiğinde kullanılır (Li ve Brocksen, 1977). Kuru ağırlığın planktonla beslenen balıkların besinlerinin hacim saptamasında daha düşük bir hata payı verdiği belirtilmiştir.

Kuru ağırlık, sabit ağırlık elde edilene kadar suyun buharlaştırılmasıyla elde edilir. Bunun elde edildiği sıcaklık dereceleri; 60 °C (Efford ve Tsumura, 1973; Jones,

1973; Man ve Hodgkiss, 1977), 65 °C (Allen, 1951; Elliott, 1967; Cameron ve ark., 1973), 80 °C (Pemberton, 1976), 85 °C (Craig, 1978), 100 °C (Sikora ve ark., 1972), 105 °C (Moore ve Moore, 1975a, b) ve 150 °C (Glenn ve Ward, 1968)'dir. Yüksek dereceler (>80 °C) buharlaşabilen lipitlerin kaybına neden olabilir (Windell ve Bowen, 1978), ve daha çok zaman alır. Besin maddelerinin lyophilizer'de dondurularak kurutulması da kuru ağırlığın ölçümünü sağlar (Elliott, 1967; Adams, 1976)

Yaş ağırlık ölçümleri yapılırken yüzey suyu besin maddelerinden emici kağıt kullanılarak uzaklaştırılır (Parker, 1963); Ancak ağırlık ölçümlerinde uzaklaştırılan nemin değişiklik göstermesi büyük bir hata kaynağı olarak nitelendirilir. Suyu uzaklaştırmada kullanılan diğer metotlar; asarak kurutma (Sugden, 1967), ısıtıcı bir tabakta ön kurutma (Bellinger ve Avault, 1971) ve santrifüjdür (Howmiller, 1972; Peck, 1974). Bu metotlar, özellikle ilk ikisi, çok fazla örnekle çalışıldığında çok zaman alır. Herke (1973) kurutma için evdeki yıkama makinesinin kullanıldığı daha gelişmiş bir santrifüj yöntemini önermiştir.

Ağırlık, kuru da olsa (Jones, 1973; Pemberton, 1976) yaş da olsa (Gibbons ve Gee, 1972), bir besin kategorisinin toplam ağırlığı mide içeriğinin tüm ağırlığının bir yüzdesi olarak gösterilebilir. Alternatif olarak besin kategorisi ağırlığı, vücudun yaş ağırlığının (Fagade ve Olaniyan, 1972; Thorpe, 1977) veya vücudun kuru ağırlığının (Adams, 1976) bir oranı olarak ıslak şeklinde ifade edilebilir. Foltz & Norden (1977) ve Gibson & Ezzi (1978) besin kategorisinin kuru ağırlığını vücudun kuru ağırlığının oranı olarak açıklamışlardır. Vücut ağırlığını kapsayan değerler, balık büyüklüğü ile bağıntılı besin alımının bir ölçüsü olduğu için belki de daha yararlıdır. Mide içeriklerinin miktarı çok az olduğu zaman her besin kategorisinin toplam ağırlığından günlük besin kompozisyonu elde edilebilir (Hyslop, 1980).

Mide içeriğinin ortalama ağırlığı, Straskraba ve arkadaşları tarafından 1966'da kullanılmıştır. Smyly (1952) levrek yavruları ile çalışarak, çok az bir mide içeriği ile içeriğin ortalama ağırlığını şöyle hesapladı:

$$\frac{\text{Toplam mide içeriği ağırlığı}}{\text{Toplam balık ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

Sikora ve ark., (1972) prey türleri için kuru ağırlığı saptadı ve bunu "biomass üniteleri" şeklinde ifade etti. Balık büyüklüğüne bağlı, mide içeriğinin ortalama toplam ağırlığındaki değişiklikler beslenme davranışının ritminin tanımlanmasında sık olarak kullanılır (Keast, 1970; de Silva, 1973; Staples, 1975; Gordon, 1977a, b). Yıl içinde mide içeriğinin ortalama ağırlığında oluşan değişiklikler beslenme yoğunluğundaki farklılıkları işaret eder (Mann ve Hodgkiss, 1977).

Mide içeriğinin gravimetrik ölçümünün, günlük besine sadece, ağır maddelerin katkısının önemini vurgulamak için yardımcı olduğu düşünülür (Hellawell ve Abel, 1971; George ve Hadley, 1979). Bu "besin önemi" çalışmalarında doğru olabilir ancak enerjik çalışmalarda günlük besin maddelerinin katkısı kalorifik değer gibi ölçülebilir. Gravimetrik metotlar büyük prey maddelerinin hacmini hesaplamada akla uygun tahminler verir ve uygulamada kolaylık sağlar. Hacimse tekniklerden daha az olmalarına rağmen tüm prey maddelerine uygulanabilme avantajları vardır (Hyslop, 1980).

Formalin içinde korunan materyalde ağırlıkta bir artış olur (Parker, 1963). Bu yüzden formalde korunan mide içeriği taze olanlarla karşılaştırıldığında hatalı sonuçlar alınabilir.

1.3.1.5. Sübjektif Metotlar

Sayısal, hacimsel veya gravimetrik metotların çok fazla sayıda materyallerdeki kullanımının yarattığı bıkkınlık, günlük besine yeni bir besin kategorisi eklenmesinin sübjektif hesaplanmasının gelişimine neden olmuştur. Her çeşit besinin toplam içeriğe, hacim cinsinden eklenme yüzdesi gözle tahmin edilebilir (Pillay, 1952). Puan sistemi ilk olarak Swynnerton ve Worthington (1940) tarafından kullanılmış ve benzer bir yaklaşımla bütünüyle Hynes (1950) tarafından tartışılmıştır. Burada her besin kategorisine mide hacmindeki tahmin edilen duruma oranla puan verilmiştir.

Frost (1943), tekniği mide doluluğundaki değişikliklere göre modifiye etmiştir. Mide doluluğunun bir tahmini (boştan doluya) yapılmış ve mide için olan toplam puanlar orantılı olarak değiştirilmiştir. Ball (1961), daha sonra Haram ve Jones (1971)

tarafından modifiye edilmiş olan, mide doluluğunun görsel tayini ile ilgili bir takım kriterler önermiştir.

Eğer balık iyi tanımlanamayan bir mideye sahipse tüm sindirim sisteminin doluluğu tayin edilebilir. Robotham (1977) sindirim sistemini 10 eşit bölgeye bölmüş ve hepsine 1'den 10'a kadar numaralar vermiştir. Mide doluluğu tayin edilse de edilmese de bir besin kategorisine karşılık gelen puanlar toplanır ve toplam puanların bir %'si olarak ifade edilir. Rice (1962), farklı mevsimlerde farklı bölgelerdeki populasyonların beslenme yoğunluğunu karşılaştırmak için ortalama toplam puanı kullanmıştır. Hacme orantılı olarak puanların tahsisi özneliği yüzünden eleştirilmiştir (Hynes, 1950; Windell ve Bowen, 1978) fakat direkt hacimsel bilgiler daha az sübjektif olmasına ve daha kesin tahminler vermesine rağmen puan sistemi hızlı bir şekilde uygulanabilme ve kolay olma avantajlarına sahiptir.

Özneliği azaltmak ve puan tahsisini standardize etmek için bir çok prosedürler benimsenmiştir. Doluluk tahminlerinin doğruluğu, her doluluk durumundaki mide içeriğinin yaş ağırlığının karşılaştırılması ile araştırılabilir. Kışlalioğlu ve Gibson (1977) böyle bir metotla, puan sisteminin genellikle hacmi fazla hesapladığını bulmuştur fakat Schmidt-Nielsen (1939) balık ağırlığına orantılı olarak içeriklerin ağırlığını ifade etmiştir. Bunu yaparken farklı doluluk durumlarındaki şekiller arasında hiç üst üste gelme durumu olmadığını buldu. Buna benzer olarak, Craig (1978) her doluluk kategorisi için balık yaş ağırlığına karşı mide içeriklerinin kuru ağırlığının planını çıkardı.

Puanların tahsisini standardize etmek için, Broadway ve Moyle (1978) bir genel prey türünden her boyutta sindirilmemiş örnekler aldı ve onları referans olarak kullanabilmek için plastik içine yerleştirdi. En küçük ölçüde olana 1 puan verilmiş ve hacme göre puanlar artacak şekilde ayarlanmıştır. Elston ve Bachen (1976) en küçük preyi 1 puan olarak tespit etmişlerdir. Ağırlıkta bu yolla kullanılmıştır. Smyly (1952) en hafif besin kategorisinin ortalama kuru ağırlığını 1 puan olarak belirlemiş ve puanları bununla orantılı olarak arttırmıştır. Öznellik, besin maddelerini ayarlanmış bir tabağa veya derecelendirilmiş bir cama yerleştirilerek de azaltılabilir ve kaplanan alan hacmin saptanmasında yardımcı olur.

1.4. Ekolojik Çeşitlilik

Karasal ekolojilerde, tropikal bölgelerin tür bakımından diversitesi soğuk bölgelerdeki diversitelere göre daha bol olduğu bilinmektedir. Buna karşın tropikal bölgelerde ise herhangi bir taksonomik gruba bağlı türlerin diversitesi sıcak bölgelere göre daha fazladır.

Türlerin çeşitlilik ölçümleri iki ana kategoride sınıflandırılabilir. Birincisi, türlerin zenginlik indisleridir. Bu indisler, seçilmiş fert tayininde tür sayımının esas bir ölçüsüdür. İkinci olarak, türlerin bolluk modelleri gelir ki bu da türlerin bolluğunun dağılımını tanımlar. Bir topluluğun çeşitliliği, tür bolluklarının uygun kalıplaşmış modellerini ortaya çıkarmak için birbirine yakın elverişli modeli sağlamayla tanımlanabilir. Bir parametrenin tespit edilen kullanılabilir dağılımında tek bir çeşitlilik indeksine ihtiyaç vardır. İndisler, sonuçta türleri orantılı bolluk üzerine dayandırmıştır. Shannon ve Simpson indisleri bu kategoriye giren indislerdir ve tek bir değer içindeki eşitlik ve zenginliğe, sabit bir değer vermeye çabalar.

1.4.1. Çeşitliliğin Ölçülmesi

Herhangi bir habitattaki türlerin sayısal analizi kolay bir iş değildir. Bunun sebebi ise örnekleme esnasında elde edilen türlerin sayısı, örnekleme yapan kişi tarafından yeterli bulunamaması ve belki de başka bir örnekleme ile yeni bir türün elde edilebileceği kuşkusundan kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle örnekleme sayısı arttıkça o çevredeki tür sayısında artma eğilimi daima vardır ve bu araştırmacı tarafından görüldüğü edilemez. Ayrıca seyrek bulunan türler eğer büyük oranda bulunan türler kapsamına alınmazsa gözden kaçabilir. Bunun için aşağıda verilen logaritmik bir ilişki geliştirilmiştir.

$$S = CA^z \quad (2)$$

Burada; C ve z; sabit sayı, S; tür sayısı ve A; çevrenin alanıdır. Eğer bu üssel ifadeyi logaritmik şekle dönüştürürsek;

$\text{Log } S = \text{Log } C + z \text{ Log } A$ şeklini alır ki buda bir doğruyu vermektedir. Üssel ifadedeki eğrinin ulaştığı maksimum nokta tür zenginliğini o habitat yada ekosistem için vermektedir. Ancak bireylerin dağılımı göz önüne alınmadığı için bu hesaplama sadece tür sayısının alanı verilen bir çevrede hesaplanması esnasından öteye geçmez ve diversite çalışmalarında istenileni vermekten uzaktır. Bunu şöyle bir örnekle izah etmek mümkündür. Örneğin iki türü kapsayan bir örnekte her türden 50' şer adet vardır. Bu türlerin diversitesi bir başka örnekte %99 ve %1'lik oranlardaki aynı türlere göre daha fazla görülmektedir. Dolayısıyla çeşitliliğin iki bileşeni vardır.

- a) Tür sayısı (species richness)
- b) Türlerin bolluğu (abundance of species).

1.4.2. Çeşitlilik Ölçüm Yöntemleri

1.4.2.1. Logaritma Serileri

Fisher'in logaritmik seriler modeli (Fisher ve ark., 1943) türlerin sayıları arasındaki bağıntıyı ve bu türlerin birey sayılarını matematiksel olarak tanımlamak için ilk denemeyi yapmıştır. Buna rağmen logaritma serileri, özellikle Fisher'in geniş uygulama alanı olan böcekler ilmine ait araştırmalardaki deneysel veriler için uygun bir devre olarak orijinal bir şekilde kullanılmış ve tabiatı baştan başa test etmek için yol göstermiştir (Taylor, 1978). Southwood'da dahil olmak üzere pek çok yazar, geometrik ile log seriler arasındaki farkı ayırt eder fakat May (1975) log seriler ve geometrik seriler modellerinin ilişkili olduğunu not eder. Örneğin Thomas ve Shatlock (1986), *Lolium preme* otu üzerindeki mantarimsı liflerin tür bolluk modellerinin tanımlanmasında layıkıyla geometrik ve log serilerini kullanmışlardır. Geometrik seriler düzenli zaman aralıklarında bir habitatteki türlerin varacağı bir durumun oluşumunu ve uzun mesafede kalan uygun kısımların elde tutulması tahminini yapmıştır. Eğer bu türlerin varış aralıkları düzenli olmak yerine rasgele olsaydı, bir log serileri modeli kullanılırdı (Boswell ve Patil, 1971; May, 1975). Bol türlerin küçük sayıları ve nadir türlerin geniş oranı log serileri modelinin ileri sürülmesi ile tahmin edilmiştir ve bu özellik geometrik serilere benzer, logaritmik seriler bir veya birkaç baskın faktörü olan

ekolojik topluluklardaki durumda en çok uygulanabilir (bir bireyin kapsadığı sınıf daima en geniştir). Örneğin Magurran (1981) İrlanda'ya ait kozalaklı çam korusunda toprak florasının tür bolluklarını log serileri dağılımı kullanarak göstermiştir.

Örnek büyüklüğüne her zaman dikkat edilmelidir, seçile bir dağılımdan log serileri ortaya çıkabilir (May, 1975).

Log serileri şöyledir:

$$\alpha x, \frac{\alpha x^2}{2}, \frac{\alpha x^3}{3}, \dots, \frac{\alpha x^n}{n} \quad (3)$$

(Fisher ve ark., 1943; Poole, 1974)

αx : Tahmin edilen türün bir bireye sahip olması için mevcut sayısı

$\alpha x^2/2$: İki bireye sahip olması için mevcut sayısı vesaire.

Türlerin toplam sayıları (S), serilerdeki bütün terimlerin toplanması ile bulunur ve aşağıdaki denklemin çıkması için azaltılır.

$$S = \alpha [-\ln(1 - x)] \quad (4)$$

x: tekrarlayıcı çözümden hesap edilir.

N: bireylerin toplam sayısı

Pratikte x daima 0.9'dan büyüktür ($x > 0.9$) ve asla 1.0'dan büyük değildir. Eğer N/S oranı > 20 ise $x > 0.99$ 'dur (Poole, 1974). Log serileri indeksindeki α ve N parametreleri dağılımı tamamen özetler ve aşağıdaki formül ile bağlantılıdır.

$$N = \alpha \ln\left(1 + \frac{N}{\alpha}\right) \quad (5)$$

α çeşitliliğin bir indeksidir. α geniş bir şekilde kullanılmıştır ve indeks; şeklindeki sapmaya rağmen popüler kalmıştır (Taylor, 1978).

İndeks şu denklemden bulunabilir:

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x} \text{ eğer güvenlik sınırlarını yerleştirirsek denklem şu hale gelir.}$$

$$Var(\alpha) = \frac{\alpha}{-\ln(1-x)} \quad (6)$$

α , Taylor ve ark.(1976) yada alternatif olarak Williams'ın sayısal bağlantıları gösteren çizelgesinden okunabilir (Williams, 1964).

1.4.2.2. Log-Normal Dağılım

Eğer türlerin bolluğu ve çeşitliliği bir çok faktör tarafından etkileniyorsa normal bir dağılım olacaktır. Bu da pratikte herhangi bir ortamda bir yada iki türün bolluğu maksimum iken bir yada iki türünde minimum düzeyde seyredeceğinden kaynaklanmaktadır. Buda en iyi log-normal ilişki ile ifade edilmektedir. Herhangi bir octave'deki tür sayısı şöyle hesaplanmaktadır.

$$S(R) = S_0 e^{(aR)^2} \quad (7)$$

Burada a; sabit, S_0 ; toplam alandaki tür sayısıdır. Toplam tür sayısı ise;

$$S = S_0 \sqrt{2\pi\sigma^2} = 2.5\sigma S_0 \quad (8)$$

Burada; σ log normal dağılımın standart sapmasıdır. Ancak S nin doğruluğu istenilen düzeyde her zaman olmamaktadır. Bu; S' in sadece tür zenginliğini belirtiyor olması o türün bolluğunu determine etmediğinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla her iki parametreyi içermesi için (richness ve equitablity) S_0/σ oranı önerilmektedir. Log-Normal dağılımın kullanılması, mod'un açık bir şekilde tanımlanması ile ancak mümkün olmaktadır. Dolayısıyla dağılım skalada mümkün olduğunca sağa kaydırılır.

Bundan başka geleneksel olarak tanımlanmış olan (γ) normal logaritmanın ilave bir parametresidir ve değeri (a) ya benzeyen fevkalade tutarlı veri takımlarıdır. Her octave deki bireylerin toplam sayılarının bir eğrisi, normal logaritmanın tür eğrisi üzerine ilave edildiği zaman; γ tür eğrisinin üst limiti ile birey eğrisinin modu arasındaki ilişkinin bir ölçüsüdür (May, 1975).

$$\gamma = \frac{R_N}{R_{\max}} = \frac{\ln 2}{\left[2a(\ln S_0)^{1/2}\right]} \quad (9)$$

R_N : Bireylerin eğrisinin tipik octavesidir

R_{\max} : En bol bulunan türleri kapsayan tür eğrisindeki octave.

Çoğu durumda, birey eğrilerinin (R_N) tepe noktası ile verilen $\gamma=1$ için tür eğrilerinin (R_{\max}) tepe noktası çakışır. Bunun gibi normal logaritmalar, Preston (1962) tarafından sınırlı limitler ($a \approx 0.2$ verilir) arasında sınırlanan meşru bir standart sapma olarak tanımlanmıştır (Preston'un kabul edilmiş hipotezi). May (1975) bu bollukları ihtiva eden ekolojik olmayan verilerin normal log dağılımlarında $\gamma=1$ bağıntısını buldu ve popülasyonun öncelikle ifade edilmesi gerektiğini göstermiştir. May temel biyolojiye sahip olmayan ilişkinin ve normal log dağılımının matematiksel özelliklerinin basitçe insan eliyle yapılabileceğini ispatlamaya çalışmıştır. Bununla beraber Sugihara (1980) doğal komunitelere uygun olan meşru hipotezi bu durumda çok iyi olacağını ispat etti (doğal komuniteler; kuşlar, güveler, karından bacaklılar, bitkiler ve diatomlar).

Uygun alanların en küçük yeri daima birdir ve bir log serisinden çıkarılacak olan alan mutlaka bölünmelidir. Geniş alanları parçalara ayırmak birçok tarafsız dağılım meydana getirecektir. Sugihara'nın (1980) ardışık kırılma payı hipotezini diğer kaynak bölünme modellerinden iki faktör ayırt eder. Birincisi; Broken-stick ve geometrik serilerden farklı olarak Sugihara'nın modelinde uygun alan toplumsal olabilir. İkincisi; kırılma payı sırayla yer almayı gerekli kılar. Broken-stick modelindeki kırılma payı eşzamanlıdır. Sugihara'nın modeline benzer bir modelde Pielou'nun (1975) ardışık kırılma payı modelidir. May (1981) deneysel veriler ile korelasyon yapmanın, Sugihara'nın modelinin doğruluğunu garanti etmeyeceğini vurgulamıştır. Bununla beraber model bize ekolojik topluluklarda uygun değişiklikler için mükemmel bir çalışma hipotezi sağlar ve model türlerin bolluk dağılımlarının bir çeşidini çizmek için esnektir. Meşru normal logaritmayı açıklamak için ekolojik yöntemlere müracaat etmeye gerek olmadığını ispat etmek için Sugihara'nın çalışmalarına ilave olarak bir çalışma yapılmıştır. Ugland ve Gray (1982) 50 yada daha fazla tür üzerinde yaptıkları bir çalışmayla temel normal log dağılımlarından $\gamma=1$ 'in matematiksek bir olduğunu göstermişlerdir (Ugland ve Gray, 1982). Ugland ve Gray (1982) ekolojik veri gruplarında normal logaritmanın niçin yaygın olduğunu dahi ortaya çıkarmıştır. Ugland

ve Gray (1982) türlerin üç sınıfa bölünebileceği fikrini ileri sürmüşlerdir. Bunlar; nadir türler (tüm türlerin %65'ini oluştururlar), populasyonun orta derece büyüklükteki türleri (%25) ve çok bol bulunan türler (%10). Onlar kominitelerin küçük parçalardan meydana geldiğini farz ederek belirli türlerin bolluklarının bu parçaların bolluklarının toplamı olduğunu kabul ederler. Bu sanılar tür bolluğunun bir normak log modelini tertip etmek için yeterlidir. Kabul edilmiş diğer bir parametre olan (a)'nın ($a \approx 0.2$) tutarlı bir öneme sahip olduğu, üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur fakat bugüne kadar büyük tür toplulukları yada orta derecedeki büyük tür topluluklarının normal log dağılımlarının insan eliyle yapılan basit bir matematiksel sonuç olduğu ortaya çıkmıştır (May, 1975; Uglund ve Gray, 1982).

Normal logaritma dağılımı normal çan eğrisi şeklindedir. Bununla beraber eğer sınırlı bir örnekten uygun bir eğri çıkartılırsa eğrinin sol kısmındaki verilerin anlaşılması güç olacaktır. Preston (1948) eğrinin, perde çizgisinden, tepe noktasından kesilmesi gerektiğini açıklamıştır ve buna ilaveten en küçük örneklerde, bu perde çizgisinin eğrinin orijininde olacağını belirtmiştir.

Eğer perde çizgisi problem olmasaydı, uygun normal log basit olurdu. Bununla birlikte Pielou (1975) uygun kesik (yassı) bir log normal için yeni bir metot icat etmiştir. Bu metot, perde çizgisinin parçasını veya sivri ucun tepesini kesmenin kabul edilebileceğini tanımlar.

1.4.2.3. Geometrik Seriler

Baskın türlerde göz önünde bulundurulmuş bir durum; birkaç sınır kaynağının k oranında önceliğe sahip olması, artan miktardan ikinci en baskın türlerin aynı k oranında önceliğe sahip olması, kalandan üçüncü türlerin k oranına sahip olması ve böylece bütün türlerin (S) uzlaştırılmasıdır.

Eğer bu tanımlama yerine getirilirse ve tür bollukları, kaynakları faydalı kılmak için orantılıysa neticede örnek türlerin bollukları geometrik serilerle açıklanacaktır.

Geometrik serilerde türlerin bollukları, en bol türlerden en az bol türlere doğru sıralanmıştır (Motomura, 1932; May, 1975)

$$n_i = NC_k k(1 - k)^{i-1} \quad (10)$$

n_i : i 'inci türdeki bireylerin sayısı

N : toplam birey sayısı

$C_k: [1 - (1 - k)^3]^{-1}$ dir ve bir sabittir ayrıca $\sum n_i = N$ eşitliğini sağlar.

Bollukların önceliği için aynı türün bolluk oranı, türlerin bolluk sınıflandırma grafiğinin bir log üzerinde planı çıkartıldığında doğru bir çizgi olarak tür serilerinin görünmesinden yapılan sınıflandırma listelerinde başından sonuna kadar sabittir. Geometrik serileri tam bir matematiksel ele alınış tarzını May (1975) yapmıştır ve May bolluk sınıflandırma serilerine tekabül eden tür bolluk dağılımlarını dahi almıştır. Saha verileri, tür bolluklarının geometrik seriler modelinin evvela tür bakımından fakir alanlarda yada bir sınıfın çok ilkel bir devresinden bulunabileceğini göstermiştir (Whittaker, 1965, 1970, 1972). Ardıllık kazancı yada iyileştirme şartları için, tür bolluk modelleri bu log serileri içinde sınıflandırılır.

1.4.2.4. Broken Stick Modeli

Broken Stick modeli (bazen, uygun rasgele sınır olarak adlandırılır) 1957 yılında MacArthur tarafından yapılmıştır. MacArthur (1957) bir kominite içindeki uygun alanları ve aynı zamanda S türlerini rasgele olarak bir kırık bastona benzetmiştir. Sugihara'nın log normal modelinden farklı olan broken stick modeli yalnız bir kaynak ile ilgilidir. Broken stick modeli; log normal, log serileri ve geometrik seriler ile ortaya çıkarılan ilişkilerin daha tarafsız bir neticesini verir. Broken stick modeli, değişmez şekilli bir dağılımın biyolojik olarak gerçeğe uygun ifadesidir. Modelin başlıca eleştirisi; hipotezin birden daha fazla gruptan çıkarılabilmesi (Pielou, 1975), yalnız tür sayısı (S) parametresi ile tanımlanabilmesi ve modelin, örnek büyüklüklerinin şiddetli olarak tesiri altında olmasıdır (Cohen, 1968; Poole, 1974). Buna rağmen May (1974), şayet broken stick modeli ile bir inceleme yapılırsa, türler arasında önemli bir ekolojik faktörün daha az yada daha fazla paylaşıyor olma durumunu belirtmiştir.

Geometrik serilere benzer olan broken stick dağılımı, S türlerinin en bol olan i 'inci (N_i) türünün birey sayısı ve bolluk sınıfı terimlerinden yazılabilir.

$$N_i = \frac{N}{S} \sum_{n=i}^S \frac{1}{n} \quad (11)$$

Burada; N: Toplam birey sayısı

S: Toplam tür sayısı

May (1975) ve Webb (1974) standart bir tür bolluk dağılımına bağlı olarak modeli şöyle açıklamışlardır:

$$S(n) = \left[\frac{S(S-1)}{N} \right] \left(\frac{1-n}{N} \right)^{S-2} \quad (12)$$

Burada; S(n): n bireylerinin bolluk sınıfındaki türlerin sayısı.

Tam manasıyla broken stick modeli, kominitelerin sayımı için ortalama tür bolluk dağılımını tahmin eder ve bu yüzden o kominite veya tek bir örnek ilişkisindeki uygun test için yanlış yola sevk edilebilir (Pielou, 1975). Bununla beraber bu eleştiri sadece, MacArthur'un kaynak bölümünün tam tanımlanmasının şartları içinde modeli test etmek için arzulanırsa yapılabilir. Belirli bir topluluğun içindeki türlerin bolluğundan söz ederken bir ölçüm olarak broken stick modelini kullanmanın geçerli olması; ortaya çıkarılan en uygun log serileri veya log normalden bile daha tarafsız bir durumdur.

Broken stick modeli; karından bacaklılar, Golyan balığı (King, 1964), ve tüneyen ötücü kuşlar (MacArthur, 1960) çalışmalarında olduğu gibi birkaç çalışmada başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Modelin iyi devresi, evvela taksonomik olarak ilişkili organizmaların dar kominite sınırları içinde görülür.

MacArthur (1957) broken stick modeli içinde belirtilmiş olan eşitliğin büyüklük derecesinin neticesini vermek için uygun modeli üst üste getirme fikrini ileri sürmüştür. Ekolojik olarak gerçekçi olmamasına rağmen (Pielou ve Arnason, 1965), Pielou (1975) modelin elden çıkarılmaması gerektiğini düşünür ve modelin; çevresel bir değişim ölçüsü boyunca zon genişliğinin analizi için nasıl uygulanabileceğini göstermiştir.

1.4.2.5. Q İstatistiği

Tür bolluk dağılımlarının hesaplanmasında dikkate değer yaklaşımlar sağlanmasına rağmen, Kempton ve Taylor (1976, 1978) tarafından Q istatistik modeliyle yeni düzenlemeler yapılmıştır. Bu indeks, artan tür bolluk eğrisinin çeyrek

eğim ile arasındaki ilişkinin bir ölçüsüdür ve komunitenin çeşitlilik göstergesini sağlar ancak çok nadir ve çok bol olan türler buna dahil değildir. Whittaker (1972)'in daha önce yapmış olduğu indekste de buna benzer düşünceler yer almıştır. Bununla birlikte Whittaker'in indeksinde bütün türlerin bolluk eğrisi ve dağılımının her iki amacındaki önyargı konusu tartışılmıştır.

$$Q = \frac{\frac{1}{2}n_{R_1} + \sum_{R_1+1}^{R_2-1} n_r + \frac{1}{2}n_{R_2}}{\log(R_2 / R_1)} \quad (13)$$

Burada;

n_r : R bolluğundaki türlerin toplam sayısı

S : Örnek içindeki türlerin toplam sayısı

R_1 ve R_2 : %25 ve %75 çeyrekleri

n_{R_1} : R_1 düştüğü zaman sınıftaki bireylerin sayısı

n_{R_2} : R_2 düştüğü zaman sınıftaki bireylerin sayısı

Çeyrekler tercihen şöyle olmalıdır:

$$\sum_1^{R_1-1} n_r < \frac{1}{4}S \leq \sum_1^{R_1} n_r \quad \text{ve} \quad \sum_1^{R_2-1} n_r < \frac{3}{4}S \leq \sum_1^{R_2} n_r \quad (14)$$

1.4.2.6. Bilgi Teorileri İndeksi

Herhangi bir yerde örnekleme yapıldığında sürekli A türüne ait örneklerin mevcudiyeti bundan sonra yapılacak örneklemede, örnekleme yapan kişide bir ön yargının oluşmasına sebebiyet verecektir. Bu ön yargı da yine A türünden organizmaların örnekleneceği yönündedir. Bu nedenle mevcut örneklerin türlere bakarak diversiite açısından çok az bir bilgi elde edilmişse olur. Ancak örnekleme esnasında **A, B, G, F, T, R, M** türleri elde edilmişse bundan sonraki örneklemede hangi türün çıkacağını kestirmek imkansızdır. Dolayısıyla yeni bir örneklemeden çıkan yeni türün tanımı yeni bilgilerin kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle artan tür sayısı ve

beklenti dışındaki farklı türler kesin olmayan sonuçlara sebebiyet vermektedir. Çeşitliliğin ölçümünde teorik indis kullanımı çok yaygındır. Bu indisler, farklı temellere veya bilgilere dayanan doğal sistemde benzer yollarla ölçülebilir bilgileri, kod ve mesajları kapsarlar. Shannon-Weaver indeksinde (Krebs, 1985) bile bazen yanlışlıklar yapılmıştır. Shannon indeksi çok geniş bir popülasyondan (Pielou, 1975) tesadüfi seçilen örnekleri başlı başına almıştır. Ayrıca indiste bütün türlere örnek gösterilmiştir. Denklem şudur:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (15)$$

P_i niceliği türlerin oranını gösterir. Örneklerin hesaplanmasında P_i 'nin gerçek değeri bilinmez, fakat n_i/N yaklaşık olarak fikir verir (Pielou, 1969). n_i/N , P_i ürünlerinin hesaplanmasında sık sık kullanılır. İndeks tam olarak serilerden bulunabilir (Hutcheson, 1970; Bowman ve ark., 1971):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i - \frac{S-1}{N} + \frac{1 - \sum p_i^{-1}}{12N^2} + \frac{\sum (p_i^{-1} - p_i^{-2})}{12N^3} \quad (16)$$

Shannon'un çeşitlilik indeksinde \log_2 kullanılmıştır, fakat \log tabanı hiç benimsenmeyebilir. Farklı örnekler arasındaki hesaplamalarda veya eşitlik durumunda kullanılan denklemdeki \log taban seçiminde birbirine uygunluk esastır. Doğal logaritmada standarda doğru eğilim artmaktadır. Eğer çeşitlilik hesaplamasında seriler kullanılıyorsa doğal \log kullanmak önemlidir.

$Exp.H'$, H' 'ne bir alternatif gibi kullanılmış olabilir. $Exp.H'$, örnekler tarafından sağlanan H' 'nin değerini göstermek için gerekli yaygın türlerin sayıları ile eşittir (Whittaker, 1972). Hesaplanabilir H' 'nin varyansı şöyle yazılabilir:

$$Var H' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \quad (17)$$

Örnekler arasındaki önemli farklılıkları test etmek için yapılan t testinin hesaplanmasını sağlayan Hutcheson'un (1970) modeli şudur:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^{1/2}} \quad (18)$$

Burada; H'_1 , birinci örneğin çeşitliliğidir ve $\text{Var } H'_1$ de birinci örneğin varyansdır. Serbestlik derecesi aşağıdaki denklemden hesaplanır:

$$df = \frac{(\text{Var } H_1 + \text{Var } H_2)^2}{(\text{Var } H_1)^2 / N_1 + (\text{Var } H_2)^2 / N_2} \quad (19)$$

N_1 ve N_2 sırasıyla örnek 1 ve 2' deki bireylerin toplam sayısıdır. Shannon indeksinin farklı oluş ölçüsüne rağmen, tür bolluk eşitliğini de hesaba katmak gerekir (Peet, 1974). Eşitliğin ölçüsünü ayrı olarak hesaplamak mümkündür. Maksimum çeşitlilik (H_{\max}), tüm türlerin eşit bollukta olduğu bir durumda ortaya çıkabilir ve olması mümkündür, diğer bir ifadeyle $H' = H_{\max} = \ln S$. Bu yüzden, maksimum çeşitlilik için gözlenen çeşitlilik, eşitliğin (E) bir ölçüsü olarak alınabilir (Pielou, 1969).

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (20)$$

E, eşit bolluktaki tüm türlerde 1.0 gibi bir durumun tesiriyle 0 ile 1.0 arasında sıkıştırılmıştır. Örnek için hesaplanan komitedeki tüm türlerde farz edilen eşitlik ölçüsü H' dür.

Broken stick modeli tarafından tahmin edilen eşitlikle bir örneğin eşitliğini karşılaştırarak eşitlik hesabı için Lloyd ve Ghelardi (1964) bir metot bulmuşlardır. Broken stick modeli doğada bulunan ilişkilerin en çok eşitlik durumunu gösterdiği için Lloyd ve Ghelardi, $\ln S$ 'den H_{\max} 'ın hesaplanması için broken stick modelinin daha gerçekçi bir temel olduğunu düşünürler. Lloyd ve Ghelardi (1964) H' değerlerini bulmak için broken stick dağılımından çıkarılan ve türlerin sayılarını veren bir tablo yapmışlardır. Türlerin kaydedilen sayılarına karşın türlerin beklenen sayılarının oranı, çeşitliliğin bir indeksi olarak kullanılır ve J terimi ile gösterilir.

Lloyd ve ark., (1968) Bornean yağmur ormanlarındaki hem karada hem suda yaşayan türlerin ve sürüngenlerin ılımlılıklarını hesaplamak için Lloyd ve Ghelardinin metodunu kullanmışlardır. Tropikal bir topluluk içinde şaşırtıcı bir sonuç bulmuşlardır, $J=0.334$. Bununla beraber eğer Bornean sürüngenleri ve hem karada hem de suda yaşayan hayvanlarının eşitliği E (burada $E = H' / \log_2$) kullanılarak geri hesaplama yapılırsa, ılımlılık çift kat artarak, 0.666 olur. Aynı veriler için, hesaplamalardan bulunan sonuçlar arasındaki zıtlık, aldatıcı bir suretle basit eşitlik ölçümlerinin yorumu ve kullanımını içinde tedbir için gerekli olarak tanımlanır.

Bir örnek rasgele olarak seçildiği zaman garanti edilmez, örnek olarak; ışık tuzağı esnasında farklı böcek türlerinin olduğu bir yerde, böceğin farklı özelliği olan ışık ile cezp edilmesi yada her bireyin sayımı için tamamen topluluğun sayımı yapılırsa, Brillouin indeksi (HB); bilgi indeksinin uygun bir şekli durumuna gelir (Pielou, 1969, 1975). HB şu formülle hesaplanır:

$$HB = \frac{\ln N! - \sum \ln n_i!}{N} \quad (21)$$

ve nadiren 4.5 değerini geçer. Her iki indis çeşitliliğin benzer hesaplamalarını sağlar. Bununla beraber belirli bir veri grubunun çeşitliliği eksik bir sonuç ortaya çıkaran Brillouin indeksinin her iki indisi kullanılarak hesap edilir. Bilinen bir veri toplama işlemini tanımladığı için Brillouin indeksinde tereddüt yoktur. Shannon indeksi ile arasındaki farkı göstermek için yapılan karşılaştırmada, komunitenin örneklenmiş parçası gibi örneklenmemiş olarak çeşitliliğin hesaplanması gerekir. İndisler arasındaki başlıca farklılık; Shannon indeksinin daima türlerin sayılarını sağlayan aynı değeri verecek olmasıdır ve onların artan bolluklarının oranı sabittir. Bu Brillouin indeksinin bir özelliği değildir. Brillouin indeksi için bulunan eşitlik (E) formülü:

$$E = \frac{HB}{HB_{\max}} \quad (22)$$

Burada HB_{\max} şöyle hesaplanır:

$$HB_{\max} = \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{[(N/S)!]^{s-r} \{[(N/S) + 1]\}^r} \quad (23)$$

$[N/S] = N/S$ 'nin tam sayısıdır ve $r = N - S * [N/S]$ dir.

Toplanmayan örnekler için HB 'nin karşılaştırılmış olan her değeri diğerlerinden farklı bir şekilde manalı olarak otomatikleştirilir.

Laxton (1978), incelenen indeksin matematiksel özelliklerini, kuramsal olarak çeşitlilik ölçümünün iki malumatının daha çok tatmin edici olduğunu bulmuştur. Pielou (1969, 1975) bilinen toplulukların tam bileşimi yada toplama yapılan bir yerde (örnekler rasgele değildir) bütün durumlarda bu indeksin kullanımı için şiddetli eleştiriler yapmıştır. Pielou'nun öğüdüne nadir olarak uyulur bununla beraber Brillouin indeksi için hesaplamada zaman tüketimi çoktur ve örnek büyüklüğü üzerine bağlılıktan dolayı yanlış yola sevk edecek cevaplar verebilir. Pek çok ekolojistin kullandığı çeşitliliğin bilgi teori ölçümleri Shannon indeksinin hesaplama basitliğine tercih edilir.

1.4.2.7. Üstünlük Ölçümleri

Farklı oluş indislerinin ikinci grubu; üstünlük ölçümleri olarak adlandırılır. En yaygın türlerin bollukları, tür zenginliklerinin bir ölçümünün sağlanmasına tercih edilir. Bunların en iyi bilineni Simpson indeksidir. Farklı yazarlar tarafından kullanılan kelimeleri tanımlamak için G.U.Yule' nin ölçüm tasarısına benzediği için Simpson indeksi bazen Yule indeksi olarak adlandırılır (Southwood, 1978).

Simpson indeksi (D); Simpson (1949) farklı türlere ait son derece geniş bir topluluktan rasgele çekilen iki bireyin olasılığını vermiştir.

$$D = \sum p_i^2 \quad (24)$$

Burada p_i ; i'inci türdeki bireylerin oranıdır. Sınırlı bir topluluk için, indeksin uygun şeklinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır:

$$D = \sum \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right] \quad (25)$$

Burada n_i ; i'inci türdeki bireylerin sayısı ve N ; bireylerin tam sayısıdır.

D çoğalırken çeşitlilik azalır ve Simpson indeksi bu yüzden çoğunlukla $1-D$ yada $1/D$ olarak açıklanır. Simpson indeksi tür zenginliği için daha yumuşak iken örneklerdeki en çok bol türlere doğru şiddetli bir şekilde sınırlanır.

May (1975) indeksin yüksek yada düşük değere sahip olup olmadığı kararını vermekte, tür bolluk dağılımının 10'u bir kere geçen tür sayılarında önemli olduğunu göstermiştir.

1.4.2.8. McIntosh'un Çeşitlilik Ölçümü

McIntosh (1967) bir topluluğun aşırı miktarda bir S boyutlu bir nokta olarak zihninde canlandırılabilceğini tahmin etmiştir ve çeşitliliğin bir ölçümü olarak kullanılabilen başlangıçtaki takımın Öklit'e ait mesafesini teklif etti. Bu mesafe U olarak bilinir ve şöyle hesaplanır:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2} \quad (26)$$

McIntosh'un U indeksi kendi üstünlük indeksi içinde değildir. Bununla beraber, D çeşitliliğin yada üstünlüğün bir ölçüsüdür ve N ' den bağımsız olarak hesaplanabilir.

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad (27)$$

Bundan başka eşitlik ölçümü şu formülden bulunmuştur (Pielou, 1969);

$$E = \frac{N - U}{N - (N / \sqrt{S})} \quad (28)$$

1.4.2.9. Berger-Parker indeksi

Berger-Parker indeksi (d) basit bir üstünlük ölçüsüdür (Berger ve Parker, 1970; May, 1975). Bu indeks hesaplama kolaylığına ve doğruluğuna sahiptir. Berger-Parker indeksi en çok bol türlerin önemli oranını açıklar.

$$d = \frac{N_{\max}}{N} \quad (29)$$

Burada N_{\max} ; En çok bol türlerdeki bireylerin sayısıdır. Simpson indeksi ile Berger-Parker indeksinin karşılıklı şekli, genellikle üstünlük içinde bir azalma ve çeşitlilik içinde bir çoğalmanın yanında bulunan, indeksin değeri içinde bir çoğalmayı benimser.

Bu indeks S'den bağımsızdır fakat örnek büyüklüğü bu indekse etki eder. May (1975) bu indeksin en çok tatmin edici ve kullanışlı çeşitlilik ölçümlerinden biri olduğu kararına varmıştır.

1.4.2.10. Jack-Knifing Çeşitlilik İndeksi

Jack-knifing bir tekniktir ve hemen hemen bir istatistiğin düzeltilebilmesinin tahminini hesaba katar. Bu tekniğin orijinali Quenouille (1956) tarafından geliştirilmiş, daha sonra Tukey (1958) tarafından biraz değiştirilmiştir. Metot ilk kez Zahl (1977) tarafından çeşitlilik istatistiğinde uygulanmıştır. Adams ve McCune (1979) ve Heltshe ve Bitz (1979) bu şartlar içinde bu tekniğin geçerliliğini dahi incelediler.

Metodun en güzel tarafı; dağılımın temeli üzerine tahmin yapmamasıdır. Bunun yerine Jack-knife 'in bir serisi hesaplanır ve sahte değerler ortaya çıkarılır. Bu yalancı değerler genellikle dağıtılır ve onların istatistiğinin en iyi şekilleri dağıtılır. Emniyet limitleri hesaplama ile ilişkilidir.

İşlem; muamele içinde hiç bir örneği kaçırmamak için standart hesabı (V) tekrar tekrar geri hesaplamayı gerektirir (Örnek Shannon indeksi). Her tekrar hesaplama bir Jack-knife hesabını (V_j) meydana getirir. Çeşitlilik verilerinde (n)

Jack-knife hesapları bulunacaktır. Her örnek için bir yalancı değer (yada VP) hesaplanır:

$$VP_i = (nV) - [(n-1) (VJ_i)] \quad (30)$$

V'nin en iyi hesabı (VP) yalancı değerlerin ortalama değeridir, VP ve V arasındaki fark, örnek tesir fonksiyonunu verir, sonucun bir ölçüsüdür ve unjack-knifed hesabının doğruluğu üzerinde seçilmiştir. Standart hata şöyle hesaplanabilir:

VP'nin standart hatası şöyle hesaplanır;

$$VP \text{ nin standart hatası} = \frac{Var (VP)}{S} \quad (31)$$

Örnek sayısından bir çıkarsa serbestlik derecesine eşit olur.

Tek bir örnek dahi Jack-knifed olabilir. Bu şartlarda; eğer serbestliğin dereceleri S-1 ve n-1 için, farklı tahminler, emniyet aralıklarının hesabında kullanılsa iyi olur (Schucany ve Woodward, 1977). Adams ve McCune (1979) her ikisi de ayrılan n ve S'nin bir kaç fonksiyonunu sonuçlandırmıştır. Onlar örtülebilen saha altında, n-1 %5-6'lık bir oranla ortaya çıkarken, %95 limitler için örtülebilen saha altında S-1'in %2-4'lik bir oran verdiğini bulmuştur. t gerçekte devamlıdır, geniş veri gruplarında 100 değerini bir kere geçen serbestlik dereceleri ihmal edilebilir. Küçük veri gruplarında S-1 daha ılımlı sonuçlar verecektir ve bu yüzden çoğu durumlarda bunun kullanılması daha iyi olur. Aşırı derecede küçük örneklerde (n<15), Adams ve McCune küçük örnek gruplarının kararsız sonuçlar ortaya çıkaran emniyet limitleri grubunu yerleştirmeye çalıştıklarını bulmuştur. Bununla beraber bu işlem, benzer şekilde kısıtlanan veri gruplarında emniyet aralıklarının ilişkisi için makul olmayabilir. Bununla beraber, örnek büyüklüklerinin nadir olması yüzünden bu küçük sınırlama probleme sebep olmaz.

Diversiti istatistikleri için uygulanan Jack-knife metodu incelemeleri, Simpson ve Shannon indeksi üzerine yoğunlaştırılmıştır ve sonuçlar en çok teşvik edilen bu çalışmalardan çıkarılır. Zahl (1977), başlıca bazı durumlarda bu indislerin yalancı değerlerinin gerçekten normal olarak dağıldığını göstermiştir. Ayrıca Zahl,

rasgele seçilmiş bireylere ihtiyaç olmadığına işaret etmiştir. Adams ve McCune (1979) Shannon indeksinin diğer değişken hesapları için yalancı değer değişkenine olağanüstü derecede karşı konulmaz olduğunu neticesine varmıştır. Heltshe ve Bitz (1979) Jack-knife hesaplamalarının Pielou'nun (1969, 1975) katrat metodu ile ortaklaşa toplama ile aralarında bir ilişki kurulduğunda esasen daha küçük olduğunu bulmuştur. Sonuçların gelişimine göre orada çeşitliliğin diğer birkaç indisi için başarılı bir şekilde eşitliğin niçin jack-knife metodu ile verilmediği ortaya çıkar.

Bununla beraber Jack-knifing'in bu savunması için ilave edilmesi gerekli bir ikaz vardır. Shannon ve Simpson indisleri gibi bir jack-knifing ölçümü ara sıra açıkça anlamsız bir değer usule getirebilir. Bu örnekte genellikle çeşitlilik ölçümlerinin yorumlarında, hesapların sonuçlarına görülmeden uyulmasa iyi olur. Karmaşık matematikler inceleme altındaki topluluk ekolojilerinin şartlarında sonuçları yorumlamak için marifete sahip ekolojistler olmadıkça yararsızdır.

1.4.3. Diversiti Çeşitleri

Şimdiye kadar yapılmış, diversitinin diğer çeşitleri ile ilgili birçok çalışma vardır. Ekolojistlerin, niçin belli bölgelerin tür zengini yada tür fakiri olduğu, yada niçin bir türün bir bölgede fazla diğerinde az olduğunu açıklamak için yaptığı teşebbüsler onları sık olarak habitat diversitesinin araştırılmasına sevk etmiştir. Türlerin diversitelerini ölçmek için kullanılan bu yöntemler, aynı zamanda besin kaynaklarının ortak kullanılan kısmının araştırılması için de kullanılır. Bu, aynı zamanda kaynak kullanımı diversitesinin bir ölçüsüdür.

Ekolojistler, komuniteler arasında veya gradientler boyunca türlerin sayısını ve kimlik farklılıklarını belirlemeyi istediklerinde farklı bir yaklaşım gereklidir. β (Beta) veya diferansiyel diversiti olarak bilinen diversitinin bu alternatif çeşidini tanımlama metotları daha sonra irdelenecektir.

1.4.3.1. Yapısal ve Habitat Diversitesi

En basit seviyedeki habitat diversitesi, belli bir bölgedeki habitat tiplerinin sayısından daha önemsizdir. Bu suretle tür diversite ölçümleri, tür zenginliğine direkt olarak paraleldir.

Elton ve Miller (1954) habitat sınıflandırma projesiyle habitat diversitelerinin araştırılmasına öncülük etmişlerdir. Bu proje dört aşamada faaliyet gösterir. İlki, temel habitat sistemi olarak tanımlanır (karasal ve denizel). Bu habitat sistemi daha sonradan bir formasyon biçimine (örn. Ormanlık veya açık alan) tahsis edilir ve düşey tabakaların varlığı uzmanlarca kaydedilir. Sınıflandırma projesi punch kartlarıyla kullanım için tasarlanmıştır. Ve nicel kayıtları korumak için bilgisayardan önce ekolojistler tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Bu proje, İngiliz Doğal Hayatı Koruma Derneği tarafından 1950'li ve 1960'lı yıllarda doğal ve yarı doğal alanların ekolojik sistemlerinin tayininde kullanılmıştır. Daha sonraki yıllarda habitat çeşitliliği için daha birçok proje tasarlanmış (Kirby ve ark., 1986) ve habitat çeşitliliği, vahşi hayatı korumanın önemli bir ölçüsü olarak ortaya çıkmıştır (Pearsall ve ark., 1986; Fuller ve Langslow, 1986; Usher, 1986).bu projeler çoğu zaman, habitat çeşitliliğinin, aşağıda tanımlanan tür çeşitliliklerinin formüllerine benzer bir indeks kullanır. Habitat çeşitliliği, temel habitat sisteminden sonra açık deniz, sığ sular, bir denizdeki balık türlerinin, pelajik balık türlerinin çeşitliliği olarak incelenebilir.

Elton (1966) ilk olarak orman ekolojisi ile ilgilenmiş ve bunun, yapılan en ilginç çalışmalardan bazılarının bir formasyon şekli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Mevcut düşey tabakaların sayısı ve bunların içindeki bitki bolluğu olarak ifade edilen yapısal çeşitlilik kavramının, ormanlık kuş komunitelerinin çeşitlilik çalışmaları üzerindeki etkisi ispatlanmıştır. MacArthur ve MacArthur (1961) bir makalesinde, Kuzey Amerika'nın ılıman ormanlarındaki yapısal çeşitliliğinin, kuş türleri çeşitliliğinden daha iyi bir prediktör olduğunu bulmuştur.

Yukarıda belirtilen habitat ve yapısal çeşitlilik tiplerinin belirlenmesi nispeten basittir. Çoğu çalışmalarda basit bir tür zenginliği hesabı kullanılmasına rağmen, özellikle yapısal çeşitlilik araştırmalarında Shannon indeksi de popülerdir. Southwood ve arkadaşlarının çalışması, habitat çeşitliliğinin ölçülmesinde en kullanışlı yöntemin log serileri indeksi olduğunu ortaya çıkarmıştır.

1.4.3.2. Uygun Genişlik (Nich Width)

Nich Width, bir birey yada tür tarafından kullanılan kaynakların genişliği veya çeşitliliğidir. Shannon ve Simpson indeksleri, besin kaynaklarının ortak kullanılan kısmını hesaplamak için kullanılan yaygın yöntemlerdir. Gözlemlenen kaynak kategorilerinin sayısı, denklemdeki tür sayısının yerine geçer. Kaynağın her çeşidi için kesin olarak müstakil bir değer hesaplanmalıdır. Bolluğun ölçülmesi, hangi indeksin kullanılmaya başlandığına bağlı olacaktır. Eğer belli bir türün NW'si göz önüne alınandan daha düşükse bolluk; yiyeceğin her türünü yiyen, habitatın her türünde yaşayan veya her tür davranışı benimseyen bireylerin sayısı olarak alınabilir. Bir başka ifadeyle, eğer bir bireyin NW'sinin bir ölçümü gerekliyse, bu durumda bolluk; yenilen her bir yiyecek çeşidinin miktarı, her bir habitatta geçirilen zaman, yada yapılan herhangi bir davranışın sıklığı olarak alınabilir.

NW'nin ölçülmesi ile ilgili geniş bir literatür listesi vardır. Bunlardan bazıları: Colwell ve Futuyma (1971), Feinsinger ve ark., (1981), Giller (1984), Hulbert (1978), Southwood (1978) ve Thorman (1982) dir.

NW'nin ölçülmesinin ve yapısal komunitelerde gerekli olan mekanizmayı anlayabilmek için katkıda bulunabilecek çalışmaların birçok örneği mevcuttur. İlki, Kontrschal ve Thomson'un (1986) Pasifik "belenrioid" balıklarının 34 türünün beslenme NW'si olarak tropik çeşitliliği ölçmeleridir. Balıkların mide içerikleri incelenerek 70'in üzerinde yiyecek kategorisinin bolluğu çıkarılmıştır. Her türün tropik çeşitliliği Shannon indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Tropik çeşitliliğin bu ölçümleri balıkları üç kategoriye ayırmak için kullanılmıştır.

- S: Uzmanlar (6 tür)
- LDF: Düşük çeşitlilikte beslenenler (18 tür)
- HDG: Genellikle yüksek çeşitlilik (10 tür).

1.4.3.3. Beta (β) veya Diferansiyel Çeşitlilik

β diversiti esas olarak, habitatların veya onlarda bulunan türlerin çeşitlilik şartlarındaki modellerinin, ne kadar farklı yada ne kadar benzer olduklarının bir ölçüsüdür. β diversitiye genel bir yaklaşım, türlerin çeşitliliklerinin yükseklik boyunca

nasıl değiştiğine bakmaktır (Wilson ve Mohler, 1983). β diversitiye başka bir bakış yolu da, farklı kominiterin tür kompozisyonlarının karşılaştırılmasıdır. β diversiti terimi Whittaker (1960, 1977) tarafından ortaya atılmıştır. β diversiti esasen MacArthur'un (1965) habitat diversitesi ile aynıdır. Delta diversiti, epsilom diversiti alanı içerisinde meydana gelen gama diversitinin alanları arasında türlerin kompozisyonu ve bollukları arasındaki farklılıklar olarak tanımlanır. β diversiti diferansiyel diversitinin daha geniş çalışılmış ölçeğidir ve tür kompozisyonlarının, habitatların veya kominite farklarının derecesine bakan her araştırmaya uygulanabilir (Shoutwood, 1978).

Wilson ve Shmida (1984) varlık ve yokluk verilerini kullanarak β diversitinin ölçümü için altı metot tayin etmişlerdir. Bunlar:

1.4.3.3.1. Whittaker'in β_w Ölçümü

β diversitinin en doğru ilk ve tek ölçümü Whittaker (1960) tarafından yapılmıştır.

$$\beta_w = \frac{S}{\alpha - 1} \quad (32)$$

S: sistemdeki kaydedilen türlerin toplam sayısı ve her bir örnek boyutu standart olduğunda, α : ortalama örnek diversitesi olmak üzere diversiti, tür zenginliği olarak ölçülür.

1.4.3.3.2. Cody'nin β_c Ölçümü

Cody habitat değişim ölçüsü boyunca kuş kominiteri kompozisyonlarındaki değişikliklerle ilgilenmiştir. Onun hesaplanması kolay olan indeksi ortak kullanılan besin kaynaklarının iyi bir ölçüsüdür.

$$\beta_c = \frac{g(H) + l(H)}{2} \quad (33)$$

g (H): Habitat kesiti boyunca artan türlerin sayısı, l (H): aynı kesit üzerinde kaybolan türlerin sayısıdır.

1.4.3.3.3. Routledge'nin β_R , β_I ve β_E Ölçümleri

Routledge (1977), diversi ölçümlerinin nasıl α ve β bileşenlerine ayrılacağı ile ilgilenmiştir. Aşağıdaki üç formül onun çalışmalarından türetilmiştir. İlk ölçüm β_R , ayrıntılı tür zenginliğini ve hesaba katılan türlerin overlap derecesini ifade eder.

$$\beta_R = \frac{S^2}{(2r + S)} - 1 \quad (34)$$

S: Bütün örneklerdeki türlerin toplam sayısı, r: overlapping dağılımla tür çiftlerinin sayısıdır. İkinci bölüm, enformasyon teorisinden gelen β_I , kaliteli veri ve eşit örnek boyutları için Wilson ve Shmida (1984) tarafından basitleştirilmiştir.

$$\beta_I = \log(T) - \left[(1/T) \sum e_i \log(e_i) \right] - \left[(1/T) \sum \alpha_j \log(\alpha_j) \right] \quad (35)$$

e_i : mevcut (i) türündeki kesit boyunca örneklerin sayısı, α_j : j örneğinin tür zenginliği ve $T = \sum e_i = \sum \alpha_j$ dir.

Üçüncü indeks β_E , basitçe β_I 'in ekspoansiyel formudur.

$$\beta_E = \exp(\beta_I) - 1 \quad (36)$$

1.4.3.3.4. Wilson ve Shmida'nın β_T Ölçümü

Wilson ve Shmida (1984) β diversitinin altıncı bir ölçümünü tasarlamıştır. Bu indeks, Cody'nin ölçümündeki tür kaybı (l) ve artışı (g) bileşenlerini ve Whittakar'in ölçümünün bir bileşeni olan ortalama tür zenginliği α tarafından standartizasyonu içerir.

$$\beta_T = \frac{[g(H) + l(H)]}{2\alpha} \quad (37)$$

Wilson ve Shmida β diversitinin bu ölçümlerini değerlendirmek için dört kriter seçmiştir.

- Kominite değişikliğinin sayısı
- Additivity
- Alfa diversitiden bağımsızlık
- Fazla örneklemeden bağımsızlık

Her bir indeksin ölçtüğü besin kaynaklarının ortak kullanılan kısmı, biri uzunlukça aynı türlerin diğeri farklı kominiterin meydana getirdiği iki hipoteknik eğim için β diversitinin hesaplanmasıyla test edilmiştir. Whittaker'in β_w indeksi çevrimin uç noktalarına doğru yansımıştır. Sadece β_T , yalnız eğimin iki ucundaki α diversite, ortalama α diversiteye eşit olduğunda çevrimi tam anlamıyla temsil ettiğinden daha sınırlıdır. β_R ve β_E ' de sabit tür zenginliği gerektiğinden daha da sınırlıdır. Kalan iki ölçüm β_C ve β_I , besin kaynaklarının ortak kullanılan kısmını geliştirmenin mümkün olmadığını göstermiştir.

İkinci kriter, bir eğimin iki ucu kullanılarak veya eğim içinde belirlenen β diversitinin toplamından hesaplanan β diversitinin aynı değerleri vermesi için bir ölçüm yeteneği olan additivity'dir. Örneğin üç örnek noktası için;

$$\beta(a, c) = \beta(a, b) + \beta(b, c) \quad (38)$$

Sadece β_C indeksi tam olarak katkıdır. Diğer üç ölçüm saha verileriyle test edildiğinde yaklaşık olarak %4 (β_T), %18 (β_w) ve %24 (β_E) 'lük hatalarla katkıda bulunduğu anlaşılmıştır.

Üçüncü kriter, α diversitiden bağımsızlık, biri diğerinden iki kat daha fazla türe sahip özdeş sayılmayan iki eğimi karşılaştırmak için β diversitinin kullanılmasıyla test edilmiştir. Bu bağımsızlık olmaksızın kominiteri tür zenginliği veya fakirliği yönünden karşılaştırmak mümkün olmayabilir.

Son kriter örnekleme boyutlarından bağımsızlık, her yerden alınan örneklerin (özdeş) sayısı artırılarak test edilmiştir. β_1 ve β_E den türemiş veri teorilerinden bağımsız bütün ölçümlerin, bütün diğer verilerin sabit kaldığı bu sınırlı durumlarda örneklemeden etkilenmediği bulunmuştur.

Wilson ve Shmida (1984) İsrail'deki Hermon dağında bir yükseklik eğimi boyunca bitki komunitelerini incelemek için β diversite ölçümlerini kullanmışlardır. Türlerin varlığı ve yokluğu deniz seviyesinden 400 m yukarıda başlayarak 100 m içerisinde kayıt edilmiştir.

Nicel verilerle β diversitenin ölçümü Wilson ve Mohler (1983) tarafından tartışılmıştır. Çevresel gradientler üzerinde diversite modellerinin analizi için daha detaylı teknikler Pielou (1975) tarafından Ekolojik ölçümler kitabının 6. Bölümünde tanımlanır. Mademki β diversite α diversite alanları arasındaki türlerin kompozisyonlarındaki değişimdir, öyleyse sadece kesit veya çevresel gradient koşullarında araştırılması için bir sebep yoktur. β diversiteyi ölçmek için bir alternatif yaklaşım; standart ekolojik sınıflandırma teknikleri (Southwood, 1978; Greig-Smith, 1983; Pielou, 1984) kullanılarak bölgelerin veya örneklerin benzerlik derecelerini araştırmaktır.

İki bölgenin β diversitelerini ölçmenin en kolay yolu benzerlik katsayısını kullanmaktır. Birçok benzerlik formülü mevcut (Clifford ve Stephenson, 1975) olmasına rağmen en eski benzerlik katsayılarından bazılara çok yaygındır. Jaccard ve Sorenson indeksleri (Southwood, 1978; Janson ve Vegelius, 1981) en çok kullanılanlardır.

$$\text{Jaccard} \quad C_j = \frac{j}{(a + b - j)} \quad (39)$$

$$\text{Sorenson} \quad C_s = \frac{2j}{(a + b)} \quad (40)$$

j : her iki bölgede bulunan türlerin sayısı, a : A bölgesindeki türlerin sayısı ve b : B bölgesindeki türlerin sayısıdır. Bu formül, tam benzerlik olduğunda (türlerin iki grubunun da özdeş olduğu durumda) bire (1), bölgeler benzer olmadığı ve aynı türlerin

olmadığı durumda sıfıra (0) eşit olacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu formülün en büyük avantajı basit olmasıdır. Türlerin bolluğunun hesaba katılması da bir dezavantajdır.

Bray ve Curtis (1957) tarafından düzeltilmiş olan Sorenson indeksinin bir versiyonu çok yaygın olarak kullanılır.

$$\text{Sorenson Formülü} \quad C_N = \frac{2jN}{(aN + bN)} \quad (41)$$

aN: A bölgesindeki bireylerin toplam sayısı, bN: B bölgesindeki bireylerin toplam sayısı ve jN: her iki bölgede bulunan iki bolluktan az olanının toplamıdır. Örneğin A bölgesinde 12 bireyi bulunan bir türün, B bölgesinde 29 bireyi varsa; jN=12 olarak alınır.

Wolda (1981) nicel benzerlik formüllerinin bir çoğunu araştırmış ve Morisita-Horn indeksinin tür zenginliği ve örnek boyutlarından oldukça etkilendiğini görmüştür. Bu indeksin bir dezavantajı, fazla bulunan türlerin bolluğuna karşı fazla hassas olmasıdır. Bununla beraber Wolda (1983), tropikal hamam böceklerinde β diversiteyi ölçmek için Morisita-Horn indeksinin düzeltilmiş bir şeklini başarıyla kullanmıştır.

$$\text{Morisita - Horn} \quad C_{mH} = \frac{2\sum(an_i * bn_i)}{(da + db)aN * bN} \quad (42)$$

aN: A bölgesindeki toplam birey, an: A bölgesindeki (i) türündeki toplam birey sayısı ve $da = \frac{\sum an_i^2}{aN^2}$ dir.

Nicel benzerlik ölçümlerinin fazlalığı seçim yapmayı zorlaştırır. Smith her bir çalışma için indeksin seçiminin veri biçimine ve araştırma yardımlarına göre yapılmasını önermiştir. Bununla birlikte Smith, Morisita-Horn indeksi tiplerinin en kafi indeksler arasında olduğunu vurgulamıştır.

Bir araştırmadaki bölgelerin sayısı belli ise β diversite grup analizi ile belirlenebilir. Grup analizi her bölge çifti arasındaki benzerliği veren bir matrisle başlar. Bu matristeki çok benzer iki bölge tek grup altına toplanır. Analiz, bütün grupları tek bir dendrogramını toplanıncaya kadar, benzer bölgelerin gruplaşmasıyla devam eder.

Bölgelerin birbiriyle nasıl gruplaşacağı ve bu grupların birbiriyle nasıl toplanacağına karar vermek için çeşitli teknikler mevcuttur. Ekolojide kullanılan en yaygın iki metot, grup ortalaması gruplaşması ve merkezi gruplaşmadır.

Grup analizi her iki yani varlık - yokluk ve nicel veriler kullanılarak yapılabilir. Bununla birlikte birçok durumda sonuçlar hemen hemen özdeştir. Bir grup analizinin yorumu görsel muayeneye dayandığından bu teknik, en iyi küçük veri grupları ile çalışır.

Bölgelerin ayrıntılı benzerliğini araştırmak ve büyük gruplara ayırmak için düzenleme teknikleri kullanılabilir. Bu teknikler β diversitinin direkt ölçüsünü vermez. Fakat mevcut farklı kominitelerin sayısını çıkarmak için kullanılabilir. Ayrıca her komitedeki karakteristik türlerin kimliklendirilmesini mümkün kılar. İki tane yaygın analiz tipi vardır. Bunlar; prensiple bileşenler analizi (Jeffres, 1978; Pielou, 1984) ve indikatör türler analizidir (Hill ve ark., 1975).

β diversiteyi ölçmenin basit bir yolu farklı örnekler için hesaplanan benzerlik katsayılarının dağılımını incelemektir.

$\beta = (a + b) * (1 - S)$ bağıntısı kullanılarak her bölgede 10 kesit boyunca birbirini izleyen deneme için ayrılmış toprak parçaları arasındaki β diversite hesaplanmıştır. S: Jaccard indeksi kullanılarak hesaplanan benzerlik katsayısı, a: A deneme sahasındaki türlerin ve b: B deneme sahasındaki türlerin sayısıdır.

1.4.4. Habitat Çeşitliliği ve Uygun Genişlik (NW) Ölçümünde Dikkat Edilecek Hususlar

Habitat çeşitliliği ve NW ölçümleri, türlerin çeşitlilik formüllerinde karşılaşılan problemlerin aynılarının etkisi altındadır. Habitat tanımlanması için Shannon indeksinin bir modifikasyonunun kullanılması, örnek boyutlarının küçük olması durumunda aksi tesir yapabilecek bu ölçümlerin etkisini yenemez. Benzer olarak Simpson indeksi eğer türlerin çeşitliliklerini veya kaynakların çeşitliliklerini ölçmek için kullanılırsa, hakim indeks olarak kalır. Örnek boyutları çok küçük veya çok değişken olduğunda problemlerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Çözüm olarak; türlerin çeşitlilik indekslerinin dikkatlice seçilmesi ve koşullara uygun olması önerilir. Buda, dikkatin, çok iyi bilinen ve kolayca yorumlanabilen bir sayıda toplanmasını sağlar.

X ve Y türleri farklı kıtalarda, farklı kişilerce kaydedilse bile doğru kimliklendirme yapıldığı takdirde yine X ve Y türleri olarak kalacaktır. Habitat çeşidinin ve kaynak kullanımının sınıflandırılması her çalışma için yeniden yapılmalıdır. Şayet bilgiler yetersizse sınıflandırmalar araştırmaların karşılaştırılmasına engel olur. Hatta bir başka çalışmaya uydurulmasını imkansız kılar. Sınıflandırmanın bütün detayları tedarik edilmelidir. Örnek boyutlarının birbirine yakın ve yeterli genişlikte olması çeşitliliği layıkıyla temsil etmesi açısından hayati önem taşır.

1.4.5. Çeşitlilik Ölçümlerinin Kullanım Alanları

Özellikle 1960-1970'li yıllarda çeşitlilik ölçümlerinin çok popüler olmasının sebebi o yıllarda başlayan aşırı kirliliğin insan sağlığını ve ekosistemi tehdit eder boyutlara ilk kez ulaşıyor olmasıdır. Baltık denizinde 3 metre derinlikteki bentik faunanın kanalizasyon suyunun denize boşaltıldığı yerden itibaren 200 metrelere kadar varan alandaki çeşitlilik ölçülmüş ve çeşitlilik indeksinin deşarj noktasından itibaren arttığı ancak tür bolluklarının tersine azaldığı bulunmuştur.

1.4.6. Çeşitliliğe Etki Eden Faktörler

Çeşitliliğin farklı çevrelerde büyük oranlarda değiştiği bilinmektedir. Örneğin tropikal ve sıcak sularda büyük bir farklılığın olduğu yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkarılmıştır. Ancak çeşitliliğe etki eden faktörler hususunda bilim adamlarınca bir fikir birliği sağlanamamış aksine değişik hipotezler geliştirilmiştir.

- a) Zaman Hipotezi: Komunitelerin zamana bağlı olarak çeşitliliklerinin arttığını savunan bir hipotezdir. Bu nedenle yaşlı komunitelerde çeşitlilik daha fazladır.
- b) Spatial Heterojeniti Hipotezi: Homojen olmayan kompleks yapıya sahip ekosistemlerin çeşitliliği daha yüksektir.
- c) Verimlilik Hipotezi: Eğer tüm şartlar eşitse o bölgenin verimliliği çeşitliliği arttıran bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.
- d) Çevresel Düzen Hipotezi: Biyolojik, ekolojik ve kimyasal bakımlardan fazla dalgalanma olmayan ekosistemlerde çeşitlilik daha fazladır.

e) Predasyon Hipotezi: Düşük oranda predasyonun olduğu yerlerde diğer bir deyişle prey avlama için mücadelenin olmadığı yada az olduğu yerlerde çeşitlilikte az olmaktadır. Ancak verilen tüm hipotezlerin ışığında şöyle bir sonucu çıkarmak mümkündür:

Değişken- stresli sığ habitatlarda düşük çeşitlilik vardır. Türler varoluş zamanı ve predasyonun oranına bağlı olarak artar, buna karşılık fizyolojik stresin düzeyi ve çevre değişkenliği çeşitliliği azaltır. Ancak çeşitliliğin, zamanla arttığı yolundaki üretilen hipotezi doğrular yönde bilimsel bulgulara henüz rastlanmamış olup ispatlanması zordur.

1.4.7. Lokal Yerlerdeki çeşitliliğe Etki Eden Faktörler

Büyük ekosistemlerdeki çeşitliliklere etki eden faktörlerin gizemleri tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır buna karşın oransal olarak daha küçük yerlerdeki çeşitliliklere etki eden faktörler daha açık bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Başlıca 4 ana grup vardır. Bunlar:

- a) Ekosistemdeki ciddi kimyasal değişiklikler,
- b) Anahtar kaynakların bolluğu (prey),
- c) Predatörlerin çokluğu,
- d) Lokal sahaların özellikleri.

Büyük oranlarda kirleticilerin bulunduğu yerlerde tür çeşitliliği önemli ölçüde menfi yönde etkilenmektedir. Çok az sayıda tür bu ortamda yaşamlarını devam ettirebilmektedir. Bu kimyasallar genelde doğal ve insan üretimi olan Sülfidler, Amonyum, Petrol ve türevleri ile Hidrokarbonlardır. Bu kirletici kimyasalların çeşitlilikler üzerine etki ettiği bilinmesine rağmen kronik kontaminasyonların (petrol, polikloritler ve bifenoller) hakkında çok az bilgi vardır. Ancak adı geçen kimyasalların çeşitlilikten daha ziyade türlerin popülasyonlarını direkt olarak etkilemektedir. Bunun yanında eğer esansiyel kaynaklar (örn. Oksijen) ortamda düşük oranda bulunursa bu durum bir çok türün maksimum düzeyde kalmasını engeller, yani düşük konsantrasyonlara adapte olamayan canlı türleri elemine olur ve dolayısıyla çeşitlilik azalır. Yapılan bir çalışmada, Güney Doğu Afrika'daki düşük çeşitlilikteki poliketler

(Polychaetes) ve kabukluların (Crustaceans) düşük oranda olması ortamdaki oksijen konsantrasyonunun azalmış olmasından kaynaklandığı iddia edilmektedir.

Düşük oranda besleyici maddelerin mevcudiyeti de çeşitliliklerin düşük oranda olmasına sebep olmaktadır. Buna da en iyi örnek olarak diatomlar gösterilebilir.

1.5. Yenilenme

Yenilenme bir gruba yeni üyelerin katılımı olarak açıklanabilir. Balıkçılık biyolojisinde ise balıkların avlanabilir stoka girişini anlıyoruz.

Yenilenme kelimesinin sözlük anlamı; yumurtadan çıkan balık sayısıdır. Fakat burada ise stokun avlanabilir bölümüne katılan balık sayısıdır. Dil, Pisi gibi çoğu dip balıklarının gençleri beslendikleri alandan erginlerin beslendiği alana geçtikleri, karides gibi canlıların zemine indikleri veya bazı formların davranışlarını değiştirdikleri zaman, yenilenme olabilir. Bununla beraber, genelde geleneksel olarak kullanılan av araçlarına yakalanmaları anlamlıdır.

Bunun için ağ seçiciliği ve yenilenme arasında yakın bir ilişki vardır. Burada ağ seçiciliği incelenmeyecek, yerine kısaca onun ne olduğu açıklanacaktır. Boy gruplarının hepsinin aynı alanda bulunduğu ve benzer davranışları gösterdiği bir balık stokunda balıkları yakalamak için kullanılan bir galsama ağı, çok küçük balıkları ağ göz açıklığından geçmesi nedeniyle az avlayacak ve çok büyükleri de hiç yakalanamayacaktır. Sonuçta hemen hemen normal dağılımı bir seçicilik eğrisi elde edilecektir.

Bununla beraber asıl ilgilenilen trol ağının seçicilik eğrisidir. Bu durumda en küçük kayma ile belli bir boyun üstündeki balıklar yakalanacaktır. Sonuç eğri ancak bir yere yatık olabilir. Çünkü büyük balıklar trolde yüzerek uzaklaşabilirler. Bu pratikte çok az önemlidir. İlk stok modellerinde bir seçicilik uzunluğu, genellikle yakalanan balıkların %50'sinin uzunluğu eşit olan, boy olarak seçilirdi. Bu durumda büyük balıkların hepsi yakalanmaktadır, küçük balıkların ise hepsi kaçmaktadır (Gjosaeter, 1985).

1.5.1. Yaşam Süresi

Bir canlının yaşam süresi aşağıdaki çizelgeye göre bölümlere ayrılabilir.

t_0 Doğumdan önceki yaş	$t=0$	t_r Stoka katılma yaşı	t_c En düşük avlanma yaşı	t_m
DOĞUM ÖNCESİ EVRE	YENİLENME ÖNCESİ EVRE	İŞLETME ÖNCESİ EVRE	İŞLETME EVRESİ	
		R	R'	
		YENİLENME SONRASI EVRE		

Kısaltmaların anlamları:

- t_0 'dan $t=0$ 'a : Doğumdan önceki evre (embriyo evresi)
 t_0 : Doğumdan önceki yaş, $L=0$ ve $W=0$ için kuramsal değer, döllenme anını tanımlar
 $t=0$: Yumurtadan çıkma anı
 $t=0$ 'dan t_r 'ye : Yenilenme öncesi evre, bu larva ve yavrunun büyüme evresidir
 t_r 'den t_c 'ye : Stoka katılanlar artık avlanılan bölgeye gelmişlerdir. Ancak daha çok küçük olduklarından balıkçılığın etkisinde değildir
 t_c : Ortalama en düşük av yaşı
 t_m : Ortalama en yüksek yaş. İşletme evresinin sonu
R : t_r yaşına ulaşmış, stoka katılanların sayısı
R' : t_c yaşına ulaşmış stoka katılanların sayısı

Yenilenme öncesi evreden işletme öncesi evreye, buradan da işletme evresine geçiş, doğal olarak, tüm hayvanlar için aynı anda olmamaktadır. Matematiksel olarak ortalama değerlerle hesaplanır. t_r anına, stoka katılanların %50'sinin yararlanma (av) alanına gelmelerinde, t_c 'ye de %50'sini en düşük av yaşına erişmelerinde varılır. Knife-edge selection olarak bilinen "Bıçak sırtı seleksiyon" birikime katılanların t_c 'ye eriştikten sonra işletme bölgesine göçlerinde ortaya çıkar ve bunun örnekleri de doğada vardır.

1.5.2. Stoka Katılma Yaşı (t_r)

Avcılık stoku oluşturan tüm yaşlardaki bireyle aynı oranda avlanmamaktadır. Aslında genç balıkların korunması ve belirli bir büyüklükten sonrakilerin avlanması arzulanır. Şekil değiştirdikten (metamorfoz) sonra, bazı türlerin genç balıkları büyüme alanlarında kalmakta ve ergin balıkları farklı beslenme alanlarına geçmektedirler. Küçük balıklar giderek artan boylarıyla ergin balıkların bulunduğu alanlara göç ettikleri an, t_r , ile birlikte işletme öncesi evre başlamaktadır. Bu evrenin başlangıcı, t_r ve en düşük av yaşı t_c anları (zaman yönünden) birbirlerine çok yakınsalar, seçicilik balıklar daha stoka katılırken başlıyorsa, o zaman stoka katılma yaşının saptanması gerekir. Ağ göz açıklığı küçük olan ağlarla stoka katılma yaşı hesaplanabilir. Ağ göz açıklığının büyük olması, bu amaç için uygun değildir.

1.5.3. Yaş ve Yenilenme

Analitik modellerle çalışıldığı zaman “Yaş” kavramını açıklamak ihtiyacını duyarız. Vücut uzunluğu ile ilgili olarak bireysel örnek düzeyinde çalışılmadığı için “Yaş” ortalama cohort anlamındadır. Yaşı açıklayabilmek için bir “doğum günü” açıklaması ile buna başlamalıyız. Doğum gününün biyolojik olarak açıklaması larvanın yumurtadan çıktığı gündür. Başka bir deyişle yumurtadan çıkan balığın sıfır yaşında olduğunu söyleyebiliriz.

Hayatlarının ilk bölümünde larvalar genellikle balıkçılıktan az etkilenir. Bu durumu işletme evresinde olmayan balık için söyleyebiliriz. Biz işletme evresiyle ilgilendiğimiz için, işletme dışı evre mevcut koşulda önemli değildir.

t_r balık ağlarına yakalanan balığın en genç yaşındadır. t_r yaşındaki bir balık “yeni katılım” olarak adlandırılır. “Yenilenme” bir “yenilenme mevsimi” boyunca t_r yaşına ulaşan balık sayısı yani yeni katılanların sayısı anlamındadır. “Yenilenme yoğunluğu”; birim zamanda yeni katılımların sayısıdır.

1.5.4. Yoğunluğa Bağımlı Yenilenme

Yoğunluk veya çokluğa bağlı yenilenme meselesi genellikle stok yenilenme problemi ile ilgili güncel olarak en ilginç ve en önemli balıkçılık araştırma problemlerinden biridir. Stok ve yenilenme işlemi balık popülasyonlarının kontrolünde ana konularından biridir. Ayrıca popülasyonların nasıl kendilerini devam ettirebildikleri sürekli azalan veya genişleyen durumdan çok popülasyona katılım oranını belirlemektir. Sonraki yenilenmedeki ergin stokta olası bir azalma etkisini hesaba katmadaki ihmal bir stok çöküşüne uzanabileceği için önemi pratiksel olarak büyüktür. Buna rağmen çoğu balık stoklarına yeni katılan en açık örnek özelliği ebeveyn stokun bolluğu ile ilişkisi yoktur. Belirli bir yılda üreme sırasında meydana gelen yıl-sınıf nitelikleri; üremeden sonraki sıcaklık, yumurta kesesinin absorpsiyonu zamanındaki besin içeriği vs, çevresel faktörler tarafından temin edilir.

Aynı zamanda yenilenme kuvveti tamamen ebeveyn stok bolluğundan bağımsız olmayacağı aynı derecede açıktır. Gerçekte ebeveyn stoku olası bir yenilenmenin bir dağılımı belirleyecektir. Stok-yenilenme problemi o zaman yenilenmenin olası kuvvetlerinin dağılımı (hem istatistiksel olasılıklar olarak hem de çeşitli çevresel faktörlerin fonksiyonu olarak gözlenilmektedir) ergin stokun bütün büyüklükleri için aynı olup olmadığını belirleyen problem olarak düşünülebilir. Dağılımın ortalaması (verilen ergin bir stoka uygun gelen ortalama yenilenme) açık olarak çok önemli bir özelliktir. Ayrıca diğer özelliklerde pratikte önemli olabilir. Örneğin "Normal" çevresel koşullar altında çok az farklılıklar olurken, küçük ergin bir stok geniş ergin bir stoktan makul bir yenilenmeyi fakir koşullar altında daha az meydana getirdiği ileri sürülebilir.

Ana hedef ergin stok bolluğu ve sonraki yenilenmenin ortalama kuvveti arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu hedef de tamamen yeterli değildir. Stok bolluğunun her bir seviyesinde farklı yenilenme kuvvetleri dağılımının bir açıklamasını içermeye ve genişletmeye ihtiyaç duyulur. Bunun için iki metot vardır: Ebeveyn stoka karşı yenilenmeyi plotlamak ve uygun bir regresyon aramak veya ergin stok verilerini büyüklüklerine göre 2 veya 3 gruba ayırmak (ortalama büyüklükten aşağı veya yukarı) ve her bir grupta yenilenme dağılım frekansı ile

karşılaştırmak. Problem dağılımının hemen hemen her zaman büyük olmasıdır, ve sadece yeni bir gözlem yapılabilir, ve sadece bir kaç balıkçılık için 10 yıldan daha fazlasına geri dönülerek ayrı ayrı veriler hazırlanır. Stok ve yenilenme arasında istatistiksel olarak önemli olmayan bir ilişki varsa bu yenilenmenin muhakkak ergin stoktan bağımsız olduğu da söylenemez. Ayrıca Woltes ve Ludwig (1981) tarafından da belirtildiği gibi üreyen stok büyüklüğü nadir olarak doğru bilinir. Buda eğrinin görünüşünü değiştirebilir, bu yüzden yenilenme ergin stoktan bağımsız görünebilir. Bunu göstermenin kolay bir yolu yumurtalardan yenilenmeye sağ kalan (R/S faktörü tarafından ölçüldüğü gibi) ve ergin stok (S) arasındaki ilişki ayrıca düşünülebilir. Eğer ortalama yenilenme S'nin bütün değerleri için aynı ise, o zaman sağ kalanlar stoktaki artışı dengelemek için azaltılmalı ve sağ kalan ve stok arasında ters bir ilişki olacak (Gulland, 1977).

1.5.5. Yoğunluğa Bağlı Yenilenme ve Toplam Ürün

Daha önce yoğunluğa bağımlılık problemi ve stok ve yenilenme arasındaki ilişkinin çalışma yolları tartışılmıştı. Pratikte çalışma sonuçları yüksek derecede sonuca varmaması gerçeğine rağmen, ilişkinin öneminden dolayı balıkçılık stok dinamiğinde ve avcılıkta değişmelerin olup olmadığını belirlemek için yapılmalıdır.

Olayı göz önünde canlandırmak için balıkların bir yaşında ürettiği ve sonra öldüğü tek nesilli bir stok düşünmek uygundur.

İlk önce yenilenmeyi etkileyen çevresel faktörlerin sabit olduğu düşünülmektedir. Daha sonra stok ve yenilenme arasında iki ilişki düşünülür. İlki, yenilenme kuvvet ortalaması verilen bir stoktan meydana gelecektir. Diğer ilişki ise stok büyüklüğü verilen bir yenilenmeden meydana gelecektir. Burada belirli bir avcılık olduğunu ve büyüme ve ölüm oranlarının sabit olduğu farz ediliyor ve bu yenilenme ile orantılı olacaktır, ilişki lineerdir. Kesiştikleri yer stok ve yenilenmenin denge değerlerini verir, S_0 ve R_0 , eğer stok bu noktadan itibaren dağılırsa, kötü hava koşulları tarafından çok fakir bir yenilenme ortaya çıkar, stok bu denge pozisyonuna bir veya iki nesilde geri dönecektir. Örneğin küçük bir yenilenme R^1 bir stok S^1 verecek, bu daha geniş yenilenme R^{II} verecek, S^{II} stok ve böyle devam eder.

Avcılık oranının arttığı varsayıldığında, verilen bir yenilenmeden doğan ergin stok daha küçülecektir ve böylece çizgi daha diklenecektir. Bu dik çizginin stok-yenilenme çizgisini kestiği nokta yeni denge noktasını verir. Avcılıktaki artış azalır (R₁S₁), yenilenmede çok az farklılık olacaktır. Avcılık oranının biraz daha artışı (R₂S₂) yenilenmedeki önemli bir azalma ile ortaya çıkan bir denge yerini verecektir. Hala oran artarsa, burada denge noktası yoktur. Bu avcılık miktarını kullanmaya kalkışma; balıkçılığın kaybolmasına ve stokun çöküşüne kısa sürede sebep olacaktır.

Ergin stok büyüklüğü bir kaç yolla ölçülebilir, fakat amaç toplam yumurta üretimi (E)'dir. Bu aşağıdaki formül tarafından verilir.

$$E = \sum_i k_i P_i q_i N_i \quad (43)$$

k_i : i yaşındaki balığın ortalama verimi (fecundity)

P_i : i 'inci yaş grubunda dişilerin oranı

q_i : i yaşındaki olgun dişilerin oranı

N_i : Üreme mevsimi boyunca i yaşındaki balığın toplam sayısı

Terimlerden N_i hariç hepsi genel olarak avcılıktan bağımsızdır.

Burada N_i ,

$$N_i = \text{Re xp} \left[- \sum_{tr}^i (F_t + M) \right] \quad (44)$$

şeklinde hesaplanır.

Genelde avcılık ölümü (F) yaşla değiştiği takdirde veya F sabitse;

$$N_i = R \exp[-(F+M) (t_r - t_i)] \quad (45)$$

olur.

Mevcut verileri değerlendirmenin bir başka yolu da gözlenen stok ve yenilenme çiftlerinin plotlanmasıdır ve sonra herhangi bir eğri uydurulmadan önce yenilenmede önemli avcılık seviyesi özellikle sıfır avcılık güncel avcılığa uyan stok-yenilenme çizgisi ayrıca çizilir.

1.6. Stok / Yenilenme İlişkisi

Stok ve yenilenme problemi, ebeveyn stok büyüklüğü ve sayıca sonraki yenilenenler veya bir yıl sınıfının bolluğu arasındaki ilişki olarak düşünülebilir. Bu popülasyonun işletilip işletilmediğine bakılmaksızın popülasyonun büyüklüğünün düzenlenme şeklini ortaya koyması bakımından popülasyonun ana problemlerinden birisidir.

Gelecekte yenilenmek üzere yumurtadan çıkacak ve büyüyecek nesil için cinsi olgunluğa ulaşan, yumurta veren hiç ergin balığın bulunmaması halinde yenilenmenin olmayacağı açıktır. Çoğu balık türlerinin dişileri binlerce hatta milyonlarca yumurta üretmek suretiyle oldukça üretkendir. Bu büyük üretkenlik her üreme mevsiminden sonra çok küçük bir “parental stok” bile yenilenebildiğini göstermede çoğu balıkçılık biyologlarına kanıtlamak için yol gösterir. Oşinografik koşullar gibi abiyotik özellikler bırakılan yumurtalardan ne kadarını yenilenen kitle oluşturmak üzere yaşayacağını belirleyen en önemli faktörlerdir. Üreyen stok biokütlesi yani ergin balıkların biokütle miktarı yenilenen miktarın tahmininde belirleyici faktördür. Sonraki çalışmalarda her stokun kendine göre bir S/R ilişkisi vardır. Son yıllarda yenilenenlerin aşırı olarak avlanması nedeniyle bir çok balık stokları yok olmuştur.

Buna rağmen; S/R ilişkileri yenilenen miktarın sayısal veya indeks olarak üreyen stok biokütlesine göre grafiklemek suretiyle kolayca ortaya konulamaz. Bu ilişkiyi etkileyebilecek biyotik ve abiyotik faktörlerin birlikte dikkate alınması önemlidir. Peruvian hamsisinin yenilenmesi üzerine oşinografik koşulların kuvvetli bir etkisi olduğu saptanmıştır (FAO, 1989).

1.6.1. Klasik S/R Kavramı

Çoğu balık stokları için ortalama yenilenme seviyesi ebeveyn stokun ortadaki geniş bir alanın değişiminde hemen hemen sabit olduğu gözlenirdi. Kuzey deniz ringa balığında bu ara alan en azından 10^{12} – 10^{13} yumurtaya eşit olan bir arayı kapsadığı tahmin edilmektedir. Ortalama yenilenme seviyesi 1 yaşındaki balık için

yaklaşık $8 \cdot 10^9$ 'dur. Yumurtaların 1 yaşındaki yenilenme kitle haline gelme olasılığı 0.0001 ihtimal düzeyindedir.

Bu düşük yaşama oranının avcılıktan dolayı olmadığına da dikkat edilmelidir. Çünkü hayatının (t_r 'den daha genç balık) işletme öncesi evresinde ölüm olduğu düşünülüyor. Avcılığın etkisi spawning (ergin) potansiyelinin bir azalmasıdır, yenilenmenin değil. Sadece avcılık oranı belirli bir seviyenin ötesinde artış olduğu zaman yenilenme etkilenir. Kuzey denizi ringa balığında 70'li yıllarda aşırı avcılıktan dolayı yok olma tehlikesi başlamıştı. Bu nedenle de avcılığı kesinlikle yasaklanmıştır. Fakat başlıca, yenilenme grafiğinde bu geçiş zonunun (yenilenmenin avcılıktan etkilendiği kısım) uygun yerleşimi hakkında çok şey biliniyor. Kesin olarak bilinen tek şey ise bitiş noktasıdır. Yenilenme eğrisinin diğer noktaları hakkında az şey bilinmektedir. Beverton ve Holt (1957) aşağıdaki S/R ilişkisini ileri sürdü.

$$R = \frac{E \cdot R_{\max}}{E + g \cdot R_{\max}} \quad (46)$$

- g : Yeni katılım sayısı
R : Bir asimtotik seviyeye doğru artışlar
 R_{\max} : Yumurta üretiminin olduğu zaman max yenilenme
E : (Dişilerin sayısı) * (Yumurta üretimi)

Bu model basit bir yoğunluğa bağımlı ölümden çıkarılır.

$$d(N_t) / dt = -M(t) * N(t) \text{ ve } M(t) = m_1 + m_2 * N(t) \quad (47)$$

- $N_{(t)}$: t yaşında yaşayanların sayısı
 $M_{(t)}$: m_1 ve m_2 paramentlerin ve larvaların doğal ölüm oranı

(1). denklem diferansiyel denkleminin (2) çözümü olduğu gösterilir (Beverton ve Holt, 1957). “Bu yoğunluğa bağımlı ölümü” açıklayan bir model örneğidir. “Yoğunluğa bağımlı ölüm” besin rekabeti tarafından açıklanabilir. Besin ölüm derecesinde açlık miktarı limitinde ise ölümler besini paylaştan örneklerin sayılarının bir kuvveti olarak başlar.

Ricker (1954) S/R ilişkisi için farklı bir matematiksel model ileri sürmüştür.

$$R=R_1 * E \exp (-R_2 * E) \quad (48)$$

$$E=1/R_2$$

Bu modelde yeni katılım sayısı maksimum bir seviyeden ($E=1/R_2$ olduğu zaman) sıfıra doğru azalır, yumurta üretimi, E, artışları olarak. Yenilenme azalması kanibalizm tarafından açıklanabilir. Bu sorun Ricker tarafından tam olarak açıklanmıştır.

Özellikle, Beverton ve Holt modeli üreyen stoğun belli bir seviyenin üstünde ebeveyn stok ve yenilenme arasında ilişki olmadığını ifade eder. Halbuki, Ricker modeli bu ilişkinin bütün üreyen stok büyüklüğü için var olduğunu ve optimum bir üreyen stok büyüklüğü olduğunu ifade eder.

Deriso (1980) ve Schnute (1985) genel bir S/R modeli önermektedir.

$$R=R_1 * E [1-R_2 * R_3 * E]^{1/R_3} \quad (49)$$

Ricker modeli

$$R=R_1 * E \exp(-R_2 E) \quad (50)$$

$$R=R_1 * E / [1+R_2 * E] = (R_1 / R_2) / (E+1/R_2) \quad (51)$$

$R_3=-1$ ise Beverton ve Holt modeli

$R_1= 1/9$ ve $R_2= 1/(9 * R_{max})$ 'dir.

Stok ve yenilenmede çoğu mevcut veriler üreticilerde ortalama değişim genişliği ile ilgilidir. Yenilenme yumurta evresinden erginliğe kadar ki büyük azalma göz önüne alınırsa bu orta seviye hakkında nispeten küçük değişimler görülmesi en fazla dikkate değer gerçektir (Ursin, 1982)

1.6.2. Stok / Yenilenme Modelleri

Çoğunlukla 2 tip eğri stok ve yenilenme ilişkilerini açıklamak için kullanılır. Bunlar Ricker (1954) ve Beverton ve Holt (1957) eğrileridir. Her ikisi farklı teorik analizlerden çıkarılmasına rağmen, bunlardan verilere tekabül eden ve en uygun gelen birisi seçilerek çalışılmaktadır. Uygun değişikliklerle her iki eğri çoğu yenilenme ilişkilerini kapsar.

Ricker yenilenme denklemi yüksek stok seviyelerinde düşük yenilenme ile bir tepe noktası olan aile eğrilerini açıklar, halbuki Beverton ve Holt modeli belirli bir stok yoğunluğun ötesinde sabit yenilenmeyi gösteren asimtotik aile eğrilerini kapsar. Ricker eğrisi yoğunluğa bağımlılığı güçlü bir şekilde ifade eder, stok yoğunluğu belirli bir dağılımın üstünde geometrik bir şekilde artar. Beverton ve Holt eğrisi stok yoğunluğu artarken yenilenme oranında aritmetik bir şekilde ilerleyen azalmayı ifade eder.

Aşağıdaki denklem bir Ricker aile eğrisini gösterir.

$$R=a*S \exp (-b S) \quad (52)$$

R: Yeni katılımlar

S: Ergin üreyen stok, a ve b eğrinin parametreleridir

a artarken gittikçe yükselen ve sonra tümsekleşen sivri bir tepe oluşturur. b artarken yükseklik azalır fakat eğri daha sivrileşir ve aynı zamanda maksimum azalmayı değiştirir.

$S_{\max}=1/b$ olduğu zaman maksimum yenilenme:

$$R_{\max}=0.3679* a /b \quad (53)$$

b Ricker modelinde yoğunluğa bağımlı bir parametredir, a yoğunluktan bağımsızdır. Maksimum tepe ya daha yüksek ya da tamamen stokun yerini alan yeni katılımlarda gösterilenden daha az olabilir.

$S=R=S_r$ olduğu zaman denklem

$$S_r = \ln(a) / b \quad (54)$$

$$a = \ln(a) = b S_r \quad (55)$$

$$R = S \exp [a (1 - S/S_r)] \quad (56)$$

Beverton ve Holt'un asimtotik yenilenme eğrisi:

$$R = 1 / (a^1 + b^1 / S) \quad (57)$$

Buradaki a^1 ve b^1 yeni parametrelerdir. Ricker eğrisindeki gibi 2 parametre bir birini etkiler. (56) denklem eşitliğinden "Replacement adjusted":

$$R = S / [1 - a^1 (1 - S/S_r)] \quad (58)$$

$$a^1 = 1 - b^1 \text{ ve } S_r = (1 - b^1) / a^1 \quad (59)$$

$$R_{\max} = 1/a^1 \quad S_{\max} = \infty \quad (60)$$

Burada a^1 yoğunluğa bağımlı ve b^1 yoğunluktan bağımsız parametrelerdir.

Ricker eğrisi yoğunluğa bağımlılığı güçlü olan mekanizmalar işlendiği zaman uygulanılabilir (Pitcher ve Hart, 1982).

Yavru balıkların ergin balıklar tarafından yenmesi (kanibalizm) önemli bir düzenleme mekanizması olduğunda veya yoğunluğun fazla olması yavru balıkların belirli bir değerlendirilebilir büyüklüğe erişmeleri için gerekli zamanı uzatıyorsa, Ricker tipi üreme eğrisinin kullanılması daha uygundur.

Bolluk üst sınırı alanı veya gıda tarafından zorlanıyorsa veya bir pradatör saldırı aktivitesini bireylerin bolluğuna göre, sürekli olarak ve hemen ayarlayabiliyorsa, Beverton ve Holt eğrisini kullanmak daha yararlı olur (Atay, 1989).

$$\text{Ricker eğrisi: } a = e^r ; b = r/K \quad (61)$$

$$\text{Beverton ve Holt: } b^1 = e^r ; a^1 = (1 - e^r) / K \quad (62)$$

$$a = 1/b^1 \quad (63)$$

Artış oranı, r , doğum oranı (b) ve ölüm oranı (d) arasındaki farkı gösterir (Pitcher ve Hart, 1982).

$$r = b - d \quad (64)$$

$K = N_{\max}$ = Taşıma kapasitesi

1.6.3. Beverton ve Holt'un Yenilenme Başına Ürün Modeli

Yenilenme başına ürün modeli temelde sabit bir modeldir (Beverton ve Holt, 1957). Avlama paterni uzun bir zaman için aynı olduğu bir durumda stok ve ürün durumunu tanımlayan bir modeldir ve tüm canlı balıklar yemlendiği için bu model ifade edilmiştir.

Beverton ve Holt yaklaşımı için altta bulunan bazı gerekli kabuller vardır:

a-Yenilenme sabittir. Henüz açıkça belirlenmedi. Bundan dolayı "Yenilenme başına ürün" ifadesi kullanılıyor.

b-Bir kuşağın tüm balıkları aynı zamanda yumurtadan çıktı.

c-Yenilenme ve seçicilik arasındaki ilişki bıçak sırtı şeklindedir.

d-İşletme fazına girişte avcılık ve doğal mortalite sabittir.

e-Stok içinde tam bir karışım vardır.

Sabit bir vaziyetteki istasyonda yalnızca yıllık toplam ürün bilindiği zaman verilen bir F değeri için yeni eleman sayısı; toplam ürün yenilenme başına gram olarak ürüne bölünerek hesaplanılabilir.

"Yenilenme başına ürün eğrisi" genellikle bir maksimuma sahiptir. "Maksimum avlanabilir ürün" ağ gözü boyutu için (girişteki yaş) kullanılmıştır. Ağ göz açıklığının saptanması ile birikime katılma yaşı tahmin edilir. Ama bu durum

göz açıklığı büyükse önemi kaybeder.”Avlanılabilir” kelimesinin kullanılmasının nedeni daha yüksek ürünler gücün ani bir artışıyla yalnızca geçici bir şekilde elde edilebilir.

“Yenilenme başına canlı kütle eğrisi” her zaman artan güç ile azalır, altta bulunan kabuller altındaki modelde; eğri birim güç başına yakalamayla orantılıdır. Balık stoku belirleme kavramının önemi bu yüzden model tarafından açık bir şekilde izah edilmiştir.

Artan av gücü ile toplam ürün azalması yüksek olduğu zaman aşırı avcılık meydana gelir. Oysa birim güç başına yakalananların azalması sadece artan avlanmanın bir işaretidir; aşırı avcılığın işareti değildir.

Yenilenme başına ürün modelinin ciddi bir eksikliği “yenilenen kütle için aşırı avcılığını” ihmal etmesidir.

Altta bölümde matematiksel tanımlama ve model kavramları ile daha detaya ineceğiz.

1.6.4. Beverton ve Holt Modelinden Sonra Üssel Azalma Modeli

Beverton ve holt modelinde yeni neslin yaşam süresi kabulü burada tanımlanmıştır.

t_r yaşındaki kuşak avlama bölgesine gelerek erişkin stoka katılır. t_r yaşından t_c yaşına kadar olan sürede avlama mortalitesine (F) maruz kalınmaz. Bu dönemdeki şekildeki eğri değişimi “knife-edge yenilenme” diye adlandırılır (Kabul edelim ki; t_c ve t_r arasındaki ağlara giren tüm balıklar ağ gözlerinden kaçsınlar). Böylece bu dönemdeki balıklar sadece sabit olarak kabul edilen doğal mortalite (M)'nin etkisindedirler. t_c yaşına ulaşan balıklar (ilk yakalanma yaşı) yaşamının geri kalan kısmında sabit olduğu varsayılan F avcılık mortalitesine aniden maruz kalırlar. t_c yaşından sonra şekildeki değişime (knife-edge seçicilik) denir. Yakalama t_c yaşına ulaşınca kadar sıfır kabul edilir. t_r yaşında sağ kalanların sayısı balıkçılık için yenilenmedir.

$$R=N_{t_r}$$

(65)

t_c yaşında sağ kalanların sayısı:

$$N_{t_c} = R \exp[-M(t_c - t_r)] \quad (66)$$

$t > t_c$ olan t yaşında sağ kalanların sayısı:

$$N_t = N_{t_c} \exp[-(M+F)(t - t_c)] \quad (67)$$

$$N_t = R \exp[-M(t_c - t_r) - (M+F)(t - t_c)] \quad (68)$$

1.6.5. Yenilenme Başına Ürün

Beverton ve Holt'un verimi yenilenme başına prensibinde ürünleri ifade ettiği için; ürünler nispidir. Örneğin; yenilenmeye bağımlıdır. Eğer şunu söylersek; 100 milyon balık yenilenmesi 10 bin ton ürün verdiğinde bu modele göre, 200 milyon balık yenilenmesi 20 bin ton ürün verir (Gerçekte böyle değildir).

Bu örnekteki yenilenme başına ürün;
 $10.000.000.000 / 100.000.000 = 100$ gr olur.

Model için matematiksel açıklama öne sürmek için aşağıdaki eşitliği başlangıç noktası olarak alırız.

t , $t + dt$ kısa zaman aralığında yakalanan dY_t ağırlığı ve dC_t sayıları şu eşitlikler ile verilir:

$$dC_t = F_t N_t dt \quad (69)$$

$$dY_t = F_t N_t dt \quad (70)$$

Ve buradan ağırlık ve sayıdaki toplam yakalama hesaplama ile bulunacaktır.

Yapılan işlem t_r yenilenme yaşından t_m maksimum yaşa kadar integral almaktır. Yukarıda da anlatıldığı gibi şunların bilinmesi gerekir.

$$F_t = 0 \quad t \leq t_c$$

$$F_t = F = \text{sabit} \quad t > t_c$$

$$Z = M + F \text{ idi,}$$

$$Z_t = M; \quad t \leq t_c$$

$$Z_t = F + M; \quad t > t_c$$

$t_r < t < t_c$ olduğu zaman t yaşındaki balıkların sayısı N_t ;

$$N_t = R \exp[-M (t - t_r)] \quad (71)$$

Not: $N_t = N_0 e^{-z(t-t_0)}$ $t_0 = 0$ için $N_t = N_0 e^{-zt}$ idi.

$t = t_c$ olduğunda yaşayan balıkların sayısı R^1 ;

$$R^1 = R \exp[-M (t_c - t_r)] \quad (72)$$

$t_c < t < t_m$ olduğu zaman balık sayısı;

$$N_t = R^1 e^{-(F+M) (t - t_c)} \quad (73)$$

$$N_t = R \exp[-M (t_c - t_r) - (F+M) (t - t_c)] \quad (74)$$

Ağırlık olarak ürün; yukarıda da anlatıldığı gibi avcılık mortalitesi (F) sayı olarak stok ölçüsü (N_t) ve t anındaki tek bir balığın ortalama ağırlığı ile orantılıdır.

$$dY_t/dt = F N_t W_t$$

$$dY_t = F N_t W_t dt \quad (75)$$

t_c 'den t_m 'ye yakalanan toplam ağırlık bu değer arasında integral alınarak bulunur.

$$Y = \int_{t_c}^{t_m} F * N_t * W_t dt \quad (76)$$

W_t 'yi Von Bertalanffy'nin büyüme eşitliği ile ifade edersek;

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^3 \quad \text{Burada } K = \text{sabit olduğu için parantez içindeki ifadeyi}$$

açabiliriz:

$$(1 - e^{-K(t-t_0)})^3 = 1 - 3e^{-K(t-t_0)} + 3e^{-2K(t-t_0)} - e^{-3K(t-t_0)} \quad (77)$$

$$W_t = W_\infty \sum_{n=0}^3 U_n e^{-nK(t-t_0)} \quad (78)$$

$U_0=1$, $U_1=-3$, $U_2=3$, $U_3=-1$ olmak üzere.

Böylece ürün şu şekilde ifade edilir:

$$Y = \int_{t_c}^{t_m} FR'W_\infty e^{-(F+M)(t-t_c)} \sum_{n=0}^3 U_n e^{-nK(t-t_0)} dt \quad (79)$$

Burada kolayca integral alabilmek için;

$t-t_0 = (t-t_c) + (t_c-t_0)$ olarak yazılabilir.

$$Y = FR'W_\infty \sum_{n=0}^3 U_n \int_{t_c}^{t_m} e^{-(F+M+nK)(t-t_c)} e^{-nK(t_c-t_0)} dt \quad (80)$$

integrasyon sonucunda;

$$Y = FR'W_\infty \sum_{n=0}^3 \left[U_n / (F + M + nK) \right] e^{-nK(t_c-t_0)} \left[1 - e^{-(F+M+nK)(t_m-t_c)} \right] \quad (81)$$

Eğer t_m yeterli derecede büyükse bulunduğu terim ihmal edilebilir. Ve ürün denklemi şu şekle dönüşür.

$$Y = FR e^{-M(t_c-t_r)} W_\infty \sum_{n=0}^3 \left[U_n e^{-nK(t_c-t_0)} / F + M + nK \right] \quad (82)$$

$$Y/R = F * e^{-M(t_c - t_r)} W_\infty \sum_{n=0}^3 [U_n e^{-nK(t_c - t_0)} / F + M + nK] \quad (83)$$

Bu model bir kuşağın ürününü verir. Burada kullanılan parametreler:

- K : von Bertalanffy büyüme parametresi
 t_0 : von Bertalanffy fonksiyonunda doğumdan önceki yaş
 t_c : İlk avlama yaşı
 t_r : Birikime katılma yaşı
 W_∞ : von Bertalanffy fonksiyonunda bir balığın en son ağırlığı
F : Avlamayla ölüm
M : Doğal ölüm
Z : F+M toplam ölüm

Burada kullanılan iki parametre F ve t_c balıkçılık yöneticileri tarafından kontrol edilebilenlerdir. Çünkü;

- 1- F, avlama gücüyle orantılıdır.
- 2- t_c , ağ seçiciliğinin fonksiyonudur.

Bu yüzden Y/R , F ve t_c 'nin bir fonksiyonu olarak düşünülür. Çoğu zaman Y/R'yi F'e karşı çizilmiş olarak göreceğiz.

1.6.6. Yenilenme Başına Canlı Kütle

Bu model avcılık mortalitesinin (F) bir fonksiyonu olarak canlıların (yaşar balıkların) yıllık ortalama canlı kütlesini açıklar. Ortalama biyokütle (ağırlık) birim güç başına yakalamayla ilgilidir.

$$CPUEW W_t = q N_t W_t \quad (84)$$

veya eğer $N_t W_t$, B_t tarafından tekrar yazılırsa canlı kütlenin sembolü;

$$CPUEW_t = q B_t \text{ dir.}$$

CPUEW: Birim güç başına yakalanan ağırlığı gösterir.

Böylece biyokütle eğrisi CPUEW eğrisi gibi aynı şekile sahip olması beklenir.

$$\text{Yıllık yakalama sayısı: } C = F\bar{N} \text{ gibi açıklanabilir.}$$

Yıllık ürün: $Y = F\bar{B}$ dir. Burada; B: Bir yıl boyunca denizde ortalama biomass.

$$\frac{\bar{B}}{R} = \frac{Y}{R} = \frac{1}{F} \quad (85)$$

görüldüğü gibi $\frac{Y}{R}$ den $\frac{\bar{B}}{R}$ ye geçmek kolaydır. Eğer $F=0$ ise problemler vardır.

Böylece;

$$\frac{\bar{B}}{R} = e^{-M(t_c - t_r)} W_\infty \sum_{n=0}^3 [U_n e^{-nK(t_c - t_0)} / F + M + nK] \quad (86)$$

Her zaman $\frac{Y}{R}$ ve $\frac{\bar{B}}{R}$ nin birlikte hesaplanması tavsiye edilir. En kolay yol;

önce $\frac{\bar{B}}{R}$ yi daha sonra $\frac{Y}{R} = F \frac{\bar{B}}{R}$ yi hesaplamaktır. B_V : Kullanılmayan stokun canlı kütlesidir.

1.6.7. Beverton ve Holt'un Bağlı Y/R Kavramı

Beverton ve Holt kendilerinin Y/R modelinin daha genel bir versiyonunu geliştirmişlerdir (1966). Yenilenme başına gram olarak açıklanan Y/R'nin mutlak değeri balıkçılık yöntemiyle direkt ilişkisi yoktur.

F'nin farklı değerleri için Y/R'nin bağlı farklılıklarının sonuçları nedir? Bu çeşit sonuca bir örnek; Y/R eğrisinden çizebiliriz.

Mutlak Y/R anlamına sahip olmayan Beverton ve Holt'un bir sonucu olarak Y/R modelinin bir versiyonu geliştirildi. Fakat bir kaç parametreye ihtiyaç duyulur. Bu versiyon özellikle ağ gözü düzenlemenin etkisini tayin etme için uygundur.

L_C ; %50 tutma boyu olsun, yani ağ içine giren balıkların %50'si ağ tarafından tutulsun.

$$U = 1 - (L_C - L_\infty) \quad m = (1 - E) / (M/K) = K/Z \quad (87, 88)$$

$E = F/Z$: İşletme oranıdır.

M : Doğal ölüm.

K : Von Bertalanffy parametresi.

U : İşletme sahasına girdikten sonra büyümesinin tamamlandığı kısımdır.

$$(Y/R)' = E U^m \{1 - [3U/(1+m)] + [3U^2/(1+2m)] - [U^3/(1+3m)]\} \quad (89)$$

Bu eşitlik yenilenme başına bağlı Beverton ve Holt modeli olarak bilinir.

$(Y/R)'$; U ve E'nin bir fonksiyonu olarak düşünüldü.

1.6.8. Uzunluk Verisinden Yenilenme Başına Ürün

Beverton ve Holt'un modelindeki gibi aynı cebirsel işlemlerin çoğu Y/R eşitliği için uzunluk modeline dayanan modele dönüştürülebilir.

Orjinal parametreler ve değişkenler F, M, W_∞ , K, t_0 , t_r , t_c 'dir. Boy dönüştürme modelinde t_0 , t_r ve t_c yerine L_∞ , L_r ve L_c 'ye sahibiz. Yeni eşitlik:

$$Y/R = F A W_\infty \{ [1/(F+M)] - [3U/(F+M+K)] + [3U^2/(F+M+2K)] - [U^3/(F+M+3K)] \} \quad (90)$$

$F+M=Z$ dersek;

Burada; $U=1-(L_c/L_\infty)$

$$A = [(L_\infty - L_c) / (L_\infty - L_r)]^{M/K} \quad (91)$$

Z/K, Z olarak yazıldığında denklem aşağıdaki gibi olur.

$$Y/R = F (A/K) W_\infty \{ [1/Z] - [3U/(Z+1)] + [3U^2/(Z+2)] - [U^3/(Z+3)] \} \quad (92)$$

1.7. İncelenen Türlerin Biyoekolojik Özellikleri

1.7.1. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)

Hamsi balıkları, Engraulidae familyasından, tropikal, subtropikal ve kısmen ılıman denizlerde bulunan, sularımızda bir türü olan, karnı ve yanları beyaz gümüşü, sırtı mavi ve yeşilimsi renkli, plankton ve larvalarla beslenen yumurtalarını orta derinlikte sulara bırakan, ortalama 40-50 bin yumurta yumurtlayan kısa ömürlü olup en fazla 4 yıl

yaşayan, taze ve konserve halinde insan yiyeceği olarak ayrıca balık unu ve yağı sanayisinde de değerlendirilen balıklardır.

Hamside vücut yuvarlak iğ, burun sivri nokta ve çıkıntı şeklinde uzamış, sırt yeşil ekseri yeşilimsi mavi yanlar ve karnı gümüşü renklidir.

Görülebilir yan çizgisi yoktur. Pullar vücuda göre iri ve gümüşü renkli olup başa kadar uzanmaz. Kuyruk yüzgecinin bağlantı yerinde iki sıra pul bulunur. Sırt ve karnı yüzgeçlerinin başlangıç noktaları aynı hizadadır.

Hamsi küçük bir balıktır. İlk yaşının sonunda 7-8 cm boya eriştiği zaman cinsi olgunluğa erişir, 12-14 cm olduğunda 4 yaşındadır. Pelajik bir tür olan hamsiler Mayıs'tan Eylül ayının sonuna kadar yumurtlama sezonu esnasında özellikle sahile yakın sularda çok geniş sürüler oluştururlar. Hamsiler tuzlu ve hafif tuzlu (acı) sularda bulunabilir ve özellikle nehir ağzlarındaki habitatlar hamsiler için uygundur. Yetişkin hamsiler hayatları boyunca 2-3 defa yumurta verirler. Yumurta ve larvaları pelajiktir ve yavrular 18 C'de 24-48 saat sonra yumurtadan çıkar. Küçük zooplankton ve fitoplankton türleri ile beslenirler ve besin tüketimleri yazın en yüksek düzeydedir.

Sardalye balıkları vücudunun yüksekliği, burunun daha kısa ve çıkıntı halinde olmayışı ile hamsiden ayrılır.

Karadeniz, Marmara ve Akdeniz'de yaygın olarak sürüler halinde bulunur. İlkbahar başlangıcında ve Sonbaharda büyük sürüler halinde sahile ve kışın Karadeniz'de 50-70 m, Akdeniz'de 100-150 m derinliğindeki sulara göçerler.

Kuzeydeki dağılım alanlarındaki hamsiler ekonomik olarak değersizdir, fakat güneydeki dağılım alanlarındaki hamsiler (buna Karadeniz'de dahildir) balıkçılık açısından önemli türlerdendir.

Dağılım alanı: Güney Norveç'ten Kuzey Afrika'ya kadar, Atlantik sahili, Akdeniz, Azak denizi ve Karadeniz'dir

1.7.2. İstavrit (*Trachurus trachurus*, *Trachurus mediterraneus*)

İstavritler, Carangidae familyasının *Trachurus* cinsine giren, denizlerimizde çok yaygın olarak bulunan, boyları nadiren de olsa 50 cm ye kadar ulaşabilen, Mayıs'tan Ağustos'a kadar sahillere bir kaç mil uzakta yumurtlayan, yumurta ve larvalarında pelajik olan, yavruları kıraça olarak adlandırılan, yan çizgileri üst üste binen pulcuklar

halinde dikenli olan, genellikle taze, donmuş, tuzlanmış yağ içinde fileto halinde kutulanmış ve bazen tütülenmiş olarak değerlendirilen balıklardır.

1.7.2.1. İstavrit (*Trachurus trachurus* L.1758)

İstavrit, karagöz istavritten yan çizgisinin üst kolunun daha uzun olması ile ayırt edilir. İki sırt yüzgecinden birincisi dikenli ve diğerinden daha yüksektir. Yan çizginin boyunca iri kemiksi pullar kalın bir sıra oluşturur ve anüs yüzgeci dikenleri hizasında aşağı düşüş gösterir. Yan çizginin üst kolu ikinci sırt yüzgecinin ortasına kadar yaklaşır. Sırtı grimsi yeşil, yanlar gümüşü metalik parlıtlı ve karın beyazdır.

Birinci sırt yüzgecinin önünde deri altında gizli bir diken bulunur. Yan çizgi boyunca 69 ile 79 arasında değişen kemiksi pul vardır. Boyu 30 ile 50 cm arasında değişir.

Akdeniz'de yaygın, Ege, Marmara ve Boğazda daha az olarak bulunur. Karadeniz'de de tesadüf edilir.

Pelajik bir türdür, başlıca yaşama alanları kıta sahanlığının açıklarıdır. Geniş balık sürüleri oluştururlar ve uzun göçler yaparlar. Yazın başında istavrit göçü besin aramak için kuzeye doğrudur. Sıcaklık düştüğü zaman tekrar güneye doğru göç ederler. Genç balıklar evvela planktonik crustacealarla ve balık yumurtalarıyla beslenir. Fakat daha sonra ilk yılda günlük gıdalarında değişiklikler olur. Sardalye ve Morina benzeri küçük balıklar ile büyük crustacea ve ufak cins Mürekkep balığı ile beslenirler. Tropikal sularda zaman zaman durarak yaz ayı içinde yumurta bırakırlar. Ticari olarak önemli bir türdür ve lezzetli bir ete sahiptir.

1.7.2.2. Karagöz (*Trachurus mediterraneus*)

İlk sırt yüzgecinden birincisi dikenli olup bir zar ile birbirine bağlanmıştır ve ikincisinden daha yüksektir. Anüs yüzgecinin önünde iki diken birbirine bağlanmıştır.

Karagöz, istavritten yan çizginin üst kolunun kısalığı ve yan çizgi pullarının küçüklüğü ile ayrılır. Yan çizginin üst kısmı enseden başlar ve ikinci sırt yüzgecinin başlangıcında son bulur. Anüs dikenleri hizasında düşüş yaparak devam eder. Sırtı mavimsi yeşil, yanlar gümüşü ve karın beyazdır. Birinci sırt yüzgeci önünde deri içinde

gömülü bir diken bulunur. Yan çizgi boyunca kemiksi pul miktarı 78-92 arasında değişmektedir.

Karadeniz ve Akdeniz'de çok yaygındır. Yazın Azak denizinde bulunur. Akdeniz'de bulunanlar ortalama 40 cm olup en fazla 50 cm ulaşır. Karadeniz'de bulunanlar 30-40 cm ve 10-14 cm arasında iki değişik stok teşkil eder. Bunlardan büyük olan stok en fazla 59, küçük boy olanlar en fazla 20 cm ulaşabilirler.

İstavrite nazaran sahilden daha uzakta ve daha büyük sürüler halinde bulunurlar. Kışın 40-50 m derinlik arasında yaşarlar. Karagöz'de besin aramak için uzun mevsimsel göçler yapar.

Karagöz'ün gençleri zooplankton ile beslenir, yetişkinler ise başlıca küçük balıklar ile (hamsi, çaça, gümüş, Sardalye, kefal, barbunya ve kaya balıklarının yavruları) beslenirler.

Karagöz 2 yaşında cinsi olgunluğa erişir ve Akdeniz ve Karadeniz'de Mayıs ayından Ağustos ayına kadar zaman zaman ara vererek sahilden bir kaç mil açta yumurtlarlar. Genellikle akşam vakti yumurta verirler. Yumurta ve larvaları pelajiktir.

İstavritin gençleri bir yaşına gelene kadar sık sık düşmanlarından korunmak için deniz anasının (Medusae) şemsiyesi altına sığınarak hem burayı bir sığınak gibi kullanırlar hem de Medusae'lerin gonadlarını yiyerek beslenirler (Özellikle Medusae'lerden *Rhizostoma pulma* türünü kullanırlar).

Karadeniz'de Karagöz'ün iki familyası vardır, biri küçük (kıraca) diğeri büyüktür ve ayrı sürüler halinde yaşarlar ve hatta onların verimlilikleri ve ömür süreleri dahi farklıdır(küçük familyanın üyeleri genellikle 7-8 yaş arasında yaşar, büyükler ise 13-14 yıl yaşarlar).

Dağılım alanı: Akdeniz, Karadeniz, Batı Avrupa sahil açıkları ve Kuzey denizi.

1.8. Önceki Çalışmalar

Bu çalışmada Karadeniz ekosistemindeki pelajik balık türlerinden hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnea, 1758) ve istavritlerin (*Trachurus mediterraneus*) bazı populasyon parametreleri, beslenme ekolojileri, prey çeşitlilikleri ile dominantlığı araştırılmıştır.

Karadeniz’de hamsi ilgili olarak yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. İstanbul Sinop, Samsun’da 19 Mayıs Üniversitesi ve Trabzon’daki Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi ile Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünün kurulması ile araştırmalar gözle görülebilir bir ivme kazanmıştır.

Hamsi balıklarının biyolojik özellikleri, morfolojileri ve dağılımları gibi genel özellikleri ile ilgili ilk bilgiler Slastenenko’ya (1956) aittir. Daha sonraki yıllarda, Arım (1957), Demir (1959, 1965) ve Svetovidov (1964) başta hamsilerin genel biyolojik özellikleri olmak üzere Karadeniz’deki göçleri, üremeleri yumurta ve larva özelliklerini kapsayan derlemeler yapmışlardır.

Hamsilerle ilgili Türkiye’de yürütülen çalışmalardan birisi Einarson ve Gürtürk’e (1960) aittir. 1957 yılında İstanbul Boğazı açıklarından Hopa’ya kadar olan sahada yumurta ve larva sörveyleri yapmışlar ve 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.

Kara (1975) ise 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 çalışmıştır.

Hamsi stoklarının yapısı ile ilgili araştırmalar 1980’li yılların ikinci yarısından itibaren hız kazanmıştır. Hamsi balıklarının yaş ve boy dağılımları, cinsiyet oranları ve kondisyon faktörü, et verimleri, boy-ağırlık ilişkileri, yaşama ve ölüm oranları Özdamar ve ark., (1991), Karaçam ve Düzgüneş (1988), Düzgüneş ve Karaçam (1989), Ünsal (1989), Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü (1990, 1991, 1992a, 1992b) ve Mutlu, 1994 tarafından bu çalışmalarda ele alınmıştır (Tablo 1, 2).

Daha geniş kapsamlı, Ulusal düzeyde ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü ve Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü tarafından birlikte yürütülen Karadeniz’deki ekonomik deniz ürünleri araştırma projesi kapsamında, hamsi stoklarının tespiti, bir proje olarak ele alınmıştır. TÜBİTAK ve NATO tarafından desteklenen bu projede akustik yöntem ile yumurta ve larva sörvey yöntemleri kullanılmıştır.

Karadeniz’de hamsinin cinsi olgunluğa erişme boyu ile ilgili yayınlanmış bir kaynağa rastlanmamıştır. Hamsi kısa ömürlü bir balık türü olduğu için stokların sürekli

olarak izlenmesi ve alınan sonuçların değerlendirilerek avcılığı ile ilgili kararların zamanında alınması gerekir. Bu çalışma ile, FISAT programı kullanılarak; 1996-97 av sezonunda hamsi populasyonunun durumunu ortaya koyan verilerin alınması ve av yasaklarıyla ilgili alınan önlemlerin stoklar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Su ürünleri sektöründe özellikle Karadeniz’de istavrit ile ilgili olarak yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. İstavritlerin biyolojik özellikleri, morfolojileri ve coğrafik dağılımları ile ilgili ilk bilgiler Slastenenko’ya (1956) aittir.

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

Türkiye’de balıkların beslenme ekolojileri, beslendiği preylerin çeşitliliği ve dominantlığı ile ilgili çalışmalar henüz yeni başlamaktadır. Hamsi ve istavritlerin beslenme ekolojileri, prey çeşitlilikleri ve dominantlığı ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır.

Ergene (1997) Göksu Deltasındaki Akgöl-Paradeniz dalyanında yaşayan *Liza auratus* (Risso, 1810)’un Beslenme özellikleri çalışmasında Akgöl-Paradeniz dalyanında yakalanan 138 *Liza auratus* bireyinin sindirim içeriklerinin incelenmesi sonucunda mide ve bağırsaklarının % 69.32 oranında dolu, % 30.68 oranında boş olduğunu saptamıştır. Sindirim içeriğinden çıkan organizmaların başında hem temsil ettiği cins sayısı (16 cins) hem de aylara göre sayısal ve yüzde dağılım açısından Bacillariophyta filumuna ait organizmaların birinci sırayı aldığı tespit edilmiştir. Bacillariophyta filumunu ikinci sırada Chlorophyta ve üçüncü sırada Cyanophyta filumuna ait organizmaların takip ettiği saptanmıştır. Bunların yanında besinsel organizmalar arasında Euglenophyta’dan bir cinse, Rotifera’dan iki cinse ve Nematod yumurtalarına da rastlandığı belirtilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli yıllarda yapılan araştırmalarda hamsi popülasyonuna ilişkin yaş kompozisyonu, ortalama tam boy (cm) ve ağırlık (g) bulguları

ARAŞTIRICILAR	YAŞ-FREKANS DAĞILIMI (%)						YAŞ-BOY (TL) VE AĞIRLIK (W) DAĞILIMLARI												ARAŞTIRMA TARİHİ
	YAŞ			YAŞ			0		1		2		3		Ortalama				
	0	1	2	3	0	1	2	3	TL	W	TL	W	TL	W	TL	W			
Özdamar ve ark., 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	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	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	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	1988-89				
Anonim, 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	1989-90				
Anonim, 1991	39.60	56.60	3.80	-	7.6	2.7	8.8	4.4	12.7	14.3	-	-	8.5	3.9	1990-91				
Anonim, 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	1991-92				
Anonim, 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	1992-93				

Tablo 2. Farklı yıllarda çeşitli araştırmacılarca bulunan, hamsi balıklarının eşey oranları (%), boy-ağırlık ilişkisi, von Bertalanffy büyüme parametreleri, kondisyon faktörü ($K=W/L \cdot 100$), yaşama ($S=\%$) ve ölüm (Z) oranları

ARAŞTIRICILAR	EŞEY ORANLARI		BÜYÜME PARAMETRELERİ								YAŞAMA VE ÖLÜM ORANLARI			ARAŞTIRMA TARİHİ
	Dişi	Erkek	a	b	L_{∞}	W _∞	k	t_0	K	S	Z			
Özdamar ve ark., 1991	61.00	39.00	0.0023	3.412	16.77	34.71	0.325	-2.271	0.724	55.45	0.590	1985-86		
Karaçam ve Düzgüneş, 1988	46.00	54.00	0.0025	3.383	16.85	34.48	0.324	-1.988	0.681	35.16	1.045	1986-87		
Düzgüneş ve Karaçam, 1989	49.15	50.85	0.0025	3.387	14.14	20.04	0.918	-0.320	0.649	24.76	1.396	1987-88		
Ünsal, 1989	64.07	35.93	0.0064	2.974	15.73	23.32	0.317	-2.197	0.606	41.83	0.872	1988-89		
Anonim, 1990	-	-	0.0065	2.978	23.06	74.30	0.139	-3.233	0.621	26.42	1.330	1989-90		
Anonim, 1991	52.90	47.10	0.0049	3.123	-	-	-	-	0.636	6.70	2.703	1990-91		
Anonim, 1992a	59.38	40.62	0.0055	3.036	18.30	37.70	0.250	-2.140	0.660	20.30	1.595	1991-92		
Anonim, 1992b	59.31	40.69	0.0053	2.999	16.72	24.76	0.503	-0.353	0.590	59.13	0.526	1992-93		

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmanın canlı materyalini Trabzon, Rize ve Hopa açıklarından avlanan hamsi ve istavrit balıkları oluşturmuştur. Boy ve ağırlık ölçümleri için kullanılan von Bayer teknesi, hassas terazi, yaş tayinleri için gerekli olan stereo mikroskop vb malzemeler Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesinden sağlanmıştır.

2.1.1. Örnek Temini

Araştırmada kullanılan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) örnekleri Doğu Karadeniz’de gırgır avcılığı yapan av tekneleri ile denize çıkılarak ve balıkçılardan alınarak temin edilmiştir. Farklı boy grupları arasında beslenme alışkanlığı bakımından farklılık olup olmadığını ortaya koymak için örnekler bütün boy gruplarını temsil edecek şekilde her boy grubundan rasgele örnekleme ile alınmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Boy-Ağırlık Ölçümleri

Balıklar öldükten sonrada sindirim enzimleri faaliyetlerine aktif olarak devam eder ve 5-6 saat içinde midedeki sindirim tamamlanır (Bagenal, 1978). Bundan dolayı örnekler en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. İlk olarak örneklerin boy-ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Boy ölçümleri, kolaylık sağlaması ve seri ölçümler yapılabilmesi için von Bayer teknesi ile 0.1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Ağırlık ölçümleri 0.001 g hassasiyetli Sartorius marka hassas terazi ile yapılmıştır.

2.2.2. Cinsiyet Tespiti

Cinsiyet tayini, balıklar anüsten solungaçlara kadar dikkatli bir şekilde makasla kesilerek balığın karın boşluğu açılmış ve iç organlar bir iğne yardımıyla dışarıya çıkarıldıktan sonra yapılmıştır. Teleost balıklarda erkek bireylerin gonadları, katı ve yoğun bir kütle halinde bazen lob şeklinde görülürken, dişi bireylerin gonadları ise kof bir görüntüye sahip ve kese biçimindedir. Cinsi olgunluğa erişmemiş balıkların gonadları küçük, gelişmemiş ve şeffaf bir renktedir. Olgun bireyler büyük ve daha mat renklere sahiptir (Bagenal, 1978).

2.2.3. Yaş Tayini

İstavrit ve hamsilerde yaş tayini Fisat programındaki Bhattacharya yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntemde; alınan örneklerden yaş gruplarına ayırmaksızın boy-frekans veya ağırlık-frekans dağılım grafiği çizildiğinde birçok tepe noktaları görülür. Bu tepelerden her biri bir yaş grubu eğrisinin tepe noktası olarak kabul edilir (Sparre ve Venema, 1992). İncelenen balıklar dişi, erkek ve dişi+erkek olarak ayrı ayrı değerlendirilerek her biri için yaş grupları bulunmuştur.

2.2.4. Büyümenin Saptanması

Balıklarda boy ile ağırlık arasında $W=aL^b$ gibi doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Ancak bu eşitlikte her iki tarafın logaritması alınırsa boy-ağırlık ilişkisi doğrusal hale getirilmiş olur.

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L \quad (93)$$

Bir çok araştırmacı balıklarda büyümeyi izometrik olarak kabul etmektedir. İzometrik büyüme tüm vücudunun orantılı büyümesi ve ağırlığın boyun küpü olarak artmasıdır. Ağırlık; mevsim, mide içeriği yumurtlama koşulları vb. ile etkilenmekle beraber, bir çok balık türü bu ideal durumu gösterir.

Bazen aynı türün farklı populasyonları veya muhtemelen beslenme koşullarına göre farklılıklar gösterebilir. Boy-ağırlık ilişkisinde 'a' ve 'b' değerlerinin balık populasyonları açısından neyi ifade ettiği açıklanmasında yarar vardır.

Bu nedenle 'a' değeri bireylerin ortalama kondisyon faktörü olup $a=W/L^b$ 'ye eşittir. Genellikle herhangi bir yaş grubu yapmaksızın kondisyon faktörünün en yüksek olduğu mevsim, populasyonun yada sıfır yaş grubunun içinde bulunduğu koşullarda en iyi beslendiği mevsim olarak söylenebilir.

Bir populasyonu hangi mevsimde en iyi kondisyona yada besilik derecesine sahip olduğu anlamak için kondisyon faktörleri karşılaştırma faktörü olarak kullanılır. Belirli bir boyda daha ağır bir balık daha yüksek bir kondisyon faktörüne sahiptir ve balığın daha iyi bir kondisyonda olduğunu gösterir.

Kalıtsal ve ortam koşullarındaki farklılıklar nedeni ile, aynı yaştaki tüm balıklar aynı büyüklükte değildir diğer bir ifade ile bir boy grubundaki tüm balıklar aynı yaşta değildir. Ticari olarak avlanan balıkların boy kompozisyonu örnekleme ile belirlenir. Yaş kompozisyonu ise boy kompozisyonu için alınan örnek büyüklüğüne bağlı olarak yaş tayini sonucu bulunan yaş -boy faktörü ile tahmin edilir

Bir balığın yaşına karşılık o yaştaki ağırlığı bir koordinat sisteminde işaretlenecek olursa genellikle asimetric sigmoid şeklinde bir eğri elde edilir. Büyüme verileri ağırlık olarak verilirse, uzunluğun bir göstergesi olarak ağırlığın küp kökünü kullanarak kolayca uzunluğa dönüştürebiliriz. Aynı şekilde uzunlukça büyüme eşitliklerine ağırlıkça büyüme modelini uygulayabiliriz. O zaman uzunlukça büyümenin küpü alınarak ağırlıkça büyüme bulunur.

Büyüme, boy yada ağırlık şeklinde ölçülebilir ancak büyümenin ölçülmesinde alışılmış yöntem, boyca büyümenin saptanmasıdır. Ağırlıkça büyüme ise, ölçülen ağırlıklardan saptanabildiği gibi boy-ağırlık ilişkisini kullanarak ölçülen boylardan tahmini ağırlıkların bulunması ve daha sonra bu değerlerden büyümenin hesaplanması ile de belirlenebilir.

Bu çalışmada Bhattacharya yöntemiyle yaşları belirlenen istavritler yaş gruplarına göre sınıflandırılarak, her yaş grubuna ait ortalama boy ve ağırlıklar hesaplandı. Büyüme hızının belirlenebilmesi için oransal büyüme değerleri kullanılmıştır.

Oransal büyüme; herhangi bir yaşta erişilen mutlak boy ve ağırlığın bir önceki yaştakine oranıdır.

$$\text{Boy olarak oransal büyüme } OBA = \left[\frac{L_t - L_{t-1}}{L_{t-1}} \right] * 100 \quad (94)$$

$$\text{Ağırlık olarak oransal büyüme } OAA = \left[\frac{W_t - W_{t-1}}{W_{t-1}} \right] * 100 \quad (95)$$

burada;

W_t ; herhangi bir yaştaki ortalama ağırlık,

W_{t-1} ; bir yıl önceki ortalama ağırlığı,

L_t ; herhangi bir yaştaki tam boy,

L_{t-1} ; bir yıl önceki ortalama tam boy

Ayrıca boy-ağırlık, yaş-ağırlık ve yaş-boy ilişkileri matematiksel olarak incelenmiştir. Bu incelemede von Bertalanffy ve Le Cren'in;

$$\text{Boy-Ağırlık ilişkisi: } W = aL^b \quad (96)$$

$$\text{Yaş-Ağırlık ilişkisi: } W_t = W_\infty \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right]^b \quad (97)$$

$$\text{Yaş-Boy ilişkisi: } L_t = L_\infty \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right] \quad (98)$$

şeklindeki büyüme denklemlerinden yararlanılmıştır (Nikolsky; 1969; Beverton ve Holt, 1957; Bingel, 1984).

Bu denklemlerde;

t: yaş

t_0 : balık uzunluğunun sıfır olduğu kabul edilen teorik yaş

L_t : t yaşındaki balığın ortalama boyu (cm)

L_∞ : balığın teorik olarak ulaşabildiği maksimum boy (cm)

W_t : t yaşındaki balığın ortalama ağırlığı (g)

W_∞ : balığın teorik olarak ulaşabildiği maksimum ağırlığı (g)

k: büyüme katsayısı

a ve b: en küçük kareler yöntemine göre bulunan katsayılar

Kondisyon faktörünün (K) hesaplanmasında;

$$K = (W/L^3) * 100 \quad (99)$$

burada;

W: ağırlık (g)

L: uzunluk (cm) şeklindeki izometrik denklem ile,

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

şeklindeki allometrik denklem kullanılmıştır (Düzgüneş, 1985; Nikolsky, 1969).

2.2.5. Ölüm Oranları

Anlık ölüm katsayısının (Z) tahmininde Av eğrisi (Catch Curve) Yöntemi kullanılmıştır. Av eğrisinden Z'nin tahmini yönteminde; alınan iyi bir örnekte çeşitli yaş gruplarındaki balık sayılarının doğal logaritmaları ($\ln N$), yaş gruplarına (t) karşı koordinatlar diyagramında işaretlenir.

$$\ln N = a + bt \quad (101)$$

Burada b'nin ters işaretli değeri Z'nin tahminidir. Çünkü bilindiği üzere;

$N_t/N_0 = e^{-Zt}$ dir. Buradan $N_t = N_0 * e^{-Zt}$ yazılabilir. Her iki tarafın doğal logaritması alındığında eşitlik

$\ln N_t = \ln N_0 - Zt$ haline gelir. Yani $Z = -b$ dir.

Doğal ölüm katsayısının (M) tahmininde Pauly'nin denklemi kullanılmıştır. Balıklarda doğal ölüm katsayısı balık büyüklüğü ile ilişkili olmalıdır. Çünkü kural

olarak büyük balıklar küçük balıklara göre daha az düşmana sahiptir. Balıklarda doğal oranının ortamın ortalama sıcaklığı ile de ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür. Bütün bu ilişkiler boy büyüme verileri için çoklu regresyon şeklinde ifade edilebilir.

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log K + 0.4634 \log T \quad (102)$$

Burada;

- M : Stokun doğal ölüm katsayısı
- L_{∞} : Asimtotik boy (cm olarak)
- K : Büyüme katsayısı (yıllık)
- T : İlgilenen balık stokunun yaşadığı yıllık ortalama su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

Bu denklem 5-30 $^{\circ}\text{C}$ arasındaki su sıcaklıklarında M'nin tahmininde yararlı olmaktadır. Ancak bazı sürü oluşturan pelajik balıklarda (hamsi) doğal ölüm katsayısı bu denklemle yüksek tahmin edilebilmektedir. Bu durumda M değeri 0.8 ile çarpılarak azaltılabilir.

Balık populasyonlarında M/K oranı da önemlidir. Hızlı büyüyen (K yüksek) balıklarda doğal ölüm katsayısı yani M de yüksek olmakta; tersine yavaş büyüyen balıklarda M de düşük olmaktadır. M/K oranı balık türlerine göre değişiklik göstermektedir.

M/K oranı 0.5 gibi düşükse, az avlama ile balığın büyümesini beklemek yani ilk avlamada büyük balık elde edilecek şekilde beklemek suretiyle maksimum ürün elde edilir.

M/K oranı 5.0 gibi yüksekse maksimum ürün elde etmek için yüksek düzeyde avcılık yapmak ve ilk avlama boyu küçük olacak şekilde mümkün olduğunca çabuk avlamak gerekir. Çoğu balık türlerinde M/K oranı 0.8-2.2 arasında bulunmaktadır (Erkoyuncu, 1995).

Doğal ölüm katsayısının tahmininde Pauly'nin denkleminin yanında Rikhter ve Efanov'un metodu da kullanılmıştır.

$$M = \frac{1.521}{t(\text{mass})} - 0.155 \quad (103)$$

Burada t (mass); balığın cinsi olgunluğa erişme yaşıdır.

2.2.6. Yenilenme

Yenilenme Fisat programında Orijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

2.2.7. Ürün/Yenilenme

Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak yapılmıştır. Ürün/Yenilenme hesaplanmasında Beverton ve Holt'un modelindeki gibi aynı cebirsel işlemlerin çoğu Y/R eşitliği için uzunluk modeline dayanan modele dönüştürülebilir.

Orjinal parametreler ve değişkenler F, M, W_∞ , K, t_0 , t_r , t_c 'dir. Boy dönüştürme modelinde t_0 , t_r ve t_c yerine L_∞ , L_r ve L_c 'ye sahibiz. Yeni eşitlik:

$$Y/R = F A W_\infty \{ [1/(F+M)] - [3U/(F+M+K)] + [3U^2/(F+M+2K)] - [U^3/(F+M+3K)] \} \quad (90)$$

şeklinde olur.

$F+M=Z$ dersek;

Burada; $U=1-(L_c/L_\infty)$

$$A = [(L_\infty - L_c) / (L_\infty - L_r)]^{MK} \quad (91)$$

Z/K, Z olarak yazıldığında denklem şöyle olur;

$$Y/R=F (A/K) W_{\infty}\{[1/Z]-[3U/(Z+1)]+[3U^2/(Z+2)]-U^3/(Z+3)\} \quad (92)$$

2.2.8. Stok Tahmini

Stok tahmini Fisat programında, boy yapısından sanal populasyon analizi (Length Structured Virtual Population Analysis) yöntemiyle yapılmıştır.

Yöntemde Kullanılan Formüller:

$$E_t=A_t+e^{-Zt}*E_{t+1} \quad (104)$$

(son yaş grubu hariç bütün yaşlar için)

$$Q_t=e^{-Zt}/A_t=V_{t+1}/C_t*E_{t+1} \quad (105)$$

$$A_t=F_t(1-e^{-Zt})/Zt \quad (106)$$

E_t : t yaş grubunun başlangıcında bulunan ve hemen sonra yakalanacak balıkların oranıdır (buna işletme oranı da denir).

V_t : Başlangıçta bulunan gerçek populasyon miktarı.

$$V_t=E_t*N_t \quad (107)$$

N_t : t zamanının başındaki canlı balık sayısı.

T ve daha yaşlı son grup için:

$$E_t=F_t/Z_t \quad (108)$$

Sadece T yaşında birey ihtiva ediyorsa:

$$E_t=F_t(1-e^{-Zt})/Z \quad (109)$$

(x yaş grubu için)

2.2.9. Mide Analizi

Mide içeriği analizlerinden alınan bilgilerin kaydetmenin en kolay yolu oluş metotları (% occurrence)'dir. Bu araştırmada mide analizleri için % occurrence metodu kullanılmıştır. Bu metotta her besin kategorisinden bir veya daha fazla bireyi içeren midelerin sayısı kaydedilmektedir. Bu sayı daha sonra yüzde olarak tüm mideleri veya besinleri içerecek şekilde gösterilir.

Bu metodun avantajları; önceden hazırlanmış besin maddelerinin tanımlanabilmesini sağlaması, hızlı olması ve çok az araç gerektirmesidir. Ancak midede bulunan her besin kategorisinin miktar veya hacminin nispi miktarını çok az gösterir (Hyslop, 1980).

2.2.10. Çeşitliliğin Hesaplanması

Çeşitliliğin hesaplanmasında Shannon-Weaver indeksi kullanılmıştır. Shannon indeksi çok geniş bir populasyondan (Pielou, 1975) tesadüfi seçilen örnekleri başlı başına almıştır. Ayrıca indekste bütün türlere örnek gösterilmiştir. Denklem şudur:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (15)$$

P_i niceliği türlerin oranını gösterir. Örneklerin hesaplanmasında P_i 'nin gerçek değeri bilinmez, fakat n_i/N yaklaşık olarak fikir verir (Pielou, 1969). n_i/N , P_i türlerinin hesaplanmasında sık sık kullanılır. İndeks tam olarak serilerden bulunabilir (Hutcheson, 1970; Bowman ve ark., 1971):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i - \frac{S-1}{N} + \frac{1 - \sum p_i^{-1}}{12N^2} + \frac{\sum (p_i^{-1} - p_i^{-2})}{12N^3} \quad (16)$$

Shannon'un çeşitlilik indeksinde \log_2 kullanılmıştır, fakat \log tabanı hiç benimsenmeyebilir. Farklı örnekler arasındaki hesaplamalarda veya eşitlik durumunda kullanılan denklemdeki \log taban seçiminde birbirine uygunluk esastır. Doğal

logarıtmada standarda doğru eğilim artmaktadır. Eğer çeşitlilik hesaplamasında seriler kullanılıyorsa doğal log kullanmak önemlidir.

$Exp.H'$, H' 'ne bir alternatif gibi kullanılmış olabilir. $Exp.H'$, örnekler tarafından sağlanan H' 'nün değerini göstermek için gerekli yaygın türlerin sayıları ile eşittir (Whittaker, 1972). Hesaplanabilir H' 'nün varyansı şöyle yazılabilir:

$$Var H' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \quad (17)$$

Örnekler arasındaki önemli farklılıkları test etmek için yapılan t testinin hesaplanmasını sağlayan Hutcheson'un (1970) modeli şudur:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(Var H'_1 + Var H'_2)^{1/2}} \quad (18)$$

Burada; H'_1 , birinci örneğin çeşitliliğidir ve $Var H'_1$ de birinci örneğin varyansıdır. Serbestlik derecesi aşağıdaki denklemden hesaplanır:

$$df = \frac{(Var H_1 + Var H_2)^2}{(Var H_1)^2 / N_1 + (Var H_2)^2 / N_2} \quad (19)$$

N_1 ve N_2 sırasıyla örnek 1 ve 2' deki bireylerin toplam sayısıdır. Shannon indeksinin farklı oluş ölçüsüne rağmen, tür bolluk eşitliğini de hesaba katmak gerekir (Peet, 1974). Eşitliğin ölçüsünü ayrı olarak hesaplamak mümkündür. Maksimum çeşitlilik (H_{max}), tüm türlerin eşit bollukta olduğu bir durumda ortaya çıkabilir ve olması mümkündür, diğer bir ifadeyle $H' = H_{max} = \ln S$. Bu yüzden, maksimum çeşitlilik için gözlenen çeşitlilik, eşitliğin (E) bir ölçüsü olarak alınabilir (Pielou, 1969).

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (20)$$

E, eşit bolluktaki tüm türlerde 1.0 gibi bir durumun tesiriyle 0 ile 1.0 arasında sıkıştırılmıştır. Örnek için hesaplanan komminite deki tüm türlerde farz edilen eşitlik ölçüsü H' dür.

2.2.11. Prey Dominantlığının Hesaplanması

Hamsi ve istavritlerin beslendikleri preylerin dominantlığı Berger-Parker indeksi ile hesaplanmıştır. Berger-Parker indeksi (d) basit bir üstünlük ölçüsüdür (Berger ve Parker, 1970; May, 1975). Bu indeks hesaplama kolaylığına ve doğruluğuna sahiptir. Berger-Parker indeksi en çok bol türlerin önemli oranını açıklar.

$$d = \frac{N_{\max}}{N} \quad (29)$$

Burada N_{\max} ; En çok bol türlerdeki bireylerin sayısıdır. Simpson indeksi ile Berger-Parker indeksinin karşılıklı şekli, genellikle üstünlük içinde bir azalma ve çeşitlilik içinde bir çoğalmanın yanında bulunan, indeksin değeri içinde bir çoğalmayı benimser.

Bu indeks S' 'den bağımsızdır fakat örnek büyüklüğü bu indekse etki eder. May (1975) bu indeksin en çok tatmin edici ve kullanışlı çeşitlilik ölçümlerinden biri olduğu kararına varmıştır.

2.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Bu alışma ile ilgili verilerin değerlendirilmesinde, data analizleri için QPRO, grafik ve istatistik için BIOSOPT'un FP60, GRAPHER ve stok analizi; yaş kompozisyonunun tespiti için ICLARM'ın FISAT programı kullanılmıştır.



3. BULGULAR

Araştırma bulguları; yaş kompozisyonu, eşey kompozisyonu, boy kompozisyonu ağırlık kompozisyonu cinsi olgunluğa erişme boyu, yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkileri, büyüme oranları, kondisyon faktörü, ölüm oranları, yenilenme, stok yenilenme ilişkisi, stok tahmini (VPA), mide analizi sonuçları, hamsi ve istavritin beslendiği preylerin dominantlık dereceleri ve çeşitliliği gibi parametreleri kapsamaktadır.

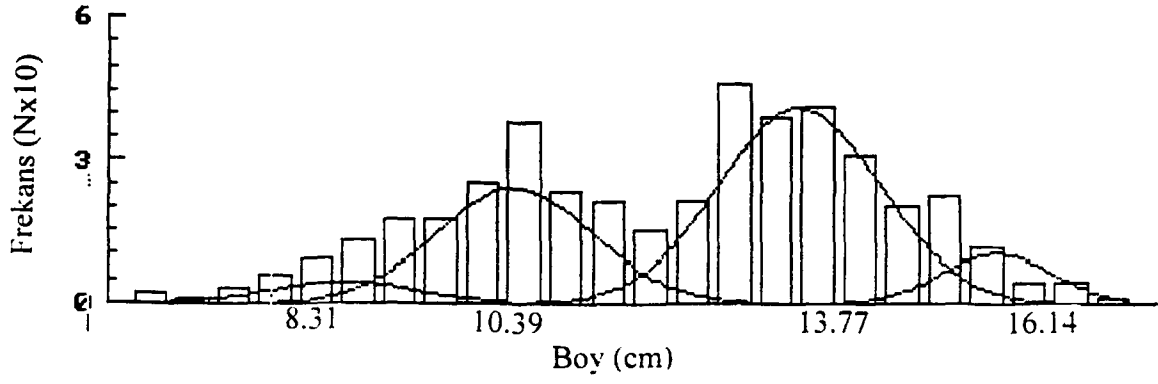
3.1. İstavrit

3.1.1. Populasyon Yapısı

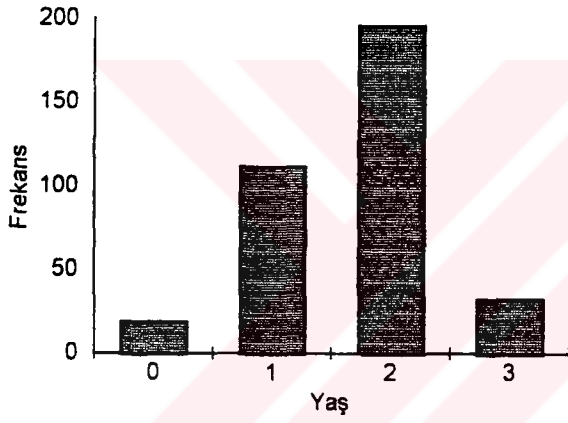
3.1.1.1 Yaş Kompozisyonu

Üzerinde çalışılan toplam 430 adet istavritin yaş kompozisyonu, ICLARM'ın FISAT istatistik programında Bhattacharya yöntemiyle belirlenmiştir. Bu yöntemde; alınan örneklerden yaş gruplarına ayırmaksızın boy-frekans veya ağırlık-frekans dağılım grafiği çizildiğinde birçok tepe noktaları görülür. Bu tepelerden her biri bir yaş grubu eğrisinin tepe noktası olarak kabul edilir. Yapılan yaş analizi sonucunda incelenen 430 adet istavritin 0-3 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır (Şekil 3, 4). Ayrıca bu yöntemle her cinsiyet için de yaş grupları belirlenmiştir. Her iki cinsiyete ait istavritlerinde 0-3 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5, 6, 7, 8). Ağırlık-frekans dağılımından yapılan yaş analizi sonucunda istavritlerin yine 0-3 yaş gruplarından oluştuğu saptanmıştır (Şekil 9, 10, 11, 12, 13, 14).

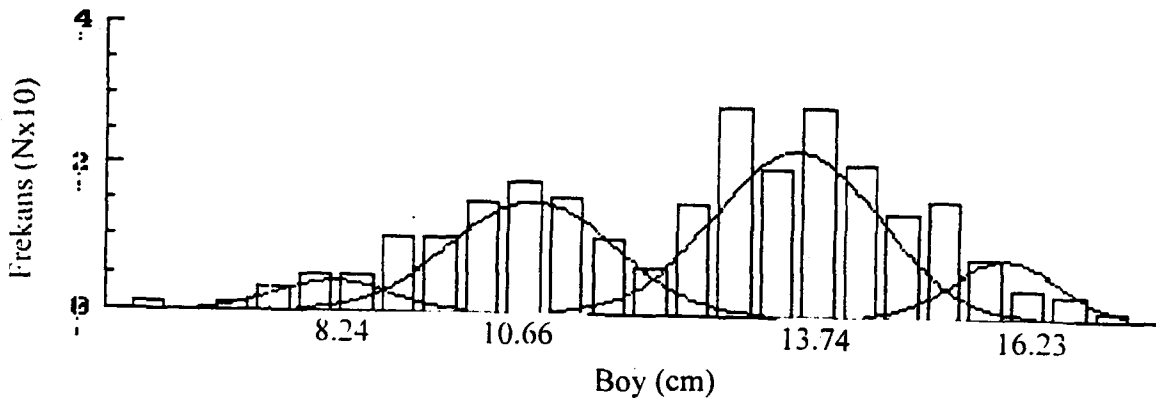
İstavritlerde her boy grubuna ait bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar Ek Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu değerler dişi bireyler için Ek Tablo 2, erkek bireyler için Ek Tablo 3'te verilmiştir. Bununla beraber her ağırlık grubuna ait bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar da Ek Tablo 4'te gösterilmiştir. Bu değerler dişi bireyler için Ek Tablo 5, erkek bireyler için Ek Tablo 6'da verilmiştir.



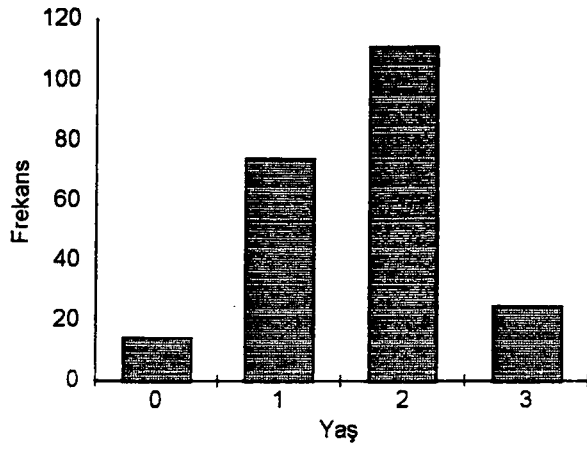
Şekil 3. İstavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



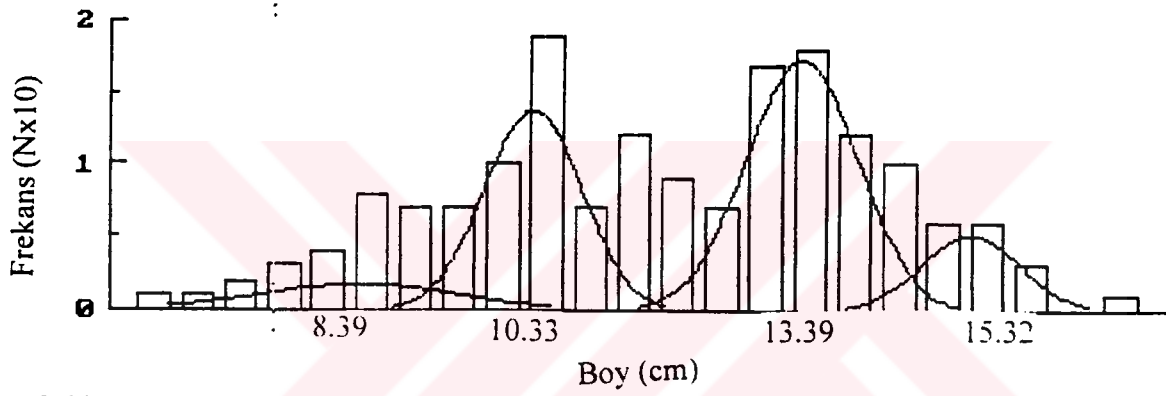
Şekil 4. İstavritlerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



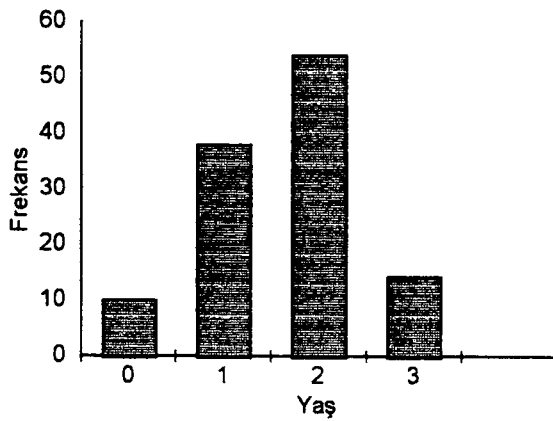
Şekil 5. Dişi istavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



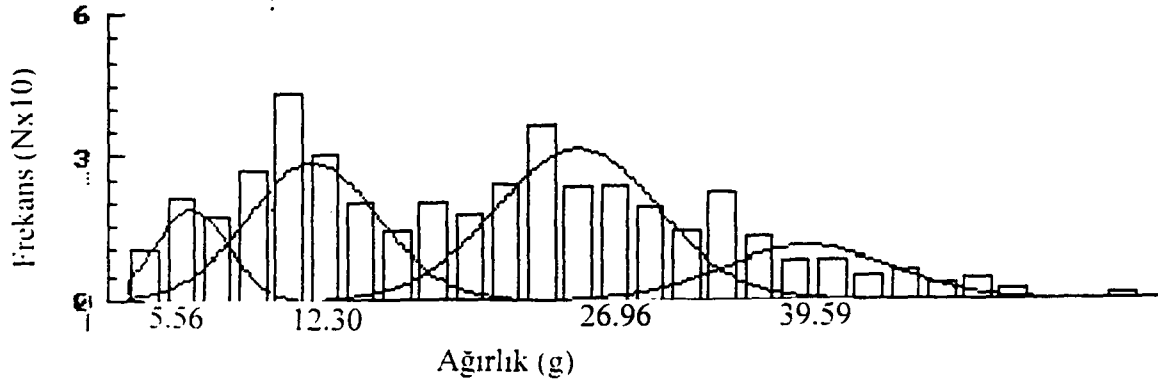
Şekil 6. Dişi istavritlerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



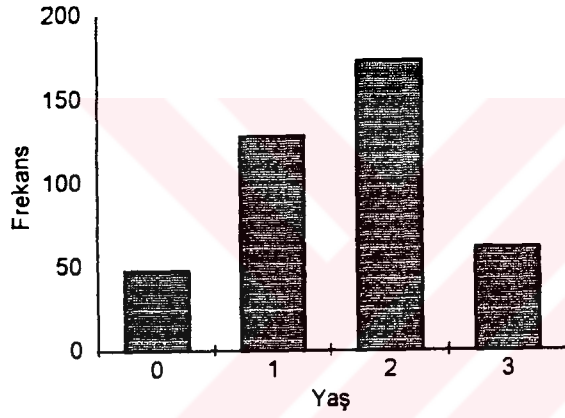
Şekil 7. Erkek istavritlerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



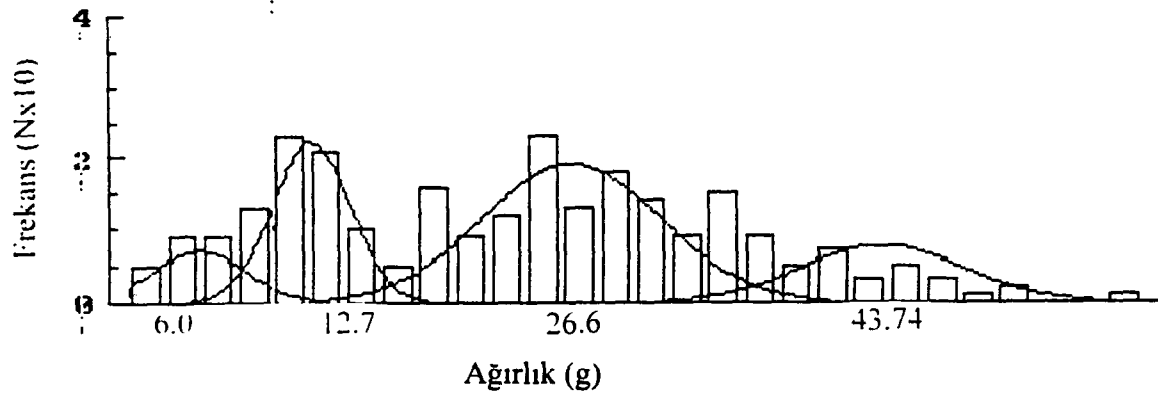
Şekil 8. Erkek istavritlerde boy-frekans dağılımından hesaplanan yaş-frekans dağılımı



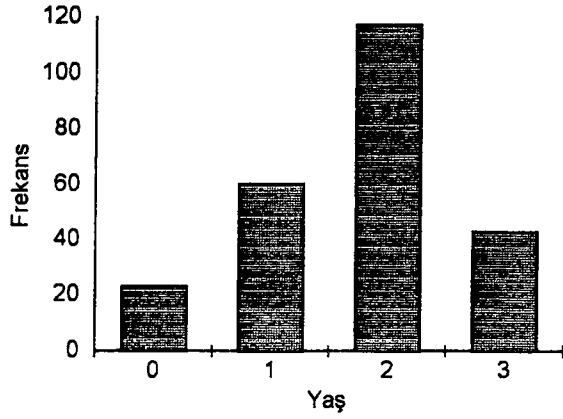
Şekil 9. Istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



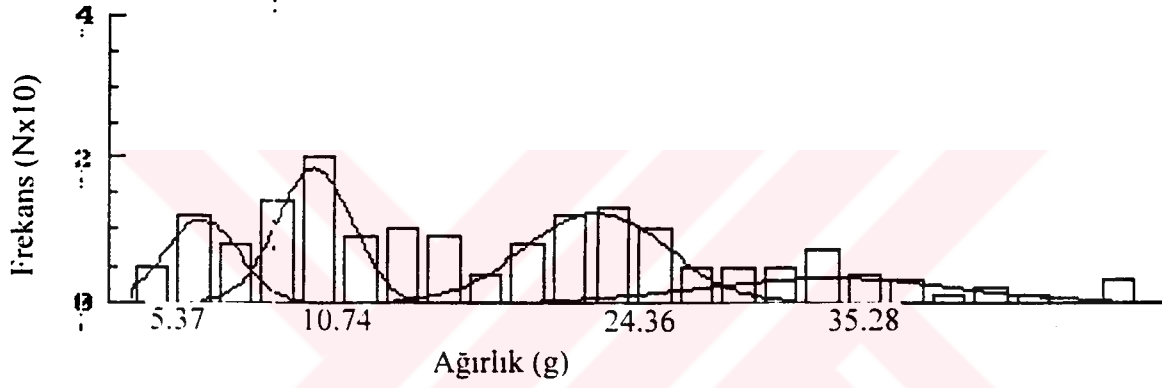
Şekil 10. Istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



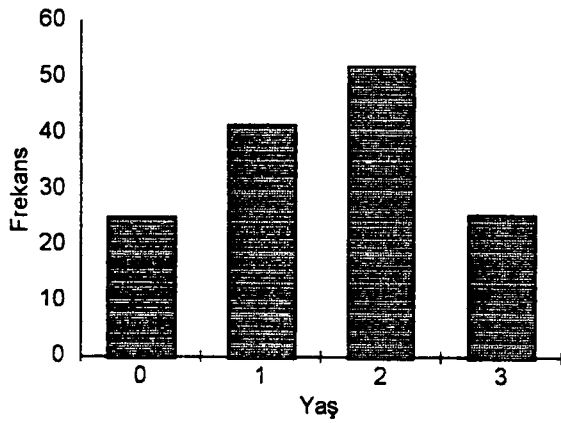
Şekil 11. Dişi istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



Şekil 12. Dişi istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



Şekil 13. Erkek istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



Şekil 14. Erkek istavritlerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı

3.1.1.2. Eşey Kompozisyonu

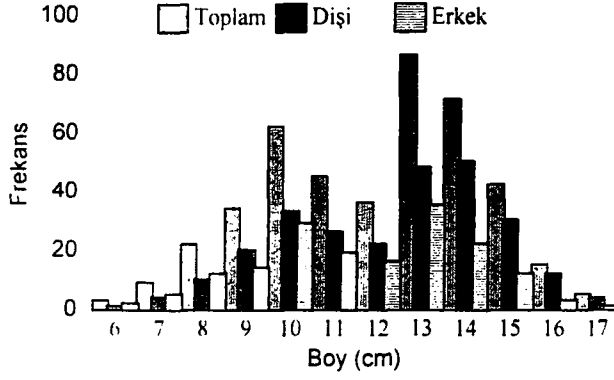
İncelenen 430 adet istavritin eşey ayrımı yapılmış ve cinsi olgunluğa erişip erişmedikleri belirlenmiştir. Bu tespitlere göre istavritlerin % 60.5'i dişi. % 39.5'i erkek bireylerden oluşmaktadır. Toplam istavritlerin % 52.1'inin cinsi olgunluğa erişmiş. % 47.9'unun cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu belirlenmiştir. 170 adet erkek bireyin % 45.3'ünün cinsi olgunluğa erişmiş, %54.7'sinin cinsi olgunluğa erişmemiş. 260 adet dişi bireyin % 56.5'inin cinsi olgunluğa erişmiş. % 43.5'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu saptanmıştır.

3.1.1.3. Boy Kompozisyonu

İncelenen istavritlerde boy-frekans dağılımları aylara göre Tablo 3'te ve cinsiyetlere göre boy-frekans dağılımları Şekil 15'de gösterilmiştir. Araştırma periyodu boyunca elde edilen verilerde maksimum boy 17.8 cm ve minimum boy 6.3 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 8.61 cm (0. Yaş), 10.49 cm (1. Yaş), 13.56 cm (2. Yaş) ve 15.59 cm (3. Yaş) olarak tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 3. 1996-97 Av sezonunda avlanan istavritlerin aylara göre boy-frekans dağılımı

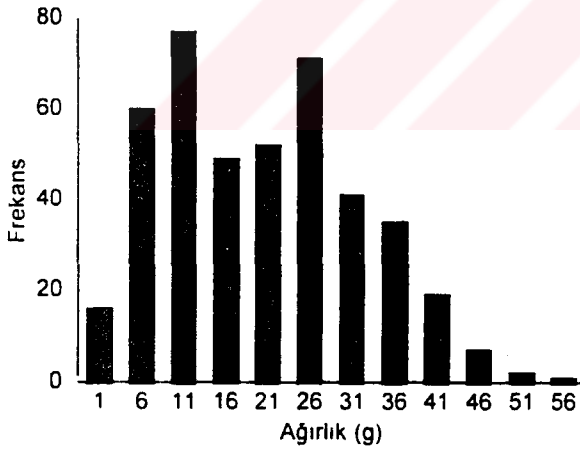
Boy (cm)	Aralık	Şubat	Mart	Mayıs	Toplam
6-7	-	-	3	-	3
7-8	1	2	6	-	9
8-9	3	7	12	-	22
9-10	2	13	19	-	34
10-11	11	27	22	2	62
11-12	11	17	15	2	45
12-13	14	12	10	1	37
13-14	21	25	32	6	84
14-15	27	6	24	15	72
15-16	23	2	7	10	42
16-17	10	-	1	4	15
17-18	4	-	1	-	5
Toplam	127	111	152	40	430



Şekil 15. İncelenen istavritlerin cinsiyetlere göre boy-frekans dağılımı

3.1.1.4. Ağırlık Kompozisyonu

İncelenen istavritlerin ağırlık-frekans dağılımları Şekil 16'da gösterilmiştir. Buna göre istavritler 3 ile 58 g ağırlıklar arasında dağılım göstermiştir.



Şekil 16. İncelenen istavritlerin ağırlık-frekans dağılımları

3.1.2. Büyüme

Büyüme boy ve ağırlık olarak ele alınmıştır. Boy olarak büyümede, alınan besin maddelerinin metabolik faaliyetler sonucunda vücut proteinine dönüşmesi, boy bakımından kitlede bir artış sağlamaktadır. Boyca büyüme, balık yaşamının ilk yıllarında yüksek daha sonra giderek azalan bir oranda olmaktadır. Ağırlık olarak büyüme ise özellikle cinsi olgunluk dönemini geçirdikten sonra yağ büyümesi olarak bilinmektedir. Ağırlıkça büyüme, boyca büyüme gibi zamana göre düzgün bir artış göstermez. Boyca büyüme geri dönüşsüz olduğu halde, ortam koşullarının olumsuz olduğu durumlarda balıklarda ağırlıkça bir azalma olabilmektedir.

Elde edilen verilere göre istavritlerde ortalama boy 12.47 cm, ortalama ağırlık 22.39 g'dır. Dişi bireylerde ortalama boy 12.77 cm, ortalama ağırlık 23.83 g, erkek bireylerde ortalama boy 12.02 cm, ortalama ağırlık 20.18 g'dır.

Ayrıca yaşlara ve cinsiyetlere göre hesaplanan ortalama boy ve ağırlıklar Tablo 7 ve 9'da gösterilmiştir. Yaşlara ve cinsiyetlere göre ortalama boy ve ağırlıklar incelendiğinde, tüm yaş gruplarındaki dişilerin erkeklere oranla daha fazla boy ve ağırlığa sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7, 9).

3.1.2.1. Oransal Boy Artışı (OBA) ve Oransal Ağırlık Artışı (OAA)

Oransal büyüme verilerine göre en hızlı büyümenin 1-2 yaş grupları arasında gerçekleştiği, ortalama OBA'nın % 24.92, OAA'nın ise % 95.75 olduğu saptanmıştır (Tablo 4, 5). Cinsiyetlere göre OBA ve OAA değerleri de Tablo 4 ve 5'de gösterilmiştir.

Tablo 4. İncelenen istavritlerde cinsiyetlere göre % OBA değerleri

Yaş	Dişi + Erkek	Dişi	Erkek
0-1	25.03	28.64	23.12
1-2	32.53	29.16	29.62
2-3	17.21	18.12	14.41
3-4	-	-	-
Ortalama	24.92	25.45	22.38

Tablo 5. İncelenen istavritlerde cinsiyetlere göre % OAA değerleri

Yaş	Dişi +Erkek	Dişi	Erkek
0-1	121.2	102.83	100
1-2	119.19	118.57	125.88
2-3	46.85	64.44	45.42
3-4	-	-	-
Ortalama	95.75	95.28	90.43

3.1.2.2. Boy-Ağırlık İlişkisi

Araştırma süresince incelenen 430 adet istavritin boy-ağırlık ilişkisi tüm balıklar ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Buna göre belirlenen boy-ağırlık ilişkisi denklemleri şöyledir;

Erkek + Dişi için;

$$W = 0.0108 * L^{2.98} \quad r = 0.97$$

$$\text{Log } W = -4.43 + 2.98 * \text{Log } L$$

Dişi için:

$$W = 0.0114 * L^{2.96} \quad r = 0.97$$

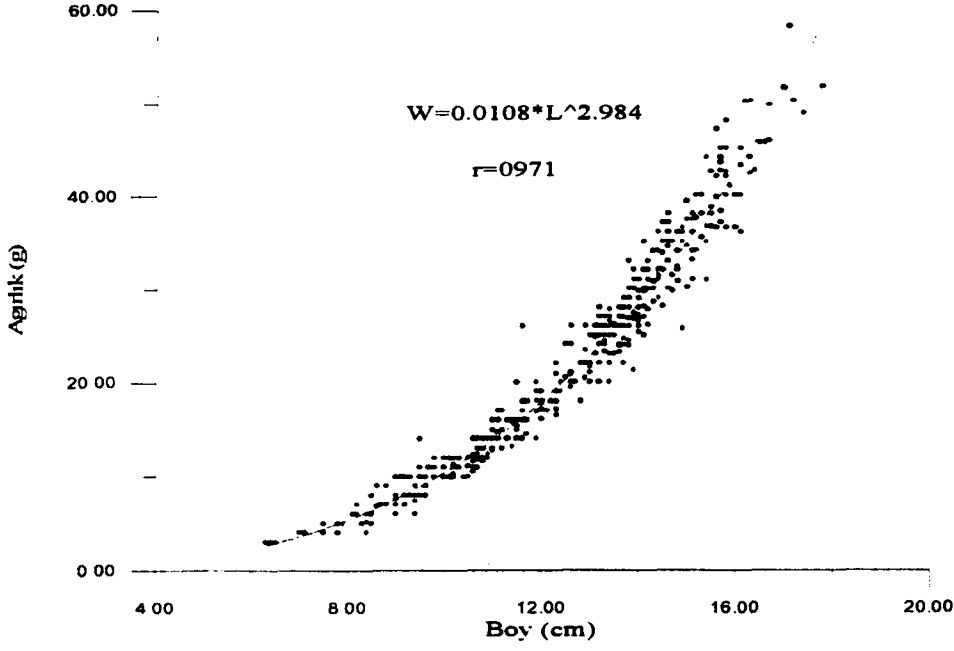
$$\text{Log } W = -4.47 + 2.96 * \text{Log } L$$

Erkek için:

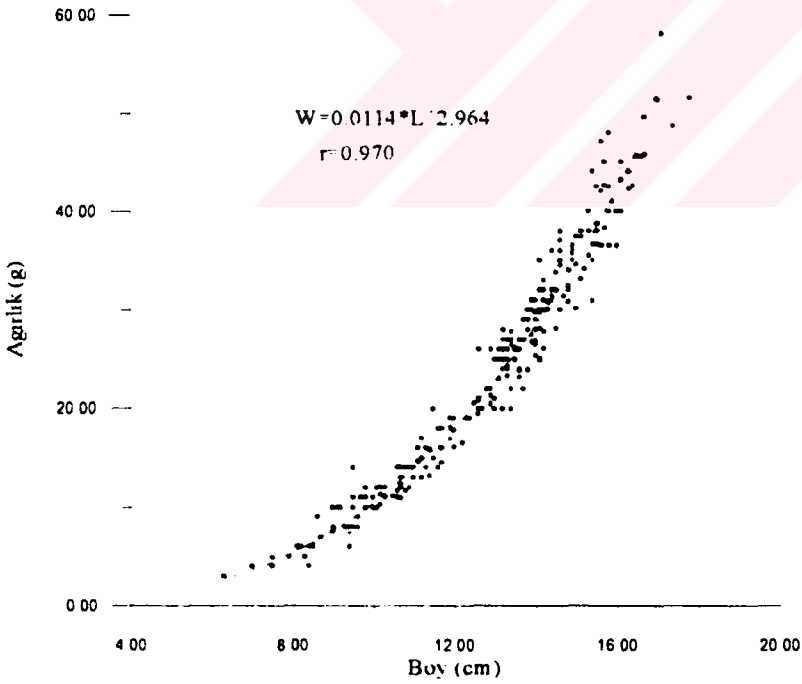
$$W = 0.00978 * L^{3.024} \quad r = 0.98$$

$$\text{Log } W = -4.63 + 3.024 * \text{Log } L \quad \text{şeklinde bulunmuştur.}$$

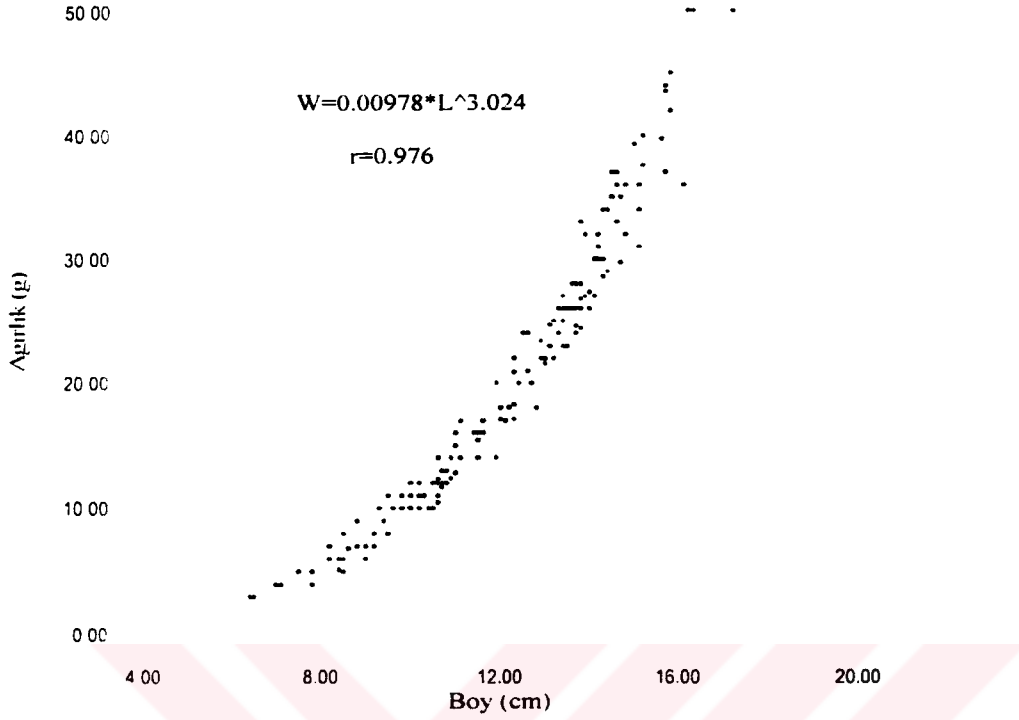
Boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 17, 18 ve 19'da gösterilmiştir.



Şekil 17 1996-97 av sezonunda avlanan istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi



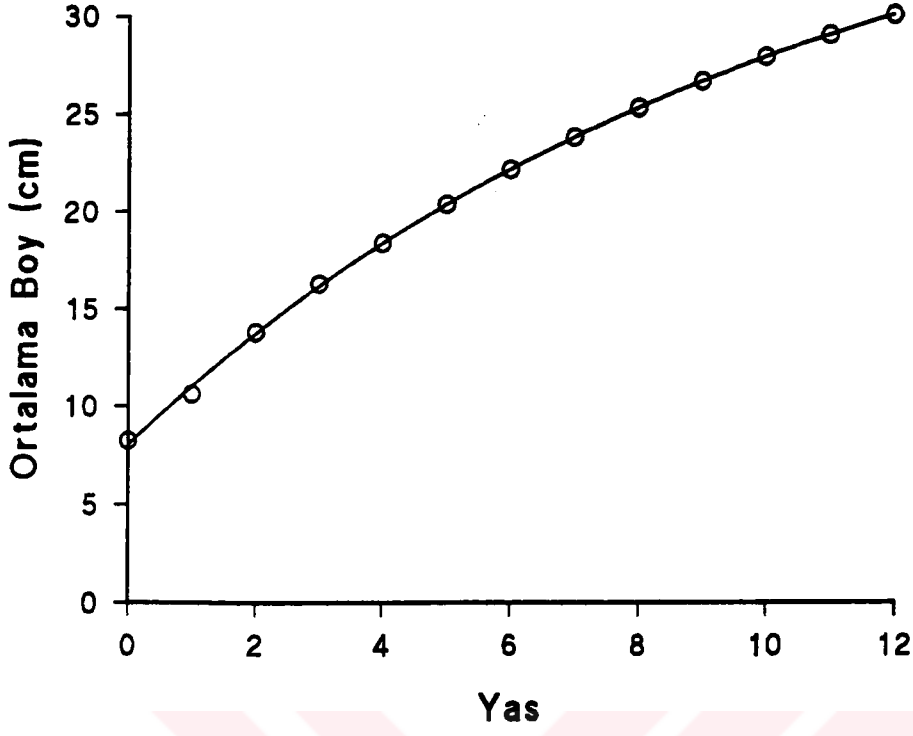
Şekil 18. 1996-97 av sezonunda avlanan dişi istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi



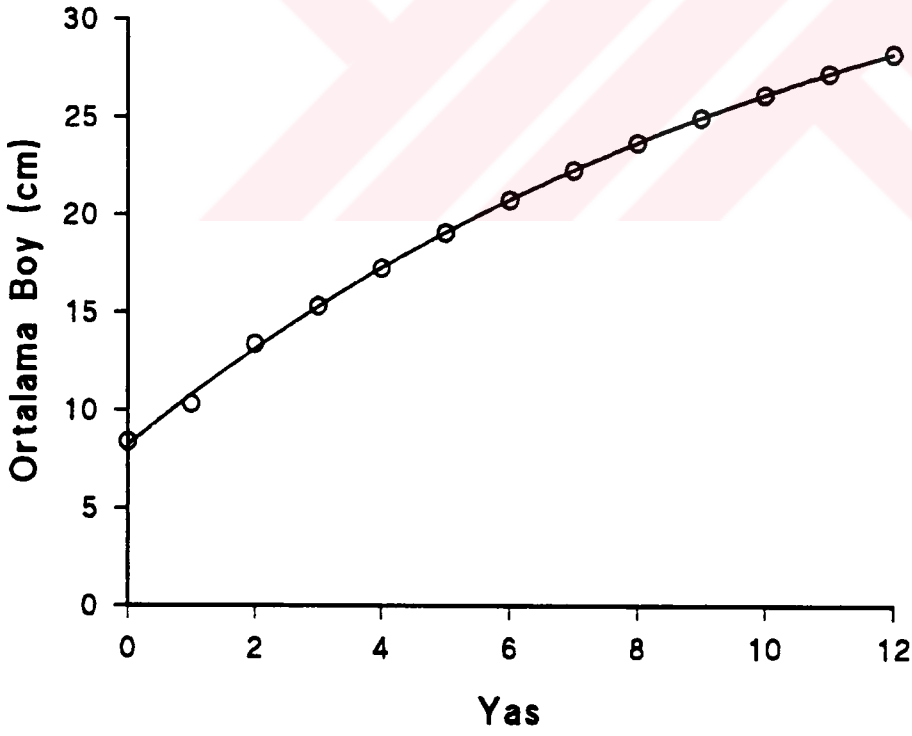
Şekil 19. 1996-97 av sezonunda avlanan erkek istavritlerin boy-ağırlık ilişkisi

3.1.2.3. Yaş-Boy İlişkisi

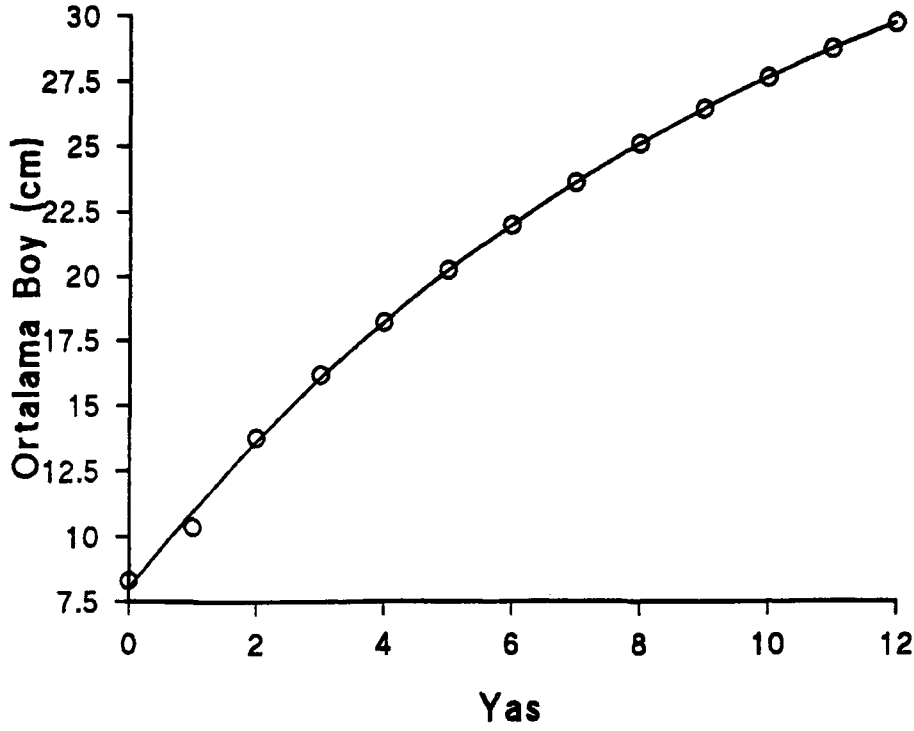
Boy olarak büyümenin yaş ile ilişkisini ortaya koymak için von Bertalanffy boyca büyüme denklemlerinin L_{∞} , t_0 ve k değerleri FISAT programı ile elde edilmiştir (Tablo 6). Yapılan hesaplamalara göre dişilerin ulaşabileceği maksimum boyun erkeklerden daha fazla olduğu bulunmuştur (Şekil 20, 21). Aynı hesaplama tüm balıklar için yapıldığı zaman maksimum boy erkeklerin ulaşabileceği maksimum boya denk gelmektedir (Şekil 22).



Şekil 20. Dişi istavritlerde yaş-boy ilişkisi



Şekil 21. Erkek istavritlerde yaş-boy ilişkisi



Şekil 22. Toplam istavritlerde yaş-boy ilişkisi

FISAT programında hesaplanan L_{∞} , t_0 ve k değerleri ve büyüme denklemleri her cinsiyet için Tablo 6'da gösterilmiştir. FISAT programı ile belirlenen ve büyüme denklemlerinden hesap edilen ortalama boy değerleri her cinsiyet için Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6. İstavritlerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy boyca büyüme parametreleri ve denklemleri

Cinsiyet	L_{∞}	k	t_0	Büyüme Denklemleri
Dişi + Erkek	38.852	0.1	-2.302	$L_t = 38.852 * (1 - e^{-0.1(t-2.302)})$
Dişi	39.548	0.099	-2.294	$L_t = 39.548 * (1 - e^{-0.099(t-2.294)})$
Erkek	38.961	0.087	-2.713	$L_t = 38.961 * (1 - e^{-0.087(t-2.713)})$

Tablo 7. İstavritlerde FISAT programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denkleminde hesaplanan boylar

Cinsiyet	Dişi + Erkek		Dişi		Erkek		
	Yaş	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan
	0	8.31	8.0	8.24	8.04	8.39	8.19
	1	10.39	10.93	10.66	11.0	10.33	10.76
	2	13.77	13.58	13.74	13.7	13.39	13.11
	3	16.14	16.0	16.23	16.13	15.32	15.26

Yapılan t testi sonucunda Fisat programı ile belirlenen boylar ile von Bertalanffy büyüme denklemini ile hesaplanan boylar arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

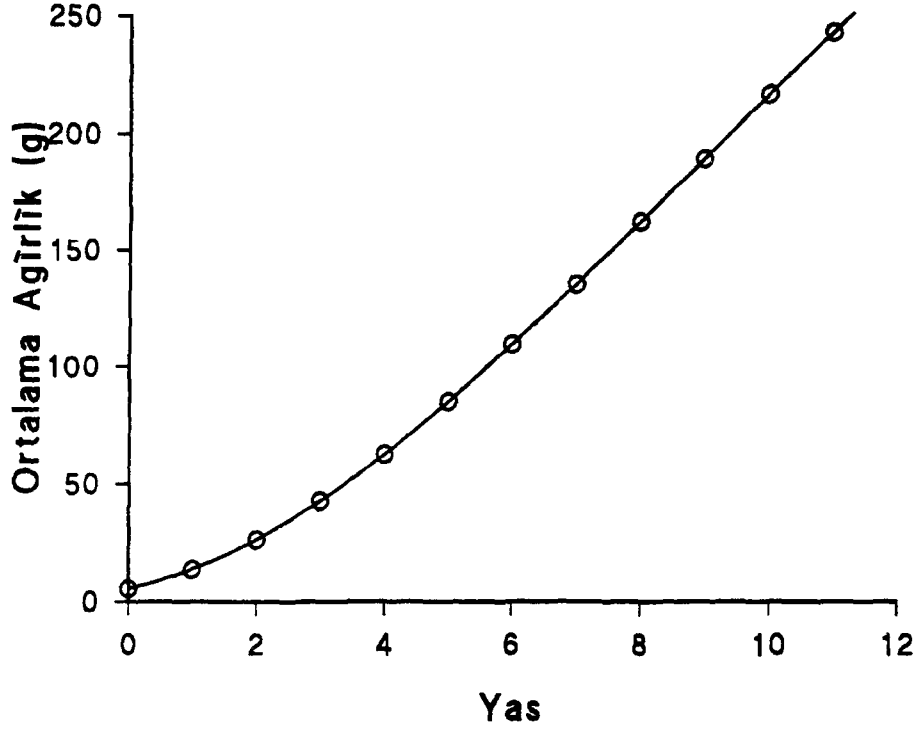
3.1.2.4. Yaş-Ağırlık İlişkisi

Ağırlık olarak büyümenin yaşla ilişkisini ortaya koyabilmek amacı ile von Bertalanffy ağırlıkça büyüme parametreleri ve denklemleri belirlenmiştir (Tablo 8). Yapılan hesaplamalara göre dişilerin ulaşabileceği maksimum ağırlık erkeklerden daha azdır (Şekil 23, 24). Aynı hesaplama tüm balıklar için yapıldığı zaman maksimum ağırlık daha da azalmaktadır (Şekil 25).

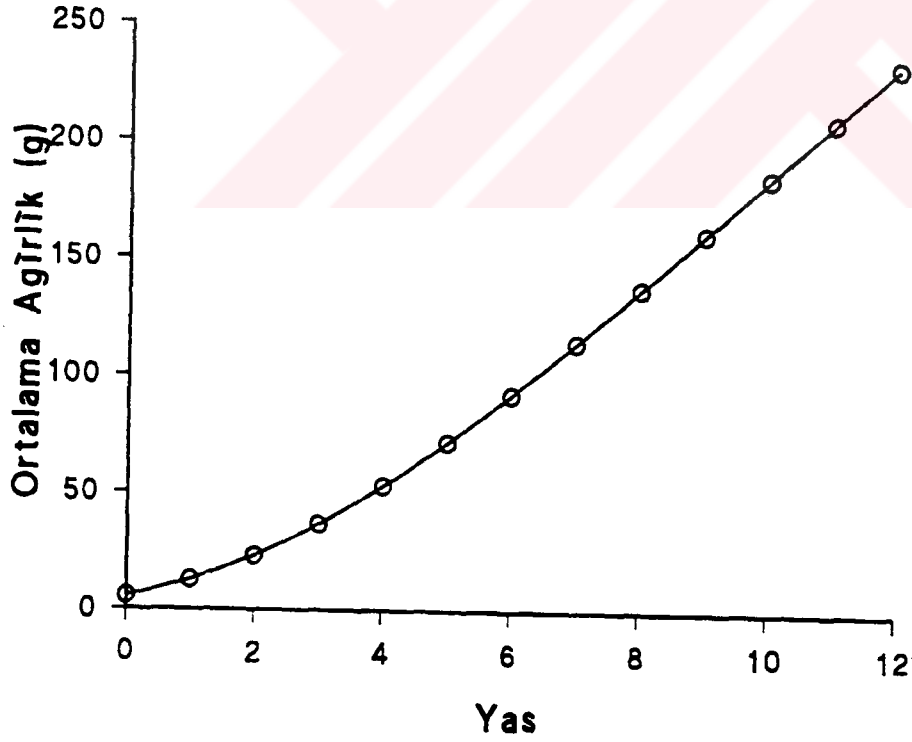
Tablo 8. İstavritlerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy ağırlıkça büyüme parametreleri ve denklemleri

Cinsiyet	W_{∞}	K	t_0	b	Büyüme Denklemleri
Dişi + Erkek	588.68	0.1	-2.302	2.98	$W_t = 588.68 * (1 - e^{-0.1(t+2.302)})^{2.98}$
Dişi	608.67	0.099	-2.294	2.96	$W_t = 608.67 * (1 - e^{-0.099(t+2.294)})^{2.96}$
Erkek	622.36	0.087	-2.713	3.02	$W_t = 622.36 * (1 - e^{-0.087(t+2.713)})^{3.02}$

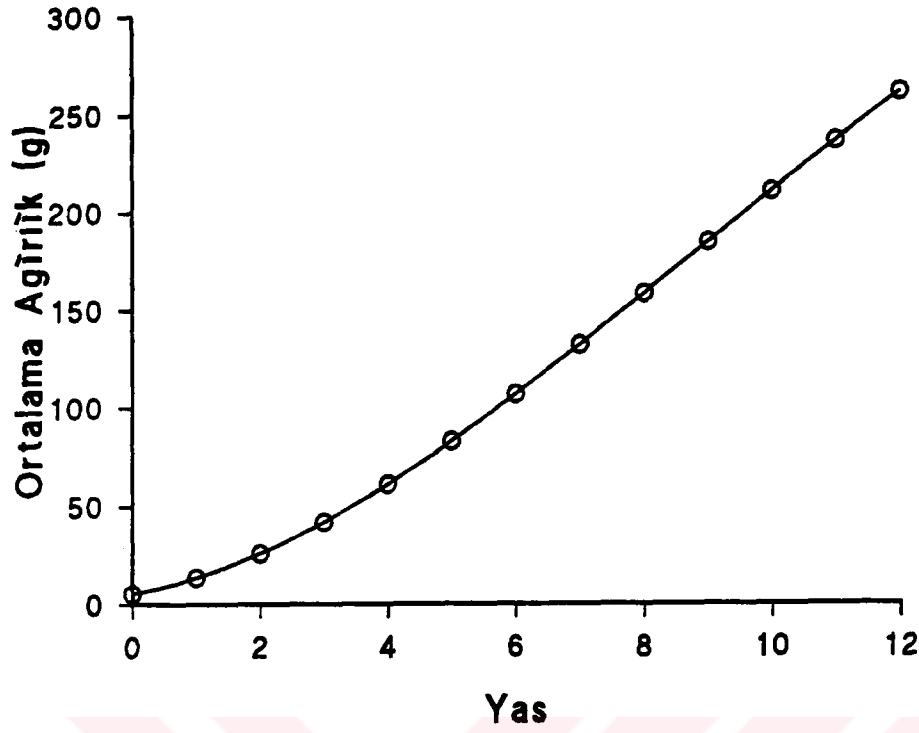
İstavritlerde belirlenen ağırlıklar ile von Bertalanffy ağırlıkça büyüme denklemleriyle hesaplanan ağırlıklar her cinsiyete göre Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 23. Dişi istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi



Şekil 24. Erkek istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi



Şekil 25. Toplam istavritlerde yaş-ağırlık ilişkisi

Tablo 9. İstavritlerde FISAT programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denkleminde hesaplanan ağırlıklar

Cinsiyet	Dişi + Erkek		Dişi		Erkek	
	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan
Yaş						
0	5.56	5.28	6.0	5.44	5.37	5.61
1	12.30	13.43	12.17	13.80	10.74	12.76
2	26.96	25.69	26.60	26.37	24.26	23.18
3	39.59	41.76	43.74	42.82	35.28	36.70

Belirlenen ağırlıklar ile von Bertalanffy ağırlıkça büyüme denklemlerine göre hesaplanan ağırlıklar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 9).

3.1.2.5. Kondisyon Faktörü

İstavritlerin kondisyon faktörü yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda izometrik ve allometrik kondisyon faktörü denklemleri ayrı ayrı

kullanılmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 1.011, dişi bireylerde 1.035 ve erkek bireylerde ise 0.97'dir (Tablo 10). Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 1.032, dişi bireylerde 1.111 ve erkek bireylerde ise 0.91'dir (Tablo 10). İzometrik ve allometrik kondisyon faktörleri arasındaki fark; boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki b katsayısının 3'ten biraz farklı olmasından kaynaklanmıştır. Ancak cinsiyetlere göre her iki denkleme hesaplanan kondisyon faktörleri arasındaki farklılık önemli değildir (Tablo 10).

Tablo 10. İstavritlerde cinsiyete ve yaşa göre hesaplanan izometrik ($K=W/L^3*100$) ve allometrik ($K=W/L^b*100$) kondisyon faktörleri

Cinsiyet	Dişi + Erkek			Dişi			Erkek		
	Yaş	N	K	K*	N	K	K*	N	K
0	19	0.97	0.99	14	1.07	1.14	10	0.91	0.86
1	111.45	1.097	1.12	73.86	1.022	1.092	37.57	0.97	0.92
2	195.03	1.033	1.055	110.45	1.026	1.104	53.99	1.01	0.95
3	32.52	0.942	0.963	24.81	1.023	1.106	14.26	0.98	0.91
Ortalama K		1.011	1.033		1.035	1.11		0.97	0.91

K: İzometrik kondisyon faktörü, K*: Allometrik kondisyon faktörü, N: Populasyon sayısı

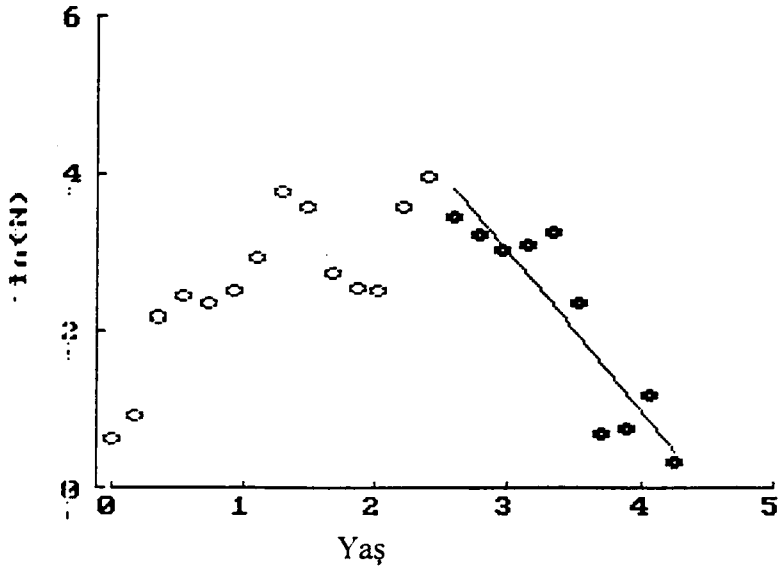
Balıklarda kondisyon çevresel faktörlere bağlı olduğu kadar biyolojik özelliklerle de yakından ilgilidir. Aydan aya çevresel faktörlerde meydana gelecek değişiklikler kondisyon değerinin farklılaşmasına neden olabilir.

3.1.3. Ölüm Oranları

3.1.3.1. Toplam Anlık Ölüm Oranı (Z)

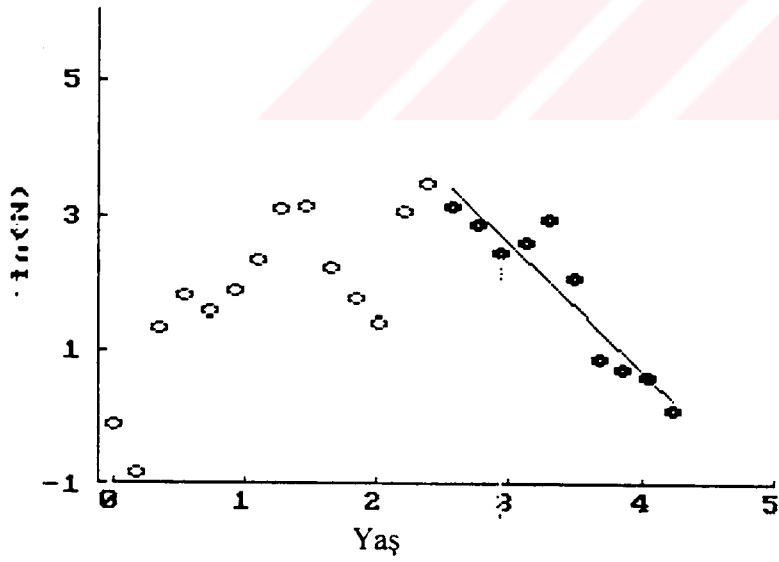
Toplam anlık ölüm oranı Av Eğrisi Yöntemi ile FISAT programında hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.03, bu değer dişi istavritler için 1.91, erkek istavritler için 3.50 olarak belirlenmiştir. İstavritler için çizilen av eğrileri Şekil 26, 27 ve 28'de verilmiştir.

Av Eğrisi



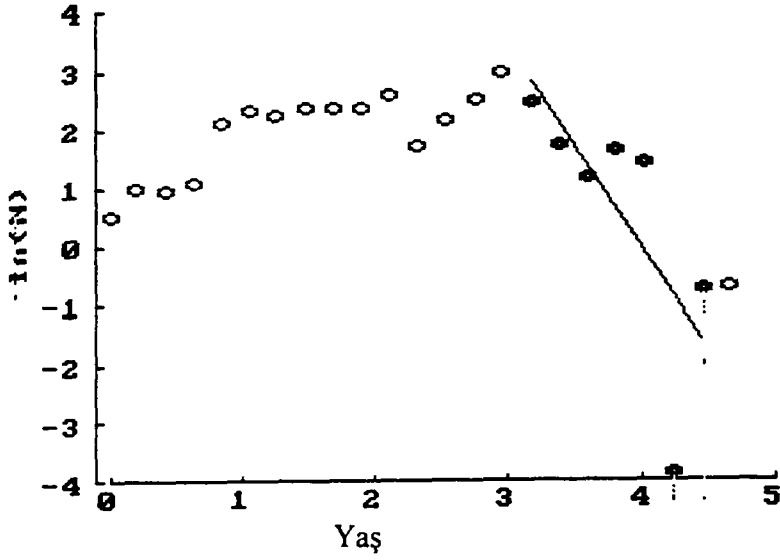
Şekil 26. Toplam istavritler için av eğrisi

Av Eğrisi



Şekil 27. Dişi istavritlerde av eğrisi

Av Eğrisi



Şekil 28. Erkek istavritlerde av eğrisi

3.1.3.2. Doğal Ölüm Oranı (M)

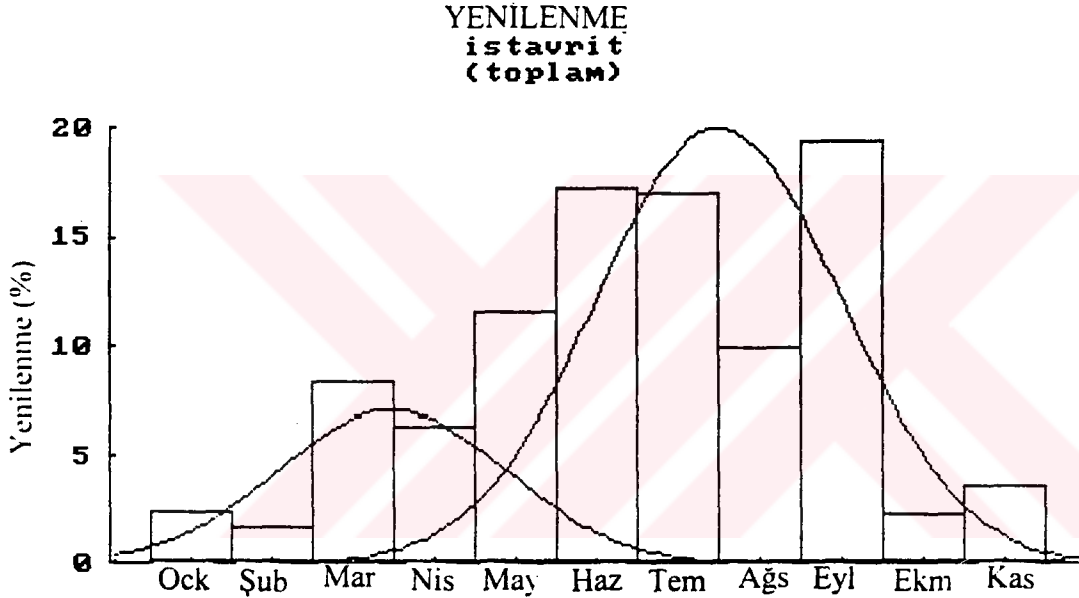
Doğal ölüm oranı Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle her cinsiyet için FISAT programı ile hesaplanmıştır. Her cinsiyet için hesaplanan doğal ölüm oranları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. İstavritlerde her cinsiyet için FISAT programında Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle hesaplanan doğal ölüm oranları

Cinsiyet	Rikhter & Efanov'un Metodu	Pauly'nin Metodu
Dişi + Erkek	0.77	0.28
Dişi	0.77	0.27
Erkek	0.77	0.25

3.1.4. Yenilenme Oranı

İstavritlerde yenilenme FISAT programında Oriijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu program ile, stoka yeni katılımın hangi aylarda olduğu belirlenmiştir (Tablo 12, Şekil 29). Toplam istavrit verileri için maksimum yenilenmenin %19.32 ile Eylül ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Aralık ayında stoka katılımın sıfır olduğu bulunmuştur (Tablo 12). Erkek ve dişi istavritlerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi istavritlerin maksimum yenilenmesi % 15.52 ile Eylül ayında olmuştur (Tablo 13, Şekil 30). Erkek istavritlerin maksimum yenilenmesi ise % 24.80 ile Aralık ayında olmuştur (Tablo 14, Şekil 31).



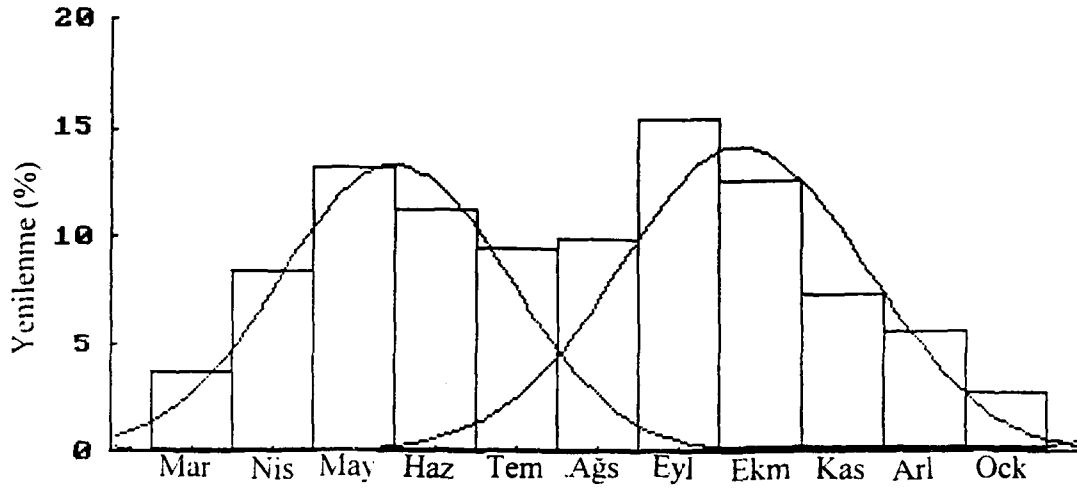
Loo = 38.852, K = .11, C = .5, WP = .5, t0 = -2.302

Şekil 29. İstavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 12. İstavritlerde aylara göre yenilenme oranları (%)

Aylar	Oca.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	2.42	1.74	8.35	6.41	11.65	17.17	17.09	9.88	19.32	2.35	3.62	0.0

**YENİLENME
istavrit
(disi)**



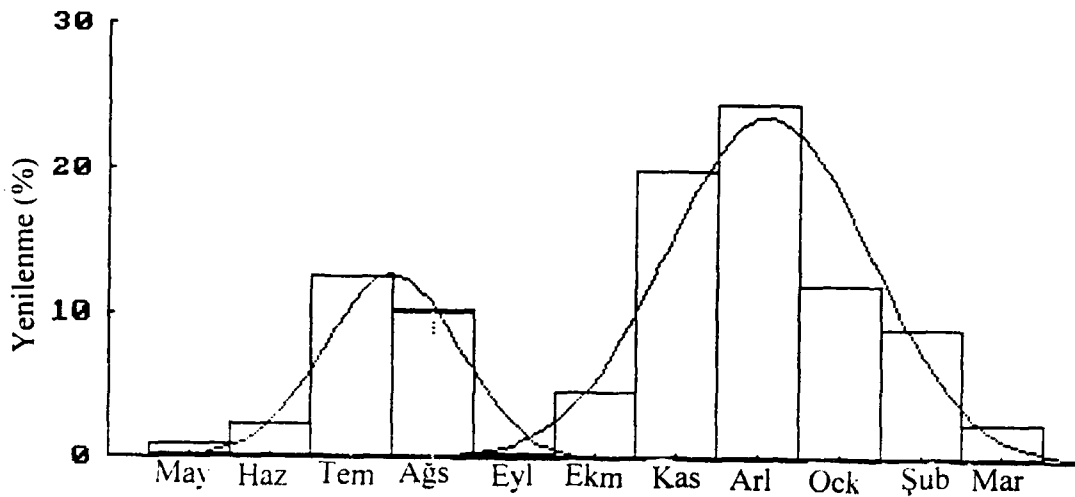
$L_{00} = 39.548$, $K = .11$, $C = .5$, $WP = .5$, $t_0 = -2.294$

Şekil 30. Dişi istavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 13. Dişi istavritlerin yenilenme oranları (%)

Aylar	Oca.	Şub	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	2.85	0.00	3.78	8.39	13.31	11.27	9.44	9.89	15.52	12.65	7.26	2.85

**YENİLENME
istavrit
(erkek)**



$L_{00} = 38.961$, $K = .11$, $C = .5$, $WP = .5$, $t_0 = -2.713$

Şekil 31. Erkek istavritlerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 14. Erkek istavritlerin yenilenme oranları (%)

Avlar	Oca.	Şub.	Mart	Nis	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	12.08	9.27	2.59	0.0	0.92	2.37	12.53	10.20	0.43	4.80	20.01	24.80

3.1.5. Ürün/Yenilenme

Istavritlerde Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (0.77) değerini kullanarak (burada M/K oranı 7.7 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.554, $E_{0.1}$: 0.457 ve $E_{0.5}$: 0.273 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.55 olduğu zaman Y/R değeri 1.463 olarak tespit edilmiştir (Şekil 32, Tablo 15). İstavrit stokları 0.55 oranından daha fazla işletildiği zaman 1.463 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır (Tablo 15). Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.55$ değerinden sonraki işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.457 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 0.537 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 33, Tablo 15). Bulunan E_{max} : 0.55 değerine karşılık B/R değeri 0.196 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.55 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir (Tablo 15).

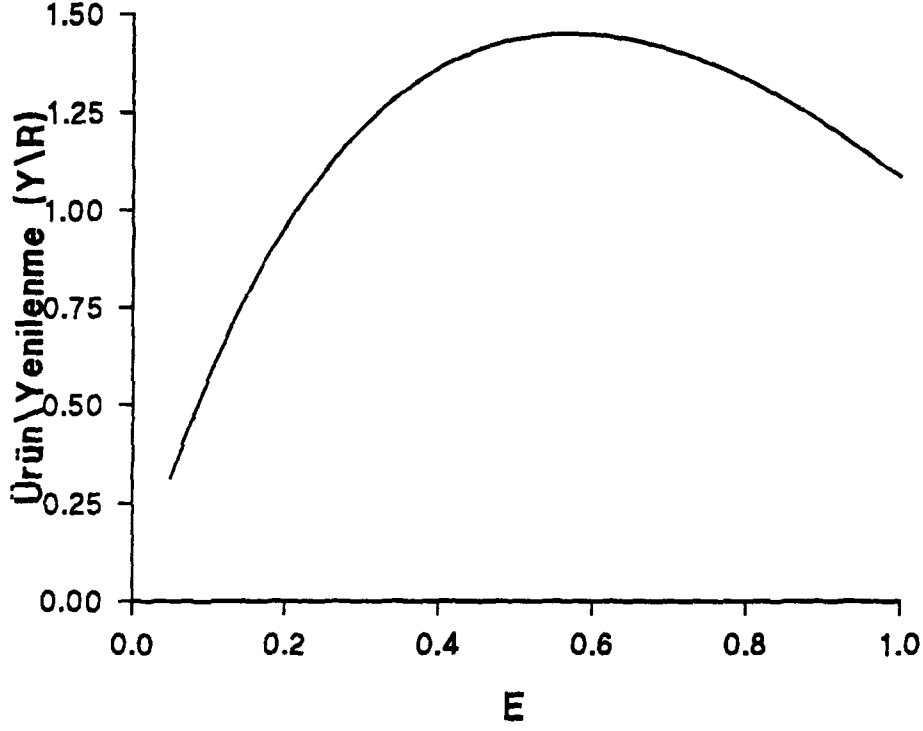
Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.28) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.8 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.423, $E_{0.1}$: 0.353 ve $E_{0.5}$: 0.255 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.40 olduğu zaman Y/R değeri 1.125 olarak tespit edilmiştir (Şekil 34, Tablo 16). Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 35,

Tablo 16). Ayrıca $E_{max}:0.423$ değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.152 olarak tespit edilmiştir (Tablo 16).

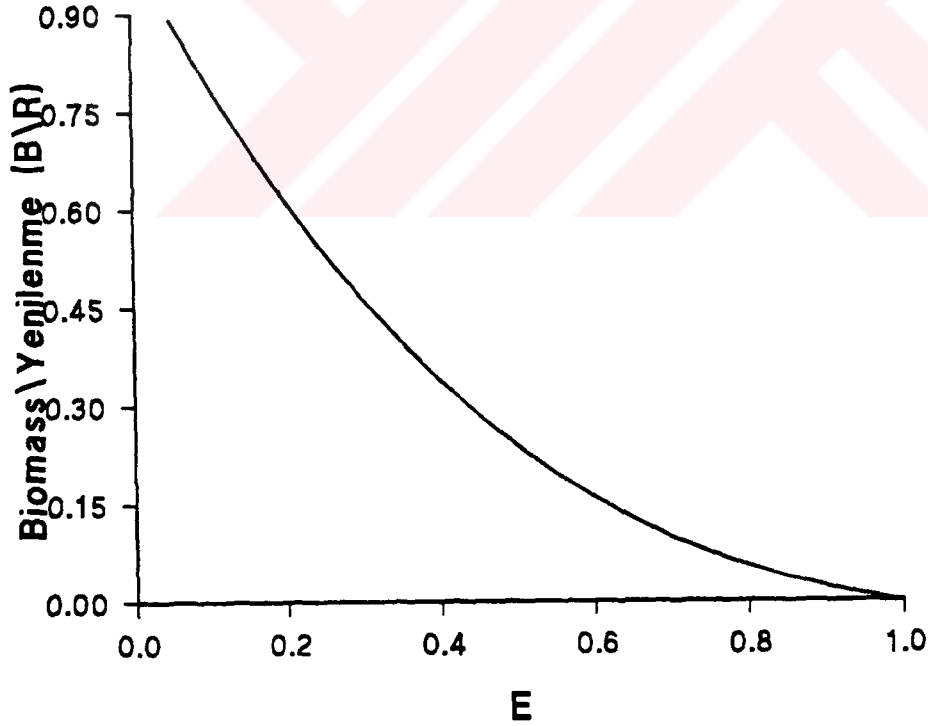
M/K oranı 0.5 gibi düşükse, az avlama ile balığın büyümesini beklemek yani ilk avlamada büyük balık elde edilecek şekilde beklemek suretiyle maksimum ürün elde edilir. M/K oranı 5.0 gibi yüksekse maksimum ürün elde etmek için yüksek düzeyde avcılık yapmak ve ilk avlama boyu küçük olacak şekilde mümkün olduğunca çabuk avlamak gerekir.

Rikhter&Efanov'un denkleminde bulunan M değeri ile hesaplanan M/K oranı 5.0'dan daha büyük olduğu için işletme oranı daha yüksek çıkmıştır ancak Pauly'nin denkleminde bulunan M değeri ile hesaplanan M/K oranı daha düşük olduğu için işletme oranı da düşük çıkmıştır.

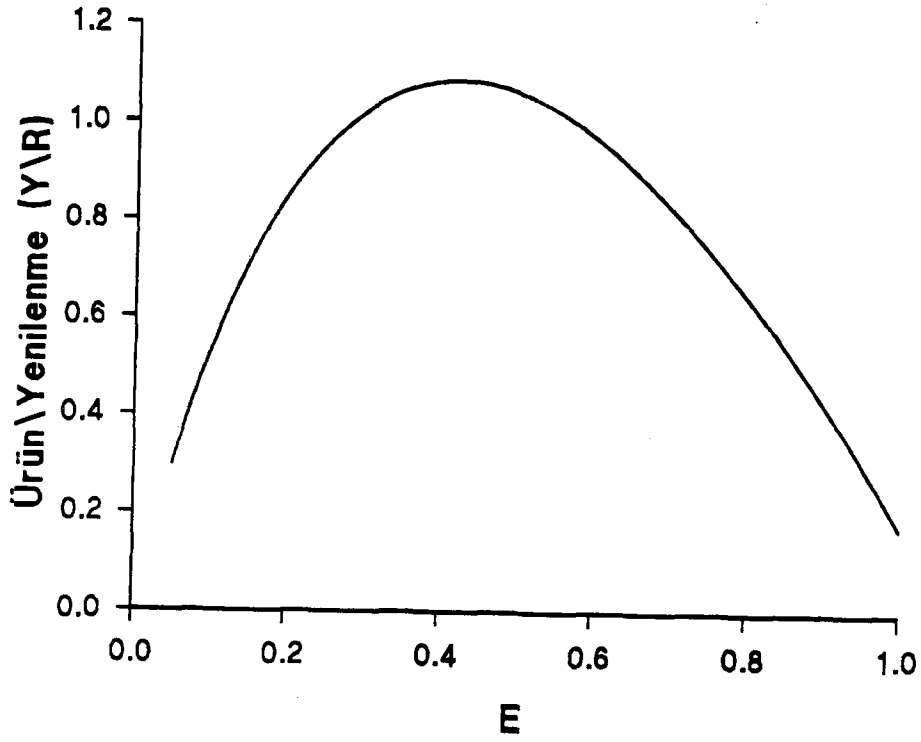
Sadece dişi bireyler için Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri Ek Şekil 1, Ek Tablo 7 ve biomas/yenilenme değerleri Ek Şekil 2, Ek Tablo 7'de gösterilmiştir. Pauly'nin denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri ise Ek Şekil 3, Ek Tablo 8 ve biomas/yenilenme değerleri de Ek Şekil 4, Ek Tablo 8'de gösterilmiştir. Erkek bireyler için ise Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri Ek Şekil 5, Ek Tablo 9 ve biomas/yenilenme değerleri Ek Şekil 6, Ek Tablo 9'da gösterilmiştir. Pauly'nin denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri ise Ek Şekil 7, Ek Tablo 10 ve biomas/yenilenme değerleri de Ek Şekil 8, Ek Tablo 10'da gösterilmiştir.



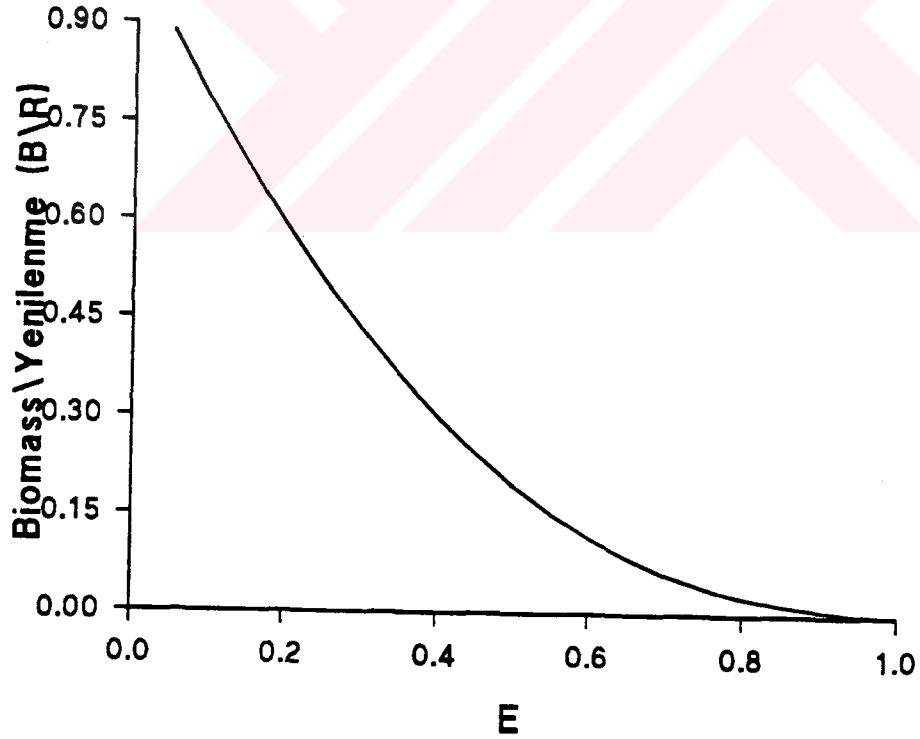
Şekil 32. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Şekil 33. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan B/R değerleri



Şekil 34 İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Şekil 35. İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan B/R değerleri

Tablo 15. İstavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri

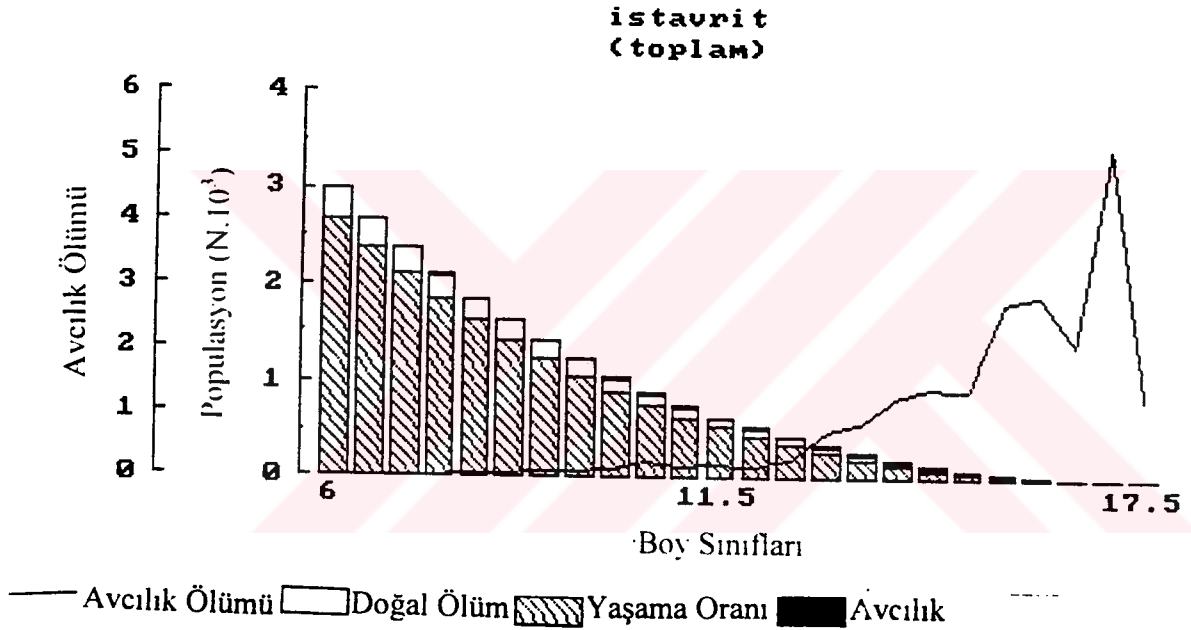
E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.05	0.2868	0.891717	0.55	1.4629	0.195862
0.10	0.5372	0.791213	0.60	1.4561	0.158846
0.15	0.7530	0.698259	0.65	1.4353	0.126473
0.20	0.9359	0.612628	0.70	1.4032	0.098405
0.25	1.0879	0.534076	0.75	1.3616	0.074272
0.30	1.2109	0.462335	0.80	1.3131	0.053720
0.35	1.3068	0.397143	0.85	1.2597	0.036378
0.40	1.3778	0.338196	0.90	1.2035	0.021881
0.45	1.4260	0.285213	0.95	1.1464	0.009873
0.50	1.4537	0.237876	1.00	1.0901	0.000000

Tablo 16. İstavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri

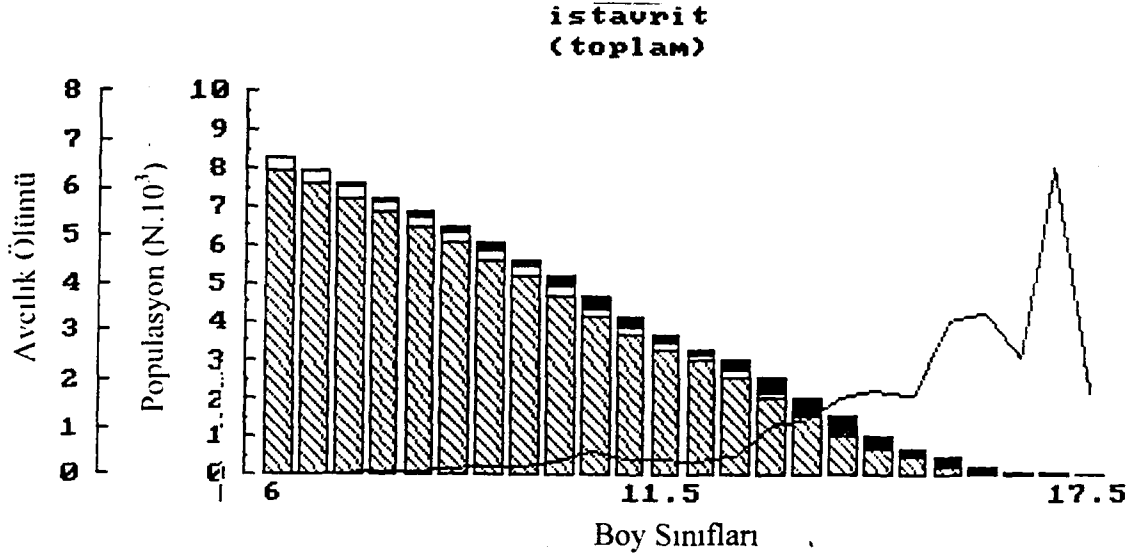
E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.05	0.26314	0.887354	0.55	1.05057	0.152557
0.10	0.48948	0.781868	0.60	0.98344	0.116362
0.15	0.67967	0.683570	0.65	0.90093	0.08100
0.20	0.83456	0.592479	0.70	0.80704	0.061386
0.25	0.95519	0.508587	0.75	0.70613	0.041775
0.30	1.04283	0.431864	0.80	0.60285	0.026749
0.35	1.09903	0.362253	0.85	0.50201	0.015723
0.40	1.12560	0.299661	0.90	0.40838	0.008053
0.45	1.12468	0.243968	0.95	0.32631	0.003048
0.50	1.09872	0.195003	1.00	0.25922	0.000000

3.1.6. Stok Tahmini

İstavritlerde populasyon analizi; FISAT programında boy-frekans dağılımı kullanılarak Sanal Populasyon Analizi (VPA) yöntemi ile hesaplanmıştır. Stok tahmini dişi + erkek. dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca Rikhter&Efanov ve Pauly'nin doğal ölüm denklemlerinden bulunan doğal ölüm katsayıları için ayrı ayrı hesap edilmiştir. Bununla beraber her boy grubu için avcılık ölüm katsayısı da (F) hesaplanmıştır. İstavritlerde boy gruplarına göre populasyon miktarları ve avcılık ölüm oranları Şekil 36, 37 ve Tablo 17, 18'de gösterilmiştir. Bu değerler dişi istavritler için Şekil 38, 39 ve Tablo 19, 20'de, erkek istavritler için Şekil 40, 41 ve Tablo 21, 22'de gösterilmiştir.



Şekil 36. İstavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Rikhter&Efanov)



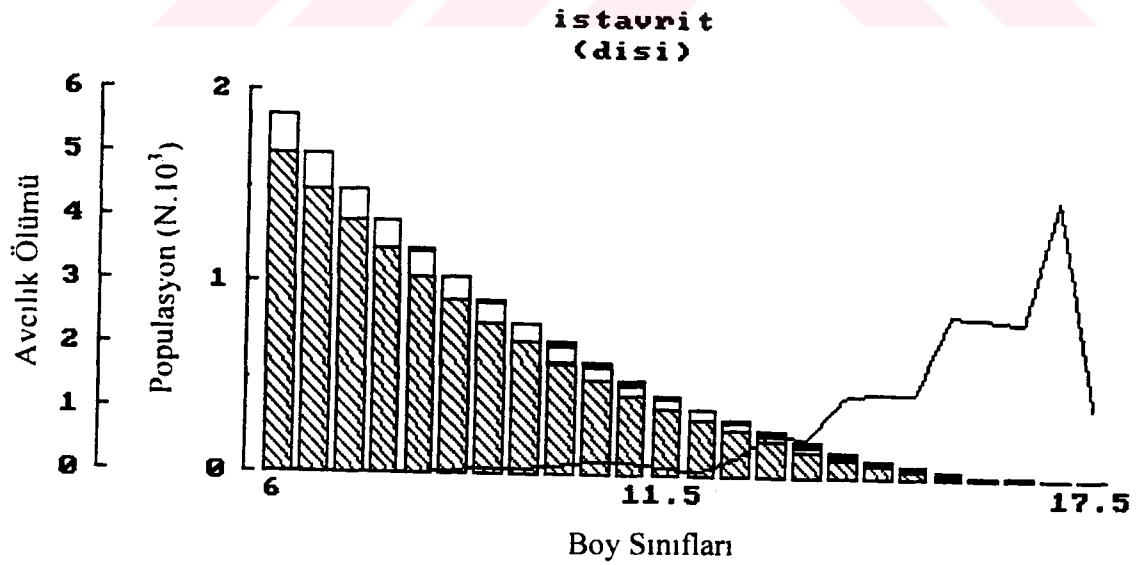
Şekil 37. İstavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M=Pauly)

Tablo 17. İstavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

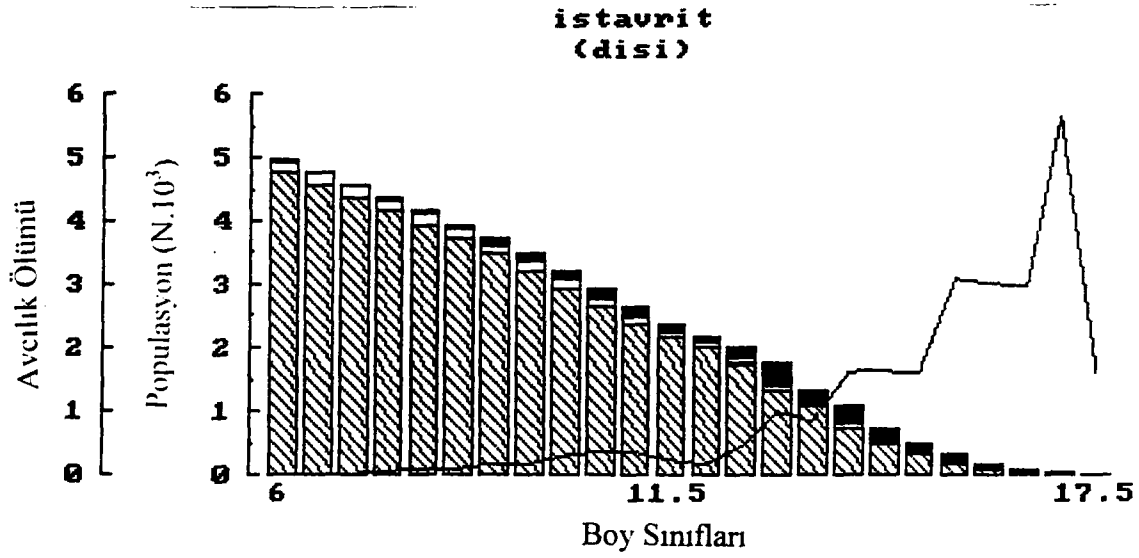
BOY SINIFLARI	AV MIKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	2.00	2998.53	0.0046
6.25-6.75	1.00	2665.05	0.0026
6.75-7.25	3.00	2365.09	0.0086
7.25-7.75	6.00	2093.00	0.0191
7.75-8.25	9.00	1845.49	0.0321
8.25-8.75	13.00	1620.53	0.0521
8.75-9.25	17.00	1415.28	0.0769
9.25-9.75	17.00	1228.10	0.0873
9.75-10.25	25.00	1061.22	0.1470
10.25-10.75	38.00	905.29	0.2603
10.75-11.25	23.00	754.88	0.1847
11.25-11.75	21.00	635.98	0.1971
11.75-12.25	15.00	532.92	0.1647
12.25-12.75	21.00	447.79	0.2724
12.75-13.25	46.00	367.43	0.7469
13.25-13.75	39.00	274.01	0.8425
13.75-14.25	41.00	199.36	1.2431
14.25-14.75	31.00	132.97	1.4082
14.75-15.25	20.00	85.02	1.3962
15.25-15.75	22.00	53.99	2.6958
15.75-16.25	11.00	25.70	2.8249
16.25-16.75	4.00	11.71	2.0623
16.75-17.25	4.00	6.21	5.1277
17.25-17.75	1.00	1.61	1.2600

Tablo 18. İstavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	2.00	828.78	0.0162
6.25-6.75	1.00	792.25	0.0084
6.75-7.25	3.00	757.72	0.0258
7.25-7.75	6.00	722.20	0.0535
7.75-8.25	9.00	684.79	0.0835
8.25-8.75	13.00	645.61	0.1264
8.75-9.25	17.00	603.81	0.1746
9.25-9.75	17.00	559.54	0.1855
9.75-10.25	25.00	516.88	0.2932
10.25-10.75	38.00	468.01	0.4925
10.75-11.25	23.00	408.40	0.3312
11.25-11.75	21.00	365.96	0.3318
11.75-12.25	15.00	327.24	0.2587
12.25-12.75	21.00	296.00	0.3985
12.75-13.25	46.00	260.25	1.0350
13.25-13.75	39.00	201.80	1.1215
13.75-14.25	41.00	153.07	1.5988
14.25-14.75	31.00	104.89	1.7623
14.75-15.25	20.00	68.96	1.6885
15.25-15.75	22.00	45.64	3.1899
15.75-16.25	11.00	21.71	3.3579
16.25-16.75	4.00	9.80	2.4359
16.75-17.25	4.00	5.34	6.3885
17.25-17.75	1.00	1.16	1.7500



Şekil 38. Dişi istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Rikhter&Efanov)



Şekil 39. Dişi istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Pauly)

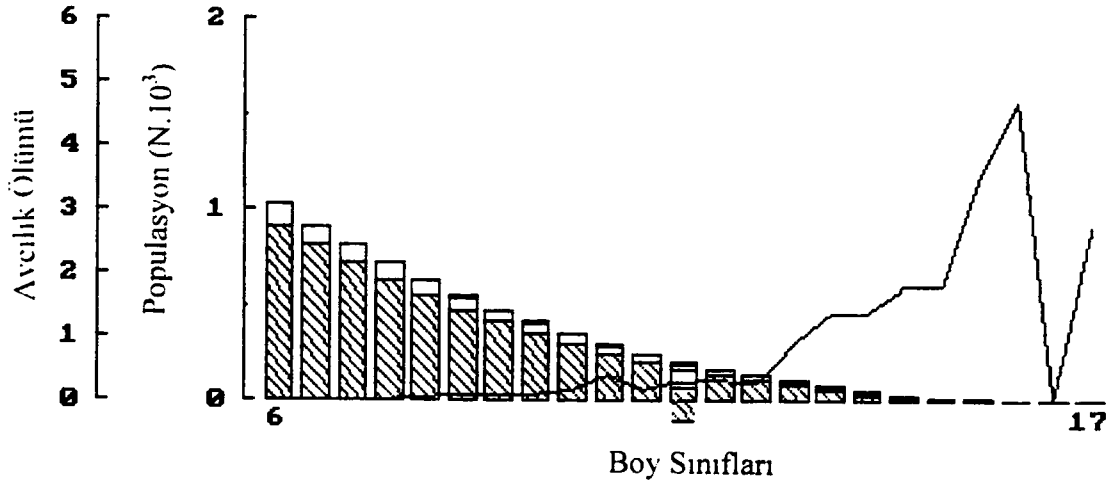
Tablo 19. Dişi istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	1871.33	0.0038
6.25-6.75	0.00	1667.49	0.0000
6.75-7.25	1.00	1484.12	0.0047
7.25-7.75	3.00	1317.61	0.0155
7.75-8.25	5.00	1165.63	0.0288
8.25-8.75	5.00	1027.02	0.0322
8.75-9.25	10.00	902.55	0.0725
9.25-9.75	10.00	786.29	0.0820
9.75-10.25	15.00	682.36	0.1402
10.25-10.75	18.00	584.95	0.1940
10.75-11.25	16.00	495.51	0.2005
11.25-11.75	10.00	418.06	0.1454
11.75-12.25	6.00	355.11	0.1006
12.25-12.75	15.00	303.20	0.2948
12.75-13.25	29.00	249.03	0.7084
13.25-13.75	20.00	188.50	0.6303
13.75-14.25	29.00	144.07	1.2445
14.25-14.75	21.00	97.13	1.3253
14.75-15.25	14.00	63.93	1.3202
15.25-15.75	16.00	41.76	2.5514
15.75-16.25	8.00	20.93	2.4950
16.25-16.75	4.00	10.47	2.4476
16.75-17.25	3.00	5.21	4.3436
17.25-17.75	1.00	1.68	1.1400

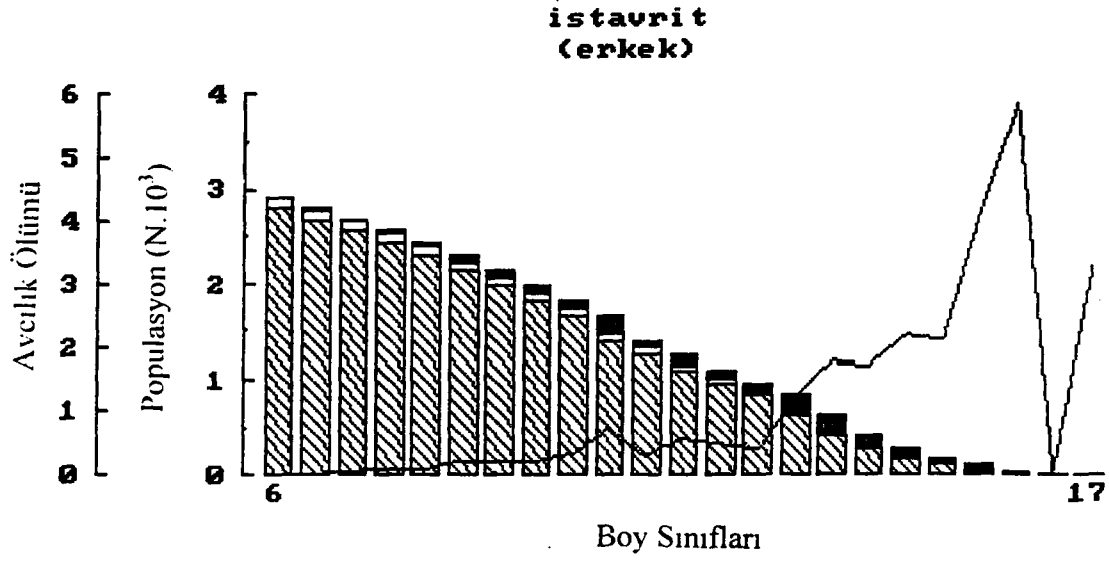
Tablo 20. Dişi istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMINİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	495.68	0.0138
6.25-6.75	0.00	475.15	0.0000
6.75-7.25	1.00	456.13	0.0146
7.25-7.75	3.00	436.62	0.0451
7.75-8.25	5.00	415.67	0.0780
8.25-8.75	5.00	393.37	0.0812
8.75-9.25	10.00	371.74	0.1703
9.25-9.75	10.00	345.89	0.1803
9.75-10.25	15.00	320.91	0.2895
10.25-10.75	18.00	291.93	0.3786
10.75-11.25	16.00	261.09	0.3699
11.25-11.75	10.00	233.41	0.2517
11.75-12.25	6.00	212.68	0.1616
12.25-12.75	15.00	196.65	0.4403
12.75-13.25	29.00	172.46	1.0042
13.25-13.75	20.00	135.66	0.8538
13.75-14.25	29.00	109.33	1.6215
14.25-14.75	21.00	75.51	1.6823
14.75-15.25	14.00	51.14	1.6193
15.25-15.75	16.00	34.80	3.0659
15.75-16.25	8.00	17.39	3.0064
16.25-16.75	4.00	8.67	2.9554
16.75-17.25	3.00	4.31	5.6291
17.25-17.75	1.00	1.16	1.6400

istavrit
(erkek)



Şekil 40. Erkek istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Rikhter&Efanov)



Şekil 41. Erkek istavritlerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Pauly)

Tablo 21 Erkek istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	1022.24	0.0068
6.25-6.75	1.00	908.60	0.0076
6.75-7.25	2.00	806.04	0.0169
7.25-7.75	3.00	712.68	0.0282
7.75-8.25	4.00	627.77	0.0421
8.25-8.75	8.00	550.61	0.0949
8.75-9.25	7.00	477.73	0.0943
9.25-9.75	7.00	413.56	0.1073
9.75-10.25	10.00	356.35	0.1762
10.25-10.75	19.00	302.64	0.3952
10.75-11.25	7.00	246.62	0.1725
11.25-11.75	12.00	208.37	0.3496
11.75-12.25	9.00	169.94	0.3153
12.25-12.75	7.00	138.96	0.2943
12.75-13.25	17.00	113.64	0.9090
13.25-13.75	18.00	82.24	1.3643
13.75-14.25	12.00	54.08	1.3608
14.25-14.75	10.00	35.29	1.7783
14.75-15.25	6.00	20.96	1.7664
15.25-15.75	6.00	12.35	3.4599
15.75-16.25	3.00	5.01	4.7042
16.25-16.75	0.00	1.52	0.0000
16.75-17.25	1.00	1.28	2.7300

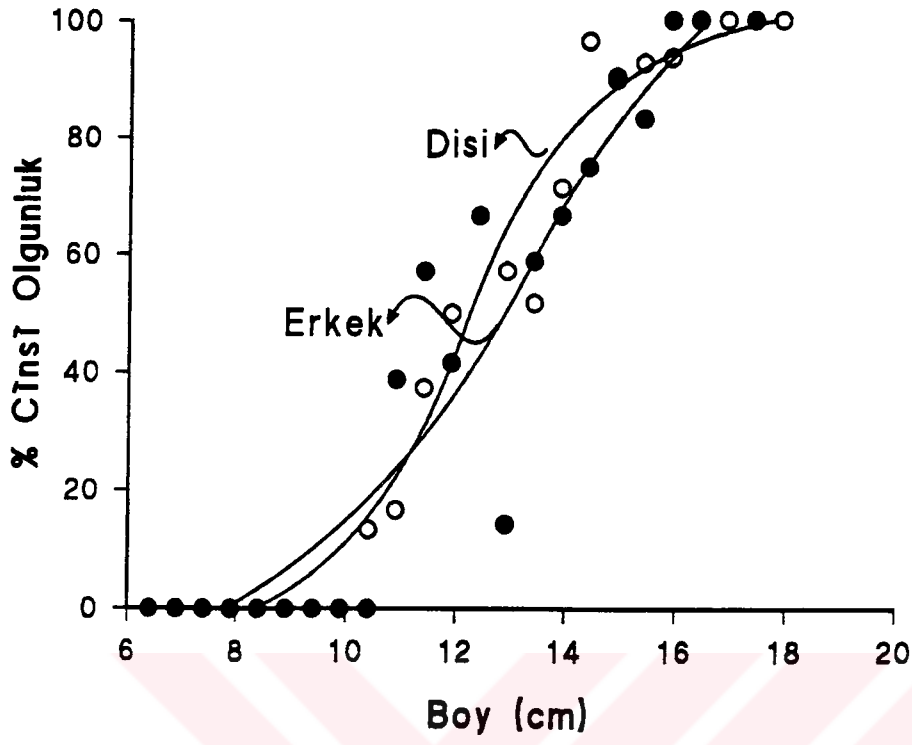
Tablo 22. Erkek istavritlerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	291.00	0.0231
6.25-6.75	1.00	279.19	0.0237
6.75-7.25	2.00	267.66	0.0489
7.25-7.75	3.00	255.43	0.0758
7.75-8.25	4.00	242.54	0.1051
8.25-8.75	8.00	229.03	0.2211
8.75-9.25	7.00	211.98	0.2055
9.25-9.75	7.00	196.47	0.2184
9.75-10.25	10.00	181.45	0.3356
10.25-10.75	19.00	164.00	0.7170
10.75-11.25	7.00	138.38	0.2969
11.25-11.75	12.00	125.49	0.5651
11.75-12.25	9.00	108.18	0.4796
12.25-12.75	7.00	94.49	0.4173
12.75-13.25	17.00	83.29	1.2164
13.25-13.75	18.00	62.80	1.7678
13.75-14.25	12.00	42.25	1.7151
14.25-14.75	10.00	28.50	2.1771
14.75-15.25	6.00	17.36	2.0950
15.25-15.75	6.00	10.64	4.0362
15.75-16.25	3.00	4.27	5.8172
16.25-16.75	0.00	1.14	0.0000
16.75-17.25	1.00	1.08	3.2500

3.1.7. Cinsi Olgunluğa Erişme Boyu

Toplam istavritlerin % 52.1'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 47.9'unun cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu belirlenmiştir. 170 adet erkek bireyin %45.3'ünün cinsi olgunluğa erişmiş, %54.7'sinin cinsi olgunluğa erişmemiş, 260 adet dişi bireyin % 56.5'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 43. 5'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu saptanmıştır.

Dişi istavritlerin % 50'si 12.12 cm (± 0.237) boyda cinsi olgunluğa erişmektedir. Erkek istavritlerin % 50'si ise 13.32 cm (± 1.06) boyda cinsi olgunluğa erişmektedir (Şekil 42).



Şekil 42. İstavritlerde cinsi olgunluğa erişme boyu

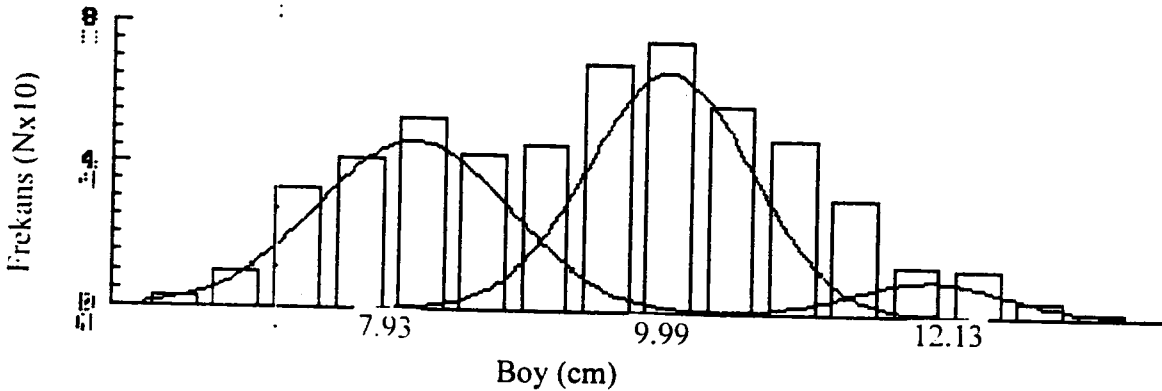
3.2. Hamsi

3.2.1. Populasyon Yapısı

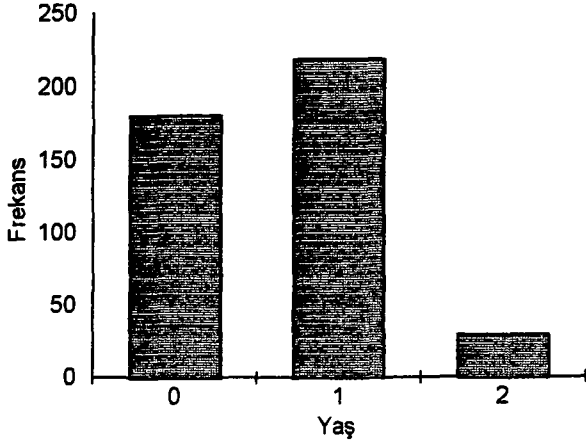
3.2.1.1. Yaş Kompozisyonu

Üzerinde çalışılan toplam 543 adet hamside yaş kompozisyonu, Bhattacharya yöntemiyle yapılmıştır. Alınan örneklerden yaş gruplarına bakılmaksızın boy-frekans ve ağırlık-frekans dağılım grafikleri çizilip oluşan her tepe noktasının bir yaş grubunun tepe noktası olduğu kabul edilmiştir. Yapılan yaş analizi sonucu incelenen 543 adet hamsinin 0-2 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır (Şekil 43, 44). Ayrıca Bhattacharya yöntemiyle dişi ve erkek hamsiler için yaş grupları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her iki cinsiyete ait hamsilerin 0-2 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 45, 46, 47, 48). Ağırlık-frekans dağılımından yapılan yaş analizi sonucunda hamsilerin 0-2 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 49, 50, 51, 52, 53, 54).

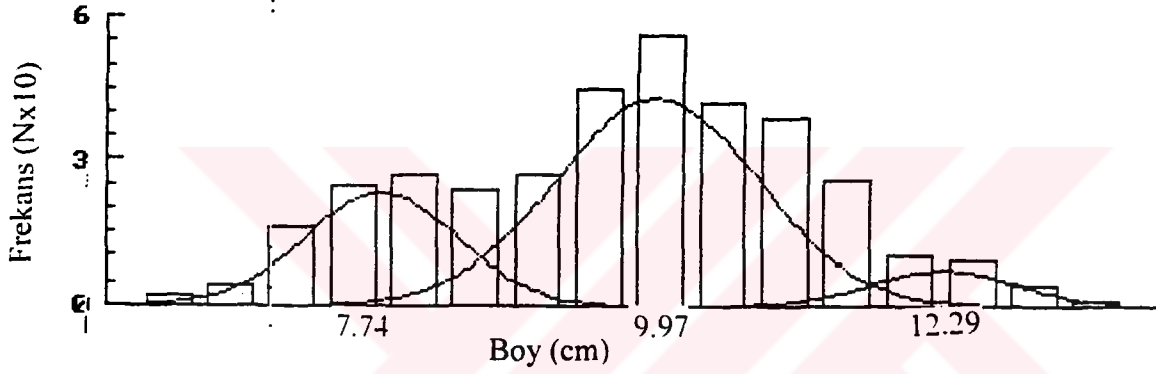
Hamsilerde her boy grubuna ait bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar Ek Tablo 11'de gösterilmiştir. Bu değerler dişi bireyler için Ek Tablo 12, erkek bireyler için Ek Tablo 13'te verilmiştir. Bununla beraber her ağırlık grubuna ait bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar da Ek Tablo 14'te gösterilmiştir. Bu değerler dişi bireyler için Ek Tablo 15, erkek bireyler için Ek Tablo 16'da verilmiştir.



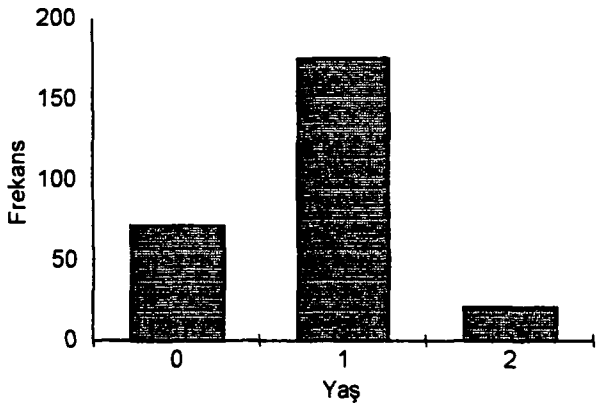
Şekil 43. Hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



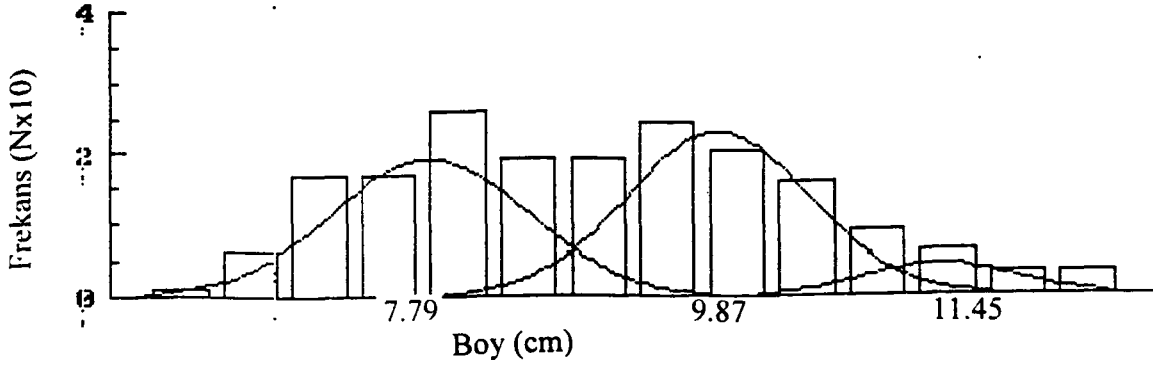
Şekil 44. Hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



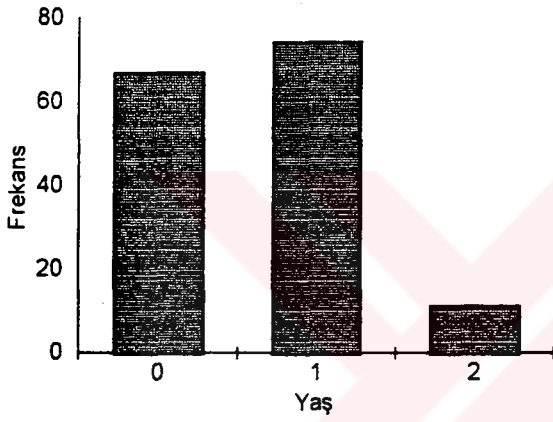
Şekil 45. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemiyle belirlenen yaş grupları



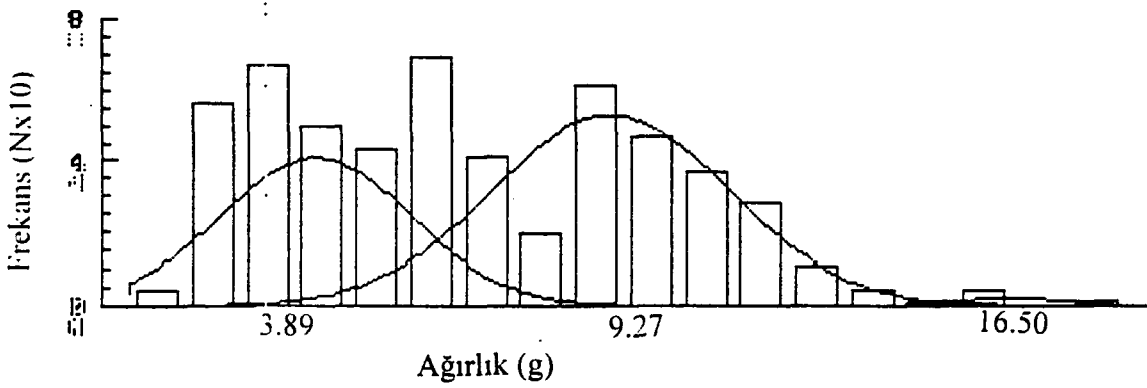
Şekil 46. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



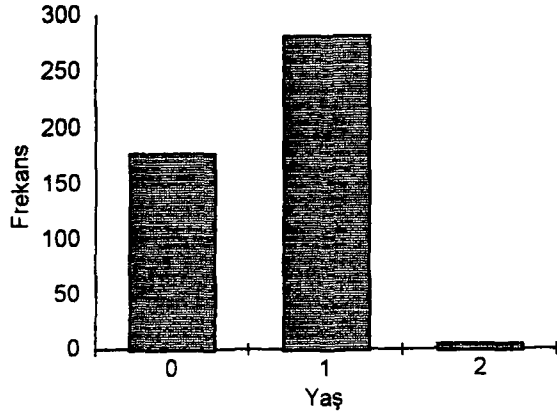
Şekil 47. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



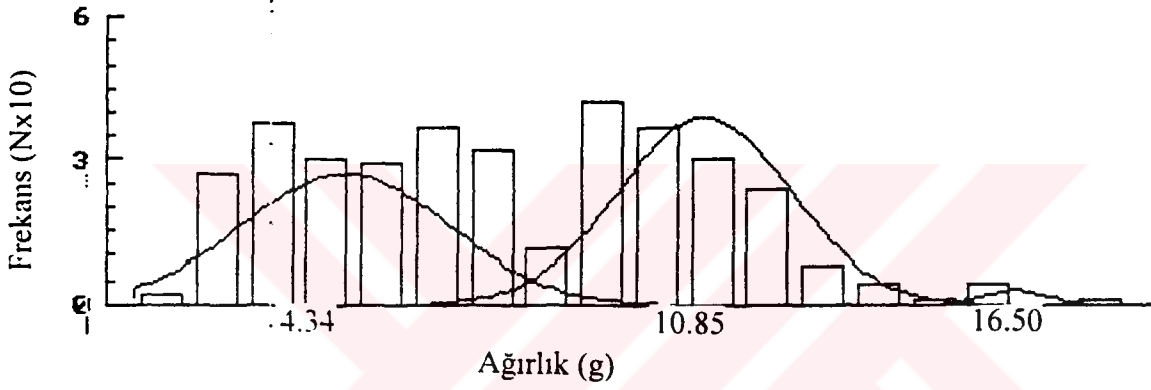
Şekil 48. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



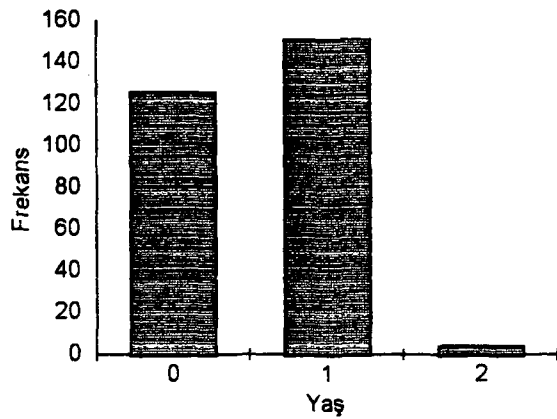
Şekil 49. Hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



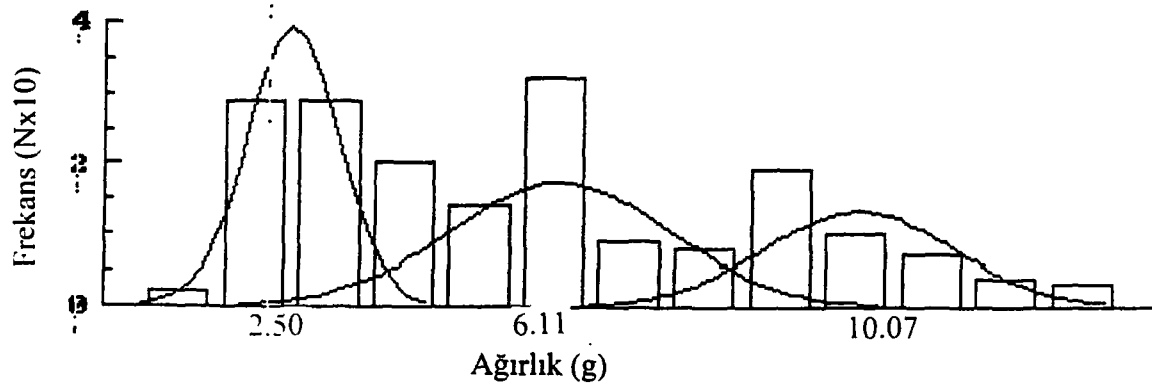
Şekil 50. Hamsilerde ağırlık-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



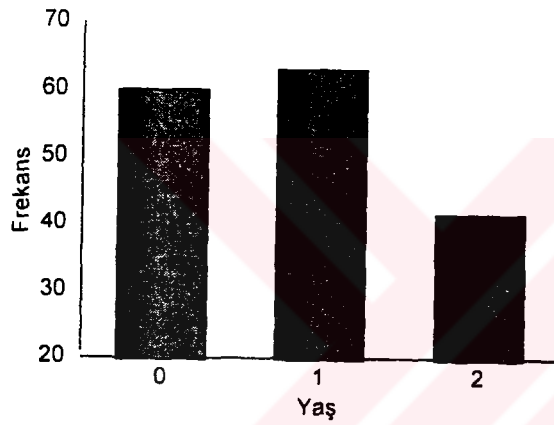
Şekil 51. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemiyle belirlenen yaş grupları



Şekil 52. Dişi hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı



Şekil 53. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından Bhattacharya yöntemi ile belirlenen yaş grupları



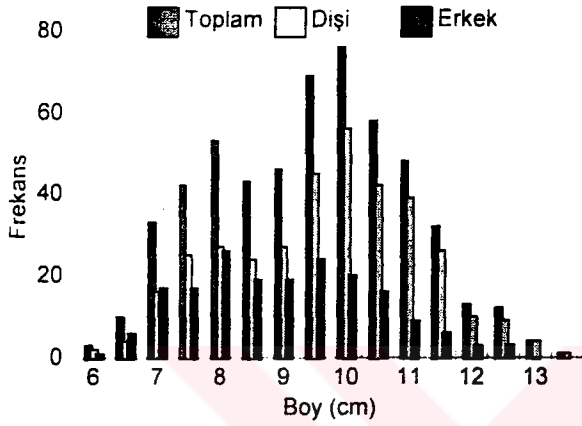
Şekil 54. Erkek hamsilerde boy-frekans dağılımından belirlenen yaş-frekans dağılımı

3.2.1.2. Eşey Kompozisyonu

İncelenen 543 adet hamsinin eşey ayrımı yapılmış ve cinsi olgunluğa erişip erişmedikleri belirlenmiştir. Bu tespitlere göre hamsilerin % 65.7'si dişi, % 34.3'ü erkek bireylerden oluşmaktadır. Toplam hamsilerin % 61.82'sinin cinsi olgunluğa erişmiş, % 38.18'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu tespit edilmiştir. 357 adet dişi bireyin % 65.8'inin olgun, % 34.2'sinin olgun olmadığı, 186 adet erkek bireyin ise % 53.9'unun olgun, %46.1'inin olgun olmadığı tespit edilmiştir.

3.2.1.3. Boy Kompozisyonu

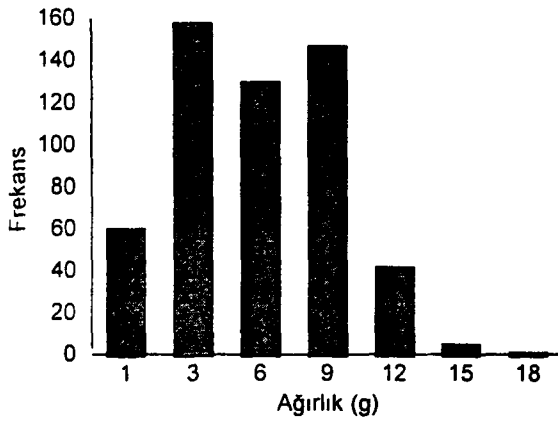
İncelenen hamsilerde boy-frekans dağılımları Şekil 55'te gösterilmiştir. Araştırma periyodu boyunca elde edilen verilerde maksimum boy 13.5 cm ve minimum boy 6.2 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 7.93 cm (0. yaş), 9.99 cm (1. yaş) ve 12.13 cm (2. yaş) olarak tespit edilmiştir (Tablo 26).



Şekil 55. İncelenen hamsilerin cinsiyetlere göre boy-frekans dağılımı

3.2.1.4. Ağırlık Kompozisyonu

İncelenen hamsilerin ağırlık-frekans dağılımları Şekil 56'da gösterilmiştir. Buna göre hamsiler 18.193 g ile 1.462 g arasında dağılım göstermiştir.



Şekil 56. İncelenen hamsilerin cinsiyetlere göre ağırlık-frekans dağılımı

3.2.2. Büyüme

Hamsilerde büyüme boy ve ağırlık olarak ele alınmıştır. Elde edilen verilere göre hamsilerde ortalama boy 9.61 cm, ortalama ağırlık 7.20 g'dır. Dişilerde ortalama boy 9.85 cm, ortalama ağırlık 7.75 g ve erkeklerde ortalama boy 9.16 cm, ortalama ağırlık ise 6.16 g olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca yaşlara ve cinsiyetlere göre ortalama boy ve ağırlıklar Tablo 26 ve 28'de gösterilmiştir. Yaşlara ve cinsiyetlere göre ortalama boy ve ağırlıklar incelendiğinde 0, 1 ve 2 yaş gruplarındaki dişi bireylerin erkeklere oranla daha fazla boy ve ağırlığa sahip olduğu görülmektedir (Tablo 26, 28).

3.2.2.1. Oransal Boy Artışı (OBA) ve Oransal Ağırlık Artışı (OAA)

Oransal büyüme verilerine göre en hızlı büyümenin 0-1 yaş grubunda gerçekleştiği, ortalama OBA'nın %23.7 ve OAA'nın ise %108.15 olduğu saptanmıştır (Tablo 23, 24). Cinsiyetlere göre OBA ve OAA artışları da Tablo 23 ve 24'te verilmiştir.

Tablo 23. İncelenen hamsilerde cinsiyetlere göre oransal boy artışı (OBA)

YAŞ	Dişi + Erkek	Dişi	Erkek
0-1	25.98	28.81	26.7
1-2	21.42	23.27	16.01
2-3	-	-	-
ORTALAMA	23.7	26.04	21.36

Tablo 24. İncelenen hamsilerde cinsiyetlere göre oransal ağırlık artışı (OAA)

YAŞ	Dişi + Erkek	Dişi	Erkek
0-1	138.3	150	144.4
1-2	77.99	52.07	64.81
2-3	-	-	-
ORTALAMA	108.15	101.04	104.61

3.2.2.2. Boy-Ağırlık İlişkisi

Araştırma süresince incelenen 543 adet hamsinin boy-ağırlık ilişkisi tüm balıklar ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Buna göre: belirlenen boy-ağırlık ilişkisi denklemleri,

Toplam hamsiler için $W = 0.00569 * L^{3.117}$ $r = 0.89$ (Şekil 57)

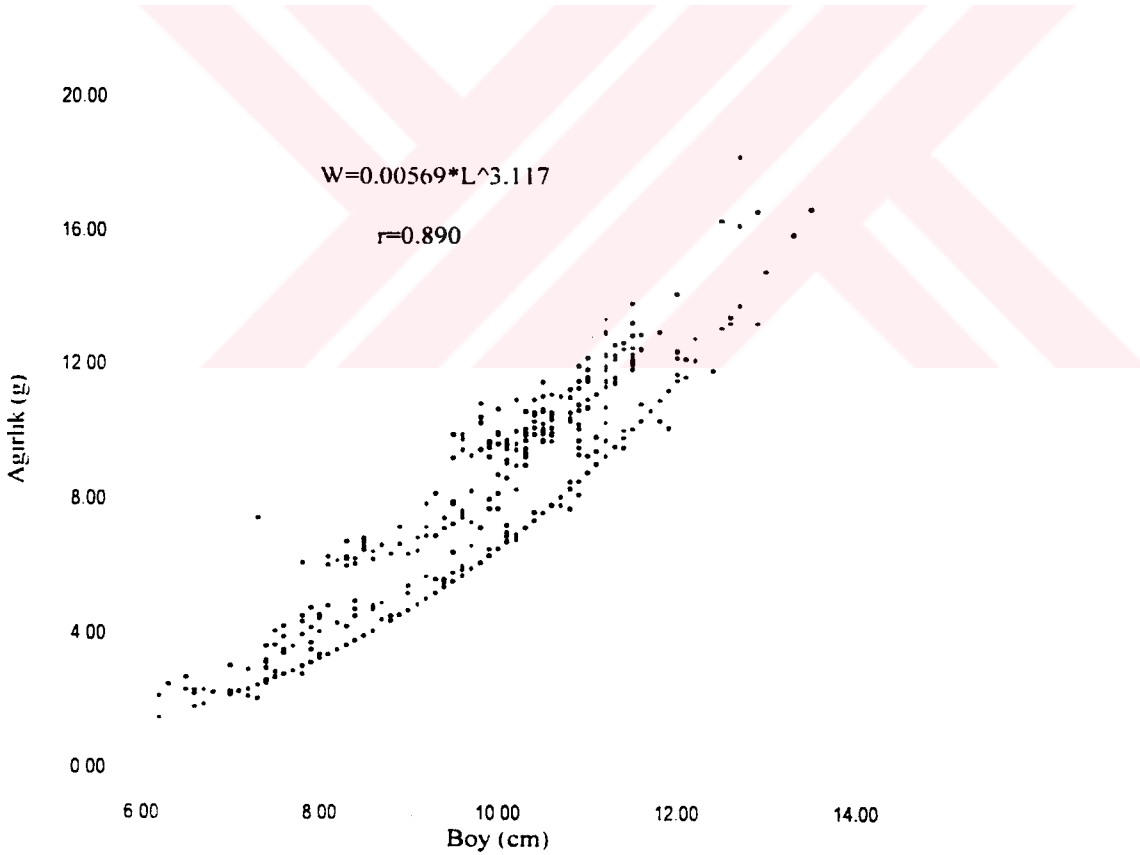
$$\text{Log } W = -5.168 + 3.117 \text{ Log } L$$

Dişi Hamsi için $W = 0.00531 * L^{3.149}$ $r = 0.90$ (Şekil 58)

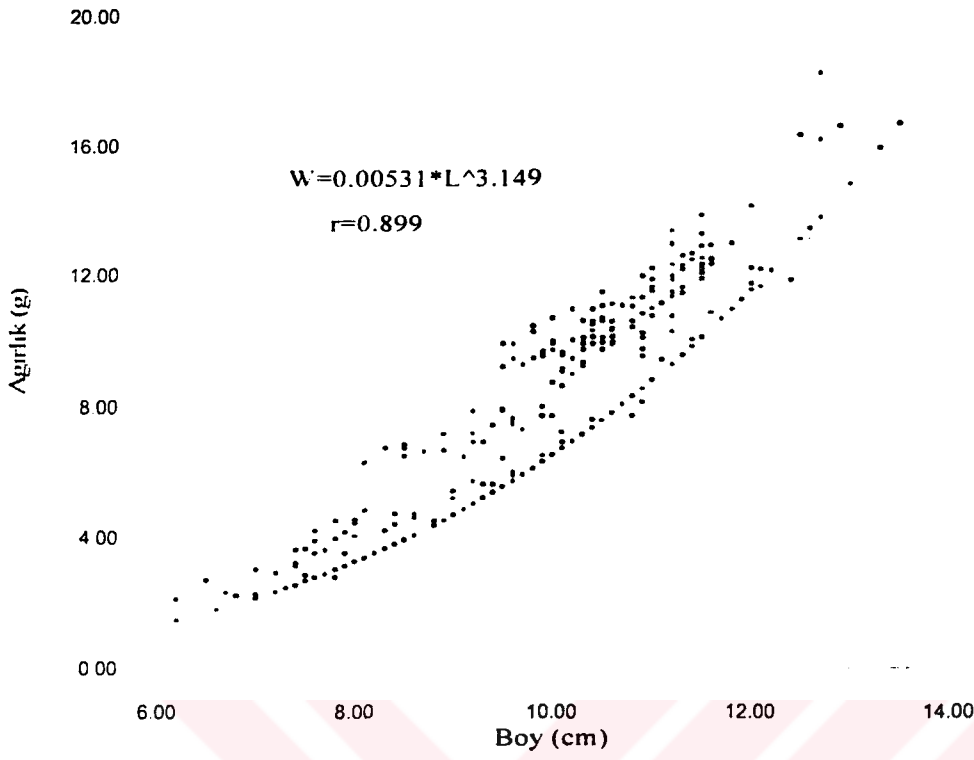
$$\text{Log } W = -5.238 + 3.149 \text{ Log } L$$

Erkek hamsi için $W = 0.00676 * L^{3.037}$ $r = 0.86$ (Şekil 59)

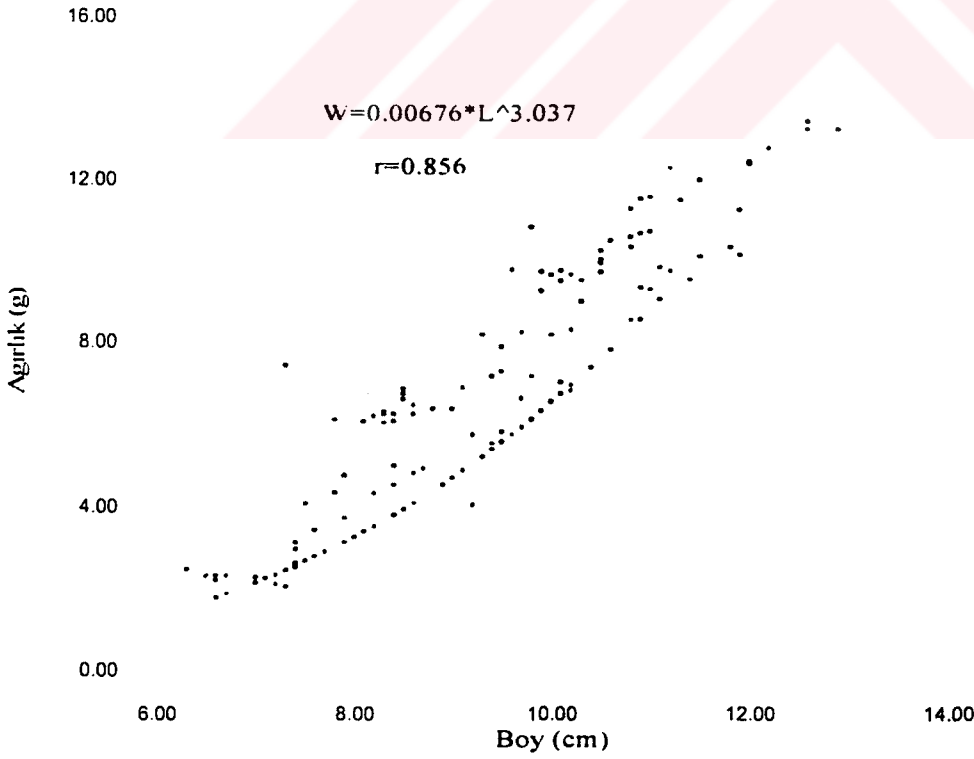
$$\text{Log } W = -4.997 + 3.037 \text{ Log } L$$



Şekil 57. 1996-1997 av sezonunda avlanan hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 58. 1996-1997 av sezonunda avlanan dişi hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi

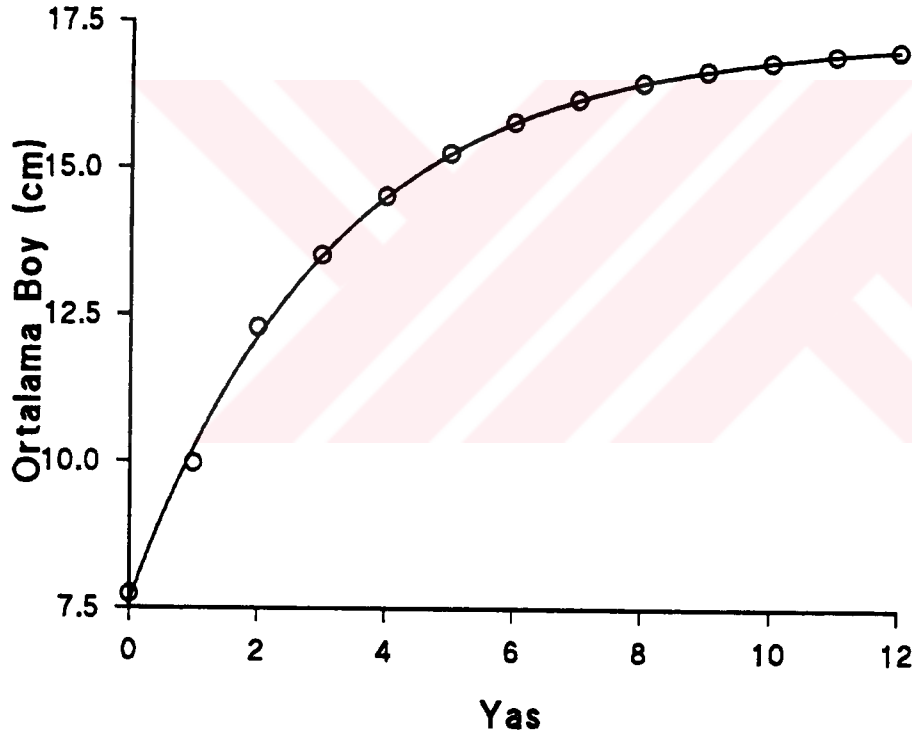


Şekil 59. 1996-1997 av sezonunda avlanan erkek hamsilerin boy-ağırlık ilişkisi

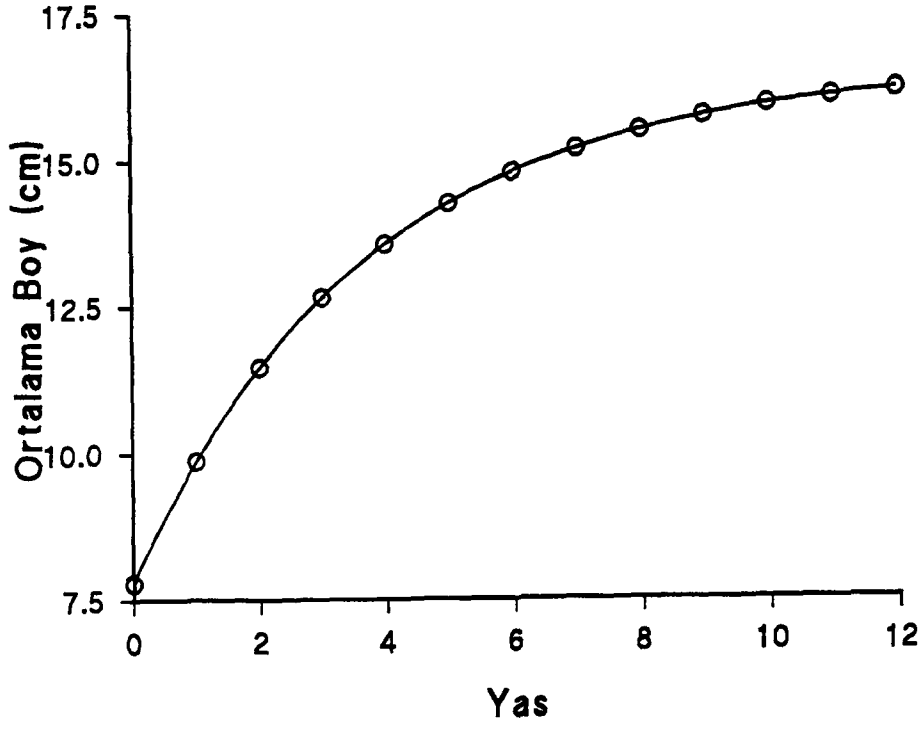
3.2.2.3. Yaş-Boy İlişkisi

Boy olarak büyümenin yaş ile ilişkisini ortaya koymak için von Bertalanffy boyca büyüme denklemlerinin L_{∞} , t_0 ve k parametreleri FISAT programı ile elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre dişilerin ulaşabileceği maksimum boy erkeklerden daha fazladır (Şekil 60, 61 ve Tablo 25). Aynı hesaplama tüm balıklar için yapıldığı zaman maksimum boy daha da artmıştır (Şekil 62 ve Tablo 25).

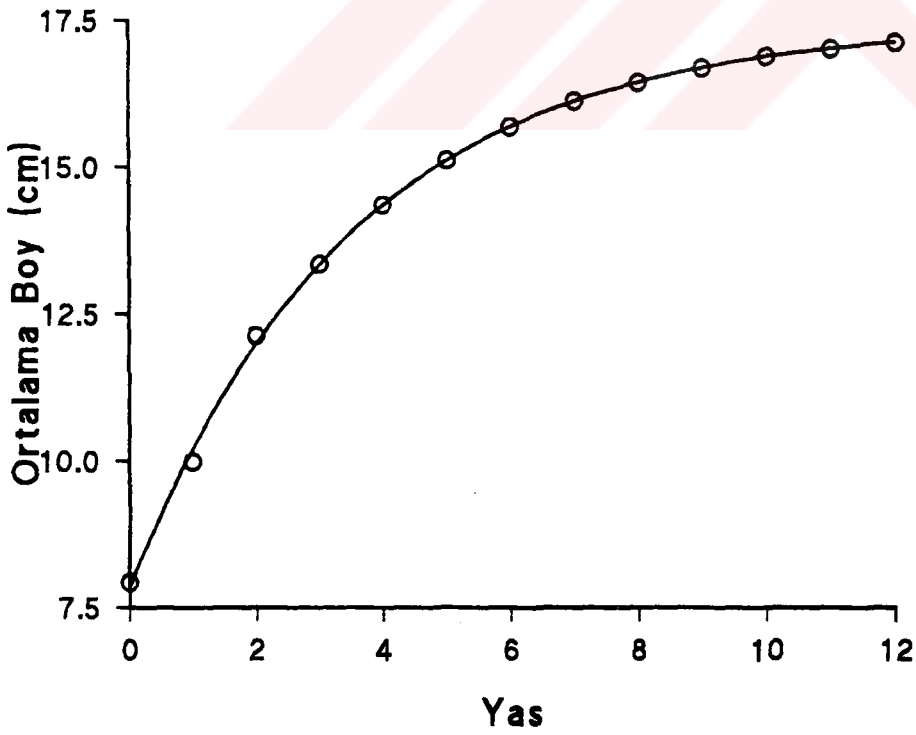
FISAT programı ile hesaplanan L_{∞} , t_0 ve k değerleri ve büyüme denklemleri her cinsiyet için Tablo 25'te verilmiştir. Program ile belirlenen ve büyüme denklemlerinden hesap edilen ortalama boy değerleri her cinsiyet için Tablo 26'da verilmiştir.



Şekil 60. Dişi hamsilerde yaş-boy ilişkisi



Şekil 61. Erkek hamsilerde yaş-boy ilişkisi



Şekil 62. Hamsilerde yaş-boy ilişkisi

Tablo 25. Hamsilerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy boyca büyüme parametreleri ve denklemleri

Cinsiyet	L_x	K	t_0	Büyüme Denklemleri
Dişi + Erkek	17.42	0.284	-2.108	$L_t=17.42*(1-e^{-0.284(t+2.108)})$
Dişi	17.20	0.316	-1.856	$L_t=17.20*(1-e^{-0.316(t+1.856)})$
Erkek	16.44	0.275	-2.336	$L_t=16.44*(1-e^{-0.275(t+2.336)})$

Tablo 26. Hamsilerde Fisat programı ile belirlenen ve von Bertalanffy denklemlerinden cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan boylar

Cinsiyet	Dişi + Erkek		Dişi		Erkek	
	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan
Yaş						
0	7.93	7.85	7.74	7.63	7.79	7.79
1	9.99	10.21	9.97	10.22	9.87	9.87
2	12.13	12.00	12.29	12.11	11.45	11.45

Yapılan t testi sonucunda program ile belirlenen boylar ile von Bertalanffy büyüme denklemlerinden hesaplanan boylar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Yaş-Ağırlık İlişkisi

Ağırlık olarak büyümenin yaşla ilişkisini ortaya koyabilmek amacı ile von Bertalanffy ağırlıkça büyüme denklemleri ve parametreleri belirlenmiştir (Tablo 27).

Tablo 27. Hamsilerde cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanan von Bertalanffy ağırlıkça büyüme parametreleri ve denklemleri

Cinsiyet	W_x	K	t_0	b	Büyüme Denklemleri
Dişi + Erkek	42	0.284	-2.108	3.117	$W_t=42*(1-e^{-0.284(t+2.108)})^{3.117}$
Dişi	41.23	0.316	-1.856	3.149	$W_t=41.23*(1-e^{-0.316(t+1.856)})^{3.149}$
Erkek	33.34	0.275	-2.336	3.037	$W_t=33.34*(1-e^{-0.275(t+2.336)})^{3.037}$

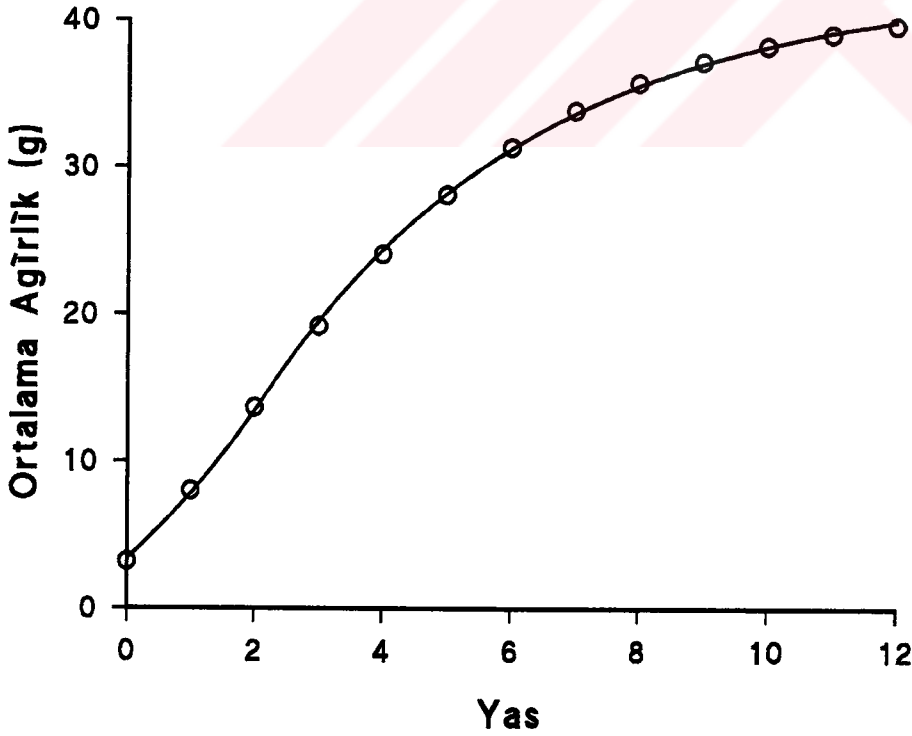
Hamsilerde belirlenen ağırlıklar ile ağırlıkça büyüme denklemlerinden hesaplanan ağırlıklar her cinsiyete göre Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Hamsilerde her cinsiyete göre belirlenen ve von Bertalanffy denklemlerinden hesaplanan ağırlıklar

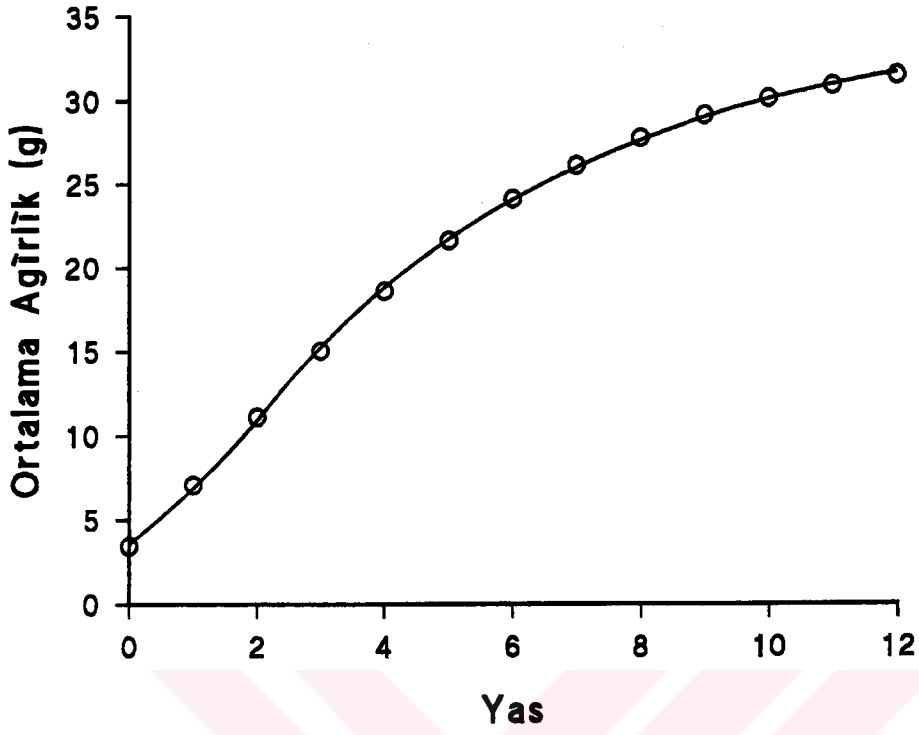
Cinsiyet	Dişi + Erkek		Dişi		Erkek	
	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan	Belirlenen	Hesaplanan
Yaş						
0	3.89	3.50	4.34	3.19	2.50	3.45
1	9.27	7.95	10.85	8.02	6.11	7.08
2	16.50	13.13	16.50	13.67	10.07	11.12

Hamsilerde belirlenen ağırlıklar ile hesaplanan ağırlıklar arasında önemli bir farkın olmadığı yapılan t testi sonucunda belirlenmiştir.

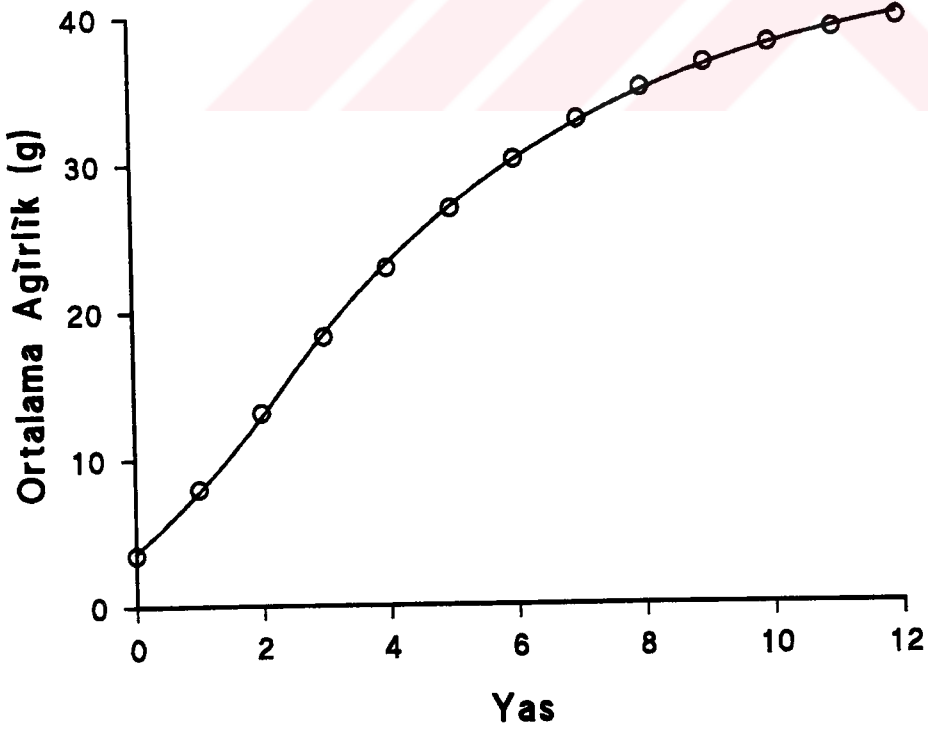
Dişi hamsilerin ulaşabileceği maksimum ağırlık erkeklere oranla daha fazladır (Şekil 63, 64 ve Tablo 27), bununla beraber toplam veriler değerlendirildiğinde hamsilerin ulaşabileceği maksimum ağırlığın daha da artacağı görülmüştür (Şekil 65, Tablo 27).



Şekil 63. Dişi hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi



Şekil 64. Erkek hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi



Şekil 65. Hamsilerde yaş-ağırlık ilişkisi

3.2.2.5. Kondisyon Faktörü

Hamsilerde kondisyon faktörü yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda izometrik ve allometrik kondisyon faktörü denklemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 0.88, dişilerde 0.98 ve erkeklerde 0.61'dir (Tablo 29). Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 0.67, dişilerde 0.69 ve erkeklerde ise 0.56 olarak bulunmuştur (Tablo 29). İzometrik ve allometrik kondisyon faktörleri arasındaki fark; boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki b katsayısının 3'ten biraz farklı olmasından kaynaklanmıştır. Bununla beraber cinsiyetlere göre hesaplanan kondisyon faktörleri arasındaki farklılık önemli değildir (Tablo 29).

Tablo 29. Hamsilerde cinsiyetlere ve yaşa göre hesaplanan izometrik ($K=W/L^3*100$) ve allometrik ($K=W/L^b*100$) kondisyon faktörü

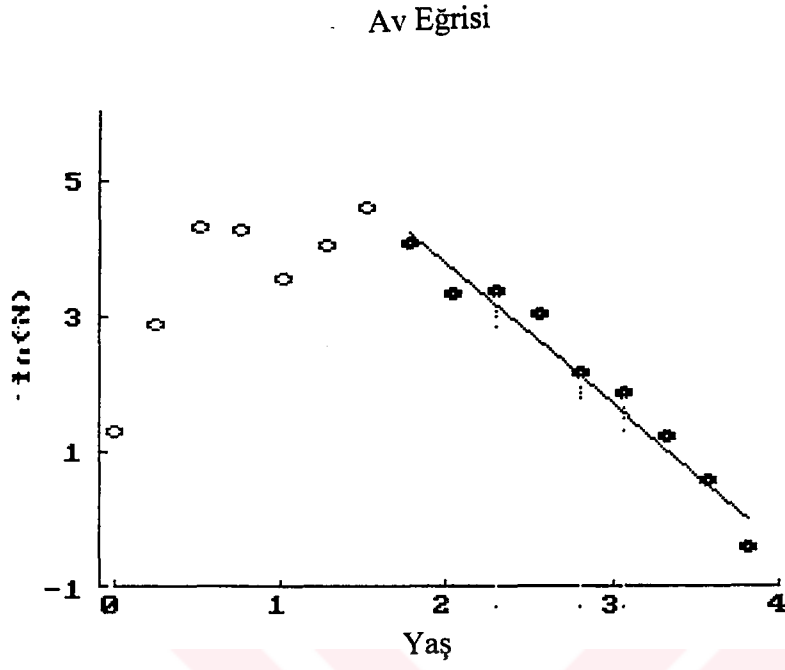
Cinsiyet	Dişi + Erkek			Dişi			Erkek		
	N	K	K*	N	K	K*	N	K	K*
Yaş									
0	181	0.78	0.61	72	0.94	0.69	67	0.53	0.49
1	218.58	0.93	0.71	176.03	1.095	0.78	74.16	0.64	0.58
2	29.29	0.93	0.69	21.17	0.89	0.61	11.24	0.67	0.61
Ortalama K		0.88	0.67		0.98	0.69		0.61	0.56

K: İzometrik kondisyon faktörü, K*: Allometrik kondisyon faktörü, N: Populasyon sayısı

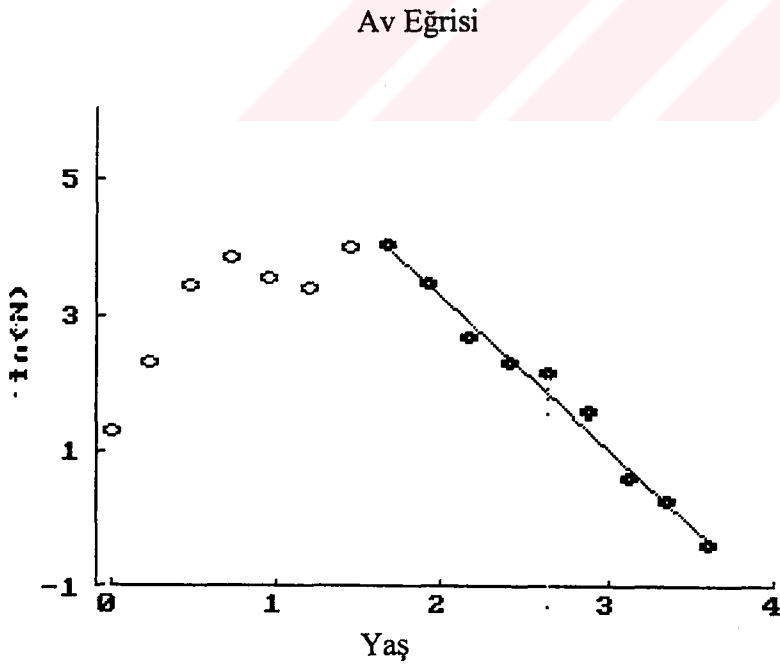
3.2.3. Ölüm Oranları

3.2.3.1. Toplam Anlık Ölüm Oranı (Z)

Toplam anlık ölüm oranı Av Eğrisi Yöntemi ile FISAT programında hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.08, bu değer dişi hamsiler için 2.25, erkek hamsiler için 1.52 olarak belirlenmiştir. Hamsiler için çizilen av eğrileri Şekil 66, 67 ve 68'de verilmiştir.

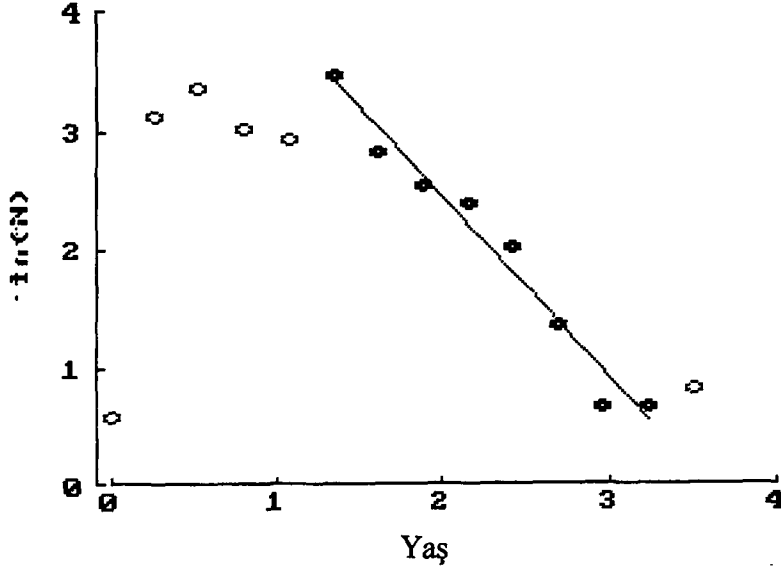


Şekil 66. Toplam hamsiler için av eğrisi



Şekil 67. Dişi hamsilerde av eğrisi

Av Eğrisi



Şekil 68. Erkek hamsilerde av eğrisi

3.2.3.2. Doğal Ölüm Oranı (M)

Doğal ölüm oranı Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle her cinsiyet için FISAT programı ile hesaplanmıştır. Her cinsiyet için hesaplanan doğal ölüm oranları Tablo 30'da verilmiştir.

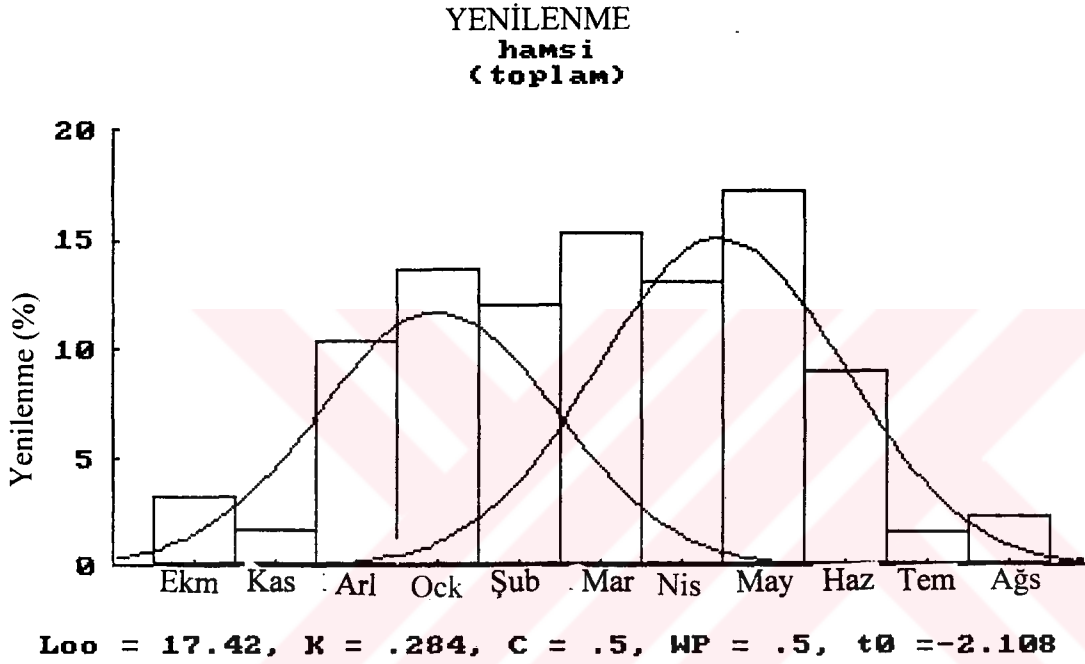
Tablo 30. Hamsilerde her cinsiyet için FISAT programında Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle hesaplanan doğal ölüm oranları

Cinsiyet	Rikhter & Efanov'un Metodu	Pauly'nin Metodu
Dişi + Erkek	1.37	0.68
Dişi	1.37	0.73
Erkek	1.37	0.68

3.2.4. Yenilenme Oranı

Hamsilerde yenilenme FISAT programında Orijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu program ile, stoka yeni katılımin hangi aylarda olduğu

belirlenmiştir (Tablo 31, Şekil 69). Toplam hamsi verileri için maksimum yenilenmenin %17.16 ile Mayıs ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Eylül ayında stoka katılımın sıfır olduğu bulunmuştur (Tablo 31). Erkek ve dişi hamsilerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi hamsilerin maksimum yenilenmesi % 17.22 ile Mart ayında olmuştur (Tablo 32, Şekil 70). Erkek hamsilerin maksimum yenilenmesi ise % 17.91 ile Nisan ayında olmuştur (Tablo 33, Şekil 71).

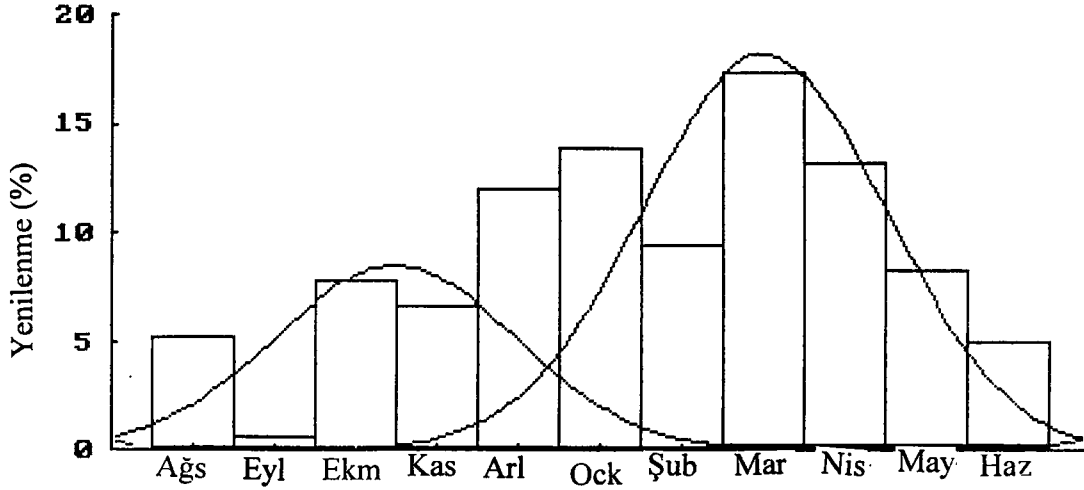


Şekil 69. Hamsilerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 31. Hamsilerde aylara göre yenilenme oranları (%)

Aylar	Oca.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	13.77	12.10	15.39	13.19	17.16	8.96	1.64	2.28	0.0	3.29	1.75	10.45

**YENİLENME
hamsi
(dişi)**



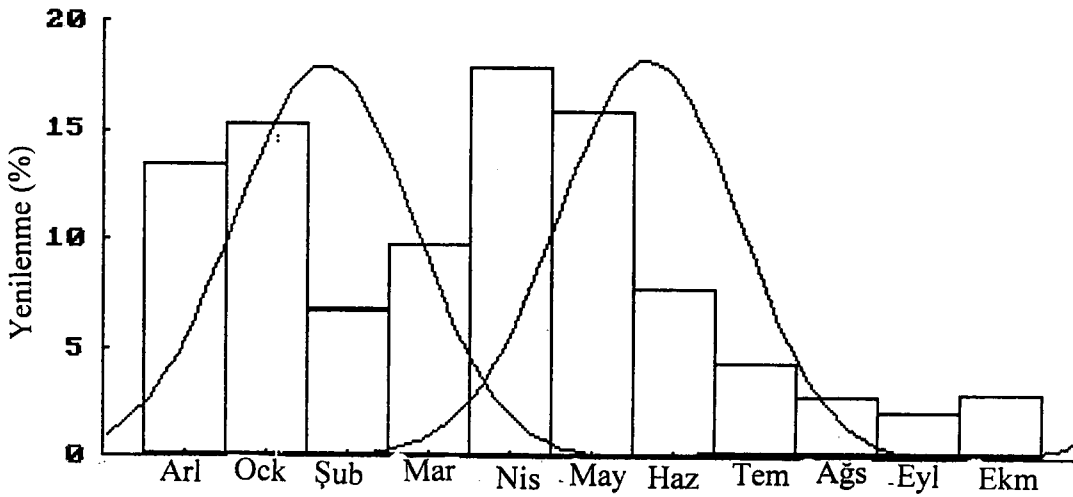
$L_{00} = 17.2043$, $K = .316$, $C = .5$, $WP = .5$, $t_0 = -1.856$

Şekil 70. Dişi hamsilerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 32. Dişi hamsilerin yenilenme oranları (%)

Aylar	Oca.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	13.97	9.52	17.32	13.27	8.31	5.04	0.0	5.32	0.62	7.82	6.75	12.06

**YENİLENME
hamsi
(erkek)**



$L_{00} = 16.444$, $K = .275$, $C = .5$, $WP = .5$, $t_0 = -2.336$

Şekil 71. Erkek hamsilerin aylara göre yenilenme oranları (%)

Tablo 33. Erkek hamsilerin yenilenme oranları (%)

Aylar	Oca.	Şub.	Mart	Nis	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Yenilenme Oranları	15.45	6.82	9.79	17.91	16.01	7.84	4.48	2.96	2.21	2.97	0.0	13.54

3.2.5. Ürün/Yenilenme

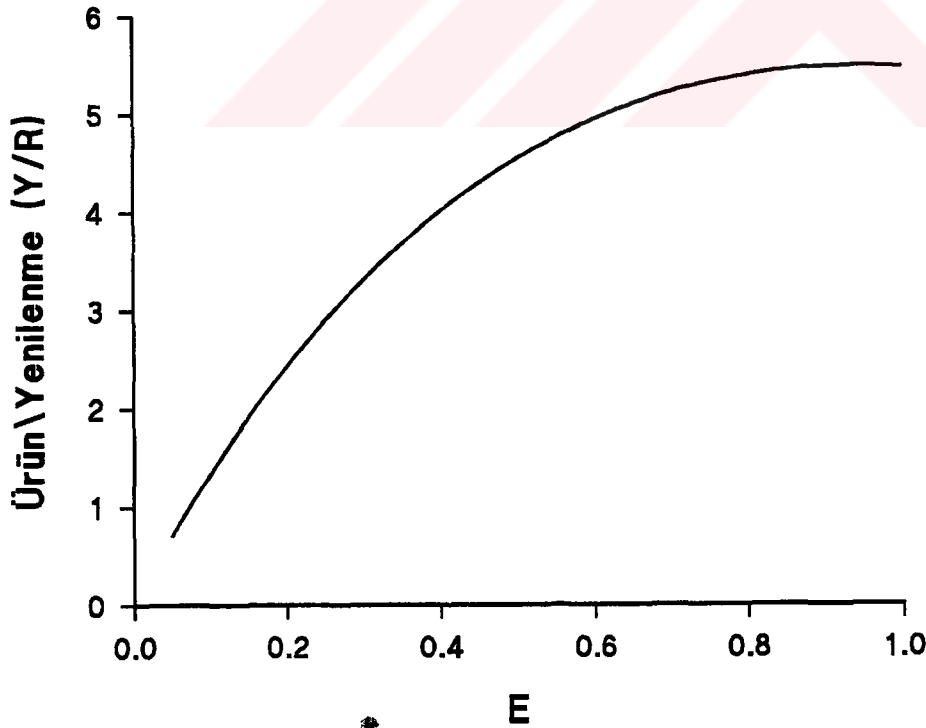
Hamsilerde Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (1.37) değerini kullanarak (burada M/K oranı 4.82 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.901, $E_{0.1}$: 0.767 ve $E_{0.5}$: 0.303 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.90 olduğu zaman Y/R değeri 5.446 olarak tespit edilmiştir (Şekil 72, Tablo 34). Hamsi stokları 0.90 oranından daha fazla işletildiği zaman 5.446 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır (Tablo 34). Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.90$ değerinden sonraki işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.767 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 1.279 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 73, Tablo 34). Bulunan E_{max} : 0.90 değerine karşılık B/R değeri 0.0440 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.90 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir (Tablo 34).

Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.68) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.39 dur) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.618, $E_{0.1}$: 0.570 ve $E_{0.5}$: 0.320 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.60 olduğu zaman Y/R değeri 2.082 olarak tespit edilmiştir (Şekil 74, Tablo 35). Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 75, Tablo 35). Ayrıca E_{max} :0.618 değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.202 olarak tespit edilmiştir (Tablo 35).

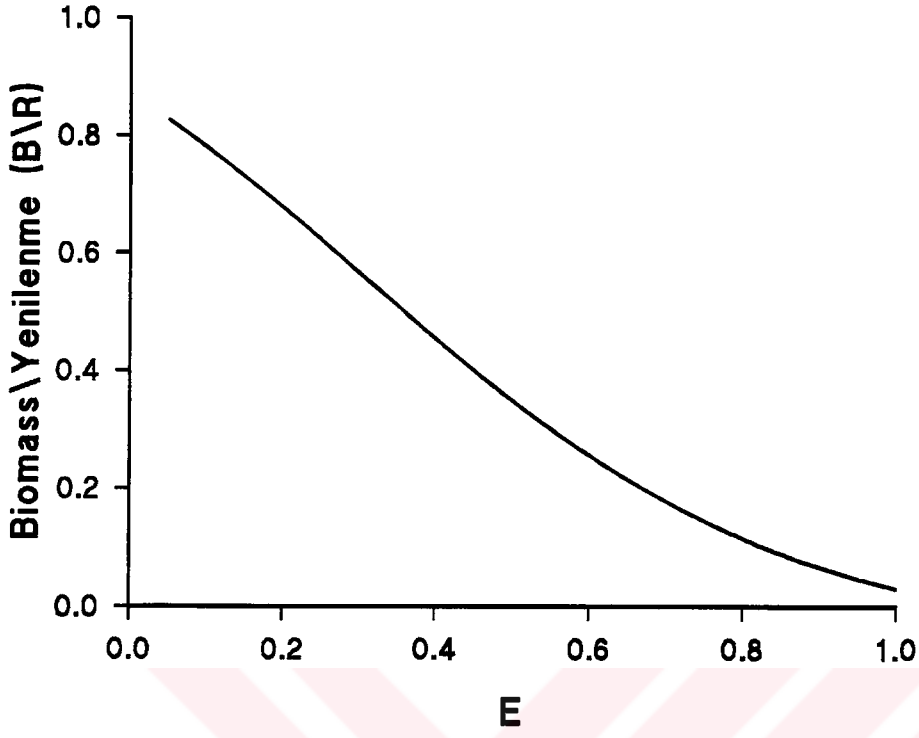
M/K oranı 0.5 gibi düşükse, az avlama ile balığın büyümesini beklemek yani ilk avlamada büyük balık elde edilecek şekilde beklemek suretiyle maksimum ürün elde edilir. M/K oranı 5.0 gibi yüksekse maksimum ürün elde etmek için yüksek düzeyde avcılık yapmak ve ilk avlama boyu küçük olacak şekilde mümkün olduğunca çabuk avlamak gerekir.

Rikhter&Efanov'un denkleminde bulunan M değeri ile hesaplanan M/K oranı 5.0'a çok yakın olduğu için işletme oranı daha yüksek çıkmıştır ancak Pauly'nin denkleminde bulunan M değeri ile hesaplanan M/K oranı daha düşük olduğu için işletme oranı da düşük çıkmıştır.

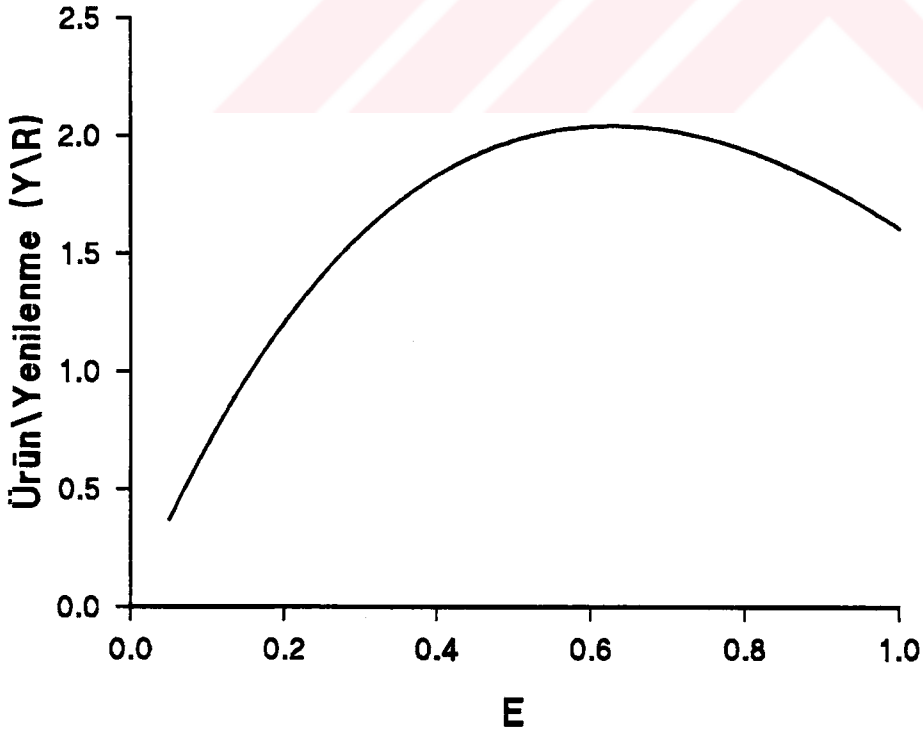
Sadece dişi bireyler için Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri Ek Şekil 9, Ek Tablo 17 ve biomas/yenilenme değerleri Ek Şekil 10, Ek Tablo 17'de gösterilmiştir. Pauly'nin denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri ise Ek Şekil 11, Ek Tablo 18 ve biomas/yenilenme değerleri de Ek Şekil 12, Ek Tablo 18'de gösterilmiştir. Erkek bireyler için ise Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri Ek Şekil 13, Ek Tablo 19 ve biomas/yenilenme değerleri Ek Şekil 14, Ek Tablo 19'da gösterilmiştir. Pauly'nin denklemine göre hesaplanan ürün/yenilenme değerleri ise Ek Şekil 15, Ek Tablo 20 ve biomas/yenilenme değerleri de Ek Şekil 16, Ek Tablo 20'de gösterilmiştir.



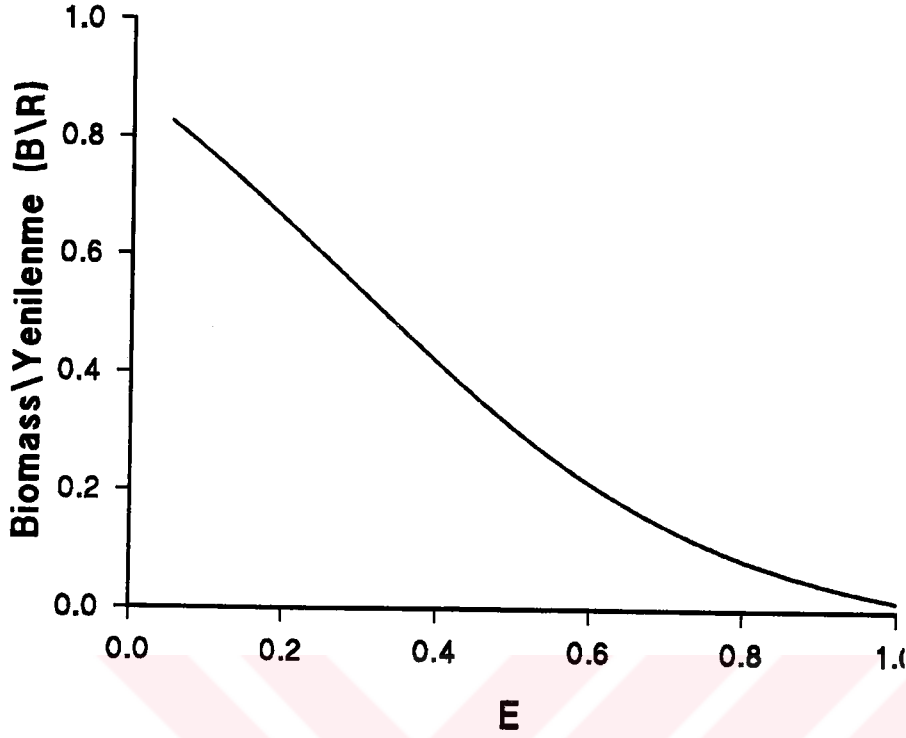
Şekil 72. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Şekil 73. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan B/R değerleri



Şekil 74. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Şekil 75. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan B/R değerleri

Tablo 34. Hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri

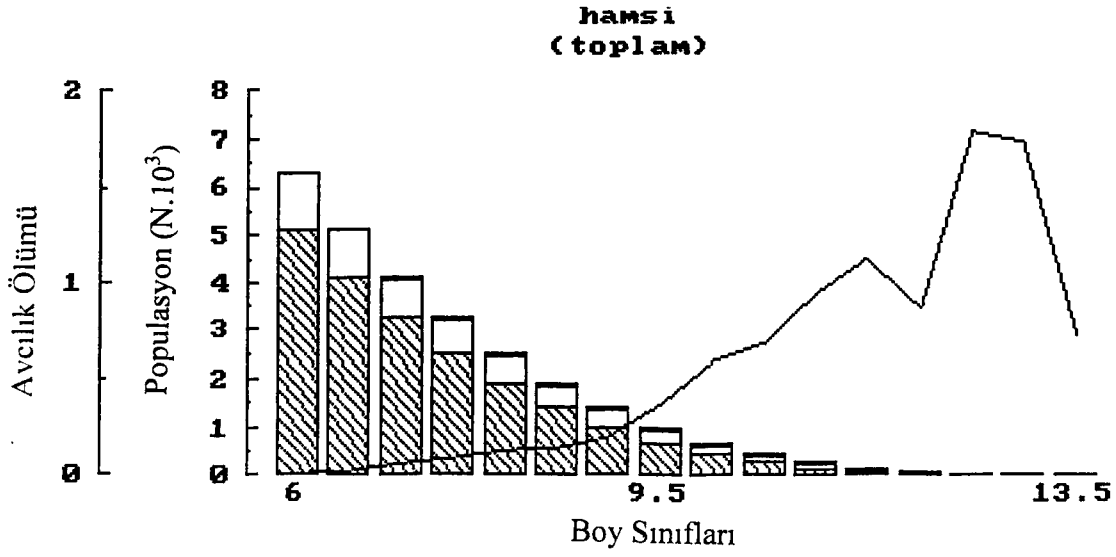
E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.05	0.6635	0.916867	0.55	4.7983	0.285539
0.10	1.2793	0.837414	0.60	4.9849	0.241712
0.15	1.8480	0.761639	0.65	5.1365	0.201163
0.20	2.3701	0.689532	0.70	5.2549	0.163801
0.25	2.8464	0.621080	0.75	5.3425	0.129526
0.30	3.2777	0.556264	0.80	5.4018	0.098222
0.35	3.6651	0.495059	0.85	5.4353	0.069763
0.40	4.0095	0.437429	0.90	5.4458	0.044010
0.45	4.3122	0.383333	0.95	5.4362	0.020810
0.50	4.5746	0.332723	1.00	5.4097	0.000000

Tablo 35. Hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri

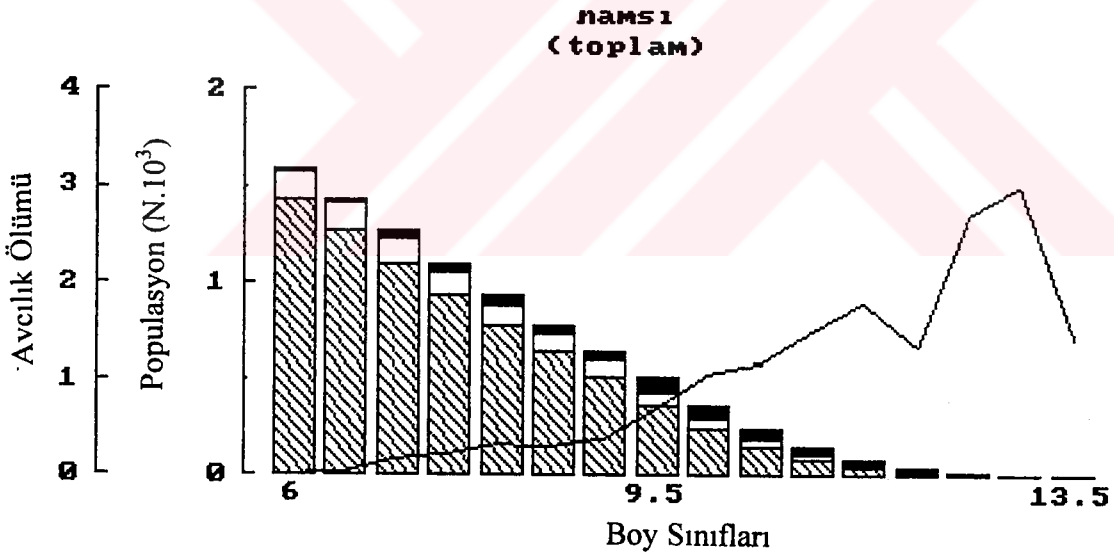
E	Y/R	B/R	E	Y/R	B/R
0.05	0.32984	0.911434	0.55	2.06127	0.245272
0.10	0.63154	0.826627	0.60	2.08235	0.201896
0.15	0.90480	0.745664	0.65	2.07909	0.162814
0.20	1.14937	0.668630	0.70	2.05322	0.127975
0.25	1.36512	0.595604	0.75	2.00691	0.097291
0.30	1.55200	0.526662	0.80	1.94274	0.070635
0.35	1.71007	0.461873	0.85	1.86379	0.047834
0.40	1.83954	0.401297	0.90	1.77360	0.028660
0.45	1.94081	0.344983	0.95	1.67620	0.012830
0.50	2.01445	0.292968	1.00	1.57599	0.000000

3.2.6. Stok Tahmini

Hamsilerde popülasyon analizi; FISAT programında boy-frekans dağılımı kullanılarak Sanal Popülasyon Analizi (VPA) yöntemi ile hesaplanmıştır. Stok tahmini dişi + erkek, dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca Rikhter& Efanov ve Pauly'nin doğal ölüm denklemlerinden bulunan doğal ölüm katsayıları için ayrı ayrı hesap edilmiştir. Bununla beraber her boy grubu için avcılık ölüm katsayısı da (F) hesaplanmıştır. Hamsilerde boy gruplarına göre popülasyon miktarları ve avcılık ölüm oranları Şekil 76, 77 ve Tablo 36, 37'de gösterilmiştir. Bu değerler dişi hamsiler için Şekil 78, 79 ve Tablo 38, 39'de, erkek hamsiler için Şekil 80, 81 ve Tablo 40, 41'de gösterilmiştir.



Şekil 76. Hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M=Rikhter&Efanov)



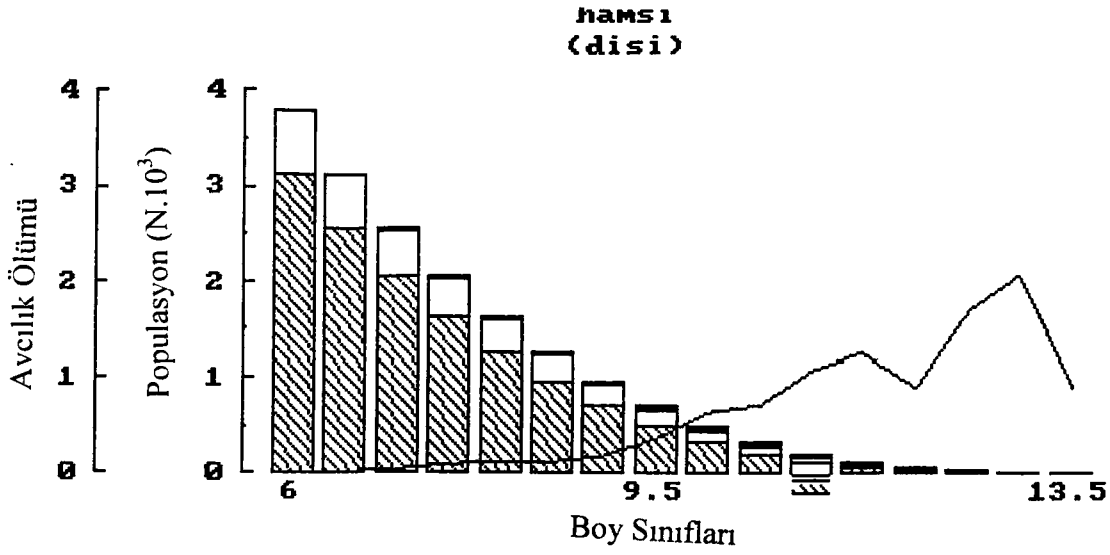
Şekil 77. Hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları (M=Pauly)

Tablo 36. Hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

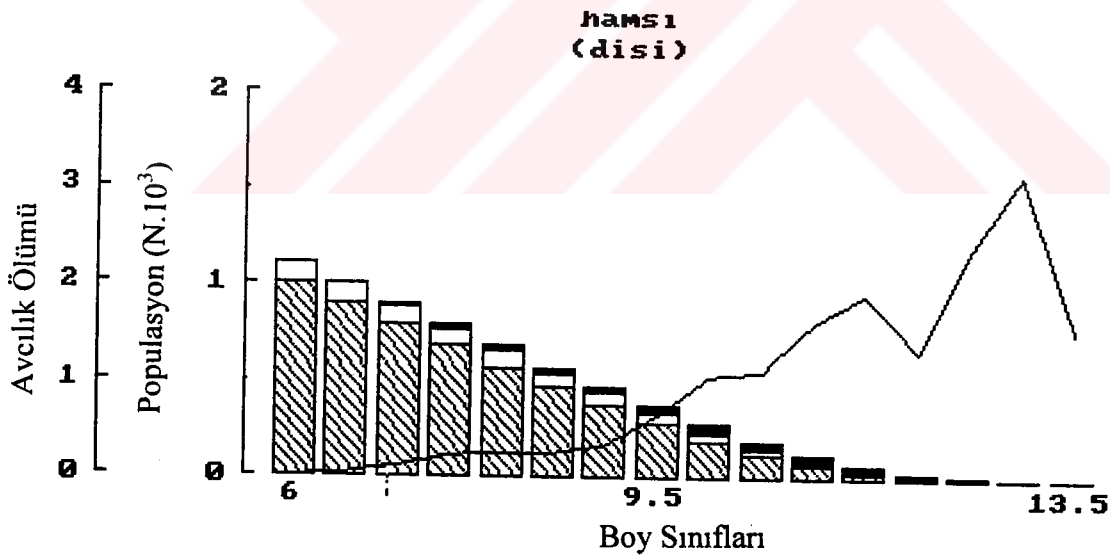
BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	3.00	6317.05	0.0034
6.25-6.75	10.00	5111.46	0.0135
6.75-7.25	33.00	4089.36	0.0537
7.25-7.75	42.00	3214.88	0.0835
7.75-8.25	53.00	2483.76	0.1309
8.25-8.75	43.00	1876.09	0.1342
8.75-9.25	46.00	1394.07	0.1848
9.25-9.75	69.00	1007.06	0.3716
9.75-10.25	76.00	683.69	0.5854
10.25-10.75	58.00	429.83	0.6805
10.75-11.25	48.00	255.05	0.9243
11.25-11.75	32.00	135.91	1.1203
11.75-12.25	13.00	64.78	08691
12.25-12.75	12.00	31.28	1.7887
12.75-13.25	4.00	10.09	1.7322
13.25-13.75	1.00	2.93	0.7100

Tablo 37. Hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	3.00	1583.19	0.0130
6.25-6.75	10.00	1422.76	0.0462
6.75-7.25	33.00	1265.54	0.1656
7.25-7.75	42.00	1097.02	0.2336
7.75-8.25	53.00	932.78	0.3336
8.25-8.75	43.00	771.77	0.3107
8.75-9.25	46.00	634.66	0.3866
9.25-9.75	69.00	507.76	0.7105
9.75-10.25	76.00	372.71	1.0472
10.25-10.75	58.00	247.36	1.1527
10.75-11.25	48.00	155.15	1.4979
11.25-11.75	32.00	85.36	1.7758
11.75-12.25	13.00	41.10	1.3241
12.25-12.75	12.00	21.43	2.6947
12.75-13.25	4.00	6.40	2.9817
13.25-13.75	1.00	1.49	1.4000



Şekil 78. Dişi hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Rikhter&Efanov)



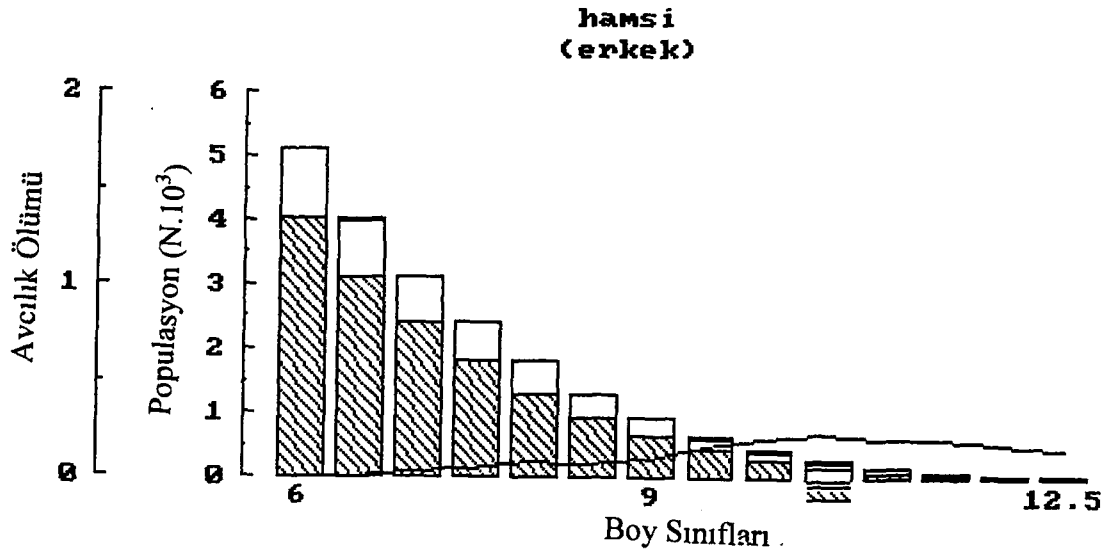
Şekil 79. Dişi hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Pauly)

Tablo 38. Dişi hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

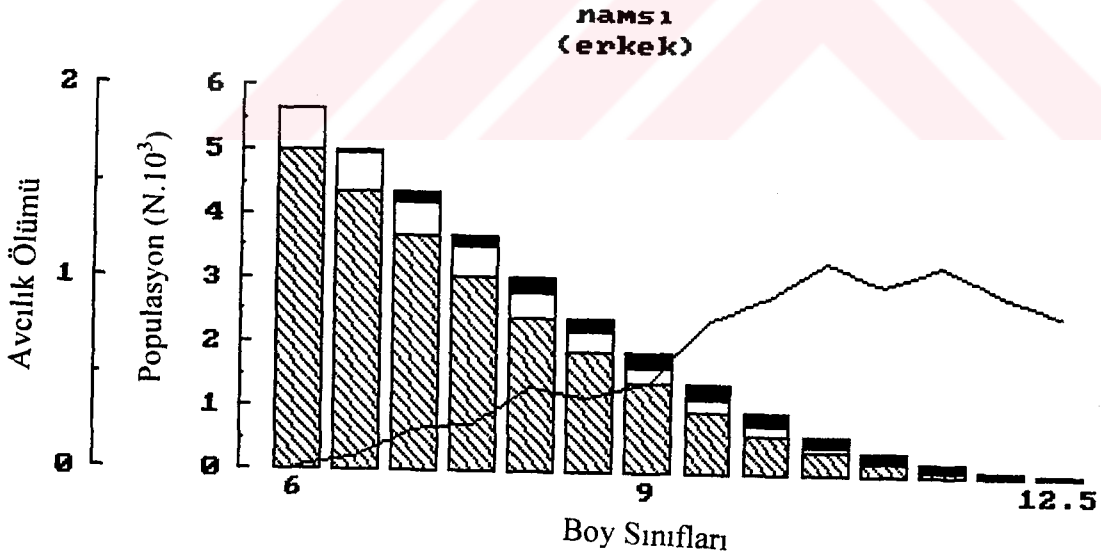
BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	2.00	3798.60	0.0041
6.25-6.75	4.00	3128.26	0.0096
6.75-7.25	16.00	2550.87	0.0450
7.25-7.75	25.00	2048.04	0.0840
7.75-8.25	27.00	1615.50	0.1100
8.25-8.75	24.00	1252.37	0.1203
8.75-9.25	27.00	954.97	0.1693
9.25-9.75	45.00	709.50	0.3669
9.75-10.25	56.00	496.47	0.6344
10.25-10.75	42.00	319.53	0.7037
10.75-11.25	39.00	195.76	1.0454
11.25-11.75	26.00	105.65	1.2466
11.75-12.25	10.00	51.08	0.8892
12.25-12.75	9.00	25.67	1.6605
12.75-13.25	4.00	9.25	2.0379
13.25-13.75	1.00	2.56	0.8800

Tablo 39. Dişi hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	2.00	1109.33	0.0134
6.25-6.75	4.00	998.71	0.0286
6.75-7.25	16.00	892.71	0.1233
7.25-7.75	25.00	782.00	0.2114
7.75-8.25	27.00	670.66	0.2544
8.25-8.75	24.00	566.19	0.2545
8.75-9.25	27.00	473.34	0.3267
9.25-9.75	45.00	386.01	0.6514
9.75-10.25	56.00	290.58	1.0604
10.25-10.75	42.00	196.03	1.1193
10.75-11.25	39.00	126.64	1.6002
11.25-11.75	26.00	69.85	1.8852
11.75-12.25	10.00	33.78	1.3040
12.25-12.75	9.00	18.18	2.3659
12.75-13.25	4.00	6.41	3.1542
13.25-13.75	1.00	1.48	1.5200



Şekil 80. Erkek hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Rikhter&Efanov)



Şekil 81. Erkek hamsilerde boy gruplarına göre hesaplanan populasyon miktarları
(M=Pauly)

Tablo 40. Erkek hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Rikhter&Efanov)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	5110.24	0.0013
6.25-6.75	6.00	4024.81	0.0092
6.75-7.25	17.00	3127.54	0.0322
7.25-7.75	17.00	2387.45	0.0403
7.75-8.25	26.00	1792.23	0.0784
8.25-8.75	19.00	1311.93	0.0743
8.75-9.25	19.00	942.54	0.0982
9.25-9.75	24.00	658.42	0.1691
9.75-10.25	20.00	439.96	0.1993
10.25-10.75	16.00	282.50	0.2342
10.75-11.25	9.00	172.90	0.2002
11.25-11.75	6.00	102.30	0.2102
11.75-12.25	3.00	57.19	0.1728
12.25-12.75	3.00	30.40	0.1500

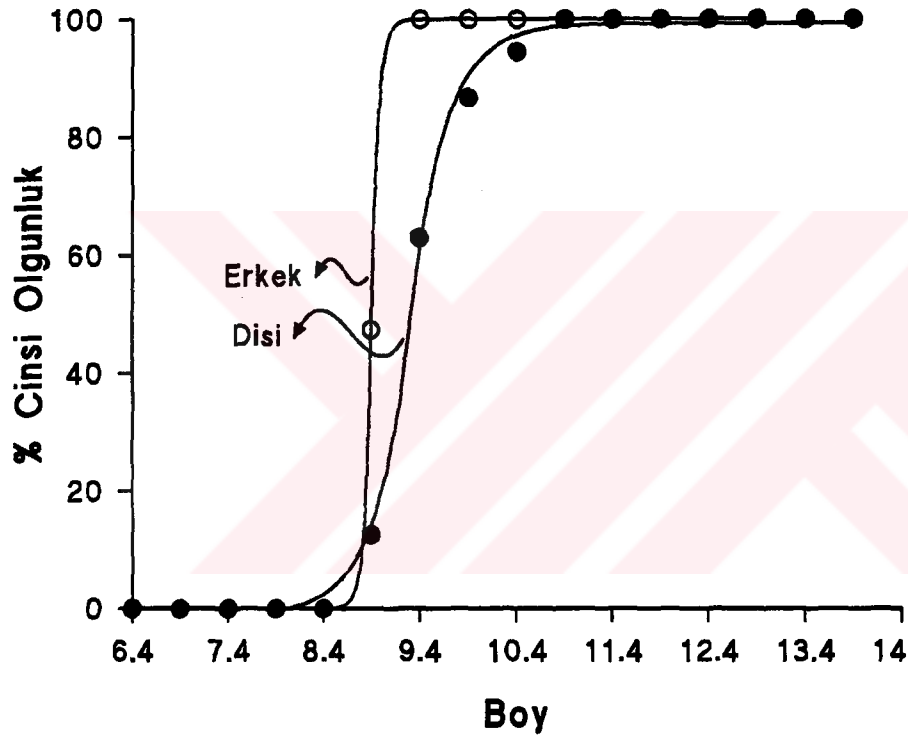
Tablo 41. Erkek hamsilerde yapılan Sanal Populasyon Analizinin (VPA) sonuçları
(M=Pauly)

BOY SINIFLARI	AV MİKTARI (N)	TAHMİNİ POPULASYON	AVCILIK ÖLÜM KATSAYISI (F)
5.75-6.25	1.00	566.41	0.0108
6.25-6.75	6.00	502.23	0.0699
6.75-7.25	17.00	437.86	0.2196
7.25-7.75	17.00	368.22	0.2492
7.75-8.25	26.00	304.83	0.4460
8.25-8.75	19.00	239.18	0.3913
8.75-9.25	19.00	187.16	0.4770
9.25-9.75	24.00	141.07	0.7817
9.75-10.25	20.00	96.19	0.9147
10.25-10.75	16.00	61.33	1.1066
10.75-11.25	9.00	35.49	0.9900
11.25-11.75	6.00	20.31	1.0926
11.75-12.25	3.00	10.58	0.9489
12.25-12.75	3.00	5.43	0.8400

3.2.7. Cinsi Olgunluğa Erişme Boyu

Toplam hamsilerin % 61.82'sinin cinsi olgunluğa erişmiş, % 38.18'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu tespit edilmiştir. 357 adet dişi bireyin % 65.8'inin olgun, % 34.2'sinin olgun olmadığı, 186 adet erkek bireyin ise % 53.9'unun olgun, %46.1'inin olgun olmadığı tespit edilmiştir.

Hamsilerde, dişi bireylerin %50'si $9.3 (\pm 0.017)$ cm boyda, erkek bireylerin %50'si $8.9 (\pm 1.66)$ cm boyda cinsi olgunluğa eriştiği bulunmuştur (şekil 82).



şekil 82. Hamsilerde cinsi olgunluğa erişme boyu

3.3. Hamsi ve İstavritin Beslenme Ekolojisi

Yapılan araştırma sonucunda hamsilerin midelerinde Calonoid copepod ve nematod bulunmuştur. Küçük boy gruplarında herhangi bir besin türüne rastlanmamış, boy arttıkça midelerde besin türüne rastlanmıştır (Tablo 42).

Prey türü olarak istavrit midelerinde, Calanoid copepod, nematod, karides ve balık artığı bulunmuştur. Ayrıca 12 cm ve 13 cm boy gruplarında balık puluna rastlanmıştır (Tablo 43).

3.4. Hamsi ve İstavritlerin Tükettiği Besin Türlerinin Dominantlığı

Hamsi ve istavritlerin beslendikleri preylerin dominantlığı Berger-Parker indeksi ile hesaplanmıştır. Berger-Parker indeksi (d) basit bir üstünlük ölçüsüdür (Berger ve Parker, 1970; May, 1975). Bu indeks hesaplama kolaylığına ve doğruluğuna sahiptir. Berger-Parker indeksi en çok bol türlerin önemli oranını açıklar.

Hamsi ve istavrit için Calonoid Copepodlar baskın tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 44). Hamsi için dominantlık oranı 0.928, istavrit için ise 0.995 olarak bulunmuştur. Hamsi için prey eşitliği 1.08, istavrit için ise 1.005 olarak bulunmuştur. Bu sonuç; her iki türün beslendikleri preylerin eşitliğinin minimum düzeyde bulunmuştur. Dominantlığın çok yüksek olması durumunda eşitliğin minimum olması normal bir durumdur.

Tablo 44. Hamsi ve istavritlerin tükettiği besin türlerinin dominantlığı

	Hamsi	İstavrit
Gıda Türü	Prey sayısı	Prey sayısı
Calonoid copepod	192	25168
Nematod	15	5
Balık Artığı	-	6
Karides	-	1
Diğerleri	-	118
Tür sayısı	2	5
Toplam birey sayısı	207	25298
En fazla bulunan tüt sayısı	192	25168
$d=N_{max}/N$	0.928	0.995
$E=1/d$	1.08	1.005

3.5. Hamsi ve İstavritlerde Prey Çeşitliliği

Çeşitliliğin hesaplanmasında Shannon-Weaver indeksi kullanılmıştır. Shannon indeksi çok geniş bir populasyondan (Pielou, 1975) tesadüfi seçilen örnekleri başlı başına almıştır.

Hamsiler için prey çeşitliliği 0.2587 ve istavritler için 0.0342 bulunmuştur (Tablo 45). Hamsi ve istavrit için çeşitlilikten yola çıkarak ta eşitlik değeri hesaplanmıştır. $E = H'/\ln S$ formülünden hesaplanan eşitlik değerleri hamsi için 0.373 ve istavrit için ise 0.0212 olarak bulunmuştur.

Tablo 45. Hamsi ve İstavritlerde Prey Çeşitliliği ($H' = -\sum p_i \ln p_i$)

HAMSI				İSTAVRİT			
Birey Sayısı	p_i	$p_i \ln p_i$	$p_i (\ln p_i)^2$	Birey Sayısı	p_i	$p_i \ln p_i$	$p_i (\ln p_i)^2$
192	0.928	-0.0693	0.00518	25468	0.995	0.00499	0.000025
15	0.072	-0.1894	0.498	5	0.000198	0.00169	0.0144
-	-	-	-	6	0.000237	0.00198	0.0165
-	-	-	-	1	0.0000395	0.00040	0.00406
-	-	-	-	118	0.00467	0.0251	0.135
$\Sigma 207$	1.000	0.2587	0.50318	$\Sigma 25298$	1.000	0.0342	0.169985

$$E = H'/\ln S \text{ Hamsi (E) = 0.373}$$

$$\text{İstavrit (E) = 0.0212}$$

Hamsi ve istavrit için bulunan prey çeşitliliklerinin varyansı, serbestlik derecesi bulunmuş ve her iki çeşitlilik değerinin t testi yapılmıştır. Yapılan t testi sonucu her iki değer arasında önemli bir farkın olmadığı bulunmuştur. Hamsi için varyans değeri 0.0302, bu değer istavrit için ise 0.000816 olarak bulunmuştur. Yapılan t testi sonucunda t değeri 1.275 ve df değeri 14.62 olarak bulunmuştur.

4. TARTIŞMA

Trabzon, Rize ve Artvin kıyı sularında av yapan Gırgır teknelerinden 14/11/1996-22/12/1996 tarihleri arasında alınan 543 adet hamsi balığının 0-2 yaş, 12/20/1996-09/05/1997 tarihleri arasında alınan 430 adet istavrit balığının 0-3 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır. Ivanov ve Beverton (1985) Karadeniz'de 4 yaşına ait hamsilerin 1975 yılına kadar örneklendiğini bildirmesine rağmen, son yıllarda çeşitli araştırmalarda bu yaştaki bireylere hiç rastlanmamıştır.

Hamsilerin yaşlara göre dağılımları önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, son yıllarda yaşanan hamsi darboğazının ne şekilde ortaya çıktığı ve av yasaklarının yeniden düzenlenmesiyle sağlanan gelişmeler açıkça izlenebilmektedir (Tablo 1). 1985-86 av sezonundan itibaren çeşitli araştırmacılar ve kuruluşlar tarafından yürütülen çalışmalardan elde edilen yaş-frekans bulgularına göre, henüz cinsi olgunluğa erişmemiş bireylerden oluşan 0 yaş grubuna dahil balıkların yıllar itibarıyla oranlarında bir artış görülmektedir (Düzgüneş ve Karaçam, 1989; Karaçam ve Düzgüneş, 1988; Ünsal, 1989; Özdamar, Kihara ve Erkoyuncu, 1991; Anonim, 1990; Anonim, 1991; Anonim, 1992a; Anonim, 1992b). Örneğin 1985-86 av sezonunda % 24 olan 0 yaşındaki balıkların miktarı (Özdamar, Kihara ve Erkoyuncu, 1991) 1988-89 döneminde % 69'a yükselmiştir (Anonim, 1990). 1985-86 döneminde populasyonun % 50'si 0-1 yaş grubuna ait iken 1989-90 döneminde bu oran yükselmiştir.

Bu sonuçlar populasyondaki gençleşmeyi, cinsi olgunluğa henüz ulaşmadıkları için avlanmaması gereken 0 yaş grubundaki bireylerin giderek arttığını ve sonuç olarak populasyondaki aşırı avcılığın olumsuz etkisini göstermektedir. Üretimin azalması ve buna neden olarak aşırı avcılığın ve küçük yaşlardaki balıklara uygulanan av baskısındaki artışın yol açtığının belirlenmesi üzerine (Düzgüneş ve Karaçam, 1989; Karaçam ve Düzgüneş, 1988; Ünsal, 1989) Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı 1988 yılında, uygulanan 7 cm'lik avlanabilir tam boy sınırını 9 cm ye yükseltmiştir (Anonim, 1988; Anonim, 1989). Bunun sonuçları yavaş yavaş kendini göstermiş 1990-91 av sezonundan itibaren populasyonun yaş gruplarına dağılımında giderek bir iyileşme meydana

gelmiştir. 1992-93 av sezonunda % 39 olan 0 yaş grubundaki balık oranı 1993-94 av sezonunda % 14'e (Mutlu, 1994) düşmüştür. Bu araştırmanın yapıldığı 1996-97 av döneminde % 42.2'ye yükselmiştir. 0 yaş grubuna ait balık miktarının tekrar artması 9 cm av yasağına ne kadar uyulduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara bağlı olarak Türkiye'de hamsi üretiminde 1990-91 döneminden sonra bir artışın başladığı ancak 1996-97 av sezonunda hamsi avının Aralık ayında bittiği göz önüne alındığında üretimde tekrar bir azalma sürecinin başladığı söylenebilir. 1996-97 av sezonunda hamsinin çok az av vermesi nedeniyle cinsi olgunluğa erişmemiş bireyler yani 0 yaş grubuna ait bireyler üzerindeki baskı tekrar bir artma trendine girmiştir.

İstavrit ile ilgili çalışmaların henüz yapılmamış olması nedeniyle gerekli karşılaştırmalar yapılamamıştır. Hamsi üretimindeki azalmaya paralel olarak yapılan yönetim stratejisi değişikliği hamsi stoklarını olumlu yönde etkilemesine rağmen istavrit stoklarındaki azalmaya rağmen bir yönetim stratejisi belirlenmemiştir. Bu belirsizlik içinde istavrit stoklarını hala azalma eğilimindedir.

1987-88 av sezonunda hamsi popülasyonunun % 60'ı 11.5 cm ve daha küçük boylarda yoğunlaşırken bu değer 1988-89 döneminde 9 cm'ye, 1989-90 sezonunda 7.5 cm'ye düşmüştür. Bu değerler popülasyonda av baskısının giderek artan bir oranda henüz cinsi olgunluğa erişmemiş bireyler üzerinde yoğunlaştığını göstermiştir. 1990-91 sezonundan itibaren avlanabilir en düşük boyun 9 cm'ye çıkarılmasıyla % 50 eklemeli frekans oranının üzerindeki boylar 8 cm'nin üzerine çıkmış ve 1993-94 av sezonunda 10 cm'ye ulaşmıştır (Mutlu, 1994). Bu çalışmada incelenen 543 adet hamsinin % 61.82'sinin cinsi olgunluğa erişmiş, % 38.18'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu tespit edilmiştir. 357 adet dişi bireyin % 65.8'inin olgun, % 34.2'sinin olgun olmadığı, 186 adet erkek bireyin ise % 53.9'unun olgun, %46.1'inin olgun olmadığı tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında hamsi popülasyonunda 1995 yılına kadar bir iyileşmenin olduğu görülmektedir ancak popülasyonun % 38'inin cinsi olgunluğa erişmeden avlandığı düşünülürse hala aşırı avcılıktan söz etmek mümkündür. İstavritte bu değerler daha yüksek olup düşündürücüdür. Toplam istavritlerin % 52.1'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 47.9'unun cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu belirlenmiştir. 170 adet erkek bireyin %45.3'ünün cinsi olgunluğa erişmiş, %54.7'sinin cinsi olgunluğa erişmemiş, 260 adet dişi bireyin % 56.5'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 43.5'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu saptanmıştır.

İncelenen hamsi örneklerinde cinsiyet oranı % 65.7'si dişi, % 34.3'ü erkek olarak bulunmuştur. Genel olarak hamsilerde cinsiyet oranı 1:1 olmasına rağmen (Demir, 1965) hamsi ile ilgili araştırmalarda cinsiyet oranları dişilerin lehinedir. İstavritlerde ise bu değerler % 60.5 dişi, % 39.5 erkek olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada incelenen hamsilerin boyları 13.5 - 6.2 cm arasında değişim göstermiş olup ortalama boy 9.61 cm olarak bulunmuştur. Ağırlıklar ise 1.462 ile 18.193 g arasında değişmek üzere ortalama ağırlık 7.20 g olarak tespit edilmiştir. Bulunan ortalama boy ve ağırlığa ilişkin sonuçlar daha önce yürütülmüş olan çalışmalarda elde edilen bulgularla karşılaştırılmıştır. Nikolsky (1965) ve Lebedev (1967) 1965-1967 yılları arasında yapmış oldukları çalışmalarda ortalama hamsi boyunu 11.8 cm olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada incelenen istavritlerin boyları 17.8 - 6.3 cm arasında değişim göstermiş olup ortalama boy 12.47 cm olarak tespit edilmiştir. Ağırlıklar ise 3-58 g arasında değişmekte olup ortalama ağırlık 22.39 g bulunmuştur. Araştırmada dişi istavritlerin % 50'sinin 12.12 cm, erkek istavritlerin ise % 50'sinin 13.32 cm boyda cinsi olgunluğa eriştikleri bulunmuştur. İstavritler için ortalama boyun 12.47 cm olması istavrit stoklarının büyük bir bölümünün cinsi olgunluğa erişmeyen bireylerden oluştuğunu göstermektedir. Bu sonuçlar istavrit stoklarının halini açıkça göstermektedir.

Son yıllarda hamsi ile ilgili yapılan araştırmalardaki bulgular incelendiğinde (Tablo 1) 1985-86 av sezonundan itibaren ortalama boy ve ağırlıklarda bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu azalma devam ederek 1990-91 sezonunda 8.48 cm ve 3.88 g' a kadar düşmüştür. Balıkçılığında benzer sorunlar yaşayan diğer ülkelerde uygulanan yönetim stratejileri gibi, Türk hamsi balıkçılığında görülen bu aşırı azalmadan dolayı minimum avlanılabilir balık boyu yeniden düzenlenmiş ve 9 cm olarak tespit edilmiştir (Özdamar ve diğ., 1991) . Ancak Ivanov ve Beverton (1985) sahillerimizde avlanan hamsinin cinsi olgunluğa bile ulaşmamış olduğunu söylerken yapılan bir çok yerel çalışmalarda av içerisindeki çok genç bireylerin fazlalığı bu kuşukları her zaman canlı tutmuştur (Düzgüneş ve Karaçam, 1988; Karaçam ve Düzgüneş, 1988; Özdamar ve diğ., 1991). Avlanabilir boyun 9 cm ye çıkarılması ve denetimlerin etkin bir şekilde sürdürülmesi sonucu stoklar üzerinde olumlu bir etki sağlanmıştır. Ortalama boy ve ağırlık giderek yükselmiş ve 1993-94 sezonunda Mutlu (1994)'nun araştırmasında 10.43 cm ve 6.77 g'lık düzeye ulaşmıştır. 1996-97 sezonunda bu araştırmada 9.61 cm ve 7.20

g değerleri elde edilmiştir. Bu veriler yaş-frekans dağılımlarının yıllara göre değişimlerini verilerle birlikte (Tablo 1) ele alındığında stokların 1989 yılına kadar aşırı avcılık baskısı altında tutulduğunu, popülasyonda bir gençleşme olduğunu, ancak alınan önlemlerle 1991 döneminden itibaren küçük yaşta balıkların korunması ile bunlara büyüme imkanı sağlandığı ve stoklarda bir iyileşmenin olduğu kanıtlanmıştır. Ancak 1996-97 verileri stokların halen av baskısı altında olduğunu göstermektedir.

İstavrit üretimindeki azalma halen devam ettiği için (Şekil 1) istavritlerin ortalama boy ve ağırlıklarında da azalmanın halen devam ettiği; istavritin ortalama boyu ile cinsi olgunluğa erişme boyunun birbirine çok yakın olmasından anlaşılmaktadır.

Araştırmada incelenen 543 adet hamsiye ait verilere göre boy-ağırlık ilişkisi denklemleri;

$$\text{Toplam hamsiler için } W = 0.00569 * L^{3.117}$$

$$\text{Dişi Hamsi için } W = 0.00531 * L^{3.149}$$

$$\text{Erkek hamsi için } W = 0.00676 * L^{3.037}$$

olarak belirlenmiştir. Balığın içinde bulunduğu ortamın besililiğini gösteren “b” katsayısı daha önce yürütülmüş olan çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında (Tablo 2) “b” katsayısının 3.4 ile 3.0 arasında değiştiği görülmektedir. 1987-88 dönemi ve öncesinde bu değerler popülasyonun göreceli olarak daha iyi bir durumda olması nedeniyle 3.4 civarında iken 1988-89 döneminden sonra 3 civarında bir seyir izlemiştir. Yaklaşık 10 yıllık verilere göre hesaplanan bu parametredeki farklılıkların hamsi popülasyonunda yaşanan değişiklikleri yansıttığı söylenebilir. Ancak söz konusu yıllarda ki çevresel parametrelere ilişkin yeterli bilgi bulunmaması nedeniyle bu değişimin nedenlerini açıklamak oldukça zordur.

Araştırmada incelenen 430 adet istavrite ait verilere göre boy-ağırlık ilişkisi denklemleri;

$$\text{Toplam istavritler için } W = 0.0108 * L^{2.98}$$

$$\text{Dişi istavrit için } W = 0.0114 * L^{2.96}$$

$$\text{Erkek istavrit için } W = 0.00978 * L^{3.024}$$

olarak belirlenmiştir. “b” değeri istenen düzeyde çıkmasına rağmen cinsi olgunluğa erişmeden avlanan balıkların yüzdesinin yüksek olması istavrit stokları için bir aşırı avcılığın varlığını ortaya koymaktadır.

Stok çalışmalarında büyümeyi en iyi tanımlayan von Bertalanffy büyüme denklemleri değişik yaş gruplarındaki ortalama boy ve ağırlık değerlerinden FP60 programı ile hesaplanmış ve hamsiler için yaşla boy arasında;

$$L_t = 17.42 * (1 - e^{-0.284(t+2.108)})$$

yaş ile ağırlık arasında ;

$$W_t = 42 * (1 - e^{-0.284(t+2.108)})^{3.117}$$

ilişkisi bulunmuştur. Üzerinde çalışılan örneklerdeki yaşa göre boy ve ağırlıklardan elde edilen von Bertalanffy büyüme parametreleri olan L_∞ , W_∞ , k ve t_0 toplu halde yıllara göre Tablo 2’de verilmiştir. bunlardan en belirleyici olan L_∞ ve W_∞ değerleri karşılaştırıldığında bu parametrelerin 1985-87 yılları arasında yüksek olduğu, 1987-89 döneminde azaldığı, ve daha sonraki yıllarda göreceli olarak yükseldiği görülmektedir.

İstavritler için yaşla boy arasında;

$$L_t = 38.852 * (1 - e^{-0.1(t+2.302)})$$

yaş ile ağırlık arasında;

$$W_t = 588.68 * (1 - e^{-0.1(t+2.302)})^{2.98}$$

ilişkisi bulunmuştur.

Hamsilerde kondisyon faktörü yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda izometrik ve allometrik kondisyon faktörü denklemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 0.88, dişilerde 0.98 ve erkeklerde 0.61’dir (Tablo 27). Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 0.67, dişilerde 0.69 ve erkeklerde ise 0.56 olarak bulunmuştur (Tablo 27). İzometrik ve allometrik kondisyon faktörleri arasındaki fark; boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki b katsayısının 3’ten biraz farklı olmasından kaynaklanmıştır. Bununla beraber cinsiyetlere göre hesaplanan kondisyon faktörleri arasındaki farklılık önemli değildir (Tablo 27). Kondisyon faktörü değerleri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında

bu araştırmada değerler biraz daha yüksek bulunmuştur. Kondisyon faktörünün yaşlara göre değerleri arasındaki farklılık istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır. Uzun ömürlü balıklarda kondisyon faktörü yaşlara göre önemli farklılık gösterirken kısa ömürlü balıklarda bu geçerli değildir (nsal, 1989).

İstavritlerin kondisyon faktörü de yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 1.011, dişi bireylerde 1.035 ve erkek bireylerde ise 0.97'dir (Tablo 10). Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 1.032, dişi bireylerde 1.111 ve erkek bireylerde ise 0.91'dir (Tablo 10). Cinsiyetlere göre her iki denkleme hesaplanan kondisyon faktörleri arasındaki farklılık önemli değildir (Tablo 10).

Balıklarda kondisyon çevresel faktörlere bağlı olduğu kadar biyolojik özelliklerle de yakından ilgilidir. Aydan aya çevresel faktörlerde meydana gelecek değişiklikler kondisyon değerinin farklılaşmasına neden olabilir.

Hamsiler için toplam anlık ölüm oranı Av Eğrisi Yöntemi ile Fisat programında hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.08, bu değer dişi hamsiler için 2.25, erkek hamsiler için 1.52 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında; 1996-97 döneminde stoklar üzerindeki baskının tekrar artarak 1990-91 dönemindeki seviyeye ulaştığı görülmektedir. Doğal lm oranı Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle her cinsiyet için Fisat programı ile hesaplanmıştır. Hamsiler için doğal ölüm oranı Rikhter & Efanov'un denklemine göre 1.37, Pauly'nin denklemine göre ise 0.68 olarak bulunmuştur.

İstavritler için yapılan hesaplamalara göre toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.03, bu değer dişi istavritler için 1.91, erkek istavritler için 3.50 olarak belirlenmiştir. Doğal lm oranı Rikhter & Efanov ve Pauly'nin denklemleriyle her cinsiyet için Fisat programı ile hesaplanmıştır. İstavritler için doğal ölüm oranı Rikhter & Efanov'un denklemine göre 0.77, Pauly'nin denklemine göre ise 0.28 olarak bulunmuştur.

Hamsilerde yenilenme Fisat programında Orijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu program ile, stoka yeni katılımın hangi aylarda olduğu belirlenmiştir (Tablo 29, Şekil 77). Toplam hamsi verileri için maksimum yenilenmenin %17.16 ile Mayıs ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Eylül ayında stoka

katılımın sıfır olduğu bulunmuştur (Tablo 29). Erkek ve dişi hamsilerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi hamsilerin maksimum yenilenmesi % 17.22 ile Mart ayında olmuştur (Tablo 30, Şekil 78). Erkek hamsilerin maksimum yenilenmesi ise % 17.91 ile Nisan ayında olmuştur (Tablo 31, Şekil 79). Hamsiler Mayıs ayından Eylül sonuna kadar yumurta bırakmaktadırlar. Mayıs ayının yumurtasının açılıp yaklaşık stoka katılma yaşı olan 0.6 yaşına gelinceye kadar yaklaşık olarak 7 ay gibi bir zaman geçmektedir. Yani Mayıs ayının yumurtası Aralık ayında stoka katılmaktadır. Bu neticede hamsilerde yumurtlama Mayıs-Eylül arası olduğuna göre, en fazla yenilenmenin Aralık-Nisan ayları arasında olması beklenir. Hamsilerde en fazla yenilenmenin bu aylar arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 29).

İstavritlerde de yenilenme Fisat programında Orijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu program ile, stoka yeni katılımın hangi aylarda olduğu belirlenmiştir (Tablo 12, Şekil 29). Toplam istavrit verileri için maksimum yenilenmenin %19.32 ile Eylül ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Aralık ayında stoka katılımın sıfır olduğu bulunmuştur (Tablo 12). Erkek ve dişi istavritlerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi istavritlerin maksimum yenilenmesi % 15.52 ile Eylül ayında olmuştur (Tablo 13, Şekil 30). Erkek istavritlerin maksimum yenilenmesi ise % 24.80 ile Aralık ayında olmuştur (Tablo 14, Şekil 31). İstavritlerde stoka katılma yaşı biraz daha fazla olduğundan Mayıs ayının yumurtası yaklaşık bir yıl sonra stoka katılmaktadır. Stoka katılma yaşının uzun ömürlü balıklarda daha fazla olduğu kısa ömürlü balıklar için daha az olduğu bilindiğine göre istavritlerde yeni katılım yaşı hamsilere oranla biraz daha büyüktür.

İstavritlerde Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (0.77) değerini kullanarak (burada M/K oranı 7.7 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.554, $E_{0.1}$: 0.457 ve $E_{0.5}$: 0.273 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.55 olduğu zaman Y/R değeri 1.463 olarak tespit edilmiştir (Şekil 32, Tablo 15). İstavrit stokları 0.55 oranından daha fazla işletildiği zaman 1.463 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır (Tablo 15). Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.55$ değerinden sonraki

işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.457 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 0.537 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 33, Tablo 15). Bulunan E_{max} : 0.55 değerine karşılık B/R değeri 0.196 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.55 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir (Tablo 15). Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.28) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.8 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.423, $E_{0.1}$: 0.353 ve $E_{0.5}$: 0.255 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.40 olduğu zaman Y/R değeri 1.125 olarak tespit edilmiştir (Şekil 34, Tablo 16). Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 35, Tablo 16). Ayrıca E_{max} :0.423 değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.152 olarak tespit edilmiştir (Tablo 16).

Hamsilerde de Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (1.37) değerini kullanarak (burada M/K oranı 4.82 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.901, $E_{0.1}$: 0.767 ve $E_{0.5}$: 0.303 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.90 olduğu zaman Y/R değeri 5.446 olarak tespit edilmiştir (Şekil 72, Tablo 34). Hamsi stokları 0.90 oranından daha fazla işletildiği zaman 5.446 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır (Tablo 34). Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.90$ değerinden sonraki işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.767 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 1.279 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 73, Tablo 34). Bulunan E_{max} : 0.90 değerine karşılık B/R değeri

0.0440 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.90 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir (Tablo 34). Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.68) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.39 dur) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.618, $E_{0.1}$: 0.570 ve $E_{0.5}$: 0.320 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.60 olduğu zaman Y/R değeri 2.082 olarak tespit edilmiştir (Şekil 74, Tablo 35). Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomass/yenilenme oranları da bulunmuştur (Şekil 75, Tablo 35). Ayrıca E_{max} :0.618 değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.202 olarak tespit edilmiştir (Tablo 35).

M/K oranı 0.5 gibi düşükse, az avlama ile balığın büyümesini beklemek yani ilk avlamada büyük balık elde edilecek şekilde beklemek suretiyle maksimum ürün elde edilir. M/K oranı 5.0 gibi yüksekse maksimum ürün elde etmek için yüksek düzeyde avcılık yapmak ve ilk avlama boyu küçük olacak şekilde mümkün olduğunca çabuk avlamak gerekir.

Hamsilerde populasyon analizi; Fisat programında boy-frekans dağılımı kullanılarak Gerçek Populasyon Analizi (VPA) yöntemi ile hesaplanmıştır. Stok tahmini dişi + erkek, dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca Rikhter&Efanov ve Pauly'nin doğal ölüm denklemlerinden bulunan doğal ölüm katsayıları için ayrı ayrı hesap edilmiştir. Bununla beraber her boy grubu için avcılık ölüm katsayısı da (F) hesaplanmıştır. Hamsilerde boy gruplarına göre populasyon miktarları ve avcılık ölüm oranları Şekil 92, 93 ve Tablo 32, 33'de gösterilmiştir. Pauly'nin doğal ölüm denkleminde bulunan doğal ölüm katsayısından hesaplanan populasyon miktarı ve avcılık ölüm katsayısı gerçeğe daha yakın sonuçlar vermiştir. Çünkü hamsi stoklarındaki avcılık baskısını daha iyi yansıtmaktadır.

İstavritlerde de populasyon analizi; Fisat programında boy-frekans dağılımı kullanılarak Gerçek Populasyon Analizi (VPA) yöntemi ile hesaplanmıştır. Ayrıca Rikhter&Efanov ve Pauly'nin doğal ölüm denklemlerinden bulunan doğal ölüm katsayıları için ayrı ayrı hesap edilmiştir. Bununla beraber her boy grubu için avcılık ölüm katsayısı da (F) hesaplanmıştır. İstavritlerde boy gruplarına göre populasyon miktarları ve avcılık ölüm oranları Şekil 44, 45 ve Tablo 15, 16'da gösterilmiştir. İstavritler içinde Pauly'nin denklemi daha iyi sonuçlar vermiştir. Çünkü istavrit populasyonunun da aşırı avcılık baskısı altında olduğu görünmektedir.

Karadeniz ekosisteminde son 20 yıldır önemli değişikliklerin olduğu bilinmektedir (Mee, 1992). Yakın zamanlarda Atlantik *Ctenophore Mnemiopsis sp.*'nin Karadeniz ekosisteminde eutrofikasyonun artması ile aşırı artış gösterdiği rapor edilmekte ve bunun özellikle pelajik balık türlerinin bulunduğu ekosistemin bu kesiminde yaşamı önemli derecede etkilediği bildirilmiştir (Özer, 1994). Sonbaharda uskumru (*Scomber scombrus*) Marmara denizine göçmeden önce aktif olarak *Aurelia aurita* ile beslenmektedir fakat bu balıkların 1970'li yıllarda Karadeniz'de ortadan kalkması Jellfish'lerin iyi bir şekilde üremesine katkı sağlamıştır (Zaitsev, 1992). Deniz analarındaki bu aşırı artış, özellikle hamsiler olmak üzere pelajik balıkların besin kaynaklarını oluşturan prey grubuna ortak olmasının yanında, stoğa yeni birey katılımının ilk evrelerinde daha yumurta ve larva döneminde önemli ölçüde olumsuz yönde etkilemiştir (Seyhan ve diğ., 1996a).

Hamsi ve istavritlerin beslendikleri preylerin dominantlığı Berger-Parker indeksi ile hesaplanmıştır. Berger-Parker indeksi (d) basit bir üstünlük ölçüsüdür (Berger ve Parker, 1970; May, 1975). Bu indeks hesaplama kolaylığına ve doğruluğuna sahiptir. Berger-Parker indeksi en çok bol türlerin önemli oranını açıklar.

Hamsi ve istavrit için Calonoid Copepodlar baskın tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 38). Hamsi için dominantlık oranı 0.928, istavrit için ise 0.995 olarak bulunmuştur. Hamsi için prey eşitliği 1.08, istavrit için ise 1.005 olarak bulunmuştur. Bu sonuç; her iki türün beslendikleri preylerin eşitliğinin minimum düzeyde bulunmuştur. Dominantlığın çok yüksek olması durumunda eşitliğin minimum olması normal bir durumdur. Hamsi ve istavritlerin beslendiği preylerin büyük bir çoğunluğunu calanoid copepodlar oluşturduğu için aynı pelajik su kolonunda yaşayan bu iki tür arasında bir besin rekabetinin olabileceği düşünülebilir. Ancak bu sonucun doğruluğunun kanıtlanabilmesi için daha detaylı çalışmalara gereksinim olduğu da açıktır.

Hamsi istavritlerin beslendikleri preylerin çeşitliliğinin hesaplanmasında Shannon-Weaver indeksi kullanılmıştır.

Hamsiler için prey çeşitliliği 0.2587 ve istavritler için 0.0342 bulunmuştur (Tablo 39). Hamsi ve istavrit için çeşitlilikten yola çıkarak ta eşitlik değeri hesaplanmıştır. $E = H'/\ln S$ formülünden hesaplanan eşitlik değerleri hamsi için 0.373 ve istavrit için ise 0.0212 olarak bulunmuştur.

Hamsi ve istavrit için bulunan prey çeşitliliklerinin varyansı, serbestlik derecesi bulunmuş ve her iki çeşitlilik değerinin t testi yapılmıştır. Yapılan t testi sonucu her iki değer arasında önemli bir farkın olmadığı bulunmuştur. Hamsi için varyans değeri 0.0302, bu değer istavrit için ise 0.000816 olarak bulunmuştur. Yapılan t testi sonucunda t değeri 1.275 ve df değeri 14.62 olarak bulunmuştur.

Yapılan araştırma sonucunda hamsilerin midelerinde Calonoid copepod ve nematod bulunmuştur. Küçük boy gruplarında herhangi bir besin türüne rastlanmamış, boy arttıkça midelerde besin türüne rastlanmıştır (Tablo 41).

Prey türü olarak istavrit midelerinde, Calanoid copepod, nematod, karides ve balık artığı bulunmuştur. Ayrıca 12 cm ve 13 cm boy gruplarında balık puluna rastlanmıştır (Tablo 40).

İncelenen hamsilerin midelerinde iki, istavrit midelerinde ise beş türün bulunmasına rağmen istavritlerin prey çeşitliliği daha az çıkmıştır. Bunun nedeni ise istavritlerin beslendikleri preylerden olan copepodların dominantlığının bire çok yakın olması yani yüzde yüze yakın bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Dominantlık arttıkça çeşitlilik azalmaktadır.

Bu çalışmada; incelenen 542 hamsinin %35.2'si ve 311 istavritin %46'sı cinsi olgunluğa erişmemiştir. Bu rakamlar göz ardı edilemeyecek değerlerdir. 1990 yılında hamsinin ilk avlanma yaşının 9 cm çıkarılması, av verilerine bakıldığında (Şekil 1) etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak istavrite herhangi bir müdahalenin yapılmaması sonucu 1989 yılında başlayan üretim azalması halen devam etmektedir (Şekil 1). 1988 yılında hamsi avcılığında başlayan kriz sebebiyle istavrit stoklarına fazla derecede yüklenilmiş olabileceği de düşünülebilir.

Karadeniz'deki hamsi avının azalmasına;

- Aşırı avcılık (Mee,1992; Kideyş, 1994; Rass, 1992; Zaitsev, 1992),
- Karadeniz ekosistemindeki kontrol dışı gelişmeler (Mee,1992; Kideyş, 1994; Rass, 1992; Zaitsev, 1992; Cady and Griffiths, 1990),
- Kirliliğin etki ettiği belirtilmiştir (Boran, 1995).

Ancak petrol fiyatlarındaki artışın etkisinden kimse bahsetmemiştir. 1991-1992 yılları arasında, Türkiye'nin hamsi avındaki azalmaya paralel olarak aynı dönemde toplam Dünya balık üretiminde de bir azalma olmuştur (Şekil 2). Netice olarak; 1990-

1991'de patlak veren körfez savaşı nedeniyle petrol fiyatlarının artması sonucunda balıkçının av veriminde bir azalmanın olduğu söylenebilir.

Predatörler ve onların besinleri arasındaki ilişkiyi belirten çalışmalar balıkçılık ekolojisinde önemli yer tutar (Seyhan ve diğ., 1996b). Balıkların beslenme ekolojilerinin bilinmesi (neyi ne zaman yediği, varsa besinlerindeki mevsimsel değişimler) balıkçılık ekolojisi açısından çok önemlidir. Bu sayede predatör-prey ilişkileri, aynı ortamdaki türlerin gıda paylaşımı, prey çeşitlilikleri ve türler arası besin rekabetinin var olup olmadığı ortaya çıkacaktır. Ayrıca stok çalışmalarına ilaveten yapılacak, beslenme ekolojisi çalışmaları ile herhangi bir türe uygulanacak yönetim stratejisi daha belirgin hale gelecektir.

İncelenen hamsilerin yaklaşık %98'inin mideleri boş çıkmıştır, bunun nedenleri arasında; hamsinin sahillerimize beslenme göçü değil kışlama göçü yapması ve ışığın etkisiyle sabahın erken saatleri ve akşam üzeri beslenmesine rağmen gece av vermesi düşünülebilir. Bunun yanında özellikle mide muhteviyatına bağlı çalışmalarda daha çok 24 saatlik en az 3 er saatte bir örnekleme yapılması zorunludur. Bu açıdan bakıldığında yapılan örnekleme kesin sonucun alınmasına etki ettiği görülmektedir. Aynı şekilde istavrit midelerinde de arzulanan prey çeşitliliği bulunamamıştır.

Sonuç olarak, istavrit üretiminde devam eden azalmayı önlemek için hamsiye uygulanan strateji değişikliği istavrit içinde yapılmalı, Türkiye 'deki balıkçılık istatistiklerinin güvenilir olmayışı ve gerçek av değerlerinin resmi rakamların çok daha üstünde olduğu bilindiğinden, tedbirlerin daha sağlıklı bir şekilde devam etmesi ve devamlılığının sürekli kontrolü kaçınılmaz bir zorunluluktur.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada 1996-97 av sezonunda hamsi ve istavrit balıklarının bazı popülasyon özelliklerinin incelenmesi, aynı su kolonunda yaşayan bu iki türün beslenme ekolojilerinin temel kavramları, cinsi olgunluğa erişme boyları ve beslendikleri preylerin dominantlığı ve çeşitliliği araştırılmıştır. Araştırma bulguları; yaş kompozisyonu, eşey kompozisyonu, boy kompozisyonu ağırlık kompozisyonu cinsi olgunluğa erişme boyu, yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkileri, büyüme oranları, kondisyon faktörü, ölüm oranları, yenilenme, stok yenilenme ilişkisi, stok tahmini (VPA), mide analizi sonuçları, hamsi ve istavritin beslendiği preylerin dominantlık dereceleri ve çeşitliliği gibi parametreleri kapsamaktadır.

Araştırmada 430 adet istavritin yaş kompozisyonu, ICLARM'ın Fisat istatistik programında Bhattacharya yöntemiyle belirlenmiştir. Yapılan yaş analizi sonucunda incelenen 430 adet istavritin 0-3 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca bu yöntemle her cinsiyet için de yaş grupları belirlenmiştir. Her iki cinsiyete ait istavritlerinde 0-3 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir. Ağırlık-frekans dağılımından yapılan yaş analizi sonucunda istavritlerin yine 0-3 yaş gruplarından oluştuğu saptanmıştır. Üzerinde çalışılan toplam 543 adet hamside de yaş kompozisyonu, Bhattacharya yöntemiyle yapılmıştır. Yapılan yaş analizi sonucu incelenen 543 adet hamsinin 0-2 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca Bhattacharya yöntemiyle dişi ve erkek hamsiler için yaş grupları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her iki cinsiyete ait hamsilerin 0-2 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir. Ağırlık-frekans dağılımından yapılan yaş analizi sonucunda da hamsilerin 0-2 yaş gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir.

İncelenen 430 adet istavritin eşey ayrımı yapılmış ve cinsi olgunluğa erişip erişmedikleri belirlenmiştir. Bu tespitlere göre istavritlerin % 60.5'i dişi, % 39.5'i erkek bireylerden oluşmaktadır. Toplam istavritlerin % 52.1'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 47.9'unun cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu belirlenmiştir. 170 adet erkek bireyin %45.3'ünün cinsi olgunluğa erişmiş, %54.7'sinin cinsi olgunluğa erişmemiş, 260 adet dişi bireyin % 56.5'inin cinsi olgunluğa erişmiş, % 43. 5'inin cinsi olgunluğa erişmemiş

olduğu saptanmıştır. İstavritlerde dişi bireylerin % 50'si 12.12 cm (± 0.237) boyda cinsi olgunluğa erişmektedir. Erkek bireylerin % 50'si ise 13.32 cm (± 1.06) boyda cinsi olgunluğa erişmektedir.

İncelenen 543 adet hamsinin eşey ayrımı yapılmış ve cinsi olgunluğa erişip erişmedikleri belirlenmiştir. Bu tespitlere göre hamsilerin % 65.7'si dişi, % 34.3'ü erkek bireylerden oluşmaktadır. Toplam hamsilerin % 61.82'sinin cinsi olgunluğa erişmiş, % 38.18'inin cinsi olgunluğa erişmemiş olduğu tespit edilmiştir. 357 adet dişi bireyin % 65.8'inin olgun, % 34.2'sinin olgun olmadığı, 186 adet erkek bireyin ise % 53.9'unun olgun, %46.1'inin olgun olmadığı tespit edilmiştir. Hamsilerde, dişi bireylerin %50'si 9.3 (± 0.017) cm boyda, erkek bireylerin %50'si 8.9 (± 1.66) cm boyda cinsi olgunluğa eriştiği bulunmuştur.

İncelenen istavrit verilerinde maksimum boy 17.8 cm ve minimum boy 6.3 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 8.61 cm (0. Yaş), 10.49 cm (1. Yaş), 13.56 cm (2. Yaş) ve 15.59 cm (3. Yaş) olarak tespit edilmiştir. Ağırlıklar ise maksimum 58 g, minimum 3 g olarak bulunmuştur. Elde edilen verilere göre istavritlerde ortalama boy 12.47 cm, ortalama ağırlık 22.39 g'dır. Dişi bireylerde ortalama boy 12.77 cm, ortalama ağırlık 23.83 g, erkek bireylerde ortalama boy 12.02 cm, ortalama ağırlık 20.18 g'dır.

İncelenen hamsi verilerinde maksimum boy 13.5 cm ve minimum boy 6.2 cm olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber her yaş grubuna ait ortalama boylar sırası ile 7.93 cm (0. yaş), 9.99 cm (1. yaş) ve 12.13 cm (2. yaş) olarak tespit edilmiştir. Ağırlıklar ise maksimum 18.193 g, minimum 1.462 g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre hamsilerde ortalama boy 9.61 cm, ortalama ağırlık 7.20 g'dır. Dişilerde ortalama boy 9.85 cm, ortalama ağırlık 7.75 g ve erkeklerde ortalama boy 9.16 cm, ortalama ağırlık ise 6.16 g olarak tespit edilmiştir.

İstavritlerde oransal büyüme verilerine göre en hızlı büyümenin 1-2 yaş grupları arasında gerçekleştiği, ortalama OBA'nın % 24.92 , OAA'nın ise % 95.75 olduğu saptanmıştır.

Hamsilerde oransal büyüme verilerine göre en hızlı büyümenin 0-1 yaş grubunda gerçekleştiği, ortalama OBA'nın %23.7 ve OAA'nın ise %108.15 olduğu saptanmıştır.

İstavritlerin kondisyon faktörü yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda izometrik ve allometrik kondisyon faktörü denklemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 1.011, dişi bireylerde 1.035 ve erkek bireylerde ise 0.97'dir. Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 1.032, dişi bireylerde 1.111 ve erkek bireylerde ise 0.91'dir. İzometrik ve allometrik kondisyon faktörleri arasındaki fark; boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki b katsayısının 3'ten biraz farklı olmasından kaynaklanmıştır.

Hamsilerde kondisyon faktörü yaş ve cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda izometrik ve allometrik kondisyon faktörü denklemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Populasyonda ortalama izometrik kondisyon faktörü 0.88, dişilerde 0.98 ve erkeklerde 0.61'dir. Allometrik denkleme göre ise ortalama kondisyon faktörü 0.67, dişilerde 0.69 ve erkeklerde ise 0.56 olarak bulunmuştur.

Balıklarda kondisyon çevresel faktörlere bağlı olduğu kadar biyolojik özelliklerle de yakından ilgilidir. Aydan aya çevresel faktörlerde meydana gelecek değişiklikler kondisyon değerinin farklılaşmasına neden olabilir.

Toplam anlık ölüm oranları Av Eğrisi Yöntemi ile Fisat programında hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre istavritlerde toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.03, bu değer dişi istavritler için 1.91, erkek istavritler için 3.50 olarak belirlenmiştir. Doğal ölüm katsayısı Rikhter & Efanov'un denklemine göre, toplam veriler ve her cinsiyet için 0.77, Pauly'nin denklemine göre ise toplam veriler için 0.28, dişi bireyler için 0.27 ve erkekler için 0.25 olarak bulunmuştur. Hamsilerde ise toplam anlık ölüm oranı (Z), toplam veriler için 2.08, bu değer dişi hamsiler için 2.25, erkek hamsiler için 1.52 olarak belirlenmiştir. Doğal ölüm katsayısı Rikhter & Efanov'un denklemine göre, toplam veriler ve her cinsiyet için 1.37, Pauly'nin denklemine göre ise toplam veriler için 0.68, dişi bireyler için 0.73 ve erkekler için 0.68 olarak bulunmuştur.

İstavritlerde yenilenme Fisat programında Orijinal L/F (Boy/Frekans) verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu program ile, stoka yeni katılımın hangi aylarda olduğu belirlenmiştir. Toplam istavrit verileri için maksimum yenilenmenin %19.32 ile Eylül ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Aralık ayında stoka katılımın sıfır olduğu bulunmuştur. Erkek ve dişi istavritlerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi

İstavritlerin maksimum yenilenmesi % 15.52 ile Eylül ayında olmuştur. Erkek istavritlerin maksimum yenilenmesi ise % 24.80 ile Aralık ayında olmuştur.

Hamsilerde de yenilenme Fisat programında hesaplanmıştır. Toplam hamsi verileri için maksimum yenilenmenin %17.16 ile Mayıs ayında olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Eylül ayında stoka katılımın sıfır olduğu bulunmuştur. Erkek ve dişi hamsilerin yenilenme oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dişi hamsilerin maksimum yenilenmesi % 17.22 ile Mart ayında olmuştur. Erkek hamsilerin maksimum yenilenmesi ise % 17.91 ile Nisan ayında olmuştur.

İstavritlerde Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (0.77) değerini kullanarak (burada M/K oranı 7.7 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.554, $E_{0.1}$: 0.457 ve $E_{0.5}$: 0.273 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.55 olduğu zaman Y/R değeri 1.463 olarak tespit edilmiştir. İstavrit stokları 0.55 oranından daha fazla işletildiği zaman 1.463 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır. Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.55$ değerinden sonraki işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.457 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 0.537 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur. Bulunan E_{max} : 0.55 değerine karşılık B/R değeri 0.196 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.55 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir. Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.28) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.8 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.423, $E_{0.1}$: 0.353 ve $E_{0.5}$: 0.255 olarak bulunmuştur. İstavritler için işletme oranı 0.40 olduğu zaman Y/R değeri 1.125 olarak tespit edilmiştir. Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur. Ayrıca E_{max} :0.423 değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.152 olarak tespit edilmiştir.

Hamsilerde de Ürün/Yenilenme hesaplaması Uzunluk verilerinden yenilenme başına ürün modeli kullanılarak FISAT programında yapılmıştır. Bu hesaplama bulunan farklı her iki doğal ölüm oranı değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde bulunan M (1.37) değerini kullanarak (burada M/K oranı 4.82 dir) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler; E_{max} :0.901, $E_{0.1}$: 0.767 ve $E_{0.5}$: 0.303 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.90 olduğu zaman Y/R değeri 5.446 olarak tespit edilmiştir. Hamsi stokları 0.90 oranından daha fazla işletildiği zaman 5.446 olan Y/R oranı kademeli olarak azalmaktadır. Y/R oranının düşmesi üründe meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Üründe meydana gelen azalma aşırı avcılığın bir göstergesidir. $E=0.90$ değerinden sonraki işletme oranlarında yapılacak avcılık stokları önemli derecede etkileyecektir. Optimum $E_{0.1}$ değeri 0.767 olarak tespit edilmiş araştırma bulguları $E_{0.1}$ işletme oranı için Y/R değerini 1.279 olacağını göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere $E_{0.1}$ işletme oranında yapılan mevcut avcılıktan biraz daha fazla avcılık yapılabileceğidir. Aynı sonuç $E_{0.5}$ işletme oranı içinde söylenebilir. Bu çalışmada ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur. Bulunan E_{max} : 0.90 değerine karşılık B/R değeri 0.0440 olarak bulunmuştur. İşletme oranı 0.90 değerini geçtiği zaman biomasta kademeli bir azalma görülmektedir. Pauly'nin denkleminde bulunan M (0.68) değerini kullanarak (burada ise M/K oranı 2.39 dur) hesaplanan ürün/yenilenme için optimum değerler ise E_{max} :0.618, $E_{0.1}$: 0.570 ve $E_{0.5}$: 0.320 olarak bulunmuştur. Hamsiler için işletme oranı 0.60 olduğu zaman Y/R değeri 2.082 olarak tespit edilmiştir. Ürün/yenilenme oranları yanında işletme oranlarına göre biomas/yenilenme oranları da bulunmuştur. Ayrıca E_{max} :0.618 değerine karşılık gelen B/R oranı da 0.202 olarak tespit edilmiştir.

M/K oranı 0.5 gibi düşükse, az avlama ile balığın büyümesini beklemek yani ilk avlamada büyük balık elde edilecek şekilde beklemek suretiyle maksimum ürün elde edilir. M/K oranı 5.0 gibi yüksekse maksimum ürün elde etmek için yüksek düzeyde avcılık yapmak ve ilk avlama boyu küçük olacak şekilde mümkün olduğunca çabuk avlamak gerekir.

Hamsi ve istavritlerin beslendikleri preylerin dominantlığı Berger-Parker indeksi ile hesaplanmıştır. Hamsi ve istavrit için Calonoid Copepodlar baskın tür olarak tespit edilmiştir. Hamsi için dominantlık oranı 0.928, istavrit için ise 0.995 olarak

bulunmuştur. Hamsi için prey eşitliği 1.08, istavrit için ise 1.005 olarak bulunmuştur. Bu sonuç; her iki türün beslendikleri preylerin eşitliğinin minimum düzeyde bulunmuştur. Dominantlığın çok yüksek olması durumunda eşitliğin minimum olması normal bir durumdur.

Çeşitliliğin hesaplanmasında Shannon-Weaver indeksi kullanılmıştır. Shannon indeksi çok geniş bir populyasyondan (Pielou, 1975) tesadüfi seçilen örnekleri başlı başına almıştır. Hamsiler için prey çeşitliliği 0.2587 ve istavritler için 0.0342 bulunmuştur. Hamsi ve istavrit için çeşitlilikten yola çıkarak ta eşitlik değeri hesaplanmıştır. $E = H^1 / \ln S$ formülünden hesaplanan eşitlik değerleri hamsi için 0.373 ve istavrit için ise 0.0212 olarak bulunmuştur. Hamsi ve istavrit için bulunan prey çeşitliliklerinin varyansı, serbestlik derecesi bulunmuş ve her iki çeşitlilik değerinin t testi yapılmıştır. Yapılan t testi sonucu her iki değer arasında önemli bir farkın olmadığı bulunmuştur. Hamsi için varyans değeri 0.0302, bu değer istavrit için ise 0.000816 olarak bulunmuştur. Yapılan t testi sonucunda t değeri 1.275 ve df değeri 14.62 olarak bulunmuştur.

Yapılan araştırma sonucunda hamsilerin midelerinde Calonoid copepod ve nematod bulunmuştur. Küçük boy gruplarında herhangi bir besin türüne rastlanmamış, boy arttıkça midelerde besin türüne rastlanmıştır. İstavrit midelerinde ise, Calanoid copepod, nematod, karides ve balık artığı bulunmuştur. Ayrıca 12 cm ve 13 cm boy gruplarında balık puluna rastlanmıştır.

Son yıllarda hamsi ile ilgili yapılan araştırmalardaki bulgular incelendiğinde 1985-86 av sezonundan itibaren ortalama boy ve ağırlıklarda bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu azalma devam ederek 1990-91 sezonunda 8.48 cm ve 3.88 g' a kadar düşmüştür. Balıkçılığında benzer sorunlar yaşayan diğer ülkelerde uygulanan yönetim stratejileri gibi, Türk hamsi balıkçılığında görülen bu aşırı azalmadan dolayı minimum avlanılabilir balık boyu yeniden düzenlenmiş ve 9 cm olarak tespit edilmiştir. Ancak Ivanov ve Beverton (1985) sahillerimizde avlanan hamsinin cinsi olgunluğa bile ulaşmamış olduğunu söylerken yapılan bir çok yerel çalışmalarda av içerisindeki çok genç bireylerin fazlalığı bu kuşkuvarı her zaman canlı tutmuştur. Avlanabilir boyun 9 cm ye çıkarılması ve denetimlerin etkin bir şekilde sürdürülmesi sonucu stoklar üzerinde olumlu bir etki sağlanmıştır. Bu veriler yaş-frekans dağılımlarının yıllara göre değişimlerini verilerle birlikte ele alındığında stokların 1989 yılına kadar aşırı avcılık

baskısı altında tutulduğunu, popülasyonda bir gençleşme olduğunu, ancak alınan önlemlerle 1991 döneminden itibaren küçük yaştaki balıkların korunması ile bunlara büyüme imkanı sağlandığı ve stoklarda bir iyileşmenin olduğu kanıtlanmıştır. Ancak 1996-97 verileri stokların halen av baskısı altında olduğunu göstermektedir. İstavrit üretimindeki azalma halen devam ettiği için istavritlerin ortalama boy ve ağırlıklarında da azalmanın halen devam ettiği; istavritin ortalama boyu ile cinsi olgunluğa erişme boyunun birbirine çok yakın olmasından anlaşılmaktadır.

İncelenen hamsilerin midelerinde iki, istavrit midelerinde ise beş türün bulunmasına rağmen istavritlerin prey çeşitliliği daha az çıkmıştır. Bunun nedeni ise istavritlerin beslendikleri preylere olan copepodların dominantlığının bire çok yakın olması yani yüzde yüze yakın bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Dominantlık arttıkça çeşitlilik azalmaktadır.

Bu çalışmada; incelenen 542 hamsinin %35.2'si ve 311 istavritin %46'sı cinsi olgunluğa erişmemiştir. Bu rakamlar göz ardı edilemeyecek değerlerdir. 1990 yılında hamsinin ilk avlanma yaşının 9 cm çıkarılması, av verilerine bakıldığında etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak istavrite herhangi bir müdahalenin yapılmaması sonucu 1989 yılında başlayan üretim azalması halen devam etmektedir. 1988 yılında hamsi avcılığında başlayan kriz sebebiyle istavrit stoklarına fazla derecede yüklenilmiş olabileceği de düşünülebilir.

Karadeniz'deki hamsi avının azalmasına;

- Aşırı avcılık (Mee,1992; Kideyş, 1994; Rass, 1992; Zaitsev, 1992),
- Karadeniz ekosistemindeki kontrol dışı gelişmeler (Mee,1992; Kideyş, 1994; Rass, 1992; Zaitsev, 1992; Cady and Griffiths, 1990),
- Kirliliğin etki ettiği belirtilmiştir (Boran, 1995).

Ancak petrol fiyatlarındaki artışın etkisinden kimse bahsetmemiştir. 1991-1992 yılları arasında, Türkiye'nin hamsi avındaki azalmaya paralel olarak aynı dönemde toplam Dünya balık üretiminde de bir azalma olmuştur. Netice olarak; 1990-1991'de patlak veren körfez savaşı nedeniyle petrol fiyatlarının artması sonucunda balıkçının av veriminde bir azalmanın olduğu söylenebilir.

Predatörler ve onların besinleri arasındaki ilişkiyi belirten çalışmalar balıkçılık ekolojisinde önemli yer tutar (Seyhan ve diğ., 1996b). Balıkların beslenme ekolojilerinin bilinmesi (neyi ne zaman yediği, varsa besinlerindeki mevsimsel

değişimler) balıkçılık ekolojisi açısından çok önemlidir. Bu sayede predatör-prey ilişkileri, aynı ortamdaki türlerin gıda paylaşımı, prey çeşitlilikleri ve türler arası besin rekabetinin var olup olmadığı ortaya çıkacaktır. Ayrıca stok çalışmalarına ilaveten yapılacak, beslenme ekolojisi çalışmaları ile herhangi bir türe uygulanacak yönetim stratejisi daha belirgin hale gelecektir.

İncelenen hamsilerin yaklaşık %98'inin mideleri boş çıkmıştır, bunun nedenleri arasında; hamsinin sahillerimize beslenme göçü değil kışlama göçü yapması ve ışığın etkisiyle sabahın erken saatleri ve akşam üzeri beslenmesine rağmen gece av vermesi düşünülebilir. Bunun yanında özellikle mide muhteviyatına bağlı çalışmalarda daha çok 24 saatlik en az 3 er saatte bir örnekleme yapılması zorunludur. Bu açıdan bakıldığında yapılan örnekleme kesin sonucun alınmasına etki ettiği görülmektedir. Aynı şekilde istavrit midelerinde de arzulanan prey çeşitliliği bulunamamıştır.

Sonuç olarak, istavrit üretiminde devam eden azalmayı önlemek için hamsiye uygulanan strateji değişikliği istavrit içinde yapılmalı, Türkiye 'deki balıkçılık istatistiklerinin güvenilir olmayışı ve gerçek av değerlerinin resmi rakamların çok daha üstünde olduğu bilindiğinden, tedbirlerin daha sağlıklı bir şekilde devam etmesi ve devamlılığının sürekli kontrolü kaçınılmaz bir zorunluluktur.

6. ÖNERİLER

Su ürünleri sektöründe Karadeniz’de yapılan özellikle hamsi olmak üzere hamsi ve istavrit balıkçılığının Türkiye balık üretiminde önemli bir yeri vardır. Uzun yıllardan beri Karadeniz’de özellikle istavrit olmak üzere hamsi ve istavrit avcılığı; stok miktarı, stok yapısı ve bu türleri avlayacak av filolarının miktar ve kalite olarak yapısı araştırılmadan gelişigüzel bir şekilde sürdürülmüştür. Nitekim 1988 döneminde 310 618 tona ulaşan üretim bir sonraki av döneminde birdenbire 98 602 tona düşmüş (FAO, 1992) ve balıkçılığımızda bir panik yaşanmıştır. 1985 yılında 109 531 tona ulaşan istavrit üretimi 1993 yılına kadar hızlı bir şekilde düşmüş (8 027 tona) 1994 yılında ise 11 742 tona çıkmıştır. 1988 tarihine kadar yapılan araştırmalardan elde edilen veriler, gırgır tekne sayısının kontrolsüzce artırılması ve gırgır ağı boyutlarının önemli ölçüde büyütülmesi sonucunda bu iki tür üzerine aşırı avcılık yapıldığını göstermiştir. 1988 yılında avlanabilir en küçük hamsi boyunun 7 cm’ye indirilmesiyle (Anonim, 1989) stoklar üzerindeki av baskısı daha da artmış ve üretimde kısmen sağlanan artışa karşın, populasyon daha fazla oranda aşırı avcılığa maruz kalmıştır. Bunun üzerine 1989 döneminde avlanmasına izin verilen en küçük hamsi boyu 9 cm’ye çıkarılmıştır (Anonim, 1988, 1989). 1990 yılından itibaren avlanan cinsi olgunluğa erişmiş balıkların oranında yıllara göre artan oranda bir azalma meydana gelmiş ve üretimde bir artış sürecine girilmiştir. İstavritte ise herhangi bir avlama stratejisi hiç yapılmamış ve 1985 yılında yaklaşık 110 000 tona ulaşan üretim 1993 yılında 8 000 tona kadar düşmüştür.

Hamsinin kısa ömürlü bir balık olması nedeniyle stokları etkileyen çevresel parametrelerden herhangi birisinde yaşanan olumsuzluklar kısa sürede kendisini göstermektedir. Bu nedenle stokların ıslahı için alınan tedbirlerin taviz verilmeden devam ettirilmesi gerekmektedir. Hamsi için alınan tedbirlerin istavrit içinde zaman kaybedilmeden uygulanması artık kaçınılmaz bir zorunluluk olmuştur.

Hamsilerin ilk yaşları içinde kışı geçirdikten sonra (dişi hamsiler 9.3 cm, erkek hamsiler 8.9 cm boyda) cinsi olgunluğa eriştikleri düşünülürse 1994-95 av dönemine ait 28 numaralı genelgede (Anonim, 1994) belirtilen en küçük avlanabilir hamsi boyu olan 9 cm sınırlamasının yerinde olduğu bu çalışmayla kanıtlanmıştır. Bu nedenle

kullanılmakta olan gırgır ağlarının bocilik adı verilen, ağ büzüldükten sonra balıkların içinde toplandıkları ağ parçasındaki göz açıklığının kesinlikle düğümden düğüme 6.5 mm'den küçük olmaması gerekmektedir. Zira birçok gırgır teknesinde göz açıklığı 6 mm olan ağlar kullanılmaktadır. Hamsi avcılığı yapan tekneler, istavrit sürülerine rastladığı zaman çoğu zaman aynı ağ ile yani hamsi ağı ile istavritleri avlamaktadır. Ağ göz açıklığı 6-6.5 mm ağ cinsi olgunluğa erişmemiş pek çok istavriti de avlamaktadır. İstavrit içinde standart olan bir ağ göz açıklığı sınırlaması getirilmelidir. Bu nitelikteki ağların yetkili kurumların koruma kontrol görevlileri tarafından denetlemesi ve hamsi ile istavrit için ağ göz açıklığı standardı getirilmelidir.

Karadeniz'deki hamsi stok miktarının ne kadar olduğu ve Türkiye sahillerinde bulunan miktarın büyüklüğü konusunda kapsamlı çalışmalar yok denecek azdır. Hamsinin göçmen bir tür olması nedeniyle Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerle müşterek olarak yürütülecek stok belirleme projelerine özellikle ihtiyaç duyulmaktadır. İstavrit içinde stok belirleme çalışmaları yapılmalı buna göre bir avlama stratejisi geliştirilmelidir. Bu çalışmada hamsi ve istavrit için stok tahmini yapılmıştır ancak bu tespit sadece üzerinde çalışılan veriler üzerinden yapılmıştır. Hamsi ve istavritin gerçek av verilerinden yapılacak stok tespitinin gerçeğe daha yakın bir sonuç vereceği düşünülmektedir.

Son verilere göre hamsi stoklarında bir iyileşmenin olduğu ancak 1996-97 av sezonunda tekrar kötüye gidişin başladığı düşünülürse eski üretim seviyesine, hamsi av filosuna yeni tekne katılmasına izin verilmeden ulaşılması gerekmektedir. Bunun yanında tekne ve gırgır ağlarının boyutlarında keyfi artışların önüne geçilmelidir. Günümüzde gırgır ağlarının boyları 1400 m ye, derinlikleri ise 150 m ye ulaşmıştır. Mazot giderlerinin azaltılması gerekçesiyle hamsi ve istavrit avcılığının genellikle 150 m den daha sığ sularda sürdürüldüğü düşünülürse, bu avcılık şeklinin Doğu Karadeniz'de kullanılması yasak olan trole eşdeğer zararlı etki yaptığı bir gerçektir. Ağ göz açıklığı 6-6.5 mm olan bu ağlarla yapılan, seçiciliği yok denecek kadar az olan bu avlanma şeklinin stoklar üzerinde yarattığı olumsuz baskının ortadan kaldırılması, stokların geleceği açısından önemli görülmektedir.

Sonuç olarak hamsi avcılığı hakkındaki sınırlamaların ilgili mevzuatlarda kalmaması, istavrit içinde bazı sınırlamaların getirilmesi, denetimlerin etkin bir şekilde sürdürülmesi ve caydırıcı cezalarla hamsi ve istavrit avcılığına yön verilmesi kaçınılmaz

bir sonuç olarak görülmektedir. Bu önlemlerin yanında hamsi ve istavrit popülasyonunun yapısını ortaya koyacak izleme araştırmalarının her yıl sürdürülmesi, bu popülasyonlarda meydana gelebilecek değişikliklerin kısa sürede belirlenmesi hamsi ve istavrit stoklarının daha bilimsel esaslarla işletilmesini sağlayacaktır.

Hamsi ve istavrit için Calonoid Copepodlar baskın tür olarak tespit edilmiştir. Hamsi için dominantlık oranı 0.928, istavrit için ise 0.995 olarak bulunmuştur. Hamsi için prey eşitliği 1.08, istavrit için ise 1.005 olarak bulunmuştur. Bu sonuç; her iki türün beslendikleri preylerin eşitliğinin minimum düzeyde olduğunu göstermektedir. Dominantlığın çok yüksek olması durumunda eşitliğin minimum olması normal bir durumdur. Hamsi ve istavritlerin beslendiği preylerin büyük bir çoğunluğunu calanoid copepodlar oluşturduğu için aynı pelajik su kolonunda yaşayan bu iki tür arasında bir besin rekabetinin olabileceği düşünülebilir. Ancak bu sonucun doğruluğunun kanıtlanabilmesi için daha detaylı çalışmalara gereksinim olduğu da açıktır.

Hamsiler için prey çeşitliliği 0.2587 ve istavritler için 0.0342 bulunmuştur. İncelenen hamsilerin midelerinde iki, istavrit midelerinde ise beş türün bulunmasına rağmen istavritlerin prey çeşitliliği daha az çıkmıştır. Bunun nedeni ise istavritlerin beslendikleri preylerden olan copepodların dominantlığının bire çok yakın olması yani yüzde yüze yakın bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Dominantlık arttıkça çeşitlilik azalmaktadır.

Predatörler ve onların besinleri arasındaki ilişkiyi belirten çalışmalar balıkçılık ekolojisinde önemli yer tutar (Seyhan ve diğ., 1996b). Balıkların beslenme ekolojilerinin bilinmesi (neyi ne zaman yediği, varsa besinlerindeki mevsimsel değişimler) balıkçılık ekolojisi açısından çok önemlidir. Bu sayede predatör-prey ilişkileri, aynı ortamdaki türlerin gıda paylaşımı, prey çeşitlilikleri ve türler arası besin rekabetinin var olup olmadığı ortaya çıkacaktır. Ayrıca stok çalışmalarına ilaveten yapılacak, beslenme ekolojisi çalışmaları ile herhangi bir türe uygulanacak yönetim stratejisi daha belirgin hale gelecektir.

İncelenen hamsilerin yaklaşık %98'inin mideleri boş çıkmıştır, bunun nedenleri arsında; hamsinin sahillerimize beslenme göçü değil kışlama göçü yapması ve ışığın etkisiyle sabahın erken saatleri ve akşam üzeri beslenmesine rağmen gece av vermesi düşünülebilir. Bunun yanında özellikle mide muhteviyatına bağlı çalışmalarda daha çok 24 saatlik en az 3 er saatte bir örnekleme yapılması zorunludur. Bu açıdan bakıldığında

yapılan örnekleme kesin sonucun alınmasına etki ettiği görölmektedir. Aynı şekilde istavrit midelerinde de arzulanan prey çeşitliliği bulunamamıştır.

Sonuç olarak, istavrit üretiminde devam eden azalmayı önlemek için hamsiye uygulanan strateji değişikliği istavrit içinde yapılmalı, Türkiye 'deki balıkçılık istatistiklerinin güvenilir olmayışı ve gerçek av değerlerinin resmi rakamların çok daha üstünde olduğu bilindiğinden, tedbirlerin daha sağlıklı bir şekilde devam etmesi ve devamlılığının sürekli kontrolü kaçınılmaz bir zorunluluktur.



7. KAYNAKLAR

- Adams, J. E., and McCune, E. D., 1979, Application of the Generalized Jack-Knife to Shannon's Measure of Information Used as an Index of Diversity. In Ecological Diversity in Theory and Practice (eds. J. F. Grassle, G. P. Patil, W. Smith and C. Taille), International Co-operative Publishing House, Fairland, MD, pp. 117-131.
- Adams, S. M., 1976, Feeding Ecology of Celgrass Fish Communities. Trans. Am. Fish. Soc. 105, 514-519.
- Allen, K. R., 1951, The Horokiwi Stream: A Study of a Trout Population. Fish Bull. N.Z. 10, 1-238.
- Anonim, 1988, TKB Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1988-1989 Av Dönemine Ait 22 Numaralı Sirküler, Resmi Gazete, Sayı: 19739, Ankara.
- Anonim, 1989, TKB Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1989-1990 Av Dönemine Ait 23 Numaralı Sirküler, Resmi Gazete, Sayı: 20094, Ankara.
- Anonim, 1990, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Anonim, 1991, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Anonim, 1992a, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi. Karadeniz'deki Hamsi Balıkları Üzerine Bir Araştırma. S.Ü.A.E., Trabzon.
- Anonim, 1992b, Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesindeki Hamsi Balığı Üzerine Araştırmalar, S.Ü.A.E., Trabzon.
- Anonim, 1994, TKB Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 1994-1995 Av Dönemine Ait 28 Numaralı Sirküler, Resmi Gazete, Sayı: 21877, Ankara.
- Arawomo, G. A. O., 1976, Food and Feeding of Three *Citharinus* Species in Lake Kainji, Nigeria. J. Fish Biol. 9, 3-10.

- Arim, N., 1957, Marmara ve Karadeniz'deki Bazı Kemikli Balıkların Yumurta ve Larvalarının Morfolojileri İle Ekolojileri, Hidrobiol, A4, 1-2 (1957) 72-94.
- Atay, D., 1989, Populasyon Dinamiği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Ders Kitabı. Yayın No: 1154, Ankara.
- Bagenal, T., 1978, Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, Blackwell Scientific Publication Ltd., Oxford, UK.
- Ball, J. N., 1961, On the Food of the Brown Trout of Llyn Tegid. Proc. Zool. Soc. Lond. 137, 599-622.
- Bellinger, J. W., and Avault, J. W., Jr., 1971, Food Habits of Juvenile *Trachynotus carolinus* in Louisiana. Trans. Am. Fish. Soc. 100, 486-494.
- Berger, W. H., and Parker, F. L., 1970, Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep Sea Sediments. Science, 168, 1345-1347.
- Beverton, R. J. H., and Holt, S. J., 1957, On the Dynamics of Exploited Fish Populations, Fishery Invest., Ser. 2, 19, London.
- Beyerle, G. B., and Williams, J. E., 1968, Some Observations of Food Selectivity by Northern Pike in Aquaria. Trans. Am. Fish. Soc. 97, 28-31.
- Bingel, F., 1984, Balık Populasyonlarının İncelenmesi, İ.Ü. Su Ürünleri Yüksek Okulu, Yayın No 10, İstanbul.
- Blake, B. F., 1977, Food and Feeding of the Mormyrid Fishes of Lake Kainji, Nigeria, with Special Reference to Seasonal Variation and Interspecific Differences. J. Fish. Biol. 11, 315-328.
- Bonneau, D. L., McGuire, J. W., Tiemeier, O. W., and Deyone, C. W., 1972, Food Habits and Growth of Cannel Catfish Fry *Ictalurus punctatus*. Trans. Am. Fish. Soc. 101, 613-614.
- Boran, M., 1995, Trabzon Sahillerinde Çeşitli Kirleticilerin Zamansal ve Alansal Dağılımı, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Balıkçılık Tek. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.

- Boswell, M. T., and Patil, G. B., 1971, Chance Mechanisms Generating the Logarithmic Series Distribution Used in the Analysis of Numbers of Species and Individuals. In *Statistical Ecology* (eds. G. P. Patil, E. C. Pielou and W. E. Waters), Pennsylvania State University Press, University Park, PA, pp. 99-130.
- Bowman, K. O., Hutcheson, K., Odum, E. P., and Shenton, E. R., 1971, Comments the Distribution of Indices of Diversity. In *Statistical Ecology*, Vol. 3 (eds. G. P. Patil, E. C. Pielou and W. E. Waters), Pennsylvania State University Press, University Park, PA, pp. 315-366.
- Bray, J. R., and Curtis, C. T., 1957, An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27, 325-349.
- Brazo, D. C., Liston, C. R., and Anderson, R. C., 1978, Life History of the Longnose Dace *Rhinichthys cataractae* in the Surge Zone of Eastern Lake Michigan Near Ludington Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107, 550-556.
- Bristow, P., 1992, *The Illustrated Encyclopaedia of Fishes*, Chancellor Press, London, UK
- Broadway, J. E., and Moyle, P. B., 1978, Aspects of the Ecology of the Prickly Sculpin *Cottus asper*, A Persistent Native Species in Clear Lake Calif. *Envir. Biol. Fishes* 3, 337-343.
- Bulkley, R. V., Spykermann, V. L., and Inman, L. E., 1976, Food of the Pelagic Young of Walleyes and five Species in Clear Lake Iowa. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105, 77-83.
- Cady, J. F., and Griffiths, R. C., 1990, A Perspective on Recent Fishery-Related Events in the Black Sea. *Studies and Reviews. GFCM*. No. 63, 43-71.
- Cameron, J. N., Kostoris, J., and Penhale, P. A., 1973, Preliminary Energy Budget of Ninespine Stickleback (*Pugnitus pugnitus*) in an Arctic Lake. *J. Fish.. Res. Bd Can.* 30, 1179-1194.
- Chubb, J. C., 1961, A Preliminary Investigation of the Parasitic Fauna of the Fish of Llyn Tegid. Merionethshire, Ph.D. Thesis, Liverpool University.
- Clifford, H. T., and Stephenson, W., 1975, *An Introduction to Numerical Classification*, Academic Press, London.

- Cohen, J. E., 1968, Alternative Derivations of a Species Abundance Relation. *Amer. Nat.*, 102, 165-172.
- Colwell, R. K., and Futuyama, D. J., 1971, On the Measurement of Niche Breadth and Overlap. *Ecology*, 52, 567-576.
- Craig, J. F., 1978, A Study of the Food and Feeding of Perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere, *Freshwat. Biol.* 8, 59-68.
- Crips, D. T., 1963, A Preliminary Survey of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) and Bullheads (*Cottus gobio* L.) in High Altitude Becks. *Salm. Trout Mag.* 167, 45-59.
- Crips, D. T., Mann, R. H. K., and McCormark, J. C., 1978, The Effects of Impoundment and Regulation Upon the Stomach Contents of Fish at Cow Green. Upper Teesdale. *J. Fish Biol.* 12, 287-301.
- Çelikkale, M. S., 1988, Türkiye Hamsi Balığı Üretimi ve Avlama Teknolojisinde Gelişmeler, Karadeniz'de Hamsi Balıkçılığı ve Sorunları Sempozyumu, Mart 1988, İstanbul, 23-39.
- D.İ.E., 1992, 1992 Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara.
- D.İ.E., 1996, 1994 Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara.
- De Silva, S. S., 1973, Food and Feeding of Herring *Clupea harengus* L. and Sprat *Sprattus sprattus* (L.) in Inshore Waters of the West Coast of Scotland. *Mar. Biol.*, 20, 282-290.
- Demir, N., 1959, Notes on Variations of The Eggs of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* cuv.) from Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Seas, *Hidrobiol.* B4 (1959) 180-187.
- Demir, N., 1965, Synopsis of Biological Data on Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.1758) (Mediterranean and Adjacent Seas), FAO. Fisheries Synopsis No: 26 Rev 1.
- Desselle, W. J., Poirrier, M. A., Rogers, J. S., and Cashner, R. C., 1978, A Diseriminant Function Analysis of Sunfish (*Lepomis*) Food Habits and Feeding Niche Segregation in the Lake Pontchartrain, Louisiana Estuary. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107, 713-719.

- Dinenn, C. F., 1951, A Comparative Study of the Food Habits of *Cottus bairdii* and Associated Species of Salmonidae. Am. Midl. Nat. 46, 640-645.
- Dunn, D. R., 1954, The Feeding Habits of Some of the Fishes and Some Members of the Bottom Fauna of Llyn Tegid (Bala Lake), Merionethshire. J. Anim. Ecol. 23, 224-233.
- Düzgüneş, E., 1985, Mogan Gölündeki Sazan Stoklarının Tahmini ve Populasyon Dinamiği Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Düzgüneş, E., ve Karaçam, H., 1989, Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) Balıklarında Populasyon Parametreleri ve Büyüme Özelliklerinin İncelenmesi, Doğa. TU Zooloji, DC 13, 2, 77-83.
- Efford, I. E., and Tsumura, K., 1973, A Comparison of the Food of Salamanders and Fish in Marion Lake, British Columbia. Trans. Am. Fish. Soc. 102, 33-47.
- Einarsson, H., and Gürtürk, N., 1960, Abundance and Distribution of Eggs of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*) in the Black Sea, Hidrobiol, B5, 1-2 (1960) 72-94.
- Elliott, J. M., 1967, The Food of Trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor Stream. J. appl. Ecol. 4, 59-71.
- Elliott, J. M., 1976, The Energetics of Feeding, Metabolism and Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Relation to Body Weight, Water Temperature and Ration Size. J. Anim. Ecol. 47, 923-946.
- Elston, R., and Bachen, B., 1976, Diet Feeding Cycle and Some effects of Light on Feeding Intensity Of Mississippi Silverside, *Menidia audens* in Clear Lake, California. Trans. Am. Fish. Soc. 105, 84-88.
- Elton, C. S., 1966, The Pattern of Animal Communities, Methuen, London.
- Elton, C. S., and Miller, R. S., 1954, The Ecological Survey of Animal Communities: with a Practical System of Classifying Habitats by Structural Characteristics. J. Ecol. 42, 406-496.

- Engel, S., 1976, Food habits and Prey Selection of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and Cisco (*Coregonus artedii*) in Relation to Zooplankton Dynamics in Pallette Lake, Wisconsin. Trans. Am. Fish. Soc. 105, 607-608.
- Ergene, S., 1997, Göksu Deltasındaki Akgöl-Paradeniz Dalyanında Yaşayan *Liza auratus* (Risso, 1810)'un Beslenme Özellikleri, Akdeniz Balıkçılık Kongresi. 9-11 Nisan 1997, İzmir.
- Erkoyuncu, İ., 1995, Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 95.
- Etnier, D. A., 1971, Food of Three Species of Sunfishes (*Lepomis*, Centrarchidae) and Their Hybrids in Three Minnesota Lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 100, 124-128.
- Fagade, S. O., and Olaniyan, C. I. O., 1972, The Biology of the West African Shad *Ethmalosa fimbriata* (Bowditch) in the Lagos Lagoon, Nigeria. J. Fish Biol. 4, 519-533.
- FAO, 1989, Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, Part 1-Manual. Food and Agriculture Organization of They United Nations. Denmark Funds GCP/INT/392/DEN.
- FAO, 1992, 1991 Yearbook of Statistics Catches and Landings, 72, Rome.
- FAO, 1995, 1993 Yearbook of Fishery Statistics Catch and Landings, Vol. 77, Rome.
- Feinsinger, P., Spears, E. E., and Poole, R. W., 1981, A Simple Measure of Niche Breadth. Ecology, 62, 27-32.
- Fisher, R. A., Corbet, A. S., and Williams, C. B., 1943, The relation between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal population. J. Anim. Ecol. 12, 42-58.
- Foltz, J. W., and Norden, C. R., 1977, Seasonal Changes in Food Consumption and Energy Content of Smelt (*Osmerus mordax*) in Lake Michigan. Trans. Am. Fish. Soc. 106, 230-234.
- Frost, W. E., 1943, The Natural History of the Minnow *Phoxinus phoxinus*. J. Anim. Ecol. 12, 139-162.

- Frost, W. E., 1946, On the Food Relationships of the Fish in Windermere. *Biol. Jaarb.* 13, 216-231.
- Frost, W. E., 1954, The Food of the Pike, *Esox lucius*. L., in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 23, 1339-360.
- Frost, W. E., 1977, The Food of Charr *Salvelinus willughbii* (Gunther) in Windermere. *J. Fish Biol.* 11, 531-547.
- Frost, W. E., and Went, A. E. J., 1940, River Liffey Survey. III. The Growth and Food of Young Salmon. *Proc. R. Ir. Acad.* 46B, 53-80.
- Fuller, R. J., and Langslow, D. R., 1986, Ornithological Evaluation for Wildlife Conservation. In *Wildlife Conservation Evaluation* (ed. M. B. Usher). Chapman and Hall, London, pp. 247-269.
- George, E. L., and Hadley, W. F., 1979, Food and habitat Partitioning between Rock Bass (*Ambloplites rupestris*) and Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*) Young of the Year. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108, 253-261.
- Gerking, S. D., 1972, Revised Food Consumption Estimate of a Bluegill Sunfish Population in Wyland Lake, Indiana. USA. *J. Fish. Biol.* 4, 301-308.
- Gibbons, J. R. H., and Gee, J. H., 1972, Ecological Segregation between Longnose and Blacknose Dace (*Rhinichthys*) in the Mink River, Manitoba. *J. Fish. Res. Bd Can.* 29, 1245-1252.
- Gibson, R. N., and Ezzi, I. A., 1978, The Biology of a Scottish population of Fries' goby, *Lesueurigobius friesii*. *J. Fish. Biol.* 12, 371-389.
- Giller, P. S., 1984, *Community Structure and the Niche*, Chapman and Hall, London.
- Gjosaeter, J., 1985, *Lectures in Fish Populations Dynamics* Department of Fisheries Biolog University of Bergen.
- Glenn, C. L., and Ward, E. J., 1968, "Wet weight" as a Method of Measuring Stomach Contents of Walleyes, *Stizostedion vitreum vitreum*. *J. Fish. Res. Bd Can.* 25, 1505-1507.
- Gordon, J. D. M., 1977a, The Fish populations in Inshore Waters of the West Coast of Scotland. The Biology of the Norway Pout (*Trisopterus esmarkii*). *J. Fish. Biol.* 10, 417-430.

- Gordon, J. D. M., 1977b, The Fish populations in Inshore Waters of the West Coast of Scotland. The Distribution, Abundance and Growth of the Whiting (*Merlangius merlangus*). J. Fish. Biol. 10, 587-596.
- Graham, T. R., and Jones, J. W., 1962, The Biology of Llyn Tegid Trout. Proc. Zool. soc. Lond. 139, 657-683.
- Greig-Smith, P., 1983, Quantitative Plant Ecology, Blackwell, Oxford.
- Gulland, J.A., 1977, Fish Stock Assessment. A Manual of Basic Methods Volume 1. FAO/Wiley Series 10 Food and Agriculture.
- Guma'a, S. A., 1978, The Food and Feeding Habits of Young Perch, *Perca fluviatilis* in Windermere, Freshwat. Biol. 8, 177-187.
- Haram, O. J., and Jones, J. W., 1971, Some Observations on the Food of the Gwyniad *Coregonus clupeoides pennantii* Valenciennes of Llyn Tegid (Lake Bala) North Wales. J. Fish. Biol. 3, 287-295.
- Hellawell, J. M., and Abel, R., 1971, A Rapid Volumetric Method for the Analysis of the Food of Fishes. J. Fish. Biol. 3, 29-37.
- Heltshe, J. F., and Bitz, D. W., 1979, Comparing Diversity Measures in Sampled Communities. In Ecological Diversity in Theory and Practice (eds. J. F. Grassle, P. Patil, W. Smith and C. Taille), International Co-operative Publishing House, Fairland, MD, pp. 133-144.
- Herke, W. H., 1973, Spin Drying of Preserved Fish and Macro-Invertebrates. Trans. Am. Fish. Soc. 102, 643-645.
- Hill, M. O., Bunce, R. G. H., and Shaw, M. W., 1975, Indicator Species Analysis: A Divisive Polythetic Method of Classification and Its Application to a Survey of Native Pinewoods in Scotland. J. Ecol., 63, 597-613.
- Howmiller, R. P., 1972, Effects of Preservatives on Weights of Some Common Macro-Benthic Invertebrates. Trans. Am. Fish. Soc. 101, 743-746.
- Hunt, B. P., and Carbine, N. F., 1951, Food of Young Pike and Associated Fishes in Peterson's Ditches, Houghton Lake, Michigan. Trans. Am. Fish. Soc. 80, 67-73.

- Hunt, P. C., and Jones, J. W., 1972, The Food of Brown Trout in Llyn Alaw. Anglesey. North Wales. J. Fish. Biol. 4, 333-352.
- Hurlbert, S. H., 1978, The Measurement of Niche Overlap and Some Derivatives. Ecology, 59, 67-77.
- Hutcheson, K., 1970, A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. J. Theor. Biol. 29, 151-154.
- Hynes, H. B. N., 1950, The Food of Freshwater Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes. J. Anim. Ecol. 19, 36-58.
- Hyslop, E. J. 1980, Stomach Contents Analysis-A Review of Methods and Their Application. J. Fish Biol. (1980) 17, 411-429.
- Ikusemiju, K., and Olaniyan, C. I. O., 1977, The Food and Feeding Habits of the Catfishes, *Chrysichthys walkeri* (Gunther), *Chrysichthys filamentosus* (Boulenger) and *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) in the Lekki Lagoon, Nigeria. J. Fish Biol. 10, 105-
- Ivanov, L., and Beverton, R. J. H., 1985, The Fisheries Resources of the Mediterranean. Part Two: Black Sea. FAO Studies and Reviews, No:60, 135p.
- Janson, S., and Vegelius, J., 1981, Measures of Ecological Association. Oecologia. 49, 371-376.
- Jeffers, J. N. R., 1978, An Introduction To Systems Analysis with Ecological Applications, Arnold, London.
- Johnson, F. H., 1977, Responses of Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) and Yellow Perch (*Perca fluvescens*) Populations to the Removal of White Sucker (*Catostomus commersoni*) from a Minnesota Lake 1966. J. Fish. Res. Bd Can. 34, 1633-1642.
- Jones, A., 1973, The Ecology of Young Turbot *Scophthalmus maximus* (L.) at Borth, Cardiganshire, Wales. J. Fish. Biol. 5, 367-383.
- Jude, D. J., 1971, Food and Feeding Habits of Gizzard Shad in Pool 19, Mississippi River. Trans. Am. Fish. Soc. 102, 378-383.

- Kara, Ö.F., 1975, Karadeniz Hamsi Stoklarımızda Yapılan Miktar Tespiti Çalışmaları, Balık Balıkçılık Dergisi, 23, 4 (1975) 4-7.
- Karaçam, H., ve 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.
- Keast, A., 1970, Food Specializations and Bioenergetics Interrelations in the Fish Faunas of Some Small Ontario Waterways. In Marine Food Chains (J. H. Steele. Ed.). pp. 377-411. Edinburg: Oliver and Boyd.
- Kennedy, M., and Fitzmaurice, P., 1972, Some Aspects of the Biology of Gudgeon *Gobio gobio* (L.) in Irish Waters. J. Fish Biol. 4, 425-440.
- Kideyş, A., 1994, Recent Dramatic Changes in the Black Sea Ecosystem: The Reason for the Sharp Decline in Turkish Anchovy Fisheries . Journal of Marine Systems. (5), 171-181.
- King, C. E., 1964, Relative Abundance of Species and McArthur's Model. Ecology, 45, 716-727.
- Kirby, K. J., Binnes, T., Burn, A., Mackintosh, J., Pitkin, P., and Smith, I., 1986, Seasonal and Observer Differences in Vascular Plant Records from British Woodlands. J. Ecol., 74, 123-132.
- Kışlaliolu, M., and Gibson, R. N., 1977, The Feeding Relationship of Shallow Water Fishes in a Scottish Sea Loch. J. Fish. Biol. 11, 257-266.
- Klarberg, D. P., and Benson, A., 1975, Food Habits of *Ictalurus nebulosus* in Acid Polluted Water of N. W. Virginia. Trans. Am. Fish. Soc. 104, 541-547.
- Kotrschal, K., and Thomson, D. A., 1986, Feeding Patterns in Eastern Tropical Pacific Blennioid Fishes (Telostei: Tripterygiidae, Labrisomidae, Chaenopsidae, Blenniidae). Oecologia, 70, 367-378.
- Krebs, C. J., 1985, Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York.
- Lagler, K. F., 1956, Freshwater Fishery Biology. pp. 1-421. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.

- Larimore, W. R., 1957, Ecological Life History of the Warmouth (Centrarchidae). Bull. III. St. nat. Hist. Surv. 27,81-82.
- Laxton, R. R., 1978, The Measure of Diversity. J. Theor. Biol., 70, 51-67.
- Lebedev, N.V., 1967, Elementary Populations of Fish, Isr. Prg. Sci. Trans. 1969. IPST Cat. No: 5480.
- Le Drew, B. R., and Green, J. M., 1975, Biology of the Radiated Shanny *Ulvaria subbifurcata* Storer in Newfoundland (Pisces: Stichaeidae). J. Fish. Biol. 7, 485-495.
- Levesque, R. C., and Reed, R. J., 1972, Food Availability and Consumption by Young Connecticut River Shad *Alosa sapidissima*. J. Fish. Res. Bd Can. 29, 1495-1499.
- Li, H. W., and Brocksen, R.W., 1977, Approaches to the Analysis of Energetic Costs of Intraspecific Competition for Space by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Biol. 11, 329-341.
- Lloyd, M., and Ghelardi, R. J., 1964, A Table for Calculating the "Equitability" Component of Species Diversity. J. Anim. Ecol. 33, 217-255.
- Lloyd, M., Inger, R. F., and King, F. W., 1968, On the Diversity of Reptile and Amphibian Species in a Bornean Rain Forest. Amer. Nat., 102, 497-515.
- MacArthur, R. H., 1957, On the Relative Abundance of Bird Species. Proc. Nat. Acad. Sci., USA, 43, 293-295.
- MacArthur, R. H., 1960, On the Relative Abundance of Species. Amer. Nat., 94, 25-36.
- MacArthur, R. H., 1965, Patterns of Species Diversity. Biol. Rev., 40, 510-533.
- MacArthur, R. H., and MacArthur, J. W., 1961, On Bird Species Diversity. Ecology, 42, 594-598.
- Magurran, A. E., 1981, Biological Diversity and Woodland Management, Unpublished D.Phil. Thesis, New University of Ulster.
- Majarova, A. A., and Chugunova, N. N., 1954, Biologia, Raspredeline I Otesenka Zapasa Chernomorski Khamsy, Trud. Vseso Iuz. Nauch. Issled.

- Mann, R. H. K., 1973, Observations on the Age, Growth, Reproduction and Food of the Roach, *Rutilus rutilus* (L.) in Two Rivers in Southern England. *J. Fish. Biol.* 5, 707-736.
- Mann, R. H. K., and Hodgkiss, I. J., 1977, Studies on the Ichthyo-Fauna in Plover Cove Reservoir, Hong Kong: Feeding and Food Relations. *J. Fish. Biol.* 11, 1-13.
- Mann, R. H. K., and Orr, D. R., 1969, A Preliminary Study of the Feeding Relationship of Fish in a Hard-Water and a Soft-Water Stream in Southern England. *J. Fish. Biol.* 1, 31-44.
- May, R. M., 1974, General Introduction. In *Ecological Stability* (eds. M. B. Usher and M. H. Williamson), Chapman and Hall, London, pp. 1-14.
- May, R. M., 1975, Patterns of Species Abundance and Diversity. In *Ecological and Evolution of Communities* (eds. M. L. Cody and J. M. Diamond), Harvard University Press, Cambridge, MA, pp. 81-120.
- May, R. M., 1981, Patterns in Multi-Species Communities. In *Theoretical Ecology: Principles and Applications* (eds. R. M. May), Blackwell, Oxford, pp. 197-227.
- McCaskill, M. L., Thomerson, J. E., and Mills, P. R., 1972, Food of the Studfish *Fundulus catenattus* in the Missouri Ozarks. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101, 375-377.
- McComish, T. S., 1966, Food Habits of Bigmouth and Smallmouth Buffalo in Lewis and Clarke Lake and the Missouri River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 96, 70-74.
- McIntosh, R. P., 1967, An Index of Diversity and the Relation of Certain Concepts to Diversity. *Ecology*, 48, 392-404.
- Mee, L. D., 1992, The Black Sea in Crisis: The Need for Concerted International Action. *Ambio*. 21 (3), 278-286.
- Moore, J. W., and Moore, I. A., 1975a, The Basic of Food Selection in Flounders in the Severn Estuary. *J. Fish. Biol.* 9, 139-156.
- Moore, J. W., and Moore, I. A., 1975b, The Basic of Food Selection in Some Estuarine Fishes. Eels, Whiting, Sprat and Stickleback. *J. Fish. Biol.* 9, 375-390.

- Morgan, R. I. G., 1974, The Energy Requirements of Trout and Perch Populations in Loch Leven Kinross. Proc.R.Soc.Edinb.74B, 333-345.
- Motomura, I., 1932, A Statistical Treatment of Associations [in Japanese and cited in May, 1975]. Jpn. J. Zool., 44, 379-383.
- Mutlu, C., 1994, Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) Balıklarının Bazı Populasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Balıkçılık Tek. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- Neill, R. M., 1938, The Food and Feeding of the Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Relation to the Organic Environment. Trans. R. Soc. Edinb.59, 481-520.
- Newsome (Buck), G. E., and Gee, J. H., 1978, Preference and Selection of Prey by Creek Chub *Semolitus atromaculatus* Inhabiting the Mink River Manitoba. Can. J. Zool.56, 2486-2497.
- Nikolsky, G. V., 1969, Fish Population Dynamics, Oliver and Boyd. Edinburg, 333p.
- Özdamar, E., Kihara, K., and Erkoyuncu, İ., 1991, Some Biological Characteristics of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black Sea, J. Tokyo Univ. Fish, 78, 1 (1991) 57-64.
- Özer, N.P., 1994, *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) Deniz Anasının İşleme ve Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst. Balıkçılık Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- Parker, R. R., 1963, Effects of Formalin on Length and Weight of Fishes. J. Fish. Res. Bd Can. 20, 144-155.
- Pearsall, S. H., Durham, D., and Eagar, D. C., 1986, Evaluation Methods in the United States. In Wildlife Conservation Evaluation (ed. M. B. Usher), Chapman and Hall London, pp. 111-134.
- Peck, J. W., 1974, Migration, Food Habits and Predation on Yearling Salmon in a Lake Michigan Tributary and Bay. Trans. Am. Fish. Soc. 103, 10-14.
- Pedley, R. B., and Jones, J. W., 1978, The Comparative Feeding Behaviour of Brown Trout *Salmo trutta* L. and Atlantic Salmon *Salmo salar* L. in Llyn Dwythwch, Wales. J. Fish Biol. 12, 239-256.

- Peet, R. K., 1974, The Measurement of Species Diversity. *Ann. Rev. Ecol. System.*, 5, 285-307.
- Pemberton, R., 1976, Sea Trout in North Argyll Sea Lochs. II. Diet. *J. Fish Biol.* 9, 195-208.
- Pielou, E. C., 1969, *An Introduction to Mathematical Ecology*, Wiley, New York.
- Pielou, E. C., 1975, *Ecological Diversity*, Wiley, New York.
- Pielou, E. C., 1984, *The Interpretation of Ecological Data*, Wiley, New York.
- Pielou, E. C., and Arnoson, A. N., 1965, Correction to One of MacArthur's Species Abundance Formulas. *Science*, 151, 592.
- Pillay, T. V. R., 1952, A Critique of the Methods of Study of Food of Fishes. *J. Zool. Soc. India* 4, 185-200.
- Pitcher, T., and Hart, P., 1982, *Fisheries Ecology*. American Edition Published by the AVI Publishing Company, INC.
- Poole, R. W., 1974, *An Introduction to Quantitative Ecology*, McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo.
- Preston, F. W., 1948, The Commonness and Rarity of Species. *Ecology*, 29, 254-283.
- Preston, F. W., 1962, The Canonical Distribution of Commonness and Rarity. *Ecology*, 43, 185-215 and 410-432.
- Priegel, G. R., 1970, Food of the White Bass *Roccus chrysops* in Lake Winnebago, Wisconsin. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99, 440-443.
- Quenouille, M. H., 1956, Notes on Bias in Estimation. *Biometrika*, 43, 353-360.
- Rass, T. S., 1992, Changes in the Fish Resources of the Black Sea. *Oceanology*, (32), 2, UDC 551.463.262. 192-203.
- Rice, A. L., 1962, The Food of the Sea Scorpion *Acanthocottus bubalis* Manx Waters. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 138, 295-303.

- Robotham, P. W., 1977, Feeding Habits and Diet in Two Population Spined Loach *Cobitis taenia* (L.). *Freshwater Biol.* 7, 469-477.
- Routledge, R. D., 1977, On Whittaker's Components of Diversity. *Ecology*, 58, 1120-1127.
- Sauvonsaari, J., 1971, Biology of the Stone Loach (*Nemacheilus barbatulus* L.) in the Lakes Pajanne and Palkanevesi, S. Finland. *Ann. Zool. fenn.* 8, 187-193.
- Schmidt-Nielsen, K., 1939, Comparative Studies of the Food Competition between Brown Trout and Char. *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 4, 1-45.
- Schucany, W. R., and Woodward, W. A., 1977, Adjusting the Degrees of Freedom for the Jack-Knife. *Commun. Stat.*, 6, 439-442.
- Seyhan, K., Düzgüneş, E., Mutlu, C., Şahin, C., Kayalı, E., ve Tiftik, R. E., 1996a, Karadeniz Hamsi Stoklarındaki Son Değişmeler, Belirsizlikler ve Yönetim Stratejileri, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 17-20 Eylül 1996, İstanbul.
- Seyhan, K., Sağlam, N.S., ve Düzgüneş, E., 1996b, Mezgıt (*Merlangius merlangus* euxini, N. 1830)'lerin Beslenme Fizyolojisi Üzerine Bir Araştırma, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 17-20 Eylül 1996, İstanbul.
- Sikora, W. B., Heard, R. W., and Dahlberg, M. D., 1972, The Occurrence and Food Habits of Two Species of Hake *Urophycis regius* and *Urophycis floridanus* in Georgia Estuaries. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101, 515-516.
- Simpson, E. H., 1949, Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688.
- Slastenenko, E. P., 1956, Karadeniz Havzası Balıkları (The Fishes of the Black Sea Basin), EBK, İstanbul.
- Smyly, W. J. P., 1952, Observations on the Food Fry of Perch (*Perca fluviatilis* Linn.) in Windermere. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 122, 407-416.
- Southwood, T. R. E., 1978, *Ecological Methods*, Chapman and Hall, London.
- Sparre, P., and Venema, S. C., 1992, *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1. Manual.* FAO Fisheries Technical Paper No.306.1, Rev. 1. Rome, FAO. 1992, 376p.

- Staples, D. J., 1975, Production Biology of an Upland Bully *Philypnodon breviceps* Stokell in a Small New Zealand Lake. I. Life History, Food, Feeding and Activity Rhythms. *J. Fish. Biol.* 7, 1-24.
- Starostka, V. J., and Applegate, R. L., 1970, Food Selectivity of Bigmouth Buffalo *Ictiobus cyprinellus* in Lake Poinsett, South Dakota. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99, 571-573.
- Stickney, R. R., 1976, Food Habits of Georgia Estuary Fishes. II. *Symphurus plagiusa* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae). *Trans. Am. Fish. Soc.* 105, 202-207.
- Straskraba, M., Chiar, J., Frank, S., and Hruska, V., 1966, Contribution to the Problem of Food Competition Among the Sculpin, Minnow and Brown Trout. *J. Anim. Ecol.* 35, 303-311.
- Sugden, L. G., 1967, A Technique for Weighing Live Invertebrates. *Limnol. Oceanogr.* 12, 557-559.
- Sugihara, G., 1980, Minimal Community Structure: An Explanation of Species Abundance Patterns. *Amer. Nat.*, 116, 770-787.
- Svetovidov, A. N., 1964, *Fishes of the Black Sea*, Nauko Press, Moskov-Leningrad.
- Swenson, W. A., and Smith, L. L., Jr, 1973, Gastric Digestion, Food Consumption, Feeding Periodicity and Food Conversion Efficiency in Walleye. *J. Fish. Res. Bd Can.* 30, 1327-1336.
- Swynnerton, G. H., and Worthington, E. B., 1940, Notes on the Food of Fish in Haweswater (Westmorland). *J. Anim. Ecol.* 9, 183-187.
- Taylor, L. R., 1978, Bates, Williams, Hutchinson-A Variety of Diversities. In *Diversity of Insect Faunas: 9th Symposium of the Royal Entomological Society* (eds. L. A. Mound and N. Warloff), Blackwell, Oxford, pp. 1-18.
- Taylor, L. R., Kempton, R. A., and Woiwod, I. P., 1976, Diversity Statistics and the Log-Series Model. *J. Anim. Ecol.* 45, 255-271.
- Thomas, M. R., and Shattock, R. C., 1986, Filamentous Fungal Associations in the Phylloplane of *Lolium perenne*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 87, 255-268.

- Thorman, S., 1982, Niche Dynamics and Resource Partitioning in a Fish Guild Inhabiting a Shallow Estuary on the Swedish West Coast. *Oikos*, 39, 32-39.
- Thorpe, J. E., 1977, Daily Ration of Adult Perch *Perca fluviatilis* L. During Summer in Loch Leven, Scotland. *J. Fish. Biol.* 11, 55-68.
- Tukey, J., 1958, Bias and Confidence in not Quite Large Samples (Abstract). *Ann. Math. Stat.*, 29, 614.
- Ugland, K. I., and Gray, J. S., 1982, Lognormal Distributions and the Concept of Community Equilibrium. *Oikos*, 39, 171-178.
- Usher, M. B., 1986, Wildlife Conservation Evaluation: Attributes, Criteria and Values. In *Wildlife Conservation Evaluation* (ed. M. B. Usher), Chapman and Hall, London, pp. 3-44.
- 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, *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 3, 1-2 (1989) 17-28.
- Voigtlander, C. W., and Wissing, T. E., 1974, Food Habits of Young and Yearling White Bass *Morone chrysops* (Rafinesque) in Lake Mendota, Wisconsin. *Trans. Am. Fish. Soc.* 103, 25-31.
- Webb, D. J., 1974, The Statistics of Relative Abundance and Diversity. *J. Theor. Biol.*, 43, 277-292.
- Whittaker, R. H., 1960, Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monogr.*, 30, 279-338.
- Whittaker, R. H., 1965, Dominance and Diversity in Land Plant Communities. *Science*, 147, 250-260.
- Whittaker, R. H., 1970, *Communities and Ecosystems*, Macmillan, New York.
- Whittaker, R. H., 1972, Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, 21, 213-251.
- Whittaker, R. H., 1977, Evolution of Species Diversity in Land Communities. In *Evolutionary Biology*, Vol. 10 (eds. M. K. Hecht, W. C. Steere and B. Wallace), Plenum, New York, pp. 1-67.

- Williams, C. B., 1964, Patterns in the Balance of Nature and Related Problems in Quantitative Ecology, Academic Press, London.
- Wilson, M. V., and Mohler, C. L., 1983, Measuring Compositional Change Along Gradients. *Vegetatio*, 54, 129-141.
- Wilson, M. V., and Shmida, A., 1984, Measuring Beta Diversity with Presence-Absence Data. *J. Ecol.* 72, 1055-1064.
- Windell, J. T., 1968, Food Analysis and Rate of Digestion. In *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. 1st edn. (W.E. Ricker.ed.), pp 197-203. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Windell, J. T., and Bowen, S. H., 1978, Methods for Study of Fish Diets Based on Analysis of Stomach Contents. In *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. 3rd edn, (T. Bagnel.ed.) pp. 219-226. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Wolda, H., 1981, Similarity Indices, Sample Size and Diversity. *Oecologia*, 50, 296-302.
- Wolda, H., 1983, Diversity, Diversity Indices and Tropical Cockroaches. *Oecologia*, 58, 290-298.
- Wolfert, P. R., and Miller, T. J., 1978, Age Growth and Food of Northern Pike in Eastern Lake Ontario. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107, 696-702.
- Zahl, S., 1977, Jack-Knifing an Index of Diversity. *Ecology*, 58, 907-913.
- Zaitsev, YU. P., 1992, Recent Changes in the Tropic Structure of the Black Sea. *Fisheries Oceanography*, Vol. 1, No 2.

8. ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Adana'da doğdu. Lise öğrenimini Adana Erkek Lisesi'nde tamamladı. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünde öğrenime başladı ve 1994' de lisans öğrenimini tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi ve Kıyı Kaptanı unvanını aldı. 1994 yılında aynı fakültenin Avlanma Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programına başladı. 1996 yılında KTÜ Sürmene Deniz bilimleri Fakültesi'nde Araştırma görevlisi olarak başladığı görevini 1997 Aralık ayına kadar sürdürmüştür. Daha sonra T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığının açmış olduğu Denizcilik Uzman Yardımcılığı sınavını kazanarak, bu kurumun Deniz Ulaştırması Genel Müdürlüğü, Limanlar ve Kıyı Tesisleri Daire Başkanlığında başladığı görevine halen devam etmektedir.

9. EKLER

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : TOPIST.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	8.31	0.849	19.000	-
2	10.39	0.936	111.450	2.340
3	13.77	0.950	195.030	3.583
4	16.14	0.647	32.520	2.962

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
6.00	2.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.10
6.50	1.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.41
7.00	3.00	1.25	0.03	0.00	0.00	1.27
7.50	6.00	2.68	0.17	0.00	0.00	2.85
8.00	9.00	4.09	0.78	0.00	0.00	4.87
8.50	13.00	4.40	2.74	0.00	0.00	7.14
9.00	17.00	3.35	7.21	0.00	0.00	10.56
9.50	17.00	1.80	14.27	0.00	0.00	16.08
10.00	25.00	0.69	21.22	0.01	0.00	21.92
10.50	38.00	0.18	23.72	0.09	0.00	23.99
11.00	23.00	0.04	19.92	0.49	0.00	20.45
11.50	21.00	0.00	12.58	2.06	0.00	14.64
12.00	15.00	0.00	5.97	6.49	0.00	12.46
12.50	21.00	0.00	2.13	15.52	0.00	17.65
13.00	46.00	0.00	0.57	28.13	0.00	28.70
13.50	39.00	0.00	0.12	38.64	0.00	38.76
14.00	41.00	0.00	0.02	40.25	0.03	40.30
14.50	31.00	0.00	0.00	31.77	0.33	32.11
15.00	20.00	0.00	0.00	19.02	1.86	20.87
15.50	22.00	0.00	0.00	8.63	5.70	14.33
16.00	11.00	0.00	0.00	2.97	9.62	12.58
16.50	4.00	0.00	0.00	0.77	8.93	9.70
17.00	4.00	0.00	0.00	0.15	4.56	4.71
17.50	1.00	0.00	0.00	0.02	1.28	1.30

ML (cm)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
6.00	--
6.50	--
7.00	--
7.50	--
8.00	3.506
8.50	4.809
9.00	3.922
9.50	0.053

Ek Tablo 1. İstavritlerde her boy grubuna ait. bulunan frekanslarla. her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar

10.00	0.433
10.50	8.179
11.00	0.317
11.50	2.759
12.00	0.516
12.50	0.635
13.00	10.428
13.50	0.001
14.00	0.012
14.50	0.038
15.00	0.037
15.50	4.112
16.00	0.199
16.50	3.350
17.00	0.108
17.50	--

Chi-square value = 43.416 ; degrees of freedom = 10 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything >= 0.0001; they were truncated for clarity.

Ek Tablo l'in devamı



BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : TEMP.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV. (s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	8.24	0.675	14.000	-
2	10.60	0.968	73.860	2.870
3	13.74	0.966	110.450	3.254
4	16.23	0.635	24.810	3.107

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
6.00	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
6.50	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12
7.00	1.00	0.67	0.01	0.00	0.00	0.68
7.50	3.00	2.09	0.08	0.00	0.00	2.17
8.00	5.00	3.78	0.36	0.00	0.00	4.14
8.50	5.00	3.94	1.30	0.00	0.00	5.25
9.00	10.00	2.37	3.59	0.00	0.00	5.96
9.50	10.00	0.83	7.56	0.00	0.00	8.38
10.00	15.00	0.17	12.19	0.01	0.00	12.36
10.50	18.00	0.02	15.05	0.07	0.00	15.14
11.00	16.00	0.00	14.24	0.35	0.00	14.59
11.50	10.00	0.00	10.31	1.37	0.00	11.68
12.00	6.00	0.00	5.72	4.08	0.00	9.80
12.50	15.00	0.00	2.43	9.32	0.00	11.74
13.00	29.00	0.00	0.79	16.28	0.00	17.07
13.50	20.00	0.00	0.20	21.78	0.00	21.97
14.00	29.00	0.00	0.04	22.28	0.01	22.33
14.50	21.00	0.00	0.01	17.44	0.15	17.60
15.00	14.00	0.00	0.00	10.45	1.02	11.47
15.50	16.00	0.00	0.00	4.79	3.66	8.45
16.00	8.00	0.00	0.00	1.68	7.07	8.75
16.50	4.00	0.00	0.00	0.45	7.34	7.79
17.00	3.00	0.00	0.00	0.09	4.10	4.20
17.50	1.00	0.00	0.00	0.01	1.23	1.25

ML (cm)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
6.00	--
6.50	--
7.00	--
7.50	--
8.00	0.178
8.50	0.011
9.00	2.737
9.50	0.312

Ek Tablo 2. Dişi istavritlerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar

10.00	0.562
10.50	0.540
11.00	0.137
11.50	0.240
12.00	1.471
12.50	0.902
13.00	8.331
13.50	0.177
14.00	1.991
14.50	0.656
15.00	0.559
15.50	6.751
16.00	0.064
16.50	1.845
17.00	0.340
17.50	--

Cumhuriyet University
 Faculty of Education
 Department of Statistics

Chi-square value = 27.806 ; degrees of freedom = 10 ;(note that chi-square value

was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything

Ek Tablo 2'nin devamı



BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : TEMP.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	8.39	1.110	10.000	-
2	10.33	0.550	37.970	2.343
3	13.39	0.622	53.990	5.217
4	15.32	0.561	14.260	3.263

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
6.00	1.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.16
6.50	1.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.39
7.00	2.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.78
7.50	3.00	1.26	0.00	0.00	0.00	1.26
8.00	4.00	1.66	0.00	0.00	0.00	1.66
8.50	8.00	1.79	0.04	0.00	0.00	1.83
9.00	7.00	1.58	0.58	0.00	0.00	2.16
9.50	7.00	1.14	3.77	0.00	0.00	4.91
10.00	10.00	0.67	10.79	0.00	0.00	11.46
10.50	19.00	0.32	13.48	0.00	0.00	13.80
11.00	7.00	0.13	7.36	0.01	0.00	7.50
11.50	12.00	0.04	1.76	0.13	0.00	1.93
12.00	9.00	0.01	0.18	1.19	0.00	1.38
12.50	7.00	0.00	0.01	5.53	0.00	5.54
13.00	17.00	0.00	0.00	13.50	0.00	13.50
13.50	18.00	0.00	0.00	17.24	0.02	17.26
14.00	12.00	0.00	0.00	11.53	0.26	11.79
14.50	10.00	0.00	0.00	4.04	1.53	5.57
15.00	6.00	0.00	0.00	0.74	4.08	4.82
15.50	6.00	0.00	0.00	0.07	4.93	5.00
16.00	3.00	0.00	0.00	0.00	2.69	2.70
16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67
17.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07

ML (cm)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
6.00	--
6.50	--
7.00	--
7.50	--
8.00	--
8.50	20.765
9.00	--
9.50	0.890
10.00	0.185

Ek Tablo 3. Erkek istavritlerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar

10.50	1.957
11.00	0.033
11.50	--
12.00	--
12.50	0.383
13.00	0.907
13.50	0.031
14.00	0.004
14.50	3.530
15.00	--
15.50	0.199
16.00	--
16.50	--
17.00	--

Chi-square value = 28.885 ; degrees of freedom = 2 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything

Ek Tablo 3'ün devamı



BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : TOPISAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	5.56	2.048	48.000	-
2	12.30	3.571	128.030	2.400
3	26.96	4.418	172.490	3.670
4	39.59	4.605	61.280	2.798

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
3.00	10.00	7.56	0.83	0.00	0.00	8.39
5.00	21.00	17.46	3.15	0.00	0.00	20.61
7.00	17.00	15.55	8.73	0.00	0.00	24.28
9.00	27.00	5.34	17.69	0.01	0.00	23.03
11.00	43.00	0.71	26.18	0.04	0.00	26.93
13.00	30.00	0.04	28.32	0.18	0.00	28.54
15.00	20.00	0.00	22.39	0.70	0.00	23.10
17.00	14.00	0.00	12.94	2.21	0.00	15.15
19.00	20.00	0.00	5.46	5.65	0.00	11.12
21.00	17.00	0.00	1.69	11.77	0.00	13.46
23.00	24.00	0.00	0.38	19.98	0.01	20.38
25.00	36.00	0.00	0.06	27.63	0.06	27.76
27.00	23.00	0.00	0.01	31.13	0.22	31.36
29.00	23.00	0.00	0.00	28.57	0.68	29.26
31.00	19.00	0.00	0.00	21.37	1.72	23.09
33.00	14.00	0.00	0.00	13.02	3.58	16.60
35.00	22.00	0.00	0.00	6.46	6.19	12.65
37.00	13.00	0.00	0.00	2.61	8.84	11.45
39.00	8.00	0.00	0.00	0.86	10.46	11.33
41.00	8.00	0.00	0.00	0.23	10.26	10.49
43.00	5.00	0.00	0.00	0.05	8.32	8.37
45.00	6.00	0.00	0.00	0.01	5.59	5.60
47.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.11	3.11
49.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.43	1.43
51.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55
53.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17
55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
57.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

MW (in)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
3.00	0.309
5.00	0.007
7.00	2.185
9.00	0.684

Ek Tablo 4. İstavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

13.00	0.074	204
15.00	0.416	
17.00	0.087	
19.00	7.100	
21.00	0.929	
23.00	0.644	
25.00	2.449	
27.00	2.229	
29.00	1.338	
31.00	0.723	
33.00	0.408	
35.00	6.915	
37.00	0.208	
39.00	0.976	
41.00	0.590	
43.00	1.359	
45.00	0.028	
47.00	0.004	
49.00	--	
51.00	--	
53.00	--	
55.00	--	
57.00	--	

Chi-square value = 39.257 ; degrees of freedom = 14 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything >= 0.0001; they were truncated for clarity.

Ek Tablo 4'ün devamı

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : DISISAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	6.00	2.609	23.000	-
2	12.17	2.158	60.170	2.589
3	26.60	4.880	116.910	4.100
4	43.74	4.428	42.530	3.683

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
3.00	5.00	3.32	0.00	0.00	0.00	3.32
5.00	9.00	6.33	0.07	0.00	0.00	6.39
7.00	9.00	6.71	1.00	0.01	0.00	7.72
9.00	13.00	3.95	6.56	0.02	0.00	10.54
11.00	23.00	1.29	18.18	0.10	0.00	19.58
13.00	21.00	0.24	21.32	0.35	0.00	21.91
15.00	10.00	0.02	10.59	1.03	0.00	11.64
17.00	5.00	0.00	2.23	2.55	0.00	4.78
19.00	16.00	0.00	0.20	5.33	0.00	5.53
21.00	9.00	0.00	0.01	9.43	0.00	9.44
23.00	12.00	0.00	0.00	14.12	0.00	14.12
25.00	23.00	0.00	0.00	17.86	0.00	17.86
27.00	13.00	0.00	0.00	19.10	0.01	19.10
29.00	18.00	0.00	0.00	17.27	0.03	17.29
31.00	14.00	0.00	0.00	13.20	0.11	13.30
33.00	9.00	0.00	0.00	8.53	0.36	8.89
35.00	15.00	0.00	0.00	4.66	1.00	5.66
37.00	9.00	0.00	0.00	2.15	2.24	4.39
39.00	5.00	0.00	0.00	0.84	4.11	4.95
41.00	7.00	0.00	0.00	0.28	6.15	6.42
43.00	3.00	0.00	0.00	0.08	7.49	7.57
45.00	5.00	0.00	0.00	0.02	7.45	7.47
47.00	3.00	0.00	0.00	0.00	6.04	6.04
49.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.99	3.99
51.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.15	2.15
53.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.95
55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34
57.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10

MW (in)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
3.00	--
5.00	1.062
7.00	0.212
9.00	0.572

Ek Tablo 5. Dişi istavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

11.00	0.599
13.00	0.038
15.00	0.232
17.00	--
19.00	19.836
21.00	0.021
23.00	0.318
25.00	1.480
27.00	1.950
29.00	0.029
31.00	0.036
33.00	0.001
35.00	15.438
37.00	--
39.00	0.000
41.00	0.052
43.00	2.759
45.00	0.815
47.00	1.531
49.00	2.242
51.00	--
53.00	--
55.00	--
57.00	--

=====
 Chi-square value = 49.22 ; degrees of freedom = 12 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed li

Ek Tablo 5'in devamı

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : ERKISAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	5.37	1.767	25.000	-
2	10.74	1.782	41.440	3.027
3	24.26	3.410	52.000	5.209
4	35.28	5.854	25.410	2.379

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	GROUP No. 4	EXPECTED FREQUENCY
3.00	5.00	3.93	0.00	0.00	0.00	3.93
5.00	12.00	10.72	0.07	0.00	0.00	10.79
7.00	8.00	8.12	1.61	0.00	0.00	9.74
9.00	14.00	1.71	10.27	0.00	0.00	11.98
11.00	20.00	0.10	18.54	0.01	0.00	18.65
13.00	9.00	0.00	9.50	0.04	0.00	9.55
15.00	10.00	0.00	1.38	0.26	0.01	1.65
17.00	9.00	0.00	0.06	1.11	0.02	1.19
19.00	4.00	0.00	0.00	3.38	0.07	3.44
21.00	8.00	0.00	0.00	7.27	0.16	7.44
23.00	12.00	0.00	0.00	11.10	0.36	11.46
25.00	13.00	0.00	0.00	12.02	0.70	12.71
27.00	10.00	0.00	0.00	9.22	1.21	10.43
29.00	5.00	0.00	0.00	5.01	1.88	6.89
31.00	5.00	0.00	0.00	1.93	2.59	4.52
33.00	5.00	0.00	0.00	0.53	3.17	3.70
35.00	7.00	0.00	0.00	0.10	3.45	3.56
37.00	4.00	0.00	0.00	0.01	3.35	3.36
39.00	3.00	0.00	0.00	0.00	2.89	2.89
41.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.22	2.22
43.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.52	1.52
45.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.92
47.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
49.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.24

MW (in)	COMPONENTS OF CHI-SQR.
3.00	--
5.00	0.135
7.00	0.311
9.00	0.340
11.00	0.098
13.00	0.031
15.00	--
17.00	--

Ek Tablo 6. Erkek istavritlerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

19.00	--	
21.00	0.043	208
23.00	0.025	
25.00	0.006	
27.00	0.018	
29.00	0.519	
31.00	--	
33.00	0.460	
35.00	--	
37.00	0.121	
39.00	--	
41.00	0.670	
43.00	--	
45.00	--	
47.00	--	
49.00	--	

Chi-square value = 2.777 ; degrees of freedom = 4 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is not significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything >= 0.0001; they were truncated for clarity.
 WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with df <10 are

Ek Tablo 6'nin devamı



RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
 Parameters : $L_c/L_{oo} = .159$ $M/K = 7.79$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0002795	.891169	0.55	.0014141	.194188
0.10	.0005232	.790219	0.60	.0014060	.157320
0.15	.0007328	.696917	0.65	.0013846	.125129
0.20	.0009102	.611021	0.70	.0013520	.097250
0.25	.0010572	.532289	0.75	.0013105	.073316
0.30	.0011757	.460431	0.80	.0012624	.052967
0.35	.0012679	.395182	0.85	.0012096	.035824
0.40	.0013356	.336241	0.90	.0011542	.021524
0.45	.0013811	.283313	0.95	.0010982	.009701
0.50	.0014066	.236073	1.00	.0010432	.000000

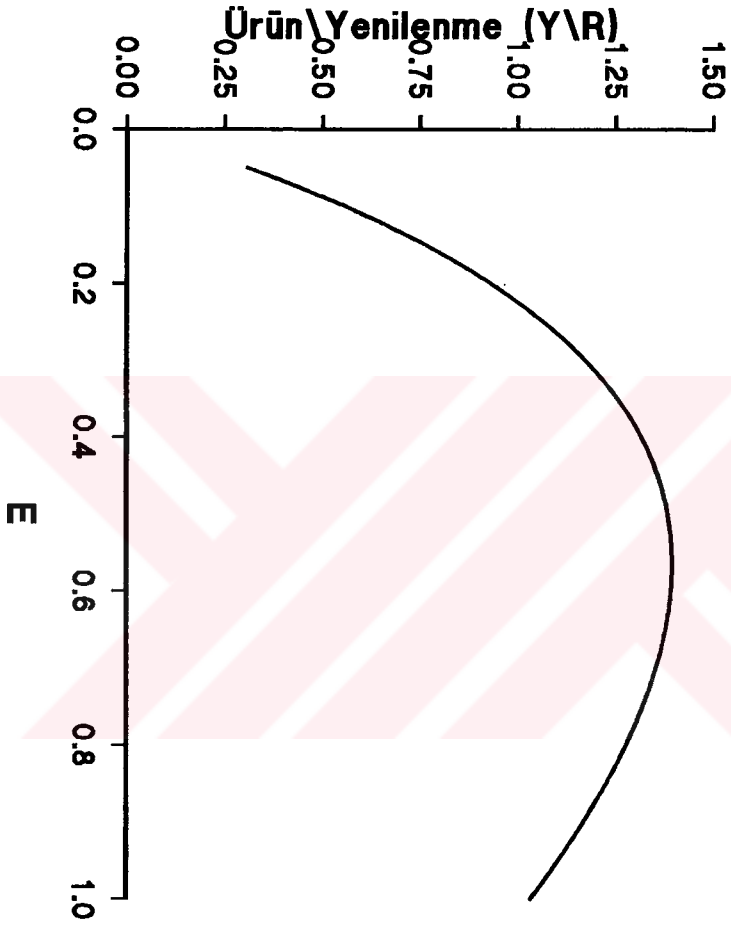
Optima:

$E_{max} = 0.549$

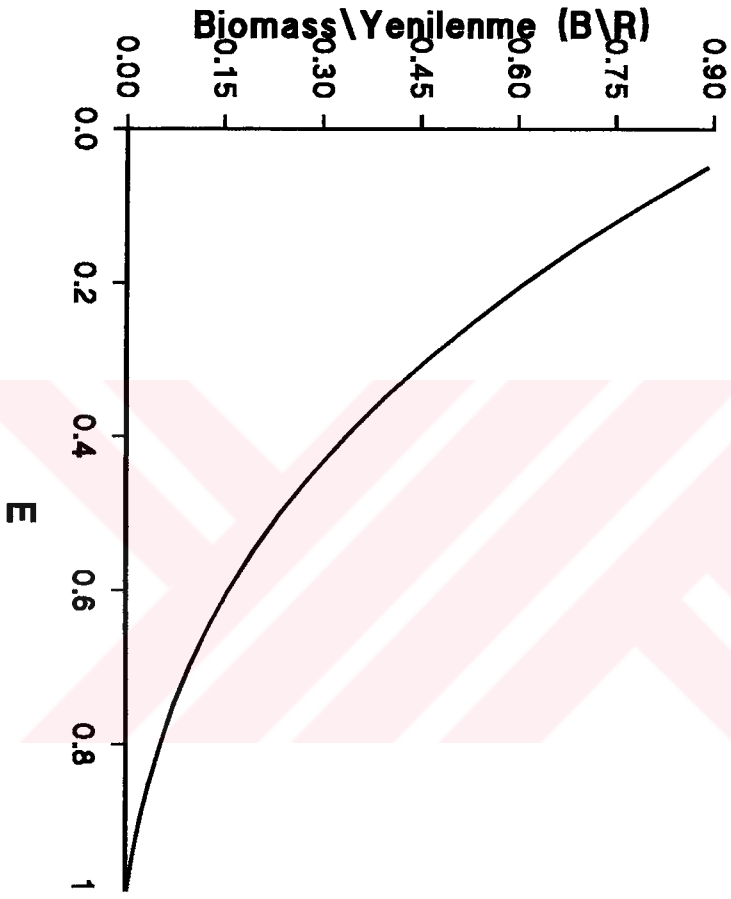
$E_{-.1} = 0.460$

$E_{-.5} = 0.272$

Ek Tablo 7. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri



Ek Şekil 1. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Ek Şekil 2. Dişi istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
Parameters : $L_c/L_{oo} = .159$ $M/K = 2.73$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0027553	.887208	0.55	.0108973	.151102
0.10	.0051241	.781555	0.60	.0101731	.114938
0.15	.0071128	.683081	0.65	.0092874	.084752
0.20	.0087301	.591808	0.70	.0082831	.060161
0.25	.0099866	.507738	0.75	.0072070	.040713
0.30	.0108954	.430846	0.80	.0061090	.025883
0.35	.0114727	.361086	0.85	.0050415	.015078
0.40	.0117372	.298372	0.90	.0040554	.007636
0.45	.0117115	.242584	0.95	.0031981	.002853
0.50	.0114215	.193564	1.00	.0025056	.000000

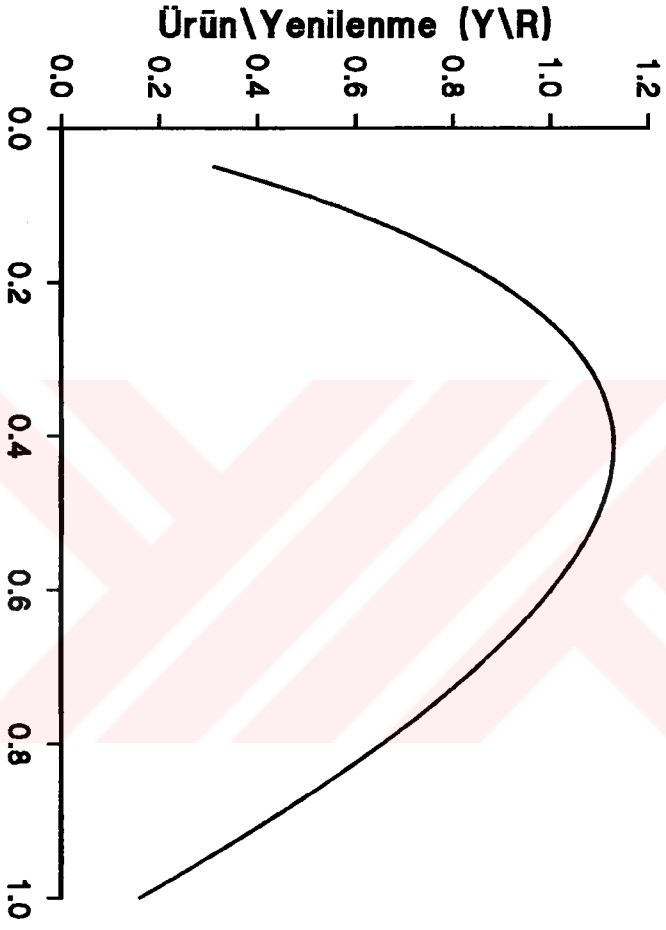
Optima:

$$E_{max} = 0.421$$

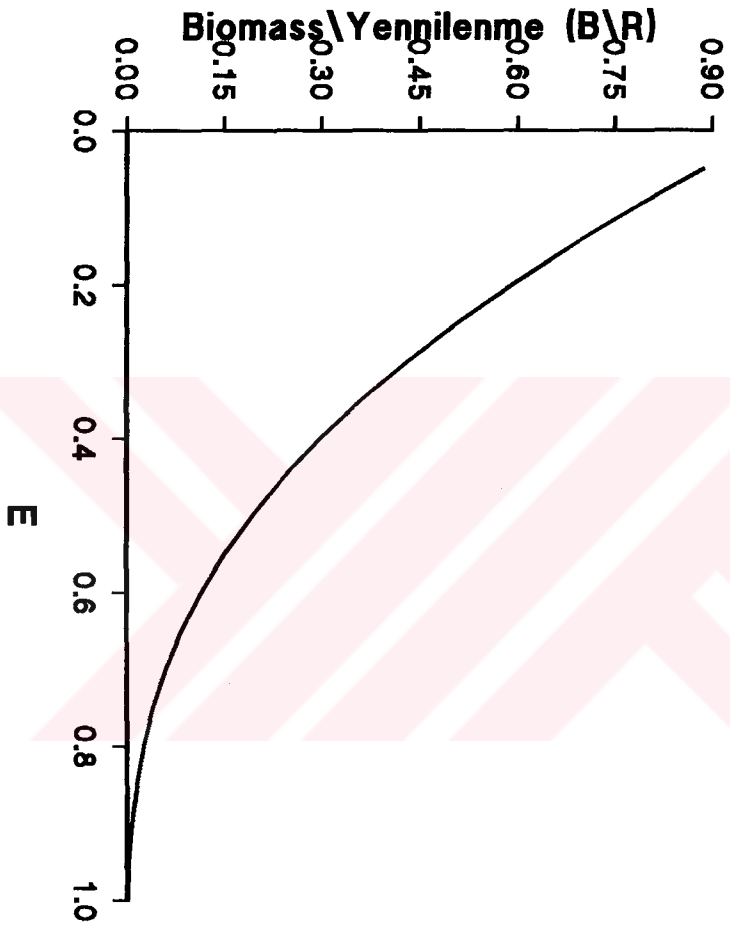
$$E_{-.1} = 0.355$$

$$E_{-.5} : 0.255$$

Ek Tablo 8. Diş istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde Hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri



Ek Şekil 3. Dişi istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminin hesaplanan Y/R Değerleri



Ek Şekil 4. Dişi istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R Değerleri

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
 Parameters : $L_c/L_{oo} = .164$ $M/K = 8.83$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0001987	.895054	0.55	.0010824	.209945
0.10	.0003738	.797459	0.60	.0010885	.172034
0.15	.0005263	.706995	0.65	.0010851	.138517
0.20	.0006574	.623414	0.70	.0010736	.109074
0.25	.0007684	.546498	0.75	.0010552	.083383
0.30	.0008605	.475975	0.80	.0010314	.061128
0.35	.0009349	.411599	0.85	.0010035	.041982
0.40	.0009929	.353086	0.90	.0009726	.025619
0.45	.0010360	.300171	0.95	.0009401	.011730
0.50	.0010653	.252555	1.00	.0009069	.000000

Optima:

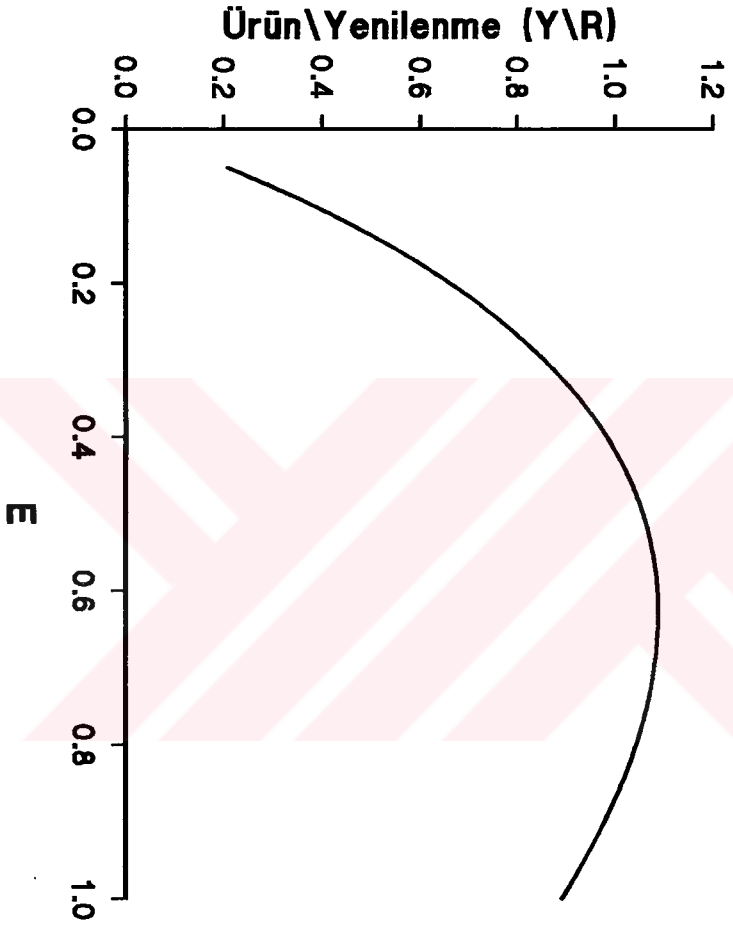
$E_{max} = 0.607$

$E_{-.1} = 0.517$

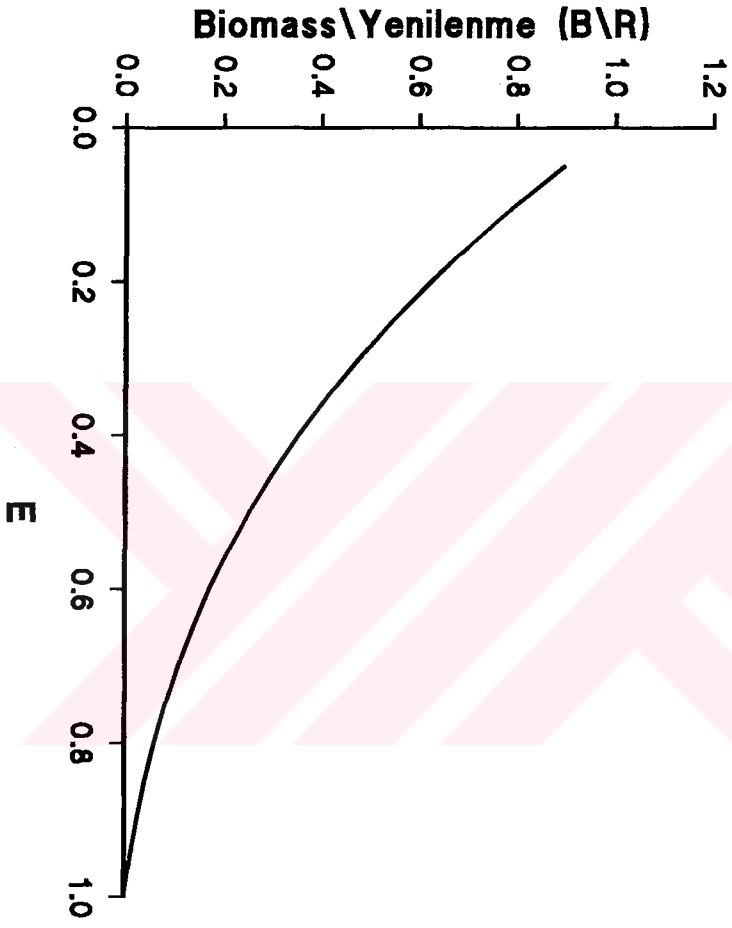
$E_{-.5} = 0.264$

Ek Tablo 9. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R

Ve B/R değerleri



Ek Şekil 5. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Ek Şekil 6. Erkek istavritlerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminin Hesaplanan B/R değerleri

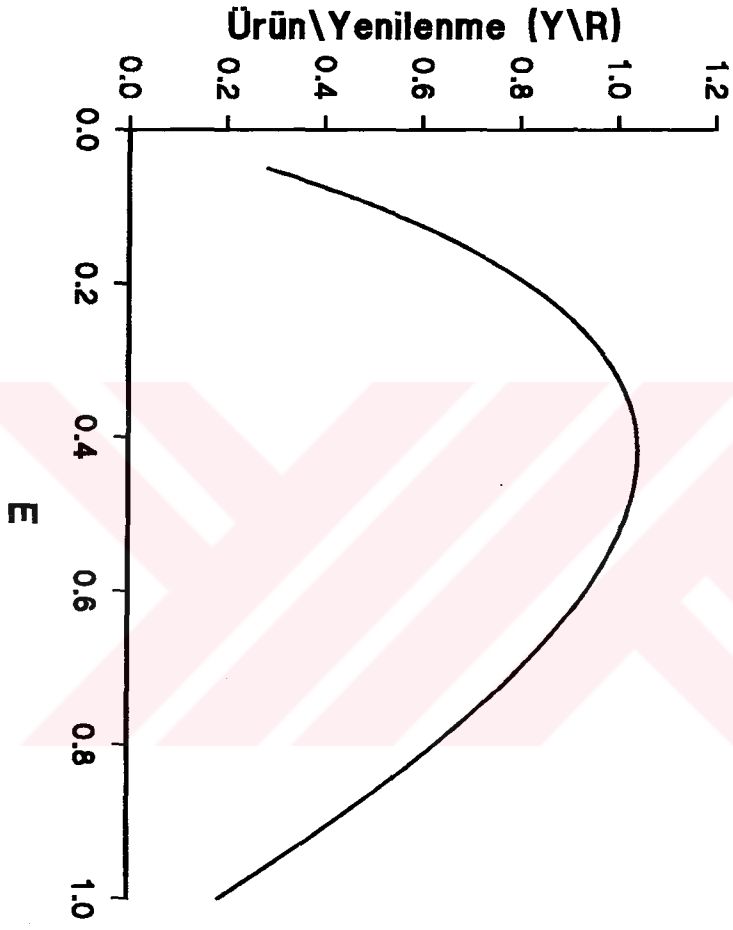
RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
 Parameters : $L_c/L_{oo} = .164$ $M/K = 2.87$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0025142	.887397	0.55	.0101066	.153610
0.10	.0046772	.781987	0.60	.0094812	.117419
0.15	.0064957	.683791	0.65	.0087096	.087120
0.20	.0079780	.592819	0.70	.0078295	.062333
0.25	.0091344	.509058	0.75	.0068813	.042610
0.30	.0099772	.432468	0.80	.0059086	.027440
0.35	.0105215	.362985	0.85	.0049558	.016246
0.40	.0107845	.300510	0.90	.0040675	.008396
0.45	.0107869	.244913	0.95	.0032841	.003211
0.50	.0105519	.196019	1.00	.0026377	.000000

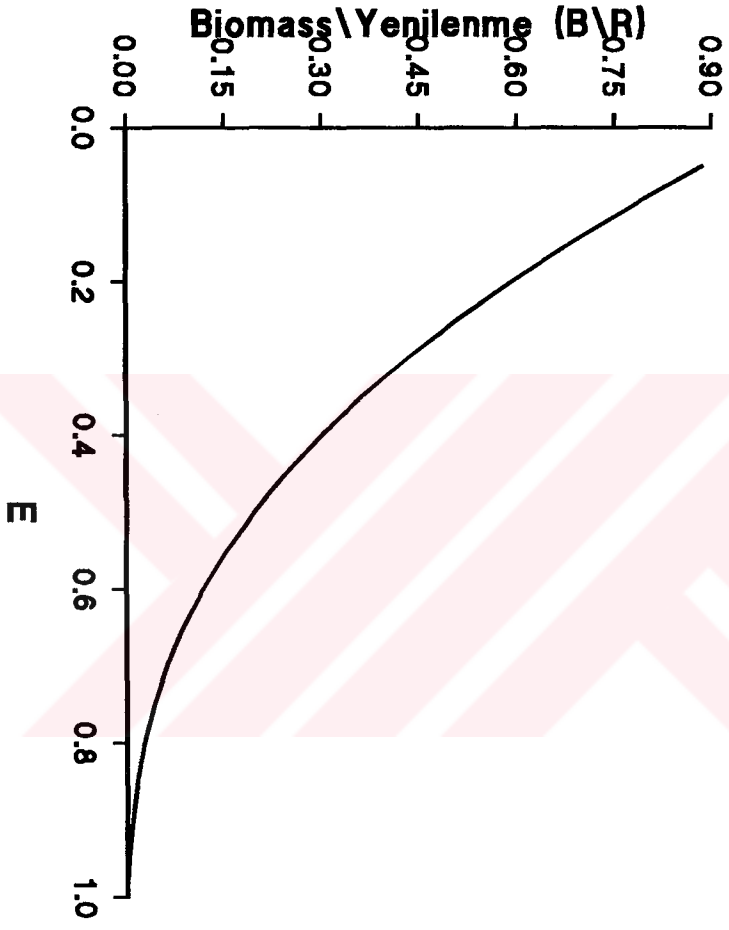
Optima:

$E_{max} = 0.425$
 $E_{-.1} = 0.352$
 $E_{-.5} : 0.256$

Ek Tablo 10. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R Değerleri



Ek Şekil 7. Erkek istavritlerde Pauly' nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R Değerleri



Ek Şekil 8. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminin hesaplanan B/R Değerleri

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : HAMSILFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	7.93	0.770	181.000	-
2	9.99	0.650	218.580	2.902
3	12.13	0.608	29.290	3.402

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
6.00	3.00	1.70	0.00	0.00	1.70	--
6.50	10.00	7.35	0.00	0.00	7.35	0.957
7.00	33.00	20.78	0.00	0.00	20.78	7.185
7.50	42.00	38.54	0.03	0.00	38.57	0.305
8.00	53.00	46.88	0.48	0.00	47.36	0.671
8.50	43.00	37.41	4.01	0.00	41.42	0.060
9.00	46.00	19.58	18.53	0.00	38.11	1.634
9.50	69.00	6.72	47.35	0.00	54.07	4.123
10.00	76.00	1.51	66.94	0.02	68.46	0.829
10.50	58.00	0.22	52.36	0.21	52.79	0.514
11.00	48.00	0.02	22.66	1.45	24.14	23.592
11.50	32.00	0.00	5.43	5.12	10.55	43.578
12.00	13.00	0.00	0.72	9.19	9.91	0.960
12.50	12.00	0.00	0.05	8.38	8.43	1.507
13.00	4.00	0.00	0.00	3.88	3.88	--
13.50	1.00	0.00	0.00	0.91	0.91	--

Chi-square value = 85.914 ; degrees of freedom = 6 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with $df < 10$ are unreliable.

Ek Tablo 11. Hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy Gruplarında olması beklenen frekanslar

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : DISIHAM.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	7.74	0.618	72.000	-
2	9.97	0.816	176.030	3.116
3	12.29	0.580	21.170	3.330

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
6.00	2.00	0.36	0.00	0.00	0.36	--
6.50	4.00	2.66	0.00	0.00	2.67	--
7.00	16.00	10.35	0.05	0.00	10.39	3.025
7.50	25.00	20.88	0.36	0.00	21.24	0.664
8.00	27.00	21.89	2.01	0.00	23.90	0.403
8.50	24.00	11.93	7.58	0.00	19.51	1.034
9.00	27.00	3.38	19.69	0.00	23.06	0.672
9.50	45.00	0.50	35.11	0.00	35.61	2.478
10.00	56.00	0.04	43.02	0.00	43.06	3.891
10.50	42.00	0.00	36.21	0.05	36.25	0.911
11.00	39.00	0.00	20.93	0.50	21.43	14.405
11.50	26.00	0.00	8.32	2.52	10.84	21.203
12.00	10.00	0.00	2.27	6.11	8.38	0.315
12.50	9.00	0.00	0.43	7.03	7.45	0.322
13.00	4.00	0.00	0.05	3.84	3.90	--
13.50	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	--

Chi-square value = 49.323 ; degrees of freedom = 5 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with df <10 are unreliable.

Ek Tablo 12. Dişi hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : ERKHMSI.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	7.79	0.697	67.000	-
2	9.87	0.647	74.160	3.087
3	11.45	0.527	11.240	2.699

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

ML (cm)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
6.00	1.00	0.58	0.00	0.00	0.58	--
6.50	6.00	3.01	0.00	0.00	3.01	--
7.00	17.00	9.24	0.00	0.00	9.25	6.504
7.50	17.00	16.99	0.02	0.00	17.02	0.000
8.00	26.00	18.68	0.28	0.00	18.97	2.609
8.50	19.00	12.28	2.08	0.00	14.36	1.501
9.00	19.00	4.83	8.37	0.00	13.20	2.554
9.50	24.00	1.13	18.56	0.00	19.70	0.940
10.00	20.00	0.16	22.67	0.07	22.90	0.367
10.50	16.00	0.01	15.24	0.70	15.95	0.000
11.00	9.00	0.00	5.65	2.70	8.34	0.051
11.50	6.00	0.00	1.15	4.25	5.40	0.066
12.00	3.00	0.00	0.13	2.72	2.85	--
12.50	3.00	0.00	0.01	0.71	0.72	--

Chi-square value = 14.593 ; degrees of freedom = 3 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with df <10 are unreliable.

Ek Tablo 13. Erkek hamsilerde her boy grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün boy gruplarında olması beklenen frekanslar

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : TOPHAMAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	3.89	1.731	177.000	-
2	9.27	2.122	281.580	2.793
3	16.50	0.877	4.670	4.822

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
1.00	4.00	9.16	0.02	0.00	9.18	2.924
2.00	56.00	21.04	0.13	0.00	21.17	57.319
3.00	67.00	34.62	0.58	0.00	35.20	28.726
4.00	50.00	40.79	2.15	0.00	42.94	1.161
5.00	43.00	34.43	6.33	0.00	40.76	0.123
6.00	69.00	20.81	14.97	0.00	35.79	30.829
7.00	41.00	9.01	28.34	0.00	37.35	0.356
8.00	19.00	2.79	42.96	0.00	45.75	15.644
9.00	61.00	0.62	52.14	0.00	52.76	1.286
10.00	47.00	0.10	50.68	0.00	50.78	0.281
11.00	37.00	0.01	39.44	0.00	39.46	0.153
12.00	28.00	0.00	24.58	0.00	24.58	0.474
13.00	11.00	0.00	12.27	0.00	12.27	0.131
14.00	4.00	0.00	4.90	0.03	4.93	--
15.00	1.00	0.00	1.57	0.40	1.97	0.479
16.00	4.00	0.00	0.40	1.68	2.09	--
17.00	0.00	0.00	0.08	1.92	2.00	--
18.00	1.00	0.00	0.01	0.59	0.61	--

Chi-square value = 139.885 ; degrees of freedom = 7 ; (note that chi-square value

was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with $df < 10$ are unreliable.

Ek Tablo 14. Hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : DISHAMAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	4.34	1.855	126.000	-
2	10.85	1.547	150.930	3.830
3	16.50	0.541	4.000	5.406

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
1.00	2.00	4.85	0.00	0.00	4.85	--
2.00	27.00	11.41	0.00	0.00	11.41	21.308
3.00	38.00	20.05	0.00	0.00	20.05	16.068
4.00	30.00	26.35	0.00	0.00	26.35	0.505
5.00	29.00	25.89	0.02	0.00	25.92	0.367
6.00	37.00	19.03	0.23	0.00	19.26	16.347
7.00	32.00	10.45	1.48	0.00	11.94	33.715
8.00	11.00	4.29	6.28	0.00	10.58	0.017
9.00	42.00	1.32	17.52	0.00	18.84	28.485
10.00	37.00	0.30	32.16	0.00	32.47	0.633
11.00	30.00	0.05	38.90	0.00	38.95	2.056
12.00	24.00	0.01	30.98	0.00	30.98	1.574
13.00	8.00	0.00	16.25	0.00	16.25	4.187
14.00	4.00	0.00	5.61	0.00	5.61	0.463
15.00	1.00	0.00	1.28	0.04	1.31	0.075
16.00	4.00	0.00	0.19	1.60	1.79	--
17.00	0.00	0.00	0.02	2.25	2.26	--
18.00	1.00	0.00	0.00	0.10	0.11	--

Chi-square value = 125.801 ; degrees of freedom = 7 ;(note that chi-square val

was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with $df < 10$ are unreliable.

Ek Tablo 15. Dişı hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna Ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

BHATTACHARYA'S METHOD FOR SEPARATING FREQUENCY DISTRIBUTIONS
Summary results for SAMPLE No. 1 , File : ERHAMAG.LFQ

GROUP No.	MEAN	STANDARD DEV.(s.d.)	POPULATION (N)	SEPARATION INDEX (S.I.)
1	2.50	0.612	60.000	-
2	6.11	1.455	62.990	3.490
3	10.07	1.253	41.500	2.928

S.I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated

MW (in)	OBSERVED FREQUENCY	GROUP No. 1	GROUP No. 2	GROUP No. 3	EXPECTED CONTR. TO CHI-SQR.	COMPONENTS
1.00	2.00	1.28	0.03	0.00	1.31	--
2.00	29.00	24.19	0.26	0.00	24.45	0.846
3.00	29.00	31.60	1.52	0.00	33.13	0.514
4.00	20.00	2.85	5.47	0.00	8.32	16.397
5.00	14.00	0.02	12.25	0.00	12.27	0.243
6.00	32.00	0.00	17.10	0.05	17.15	12.846
7.00	9.00	0.00	14.88	0.54	15.42	2.673
8.00	8.00	0.00	8.07	2.95	11.02	0.828
9.00	19.00	0.00	2.73	8.54	11.27	5.295
10.00	10.00	0.00	0.58	13.09	13.67	0.985
11.00	7.00	0.00	0.08	10.61	10.69	1.272
12.00	4.00	0.00	0.01	4.55	4.55	0.067
13.00	3.00	0.00	0.00	1.03	1.03	--

Chi-square value = 41.967 ; degrees of freedom = 4 ;(note that chi-square value was cumulated after classes with expected frequency < 5 were combined with adjacent classes, see dashed lines). At 95% level of confidence, the expected distribution is significantly different from the observed distribution. Frequencies=0.000 under the GROUP headings can be anything ≥ 0.0001 ; they were truncated for clarity.

WARNING : The chi-square value is meaningless if the sample analyzed did not consist of actual frequencies. Also, tests with $df < 10$ are unreliable.

Ek Tablo 16. Erkek hamsilerde her ağırlık grubuna ait, bulunan frekanslarla, her yaş grubuna Ait bütün ağırlık gruplarında olması beklenen frekanslar

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
Parameters : $L_c/L_{oo} = .361$ $M/K = 4.34$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0008717	.916092	0.55	.0061945	.280331
0.10	.0016792	.835891	0.60	.0064164	.236600
0.15	.0024229	.759408	0.65	.0065900	.196272
0.20	.0031035	.686644	0.70	.0067184	.159259
0.25	.0037219	.617598	0.75	.0068046	.125458
0.30	.0042791	.552259	0.80	.0068522	.094751
0.35	.0047761	.490612	0.85	.0068650	.067008
0.40	.0052145	.432634	0.90	.0068471	.042081
0.45	.0055957	.378290	0.95	.0068029	.019804
0.50	.0059217	.327540	1.00	.0067370	.000000

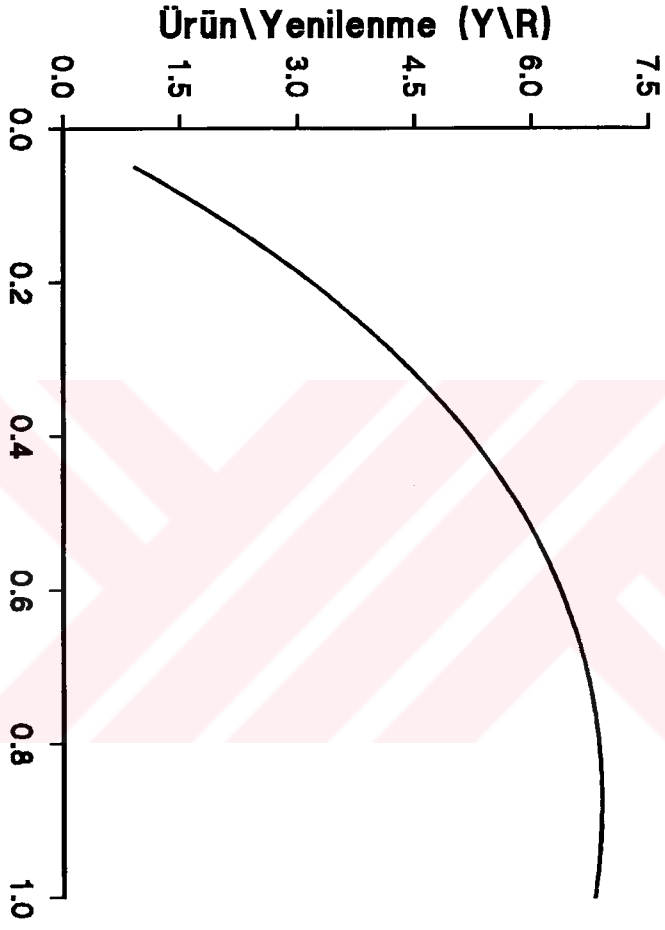
Optima:

$E_{max} = 0.846$

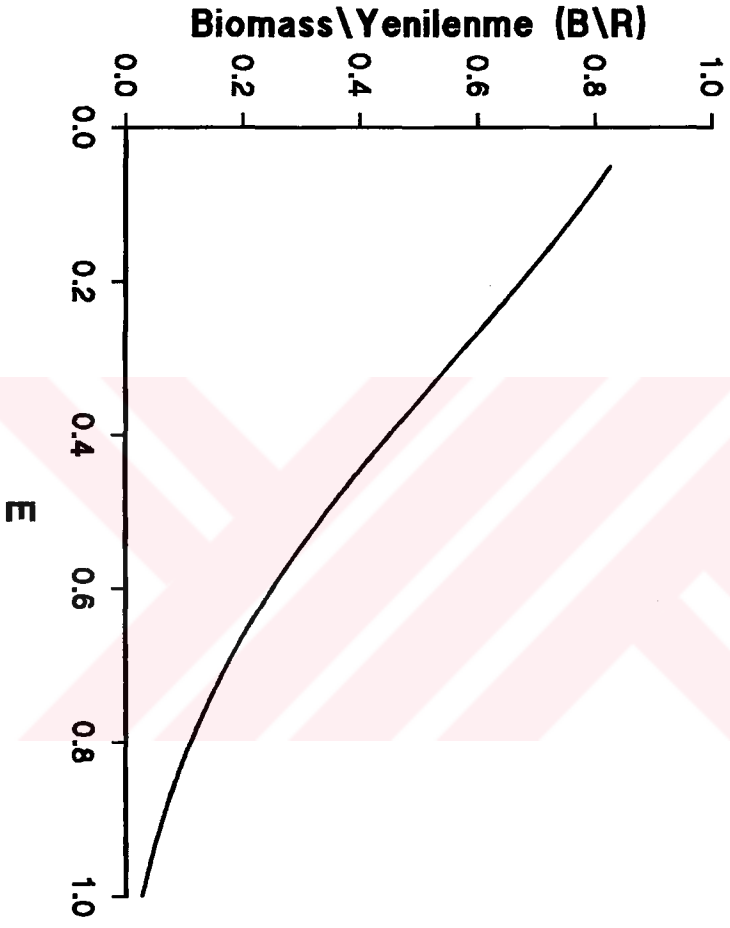
$E_{-.1} = 0.705$

$E_{-.5} : 0.305$

Ek Tablo 17. Dişi hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri



Ek Şekil 9. Dışi hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Ek Şekil 10. Dişi hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan B/R değerleri

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
 Parameters : $L_c/L_{oo} = .361$ $M/K = 2.31$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0035000	.911922	0.55	.0219694	.246496
0.10	.0067048	.827511	0.60	.0221977	.202936
0.15	.0096110	.746857	0.65	.0221641	.163662
0.20	.0122153	.670048	0.70	.0218865	.128630
0.25	.0145156	.597171	0.75	.0213875	.097765
0.30	.0165107	.528306	0.80	.0206945	.070947
0.35	.0182008	.463530	0.85	.0198403	.048013
0.40	.0195873	.402909	0.90	.0188632	.028742
0.45	.0206735	.346502	0.95	.0178071	.012852
0.50	.0214649	.294355	1.00	.0167203	.000000

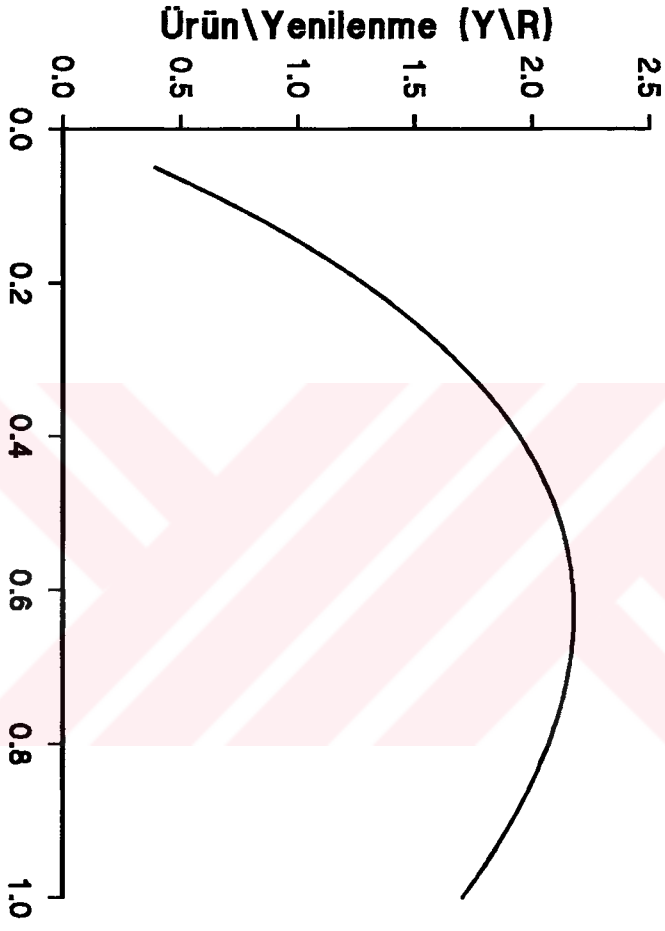
Optima:

$$E_{max} = 0.619$$

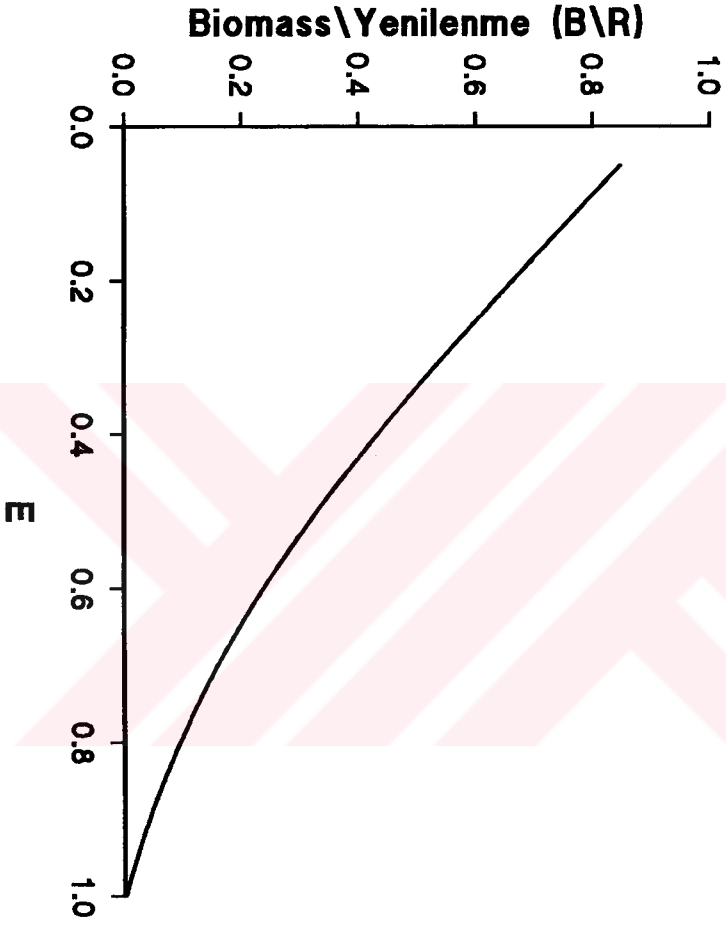
$$E_{-.1} = 0.571$$

$$E_{-.5} = 0.321$$

Ek Tablo 18. Dişi hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde Hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri



Ek Şekil 11. Dişi hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R Değerleri



Ek Şekil 12. Dişi hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminin hesaplanan B/R Değerleri

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge
 Parameters : Lc/Loo = .383 M/K = 4.982

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0005538	.920317	0.55	.0042096	.301272
0.10	.0010720	.843891	0.60	.0044015	.256669
0.15	.0015549	.770723	0.65	.0045657	.215042
0.20	.0020030	.700810	0.70	.0047035	.176323
0.25	.0024166	.634144	0.75	.0048164	.140432
0.30	.0027963	.570714	0.80	.0049060	.107284
0.35	.0031426	.510502	0.85	.0049741	.076780
0.40	.0034563	.453484	0.90	.0050224	.048812
0.45	.0037381	.399632	0.95	.0050529	.023262
0.50	.0039889	.348909	1.00	.0050676	.000000

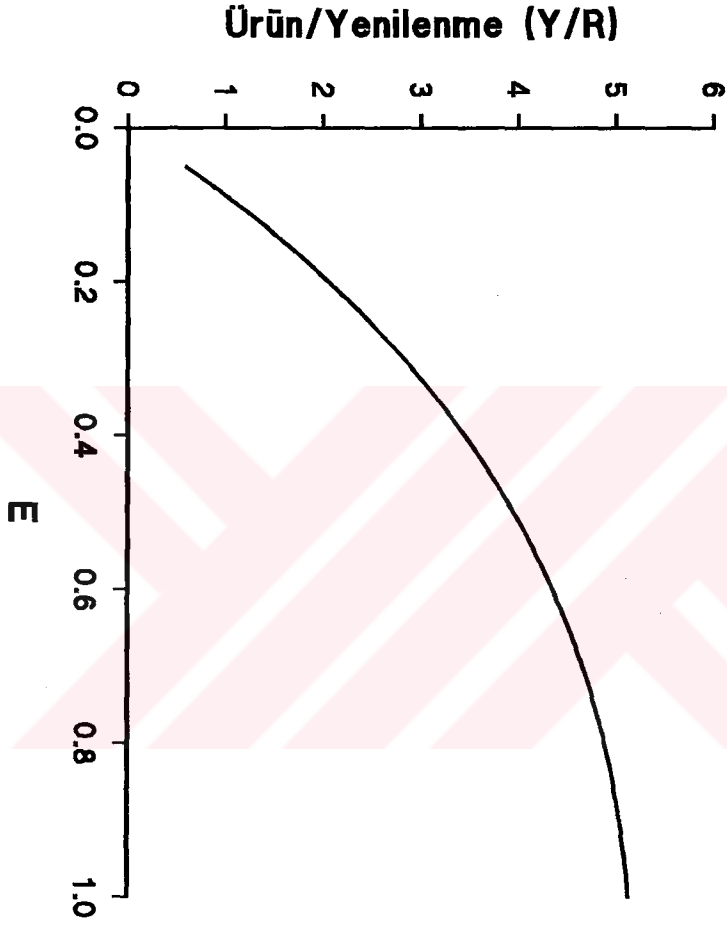
Optima:

E_{max} = 1.000

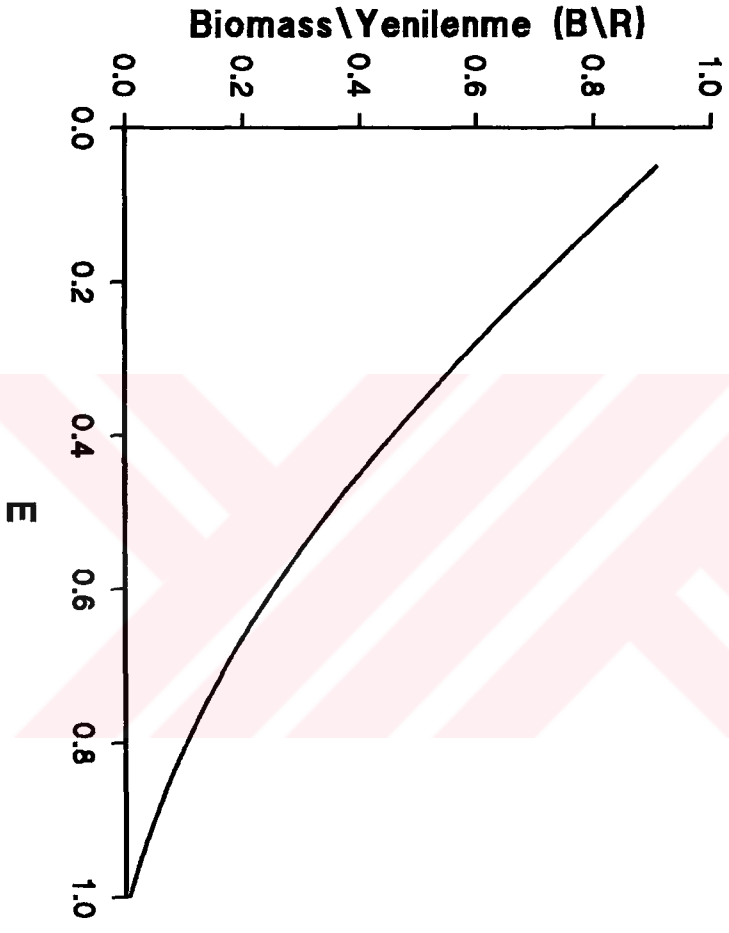
E_{-.1} = 0.870

E_{-.5} : 0.359

Ek Tablo 19. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R ve B/R değerleri



Ek Şekil 13. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölüm denkleminde hesaplanan Y/R değerleri



Ek Şekil 14. Erkek hamsilerde Rikhter&Efanov'un doğal ölümler denklemlerinden Hesaplanan B/R değerleri

RELATIVE YIELD/RECRUIT : Knife-edge

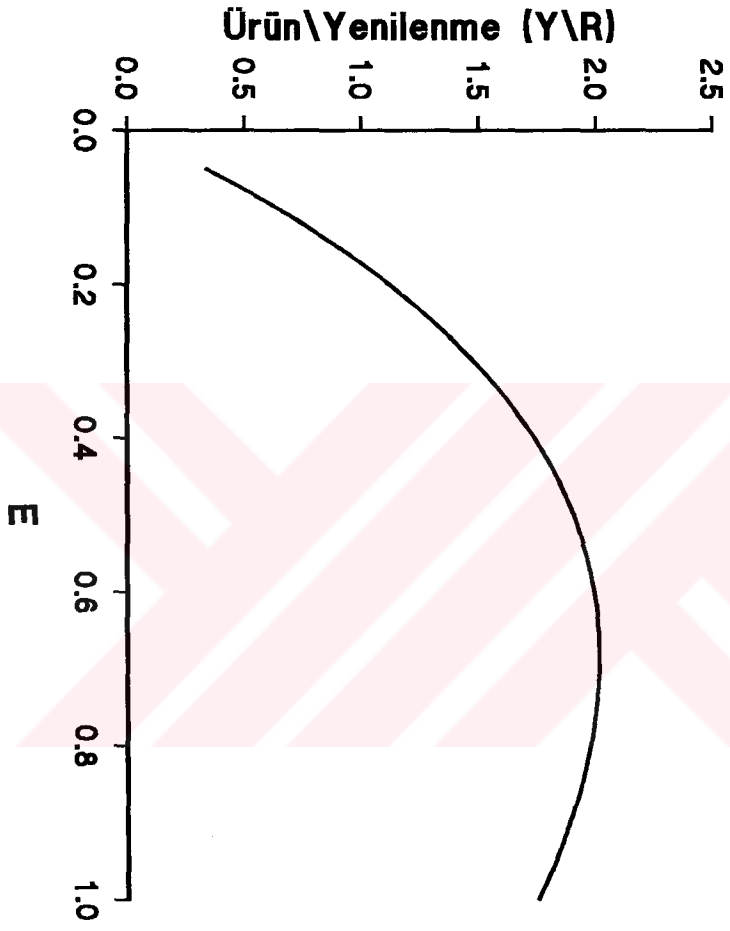
Parameters : $L_c/L_{oo} = .383$ $M/K = 2.47$

E	Y'/R	B'/R	E	Y'/R	B'/R
0.05	.0030284	.914224	0.55	.0199318	.259110
0.10	.0058176	.831915	0.60	.0203080	.215113
0.15	.0083650	.753153	0.65	.0204684	.175117
0.20	.0106682	.678016	0.70	.0204256	.139088
0.25	.0127255	.606579	0.75	.0201957	.106961
0.30	.0145362	.538911	0.80	.0197978	.078641
0.35	.0161001	.475078	0.85	.0192550	.053989
0.40	.0174185	.415138	0.90	.0185943	.032827
0.45	.0184937	.359140	0.95	.0178464	.014924
0.50	.0193296	.307122	1.00	.0170457	.000000

Optima:

 $E_{max} = 0.664$ $E_{-.1} = 0.607$ $E_{-.5} = 0.318$

Ek Tablo 20. Erkek istavritlerde Pauly'nin doğal ölüm oranı denkleminde hesaplanan Y/R Ve B/R değerleri



Ek Şekil 15. Erkek hamsilerde Pauly'nin doğal ölüm denkleminden hesaplanan Y/R Değerleri

