

# Kuzeydoğu Akdeniz Küçük Pelajik Balık Stoklarındaki Değişimlerin Araştırılması

**Proje No:** 108O566

Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ  
Serdar SAKINAN  
Elif KARAKAŐ  
Meltem OK  
Mertkan TER  
Dr. Esin YALÇIN  
Dr. YeŐim AK REK  
Prof. Dr. Ferit BİNGEL

KASIM 2011  
MERSİN

## Önsöz

Küçük pelajik olarak sınıflandırılan balıklar dünyada ve Türkiye’de denizlerden elde edilen canlı kaynaklar içinde miktar olarak en yüksek olan türleri içerir. Hızlı büyümeleri, kısa ömürlü olmaları, besin zincirinde alt seviyede konumlanmaları gibi biyolojik ve ekolojik özellikleri sayesinde aşırı avcılık baskısına karşı direnç gösterebildiklerinden dünyada diğer stoklar aşırı avcılık baskısı altında çöküşler sergilerken küçük pelajik balıklar av vermeye devam etmektedir. Diğer taraftan yine yukarıda sayılan biyolojik özellikleri nedeni ile, örneğin, iklim dalgalanmaları gibi değişimlere en çabuk ve şiddetli tepki veren türler de yine küçük pelajik balıklardır. Bu tepkilere en çarpıcı örnek dünyanın en büyük balık stoklarından olan Peru hamsisinin verimliliğine El Niños güney salınımı (ENSO) etkisidir. 1978 öncesi dünya üzerinde avlanan toplam balık miktarının tek başına %10’dan fazlasını oluşturan (oniki milyon ton) Peru hamsisi ENSO etkisi ile neredeyse sifıra ineilmektedir (Schreiber ve ark., 2011).

Diğer taraftan iklim değişimleri yüzyılın temel ve önüne geçilemez sorunlarından. Bu sorunun çözümü için alınan önlemler ile yakın gelecekte sonuca ulaşılabilmesi olası görünmemektedir. Dolayısı ile şu an için bu soruna karşı yapılacak olan bu problemin etkilerinin önceden belirlenmesi ve bu sorun ile birlikte yaşamaya hazırlıklı olunmasıdır. Akdeniz’in kuzeydoğu köşesi bu denizin en sıcak ve en hızlı ısınan kesimlerinden biridir. Dolayısı ile küresel ısınmanın etkilerinden en çok etkilenen alanların başında gelmektedir ve bu nedenle bu sorunun etkilerinin incelenmesi bakımından laboratuvar sayılabilecek bir konumdur. Küçük pelajik balıklar ekolojik ve ekonomik önemlerinin yanında çevresel değişimlere hızlı tepki vermeleri ile çevresel değişimlerin kısa vadede etkilerinin izlenebilmesine olanak sağlayan türlerdir. Bu iki nokta kuzeydoğu Akdeniz küçük pelajik balık stoklarını küresel ısınmanın deniz ekosistemleri üzerine etkilerini izlemek açısından önemli kılmaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz ekosistemini etkileyen diğer bir sorun da Suveyş kanalının açılmasının ardından Kızıldeniz’den Akdeniz’e geçen türlerdir. Lessepsian göçü olarak bilinen bu olay pekçok araştırmacı tarafından yakından takip edilmekte ve Akdeniz’e giren yeni türler kısa bir sürede rapor edilmektedir. Bu türlerin Akdeniz’in yerli türleri ile rekabet etmeleri kaçınılmazdır; ancak Lessepsian göçünün bu boyutu yeterince dikkate alınmamaktadır.

Küçük pelajik balıklar çalışılmasındaki güçlükler nedeni ile özellikle kuzeydoğu Akdeniz’de gözardı edilen türlerdir. Bu nedenle TÜBİTAK Tarım, Ormancılık Ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu – TOVAG tarafından desteklenmiş olan bu çalışmada kuzeydoğu Akdeniz’de yayılım gösteren küçük pelajik balıklar hakkında mümkün olduğunca çok veri elde ederek bu veriler ışığında bu önemli denizel kaynağın sürdürülebilir kullanımına olanak sağlayacak balıkçılık düzenlemeleri önerilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen tüm bulgular bu önemli grubun tanınmasında yararlı olur düşüncesi ile rapora dahil edilmiştir. Ancak diğer taraftan bu yaklaşımın doğal sonucu olarak da raporda tek ve net bir bilimsel soru sorulamamış; verilen konu başlıkları arasında da tam bir konu bütünlüğü sağlanamamıştır.

Yoğun deniz çalışması gerektiren bu proje lisansüstü öğrenciler, teknisyenler (Hasan Pınar ve Mertkan Tüer, balıkçılık ekibi (Ahmet Tutsak, Kazım Tutsak ve Alaaddin Akkaş), R/V Lamas-1 ve R/V Bilim-2 gemilerinin personelinin özverili katkıları sayesinde başarı ile tamamlanmıştır.

Doç. Dr. Ali Cemal Gücü  
Proje Yürütücüsü

## İçindekiler

Önsöz .....	1
İçindekiler .....	2
Tablolar Listesi .....	5
Şekiller listesi.....	6
Özet.....	11
Abstract .....	12
Giriş ve Genel Bilgiler.....	13
Gereç ve Yöntem.....	15
Deniz Çalışmaları.....	15
Akustik örnekleme .....	17
Akustik Verilerin Analizi .....	25
Sürü Belirleme .....	25
Belirlenen sürüleri tanımlama .....	26
Belirlenen Sürülere Tür Atama .....	26
Sınıflandırma .....	27
Ortasu trolü örnekleme.....	34
Küçük pelajik balıkların tür kompozisyonlarının belirlenmesi .....	34
Küçük pelajik balıkların biyolojik özelliklerinin belirlenmesi.....	34
Balıkların boy dağılımları .....	34
Üreme zamanının belirlenmesi.....	35
Yağ analizleri .....	38
Türlerin alan kullanımının belirlenmesine yönelik analizler .....	39
Dağılımlara etki eden faktörlerin belirlenmesi .....	40
Uydu verileri .....	40
CTD verileri .....	40
Akustik veriler üzerinden biokütle ve bolluk hesaplaması.....	40
Stok değerlendirme .....	41
Stok değişkenleri .....	41
Stok yönetimine dair analizler .....	42
Sonuçlar .....	43
Hidrografik ölçümler .....	43
Bazı önemli aylardaki sıcaklık, tuzluluk ve fluoresans verilerinin alansal ve dikey değişimleri .....	49
Uydu verileri .....	59
Küçük pelajik balık örneklerinde tür kompozisyonları.....	60
Akustik çalışmalar .....	60
Belirlenen sürü tiplerinin balık türlerine atanması.....	70
Akustik verilerin analizine göre bölgedeki küçük pelajik balıkların alansal dağılımı .....	71

Akustik verilere göre <i>Sardinella aurita</i> dağılımı.....	71
Akustik verilere göre <i>Dussumieria elopoides</i> dağılımı.....	73
Akustik verilere göre <i>Trachurus mediterraneus</i> dağılımı.....	73
Akustik verilere göre <i>Trachurus trachurus</i> dağılımı.....	74
Akustik sonuçlara göre <i>Sardine pilchardus</i> türünün dağılımı.....	75
Akustik sonuçlara göre <i>Scomber japonicus</i> türünün dağılımı.....	76
Akustik sonuçlara göre <i>Etrumeus teres</i> türünün dağılımı.....	76
Akustik sonuçlara göre <i>Engraulis encrasicolus</i> türünün dağılımı.....	77
Biyolojik özellikler.....	79
Boy- Ağırlık ilişkileri.....	79
Gonadosomatik indeks-Tüm türler.....	80
Kondisyon faktörü- Tüm türler.....	81
Hepatosomatik gösterge- Tüm türler.....	81
<i>Sardinella aurita</i> - Sarıkız sardalya.....	83
<i>Dussumieria elopoides</i> - Sivriburun sardalya.....	88
<i>Trachurus mediterraneus</i> - Sarıkuyruk istavrit.....	92
<i>Trachurus trachurus</i> - Karagöz istavrit.....	96
<i>Sardina pilchardus</i> -Sardalya.....	99
<i>Engraulis encrasicolus</i> - Hamsi.....	103
Form-1 (Aynalı)-Hamsi.....	104
Form-2 (Uzun)-Hamsi.....	107
Yumurtlama Dönemleri.....	111
Yağ Analizleri.....	112
İlk Eşeyssel Olgunluk Boyları.....	114
<i>Dussumieria elopoides</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	114
<i>Etrumeus teres</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	115
<i>Sardina pilchardus</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	115
<i>Sardinella aurita</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	116
<i>Sardinella maderensis</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	116
<i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 (aynalı) Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	117
<i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 (uzun) Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	118
<i>Caranx crysos</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	118
<i>Caranx rhonchus</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	119
<i>Trachurus mediterraneus</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	120
<i>Trachurus trachurus</i> Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu.....	120
Dağılım Alanları.....	121



<i>Sardinella aurita</i> .....	122
<i>Sardina pilchardus</i> .....	123
<i>Dussumieria elopsoides</i> .....	125
<i>Trachurus mediterraneus</i> .....	127
Türlerin akustik yöntem sonuçlarına göre tahmin edilen biokütle ve bolluk değerleri .....	130
Türlerin dağılımına etki eden çevresel değişkenler .....	130
<i>Sardinella aurita</i> .....	131
<i>Sardina pilchardus</i> .....	133
<i>Trachurus mediterraneus</i> .....	135
<i>Trachurus trachurus</i> .....	137
Stok değişkenleri .....	138
Balıkların boy dağılımları ve <i>von Bertalanffy</i> büyüme fonksiyonu değişkenleri .....	139
Sardalya - <i>Sardina pilchardus</i> .....	140
Sarıköz Sardalya - <i>Sardinella aurita</i> .....	141
Hamsi – <i>Engraulis encrasicolus</i> .....	141
İstavrit - <i>Trachurus mediterraneus</i> .....	142
Sivriburun sardalya - <i>Dussumieria elopsoides</i> .....	142
Denizanası tralı - <i>Alepes djadaba</i> .....	143
Kambur tral - <i>Caranx crysos</i> .....	144
Tral - <i>Caranx rhoncus</i> .....	144
İspanyol hamsisi - <i>Etrumeus teres</i> .....	145
Benekli sardalya - <i>Herkloshytyis punctatus</i> .....	145
Yassı sardalya - <i>Sardinella maderensis</i> .....	146
Kolyoz - <i>Scomber japonicus</i> .....	146
Kıraça - <i>Trachurus trachurus</i> .....	147
Mortalite .....	147
Stok yönetimine dair analizler .....	149
<i>Sardinella aurita</i> .....	149
<i>Sardina pilchardus</i> .....	151
<i>Engraulis encrasicolus</i> .....	151
<i>Trachurus mediterraneus</i> .....	152
<i>Trachurus trachurus</i> .....	153
<i>Dussumieria elopsoides</i> .....	154
<i>Etrumeus teres</i> .....	155
Tartışma / Sonuç .....	158
Referanslar .....	162

## Tablolar Listesi

Çizelge 1. Proje kapsamında gerçekleştirilen deniz çalışmalarına ait özet bilgiler – detaylı bilgiler Ek-1’te verilmiştir. ....	16
Çizelge 2. KD Akdeniz için kullanılan sürü tanımlama kriterleri .....	27
Çizelge 3. Balık sürüsü olarak tanımlanan sinyal gruplarına ait sürü değişkenleri.....	28
Çizelge 4. Ayıklanan sürü değişkenleri ve normalize etmek için uygulanan transformasyon; $\log = \text{Log}+1$ ; $\text{LogLog} = \text{Log} (\text{Log} +1)$ ; kök kök = $\sqrt{\sqrt{\quad}}$ .....	30
Çizelge 5. Çalışma boyunca ortasu trollerinden elde edilen balıkların sayısı .....	37
Çizelge 6. Örneklemede elde edilen balıkların ağırlıkça tür kompozisyonları .....	60
Çizelge 7. Örneklemede elde edilen balıkların sayıca tür kompozisyonları .....	61
Çizelge 8. Sürü değişkenleri, önem dereceleri ve önem sıralaması .....	62
Çizelge 9. PCA sonuçlarına göre değişkenlerin bileşenlere verdiği yük değerleri .....	62
Çizelge 10. Salkım analizi sonucuna göre sürülerin frekans dağılımları .....	67
Çizelge 11. Analizin gücünün değerlendirilmesinde kullanılan kritik değerler .....	67
Çizelge 12. Canonical analizi sonuçları.....	68
Çizelge 13. Canonical analizi ile ayrıştırılmış köklerin sürü tiplerine etkileri (discriminant katsayıları).....	69
Çizelge 14. Sürülerin Discriminant foksiyonuna göre sınıflandırılmasına örnek tablo, başarısız sınıflandırmalar “*” ile gösterilmiştir. ....	70
Çizelge 15. Akustik olarak belirlenen sürü tipi ve trol ile avlanan balık türlerinin eşleştirme sonuçları .....	71
Çizelge 16. Dişi, erkek ve toplam bireylerin boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b), %95 güvenilirlik aralığı (GA), korelasyon katsayıları ( $r^2$ ), birey sayıları (n) ve önem dereceleri (p).....	79
Çizelge 17: GSI değerlerinde cinsiyete bağlı farklılaşma (Mann-Whitney U test) .....	80
Çizelge 18: Türlerin GSI değerleri özeti.....	81
Çizelge 19: Türlerin somatik K değerleri özeti .....	82
Çizelge 20: Türlerin HSI değerleri özeti.....	83
Çizelge 21.Yumurtlama dönemleri .....	112
Çizelge 22. Çalışılan türlere ait ilk üreme boyları .....	121
Çizelge 23. Bölgede gözlenen önemli küçük pelajik türlerin sonbahardaki bolluk (adet/mil <sup>2</sup> ) ve biokütle (ton/mil <sup>2</sup> ) değerleri ve %95 güvenilirlik sınırları .....	130
Çizelge 24. Türlerin dağılımda çevresel değişkenlerin etkisini incelemek için uygulanan Discriminant Foksiyonu Analizi sonuçları .....	130
Çizelge 25. Türlerin dağılımda çevresel değişkenlerin etkisini incelemek için uygulanan GAM (Genelleştirilmiş Eklemeli Model) sonuçları – Gamma dağılımı ve log linking fonksiyonu kullanılmıştır. ....	130
Çizelge 26. <i>Sardinella aurita</i> türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoressanın kısmi etkileri .....	131
Çizelge 27. <i>S. pilchardus</i> türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoressanın kısmi etkileri.....	133
Çizelge 28. <i>T. mediterraneus</i> türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoressanın kısmi etkileri .....	135
Çizelge 29. <i>T. trachurus</i> türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoressanın kısmi etkileri .....	137
Çizelge 30. Bazı önemli küçük pelajik balık türleri için hesaplanmış mevsimlik salınımlı von bertalanffy büyüme modeli sabitleri.....	140
Çizelge 31. Önemli türler için hesaplanan mortalite değerleri .....	148
Çizelge 32. Stok değerlendirme modellerinde girdi olarak kullanılan değişkenler ve elde edilen sonuçlar.....	149
Çizelge 33. Stok değerlendirme modellerinde elde edilen sonuçlar.....	149

## Şekiller listesi

Şekil 1. Çalışma alanı.....	15
Şekil 2. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün araştırma kapsamında kullanılan gemileri, Lamas-1 (sol) ve RV Bilim-2 (sağ).....	16
Şekil 3. İlk akustik deneme seferinde izlenen hatlar.....	17
Şekil 4. Hazırlık seferlerinde toplanan akustik kayıtlarda derinliğe karşı kümülatif yansı değerleri.....	17
Şekil 5. Haziran 2009 deniz seferinde taranan alan ve çalışılan akustik hatlar.....	18
Şekil 6. Ekim 2009 seferinde taranan akustik hatlar ve CTD istasyonları.....	19
Şekil 7. Haziran 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	19
Şekil 8. Ekim 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	19
Şekil 9. Haziran 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	20
Şekil 10. Kasım 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	20
Şekil 11. Temmuz 2009'da taranan akustik hatlar.....	21
Şekil 12. Aralık 2009 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	21
Şekil 13. Ocak 2010 seferinde çalışılan alan.....	21
Şekil 14. Mart 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	22
Şekil 15. Ocak 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	22
Şekil 16. Şubat 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	22
Şekil 17. Mayıs 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	23
Şekil 18. Ekim 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	23
Şekil 19. Ağustos 2009'da Göksu nehri etki alanında çalışılan akustik hatlar ve CTD istasyonları.....	23
Şekil 20. Şubat 2010 seferinde çalışılan alan.....	24
Şekil 21. Mart 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	24
Şekil 22. Eylül 2009'da Lamas nehri etki alanında çalışılan akustik hatlar ve CTD istasyonları.....	24
Şekil 23. Kasım 2009 seferinde çalışılan akustik hatlar.....	25
Şekil 24. Sürü olarak ayrılmış sinyal öbekleri.....	27
Şekil 25. Beş girdili bir ANN sisteminin akış şeması (Charef ve ark., 2009'ten alınmıştır).....	32
Şekil 26. Çalışma boyunca ölçülen dikey sıcaklık profilleri.....	44
Şekil 27. Çalışma boyunca CTD istasyonlarında elde edilen aylık TS diagramları.....	46
Şekil 28. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans).....	49
Şekil 29. Aralık 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	50
Şekil 30. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız).....	50
Şekil 31. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	51
Şekil 32. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans).....	52
Şekil 33. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	52
Şekil 34. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız).....	53
Şekil 35. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	53

Şekil 36. Şubat 2010 Taşucu körfezinde alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans) .....	54
Şekil 37. Şubat 2010 Taşucu körfezinde alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – Taşucu Kuzey - Güney hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	55
Şekil 38. Şubat 2010 Taşucu körfezinin doğusunda alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – Lamas Kuzey-Güney hattı (soldaki küçük haritaya bakınız).....	55
Şekil 39. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları .....	56
Şekil 40. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız) .....	57
Şekil 41. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız).....	57
Şekil 42. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız) .....	58
Şekil 43. CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları – Ekim 2010.....	58
Şekil 44. Uydu görüntülerinden alınan klorofil verilerinin çalışma boyunca sergiledikleri değişim .....	59
Şekil 45. PCA'nin ayırttığı 6 önemli bileşen ve yüzde katkıları (toplam katkı %91).....	61
Şekil 46. Ana bileşenlerin (PC1 ve PC2) yük değerlerinin sürü değişkenlerine göre karşılaştırılması .....	63
Şekil 47. T-Hoteling normalite ortalaması (daire) ve dışında kalan sürüler (outliers) .....	64
Şekil 48. Sürüler arası benzerlikler (>%90) – tüm sürüler .....	65
Şekil 49. Sürüler arası benzerlikler (>% 99) – Şekil 1 sol parça büyütülmüş .....	65
Şekil 50. Sürüler arası benzerlikler (>%90) – Şekil 1 orta parça büyütülmüş.....	66
Şekil 51. Sürüler arası benzerlikler – Şekil 1 sağ parça büyütülmüş.....	66
Şekil 52. 1. ve 2. Canonical kök için karşılıklı skorlar .....	69
Şekil 53. <i>Sardinella aurita</i> olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	72
Şekil 54. <i>Sardinella aurita</i> sürülerinin göreceli dağılımı.....	72
Şekil 55. <i>Dussumieria elopsoides</i> olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	73
Şekil 56. <i>Trachurus mediterraneus</i> olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	73
Şekil 57. <i>Trachurus trachurus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin sonbahar dağılımı .....	74
Şekil 58. <i>Trachurus trachurus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	74
Şekil 59. <i>Sardina pilchardus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	75
Şekil 60. <i>Sardina pilchardus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	75
Şekil 61. <i>Scomber japonicus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı.....	76
Şekil 62 <i>Etrumeus teres</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı .....	77
Şekil 63. <i>Engraulis encrasicolus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı (Bu grubun metin içinde açıklanan Form-1 olduğuna inanılmaktadır).....	77
Şekil 64. <i>Engraulis encrasicolus</i> türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı (Bu grubun metin içinde açıklanan Form-2 olduğuna inanılmaktadır).....	78
Şekil 65: <i>Sardinella aurita</i> (Sarı kız sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri.....	83
Şekil 66: <i>Sardinella aurita</i> türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri .....	84
Şekil 67: <i>Sardinella aurita</i> türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri.....	86
Şekil 68: <i>Sardinella aurita</i> türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değişimleri .....	87
Şekil 69: <i>Dussumieria elopsoides</i> (sivriburun sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	88

Şekil 70: <i>Dussumieria elopsoides</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	89
Şekil 71: <i>Dussumieria elopsoides</i> türünün dişi ve erkek bireyelerinde aylık kondisyon değişimleri .....	90
Şekil 72: <i>Dussumieria elopsoides</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait HSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	91
Şekil 73: <i>Trachurus mediterraneus</i> (sarıkuyruk istavrit) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	92
Şekil 74: <i>Trachurus mediterraneus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	93
Şekil 75: <i>Trachurus mediterraneus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri .....	94
Şekil 76: <i>Trachurus mediterraneus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri .....	95
Şekil 77: <i>Trachurus trachurus</i> (karagöz istavrit) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	96
Şekil 78: <i>Trachurus trachurus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	97
Şekil 79: <i>Trachurus trachurus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri .....	98
Şekil 80: <i>Trachurus trachurus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri .....	99
Şekil 81: <i>Sardina pilchardus</i> (sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	100
Şekil 82: <i>Sardina pilchardus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	101
Şekil 83: <i>Sardina pilchardus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	102
Şekil 84: <i>Sardina pilchardus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri .....	103
Şekil 85: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 (hamsi) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	104
Şekil 86: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri .....	105
Şekil 87: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri .....	106
Şekil 88: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur) .....	107
Şekil 89: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 (hamsi) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri .....	108
Şekil 90: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri .....	109
Şekil 91: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri .....	110
Şekil 92: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri .....	111
Şekil 93. Yağ oranları ve HSI'nın zaman bağlı değişimi (sol: <i>S.aurita</i> ; orta: <i>S.pilchardus</i> ; sol: <i>D. elopsoides</i> .....	113
Şekil 94. Yağ oranları ve HSI'nın zaman bağlı değişimi (sağ: <i>E. engrasicolus</i> ; orta: <i>T. mediterraneus</i> ; sol: <i>T. trachurus</i> ) .....	113
Şekil 95. <i>Dussumieria elopsoides</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	114
Şekil 96. <i>Sardina pilchardus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	116
Şekil 97: <i>Sardinella aurita</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	116

Şekil 98: <i>Sardinella maderensis</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	117
Şekil 99: <i>Engraulis encrasicolus</i> form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi .....	117
Şekil 100. <i>Engraulis encrasicolus</i> form-2 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi .....	118
Şekil 101: <i>Caranx crysos</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	119
Şekil 102. <i>Caranx rhonchus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	119
Şekil 103: <i>Trachurus mediterraneus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi .....	120
Şekil 104: <i>Trachurus trachurus</i> türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi.....	121
Şekil 105. <i>Sardinella aurita</i> 'nın yumurtlama dönemindeki (Nisan -Haziran) göreceli dağılımı .....	122
Şekil 106. <i>Sardinella aurita</i> 'nın kışlama dönemindeki (Aralık-Mart) göreceli dağılımı.....	123
Şekil 107. <i>Sardinella aurita</i> 'nın üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Temmuz-Aralık) göreceli dağılımı .....	123
Şekil 108. <i>Sardina pilchardus</i> 'un yumurtlama dönemindeki (Ocak-Şubat) dönemde göreceli dağılımı .....	124
Şekil 109. <i>Sardina pilchardus</i> 'un yumurtlama dönemi dışındaki (Mart-Kasım) dönemde göreceli dağılımı.....	124
Şekil 110. <i>Dussumieria elopsoides</i> 'nin yumurtlama dönemindeki (Haziran-Ağustos) göreceli dağılımı .....	125
Şekil 111. <i>Dussumieria elopsoides</i> 'nin kışlama dönemindeki (Aralık-Mart) göreceli dağılımı .....	126
Şekil 112. <i>Dussumieria elopsoides</i> 'nin üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Nisan-Mayıs ve Eylül-Ekim) göreceli dağılımı .....	127
Şekil 113. <i>Trachurus mediterraneus</i> 'un çalışma alanındaki dağılımı .....	128
Şekil 114. <i>Trachurus mediterraneus</i> 'un yumurtlama dönemindeki (Mart-Nisan) göreceli dağılımı .....	128
Şekil 115. <i>Trachurus mediterraneus</i> 'un kışlama dönemindeki (Aralık-Şubat) göreceli dağılımı .....	129
Şekil 116. <i>Trachurus mediterraneus</i> 'un üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Mayıs-Kasım ) göreceli dağılımı.....	129
Şekil 117. GAM analizine göre derinliğin <i>S. aurita</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	132
Şekil 118. GAM analizine göre sıcaklığın <i>S. aurita</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	132
Şekil 119. GAM analizine göre klorofilin (fluoresans) <i>S. aurita</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	133
Şekil 120. GAM analizine göre derinliğin <i>S. pilchardus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi.....	134
Şekil 121. GAM analizine göre sıcaklığın <i>S. pilchardus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi.....	134
Şekil 122. GAM analizine göre derinliğin <i>T. mediterraneus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	135
Şekil 123. GAM analizine göre sıcaklığın <i>T. mediterraneus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi.....	136
Şekil 124. GAM analizine göre tuzluluğun <i>T. mediterraneus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	136
Şekil 125. GAM analizine göre derinliğin <i>T. trachurus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	137
Şekil 126. GAM analizine göre sıcaklığın <i>T. trachurus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	138
Şekil 127. GAM analizine göre tuzluluğun <i>T. trachurus</i> dağılımı üzerine kısmi etkisi .....	138
Şekil 128. <i>Sardinella pilchardus</i> türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi.....	140
Şekil 129. <i>Sardinella aurita</i> türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi.....	141
Şekil 130. <i>Engraulis encrasicolus</i> türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi.....	141

Şekil 131. <i>Trachurus mediterraneus</i> türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi.....	142
Şekil 132. <i>Dussumieria elopsoidea</i> türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi.....	143
Şekil 133. Tüm seferlerde örneklenen <i>Alepes djadaba</i> (Denizanası tralı) ait boy-frekans dağılımı .....	143
Şekil 134. Tüm seferlerde örneklenen <i>Caranx crysos</i> - <i>Kambur tral</i> ait boy-frekans dağılımı.....	144
Şekil 135. Tüm seferlerde örneklenen <i>Caranx rhoncus</i> - <i>Tral</i> ait boy-frekans dağılımı .....	144
Şekil 136. Tüm seferlerde örneklenen <i>Etrumeus teres</i> -frekans dağılımı .....	145
Şekil 137. Tüm seferlerde örneklenen <i>Herkloshytyis punctatus</i> türüne ait aylık boy-frekans dağılımları.....	145
Şekil 138. Tüm seferlerde örneklenen <i>Sardinella maderensis</i> türüne ait boy-frekans dağılımı .....	146
Şekil 139. Tüm seferlerde örneklenen <i>Scomber japonicus</i> türüne ait boy-frekans dağılımı.....	146
Şekil 140. Tüm seferlerde örneklenen <i>Trachurus trachurus</i> türüne ait boy-frekans dağılımı.....	147
Şekil 141. <i>Engraulis encrasicolus</i> türü için boya dayalı av eğrisi .....	148
Şekil 142. <i>Sardinella aurita</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	150
Şekil 143. <i>Sardinella aurita</i> için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.....	150
Şekil 144. <i>Sardina pilchardus</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	151
Şekil 145. <i>Engraulis encrasicolus</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	152
Şekil 146. <i>Engraulis encrasicolus</i> için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.....	152
Şekil 147. <i>Trachurus mediterraneus</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	153
Şekil 148. <i>Trachurus trachurus</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	154
Şekil 149. <i>Trachurus trachurus</i> için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.....	154
Şekil 150. <i>Dussumieria elopsoidea</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	155
Şekil 151. <i>Dussumieria elopsoidea</i> için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.....	155
Şekil 152. <i>Etrumeus teres</i> türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri.....	156
Şekil 153. <i>Etrumeus teres</i> için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.....	157

## Özet

Bu projenin temel amacı kuzeydoğu Akdeniz'de dağılım gösteren küçük pelajik türlerin biyoloji ve ekolojileri hakkında mümkün olduğunca çok veri toplamaktır. Bu amaç doğrultusunda aylık olarak 23 deniz çalışması düzenlenmiş ve denizde toplam 133 gün çalışılmıştır. Çalışma sonunda bölgede bulunan mevcut türler, bu türler arasında baskın olanlar, dağılım alanları, alan tercihleri ve tercihlerde önemli olabilecek faktörler belirlenmiştir. Bazı önemli türlerin yumurtlama dönemleri, ilk üreme boyları, üreme stratejileri çıkartılmıştır. Buna göre bölgede örneklenen toplam 17 küçük pelajik balık türü içinde baskın türün *Sardinella aurita* olduğu; türlerin dağılımında derinlik, tuzluluk, sıcaklık ve suyun trofik değerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Türlerin üreme dönemlerinde zaman paylaşımı olduğu dikkati çekmiş; gerek yumurtlama için gerekli enerjinin sağlanması ve gerekse yumurtadan çıkacak olan larvaların yeterli besin bulabilmesini garantilemek için birincil üretimin yüksek olduğu ayları peşpeşe kullandıkları gözlenmiştir.

Ayrıca yine bazı önemli türler için stok parametreleri bulunmuş; stokların durumu değerlendirilmiş ve ekolojileri de dikkate alınarak avcılığın düzenlenmesine yönelik düzenlemeler önerilmiştir. Genelde balıkçılık baskısının stokları yıpratıcı seviyenin altında olduğu, hatta bazı türler için optimum seviyenin altında olduğu bulunmuştur. Ancak türlerin üreme dönemlerinin zamanlaması, alan seçimi gibi kritik biyolojik gereksinimlerinin iklimsel özelliklerle ilintili olduğu dikkate alınarak bölgedeki küçük pelajik balık stoklarının şu an olduğu gibi herhangi bir düzenleme olmaksızın serbestce avlanmasının ileride sorun yaratacağının altı çizilmiştir.

Projenin yan amaçlarından biri de küçük pelajik balıkların çalışılmasında en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan balıkçılık akustiğinin bölgede ilk kez uygulanmasıdır. Bölgedeki küçük pelajik balık çeşitliliğinin yüksek olması bu balıkların oluşturdukları sürülerin akustik olarak tanımlanabilmesini zorlaştırdığından toplanan veriler üzerinden ayırım yapabilmeye olanak sağlayacak istatistik modeller hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Küçük pelajikler, Balıkçılık akustiği, Üreme stratejisi, Kuzeydoğu Akdeniz, Genelleştirilmiş Eklemlerli Modeller.



## Abstract

The ultimate goal of the project is to gather as much information as possible on biology and ecology of small pelagic fishes inhabiting northeastern Mediterranean. With this respect, 133 days spent at sea in 23 monthly cruises. The small pelagic fishes found in the area, the dominant species, distributions, habitat partitioning and preferences, the environmental factors determining habitat selection were determined. Spawning time, length of first maturity, and spawning strategies adopted by some important species were determined. Among the 17 small pelagic species found in the area, *Sardinella aurita* was the most dominant fish. It was observed that depth, temperature, salinity and the trophic state of the water masses have considerable impact on the distribution of the species in question. The succession in the use of the productive season for reproductive purpose is noted; to ensure the energy required to spawn and to secure sufficient food supply for their offspring, the fishes use the high primary production season in succession.

Also, stock parameters of important species were estimated and their stocks were assessed. The results, together with the ecology of the species were used to suggest fisheries management advice. In general the stocks in the region were not overfished; some of the stocks were even underfished. However it was underlined that, considering the deterministic role of climate on critical biological requirements such as timing and succession in spawning, in the selection of habitat, it was recommended that an extremely liberal fishing strategy such as the one applied today, would eventually harm the stocks.

Another task of the project was to apply fisheries acoustics to the small pelagic stocks in the region. The high species diversity in the area necessitated statistical modelling enabling acoustical recognition of the species based on their school morphologies.

**Key words:** Small pelagics, Fisheries acoustics, Reproduction strategies, the Northeastern Mediterranean Sea, Generalized additive models (GAMs).

## Giriş ve Genel Bilgiler

Küçük pelajik balıklar gerek dünya, gerekse Türk denizlerinde avlanan balıklar içinde çok yüksek bir orana sahiptir (Leonart ve Maynou, 2003; TUİK, 2010). Dolayısı ile bu konuda yapılmış çalışmaların sayısı çoktur. Grubun biyolojik özelliklerinden ötürü araştırmalarda geleneksel nokta örnekleme metodlarının sağlayamadığı şekilde süreklilik arzeden ve yüksek çözünürlüklü veri sağlayan balıkçılık akustiği ile çalışılması önerilir (Mackinson ve ark., 2004) ve günümüzde pelajik balıkların incelenmesinde balıkçılık akustiği yaygın olarak kullanılmaktadır (Misund, 1997). Bu yöntem, biyokütle ve stok yoğunluğundaki değişimlerin bilimsel echo-sounder gibi ekipmanlar kullanılarak araştırılmasıdır (Hedgepeth ve ark., 1996; Foote, 1996). Akustik yöntem hızlı ve etkin bir stok araştırma yöntemidir ve Akdeniz balıkçılığı ve balık stokları için de son derece uygundur (Leonart, 2002). Nitekim bu yöntem, Akdeniz'in pek çok bölgesinde balık stoklarının takibi için sistematik olarak uygulanmaktadır (Abad ve ark., 1996). Ayrıca akustik yöntemle elde edilen sonuçlar dolaylı stok değerlendirme yöntemleri ile elde edilen verilerle de uyum göstermektedir (Pertierra ve Leonart, 1996).

Akdeniz'de pelajik balık stoklarının araştırılması için pek çok akustik çalışma yapılmaktadır. İspanya'nın Akdeniz'e olan kıyılarında The Instituto Espanol de Oceanografia (IEO) tarafından yürütülmekte olan akustik projelerin sonuçları olarak hamsi ve sardalya üzerine pek çok literatür bulunmaktadır (Pertierra ve Castellon, 1987; Abad ve ark., 1998a; Abad ve ark., 1998b). 1990 ve 1995 yılları arasında İspanya'nın Kuzeybatı Akdeniz sularında gerçekleştirilen akustik çalışmalarda hamsi balığının stok tespit araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda akustik yöntem ve pelajik trol örnekleme ile elde edilen sonuçların av istatistikleri ile paralellik gösterdiği ortaya konmuştur (Abad ve ark., 1998a). Yine İspanya'nın Katalan ve Valencia bölgelerinde 1990 – 1995 yılları arasında gerçekleştirilen akustik ve pelajik trol örnekleme çalışmalarında bu bölgede bulunan sardalya balığı stoklarının durumu araştırılmıştır (Abad ve ark., 1998b). Elde edilen sonuçlara göre sardalyanın tahmin edilen stok büyüklüğü av istatistikleriyle paralellik göstermiştir.

Adriatik denizinde Hırvatistan karasularında Hırvatistan Tarım, Ormancılık ve Su Bakanlığı Balıkçılık Dairesi ve Oşinografi ve Balıkçılık Enstitüsü'nün birlikte gerçekleştirdiği PELMON adlı pelajik balık stoklarının akustik tespiti projesi kapsamında gerçekleştirilen akustik seferlerde hamsi, sardalya ve çaça balıklarının stok durumları araştırılmıştır (Ticina ve ark., 2005). Çalışmada elde edilen sonuçlara göre akustik araştırmalarda elde edilen verilerin geleneksel ve dolaylı stok araştırma yöntemlerine göre daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur. Adriatik Denizi'nin İtalya karasularında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise hamsi, sardalya ve diğer küçük pelajik balık stokları akustik yöntemle araştırılmıştır (Azzali ve ark., 2002). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre akustik yöntemin pelajik balık stoklarının değişkenliği hakkında son derece kapsamlı bilgi sağladığı ve bu tür stokların yönetiminde akustik yöntemin son derece önem arz ettiği belirtilmiştir.

Kuzey Ege Denizi'nde Yunan karasularında hidrografik etkenlerin hamsi ve sardalya stoklarının durumları üzerindeki etkileri akustik yöntemle araştırılmıştır. Bu çalışmada bu balıkların stoklarının dağılımları akustik yöntemle izlenmiş ve su kolonunda CTD ile kimyasal ve fiziksel ölçümler yapılmış ve hidrografik değişkenlerin balıkların dağılımında önemli bir belirleyici faktör olduğu ortaya konmuştur (Giannoulaki, 2005). Ege ve İonian Denizi'nde gerçekleştirilmiş bir başka akustik çalışmada ise küçük pelajik balıkların dağılımlarının kıyasal topografiye bağlı olarak değişimi araştırılmıştır (Giannoulaki, 2003).

Akdeniz'de küçük pelajiklerin üreme biyolojilerine yönelik çalışmalar da çoktur. Balıkların çevresel etkenlere göre geliştirdikleri stratejiler Mann (1993) tarafından incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Üreme ise bu stratejiler içinde en

önemlilerindedir (Blaxter ve Hunter, 1982). Üreme için gerekli enerjinin tür tarafından kullanım biçiminin de o türün ekosistem içerisinde başarılı olmasında önemli bir etken olduğu bulunmuştur (Hunter ve Leong, 1981). Farklı küçük pelajik türlerde üreme ile sıcaklık arasındaki ilişki net olarak ortaya çıkartılmıştır (Matsuyama ve ark., 1991). Üremede etken olan diğer önemli bir faktörün de bireylerin yaş ya da boy sınıfları olduğu rapor edilmektedir (Le Clus, 1989).

Akdeniz'in en önemli küçük pelajik balık türlerinden olan ve Akdeniz sardalyası olarak bilinen *Sardina pilchardus* geniş dağılım alanına sahip bir türdür: genellikle üretimin yüksek olduğu upwelling ve kıyasal frontal alanlarda bulunur (Cole ve McGlade, 1998) . Bu türün doğu Akdeniz'deki dağılımı özellikle Ege Denizi'nde en yüksek değerlere ulaşmakta ve burada ekonomik değeri çok yüksek stoklar oluşturmaktadır (Stergiou ve Laskaratos, 1997). Akdeniz gibi oligotrofik bir denize adapte olabilmek için yaşam stratejileri geliştirmişlerdir. Bu strateji "kapital üreyenler (capital breeder)" olarak bilinmektedir (Ganias ve ark., 2007). Üreme için gerekli olan enerji besinin bol olduğu dönemlerde vücutta depolanır ve üremede kullanılır. Ege denizinde üreme döneminin oldukça uzun olduğu ve kış ve ilkbahar aylarında yumurta bıraktıkları bilinmektedir (Ganias ve ark., 2007). Üremede etkili olan faktörlerin ne olduğu araştırılmıştır. İonia Denizi ile Kuzey Ege karşılaştırıldığında türün üreme dönemlerinde yaklaşık 3 aylık bir kayma olduğu görülmektedir. Bu kaymanın su sıcaklığından ötürü olduğu, Karadeniz'in soğuk sularına maruz kalan Kuzey Ege stoğunun daha geç üremeye başladığı düşünülmüştür (Ganias ve ark., 2007). Ancak kayma süresinin çok uzun olması bu faktörün yanında başka etkenlerin de rol oynadığına işaret etmiştir (Koutrakis ve ark., 2001). Nitekim yaşlı ve genç dişilerin üreme dönemlerinde fark olduğu, genç dişilerin üreme döneminin daha kısa olduğu ve bahara doğru kaydığı bulunmuştur (Somarakis ve ark., 2006). Buradan stok yönetimine dair çok ilginç ve çarpıcı sonuçlar üretilmesi mümkündür. Sardalya stokları üzerindeki balıkçılık baskısının artması ile stoktan büyük dişilerin çekileceği, stoktaki genç bireylerin artacağı ve bunun sonucunda üreme döneminin kısılması ve bahara doğru kayması beklenir. Bu durumda da üreme dönemi sonunda yumurtadan çıkan yavruların uygun şartlar bulma olasılıklarının azalacağı düşünülebilir.

Akdeniz'de daha doğuya gidildiğinde *Sardina pilchardus* yerini Yuvarlak Sardalya'ya (*Sardinella aurita*) bırakmaktadır (Wassef ve ark., 1985; Bayhan,1988) . Yuvarlak sardalya sıcak sever bir tür olup Doğu Akdeniz'de İskenderun ve Mersin körfezlerinde avlanan başlıca türdür. Bu türün doğu Akdeniz stokları hakkında bilinenler birkaç çalışma ile sınırlıdır. Üreme dönemini yaz aylarında olduğu 2 farklı araştırmanın ortak sonucu olarak ortaya konmuştur (Bayhan, 1988; Avşar, 2000).

Yuvarlak sardalyanın vücuttaki yağ ve protein kompozisyonu İlhan ve ark., (2006) tarafından çalışılmış ve özellikle vücuttaki yağ oranında kış aylarında görülen düşük değerlerin yaz ve sonbaharda artması bu türün Akdeniz sardalyasından farklı bir strateji uyguluyor olabileceğini göstermektedir.

## Gereç ve Yöntem

### Deniz Çalışmaları

Çalışma alanı Kuzeydoğu Akdeniz'de Mersin'in Silifke ilçesi Yeşilovacık köyü (36°11'06"K, 33°39'13"D) ile Suriye sınırı (35°55'53"K, 35°55'05."D) arasında kalan kıta sahanlığını (<200 metre) kapsamaktadır (Şekil 1). Bu alan her ne kadar coğrafik olarak kuzeydoğu Akdeniz olarak tanımlanabilecek bölgenin küçük bir yüzdesini kapsasa da küçük pelajik balık avcılığının yoğun olarak yapılması, Göksu, Seyhan, Ceyhan, Asi nehirleri ile Lamas, Tarsus çayı gibi tatlısu girişlerinin denizdeki etki alanlarını içermesi nedeni ile kuzeydoğu Akdeniz 'i önemli oranda temsil edebilecek bir bölgedir.

Bu alan içinde Çizelge 1'de verilen deniz çalışmaları enstitüye ait Lamas-1 ve Bilim-2 araştırma gemileri ile yapılmıştır (Şekil 2). Proje kapsamında toplam 133 gün deniz seferi yapılmış, 6967 deniz mili akustik hat taranmış, 268 trol çekimi ve 1030 CTD örnekleme yapılmıştır. Deniz çalışmaları Ekim 2010 tarihine kadar Lamas-1 teknesi ile Kasım 2010'dan itibaren ise RV Bilim-2 gemisi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Çalışılan istasyonlara ait bilgiler EK-2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı

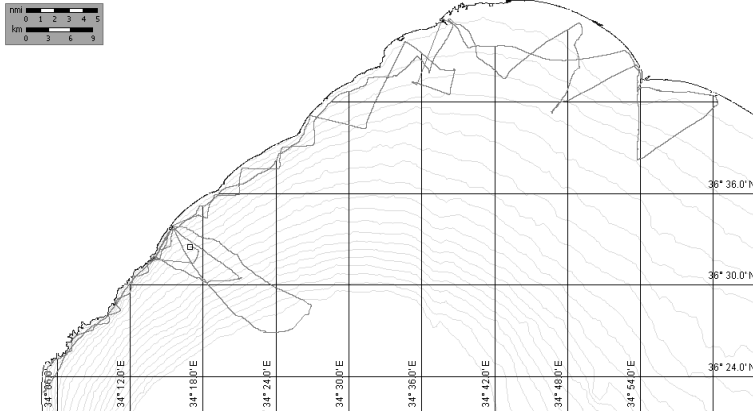


Şekil 2. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün araştırma kapsamında kullanılan gemileri, Lamas-1 (sol) ve RV Bilim-2 (sağ).

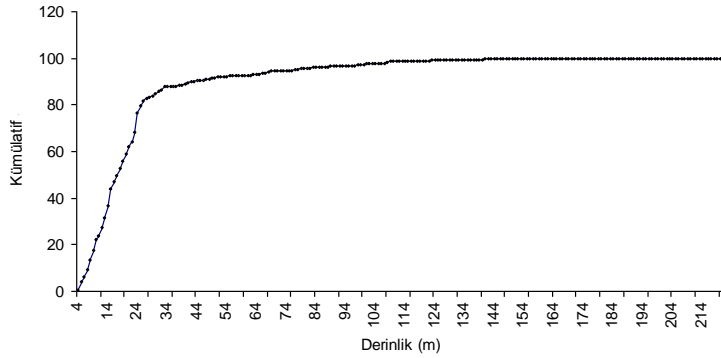
Çizelge 1. Proje kapsamında gerçekleştirilen deniz çalışmalarına ait özet bilgiler – detaylı bilgiler Ek-1’te verilmiştir.

Sefer No	Başlama tarihi	Bitiş tarihi	Süre	CTD	Trol	mil (nm)
X	18, 20, 25,26 – Mayıs – 2009		4	1	9	-
Hazırlık	18 Mayıs 2009	26 Mayıs 2009	2	5	5	-
1	01 Haziran 2009	17 Haziran 2009	17	61	35	943
2	27 Temmuz 2009	30 Temmuz 2009	4	16	3	99
3	03 Eylül 2009	06 Eylül 2009	4	39	8	241
4	23 Eylül 2009	24 Eylül 2009	2	6	6	42
5	06 Ekim 2009	21 Ekim 2009	16	145	43	968
6	19 Kasım 2009	20 Kasım 2009	2	5	5	39
7	09 Aralık 2009	10 Aralık 2009	2	27	11	280
8	12 Ocak 2010	15 Ocak 2010	4	47	7	247
9	24 Şubat 2010	25 Şubat 2010	3	23	2	162
10	16 Mart 2010	18 Mart 2010	3	44	8	144
11	21 Nisan 2010	22 Nisan 2010	2	10	3	169
12	17 Mayıs 2010	25 Mayıs 2010	4	5	5	41
13	01 Haziran 2010	22 Haziran 2010	22	177	30	1042
14	28 Eylül 2010	30 Eylül 2010	3	6	6	42
15	04 Ekim 2010	20 Ekim 2010	17	208	20	996
16	02 Kasım 2010	04 Kasım 2010	3	8	9	287
17	18 Ocak 2011	21 Ocak 2011	4	21	9	146
18	15 Şubat 2011	17 Şubat 2011	3	15	8	143
19	24 Mart 2011	25 Mart 2011	2	11	5	96
20	03 Mayıs 2011	05 Mayıs 2011	3	18	7	142
21	13 Haziran 2011	19 Haziran 2011	7	132	24	698
Toplam			133	1030	268	6967

## Akustik örnekleme



Şekil 3. İlk akustik deneme seferinde izlenen hatlar



Şekil 4. Hazırlık seferlerinde toplanan akustik kayıtlarda derinliğe karşı kümülatif yansı değerleri

Proje teklifi hazırlanırken tesadüfi zig-zag şekilli akustik hatlar üzerinde çalışma yapılması planlanmış; ancak daha sonra bahsi geçen çalışma alanı içinde ortalama derinliğin 60-70 metre civarında olduğu ve ayrıca kıta sahanlığı oldukça geniş olması dikkate alınarak tesadufi zigzag yöntemi ile 50-100 metre arası derinlikler üzerinde diğer derinlik katmanlarına göre daha fazla örnekleme yapılmış olacağı hesaplanmıştır. Bunun üzerine kıyıya dik 1 mil aralıklı sabit çalışma hatlarının izlenmesine karar verilmiştir. Bu şekilde verilen hatlar 0-25, 25-50, 50-100 ve 100-200 m derinlikleri eşit oranda örnekleyecek şekilde hazırlanmıştır. Yılda iki kez tekrarlanan ve tüm çalışma alanının tarandığı sezonluk seferlerde deniz şartları elverdiğince aynı hatlar boyunca çalışılmıştır.

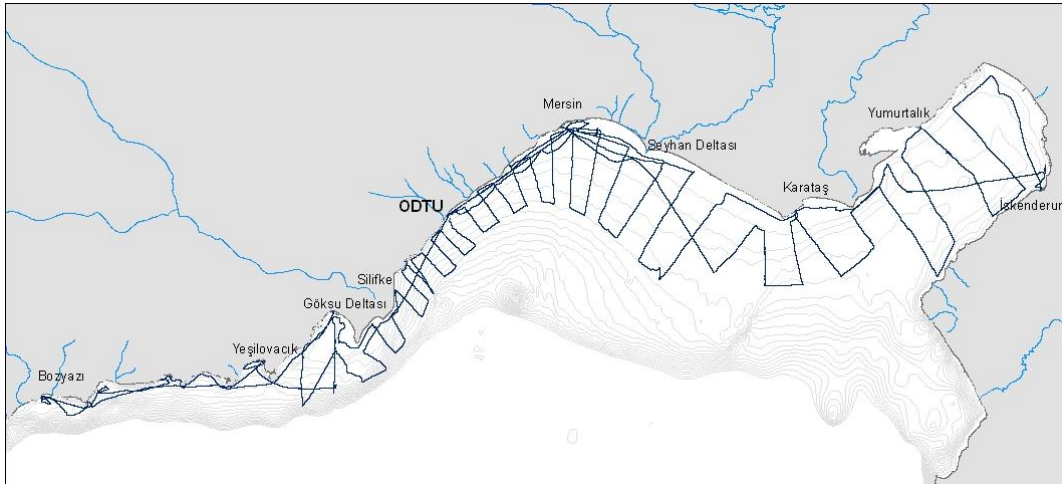
Aylık olarak yapılan seferler için ise denizde harcanacak zamanı en etkin şekilde kullanabilmek için bir ön deneme seferi yapılmış; bu seferde enstitü limanından çıkılarak ilki 100 metre konturuna, diğeri kıta sahanlığının sonuna kadar (220 m) gidiş dönüş iki hat boyunca akustik balık miktarı (back scattering volume) ölçülmüştür (Şekil 3). Bu ölçümler birer metre aralıklarla tüm hat boyunca entegre edilerek balık miktarlarının toplam derinliğe göre dağılımı çıkartılmıştır (Şekil 4). Bu ön çalışma sonucunda akustik yansılarının kıyıda 30 metre derinlik hattına ulaşıncaya kadar toplam değerinin % 84.97'ye ulaştığı, diğer bir deyişle küçük pelajik balıkların beklendiği



üzere 0-30 metre arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bulgular ışında aylık olarak yapılan seferlerde aksi bir gereksinim olmadıkça 0-50 metre arasında çizilen hatlar taranmıştır.

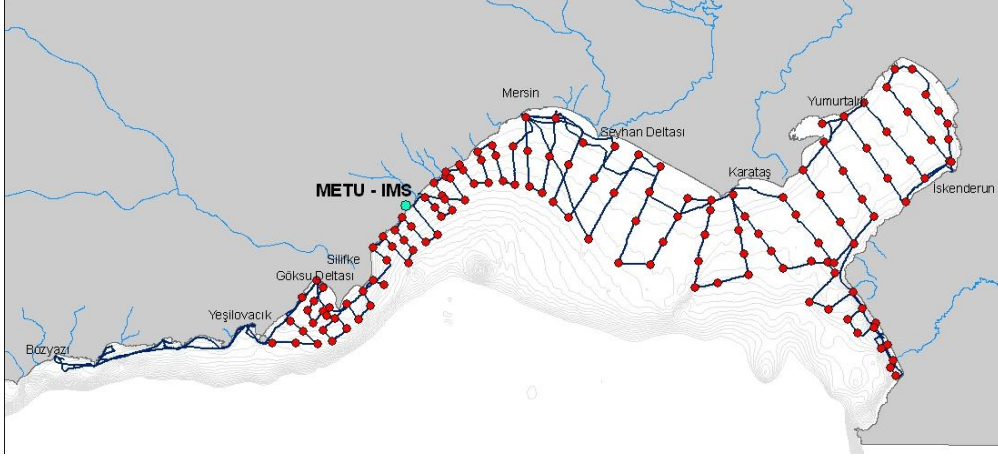
Projenin başlangıcında yaşanan beklenmedik döviz kur artışı nedeni ile çalışmada kullanılan akustik cihazın portatif kullanıma elverecek özelliklerinden (transduserin su içinde çekilmesine yarayan tow-body ve güçlendirilmiş kablo gibi) vazgeçilmek zorunda kalınmıştır. Cihazın projede kullanılacak olan araştırma teknesi LAMAS-1'e monte edilebilmesi için enstitü imkanları ile bir düzenek hazırlanmıştır. Bu düzenek Lamas-1 teknesinde başarıyla kullanılmıştır. Ardından benzer bir sistem daha imal edilerek Kasım 2010'dan sonra çalışmaların devam ettirildiği Bilim-2 gemisine de monte edilmiştir. Her iki gemide de gürültü testlerinden uygun sonuç alınana kadar denemeler yapılmıştır. Gürültü testleri kullanılan teknenin makinası "stop", "boş" ve "ileri" konumlarında ve farklı devirlerde yapılmıştır. Test sonucunda akustik kayıtların makinanın gürültüsünden etkilenmediği ancak gemi seyir halindeyken gürültünün arttığı ve 7 mil/saat üzeri hızda önemli olduğu görülmüştür. Lamas teknesinde yapılan ölçümler sonucunda 6-7 mil/saat hızda, Bilim-2 gemisinde ise 7 mil/saat hızda gürültünün -70 dB'in altında kaldığı bulunmuştur. Bunun üzerine izleyen seferde -65 dB akustik eşik değerinin kullanılması uygun bulunmuştur. Literatürde sardalya cinsi balıklar için verilen TS (hedef büyüklüğü, target strength) değerleri dikkate alındığında (Abad ve ark., 1998b; Barange, 1994; Hannachi ve ark. 2004) ve Love<sup>1</sup> (1977) formülü kullanıldığında -62 dB'lik değer 120 kHz frekans için yaklaşık 1.25 cm boyunda sardalya balığına denk olduğu görülmektedir. Dolayısı ile seçilen eşik değeri hem pervaneden kaynaklanan gürültüyü algılamaması hem de arzu edilen büyüklükte balıkları örnekleyebilecek niteliktedir.

Proje kapsamında kuzeydoğu Akdeniz kıtasahaneliği Haziran ve Ekim aylarında toplam 5 kez taranmıştır. Bu seferlerde hava ve deniz şartları izin verdiği ölçüde aynı akustik hatlar taranmaya çalışılmıştır (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9). Ekim 2010 seferi sırasında Lamas-1 teknesinin trol vincinin arızalanması nedeni ile yeterli ortasu trolü örneklemesi yapılamadığından Kasım 2010 tarihinde enstitünün Bilim-2 gemisi ile ek bir sefer daha düzenlenerek eksik örneklemeler tamamlanmıştır (Şekil 10). Balık dağılımlarının çıkartılmasında sadece sezonluk seferlere ait akustik kayıtlar kullanılmıştır.

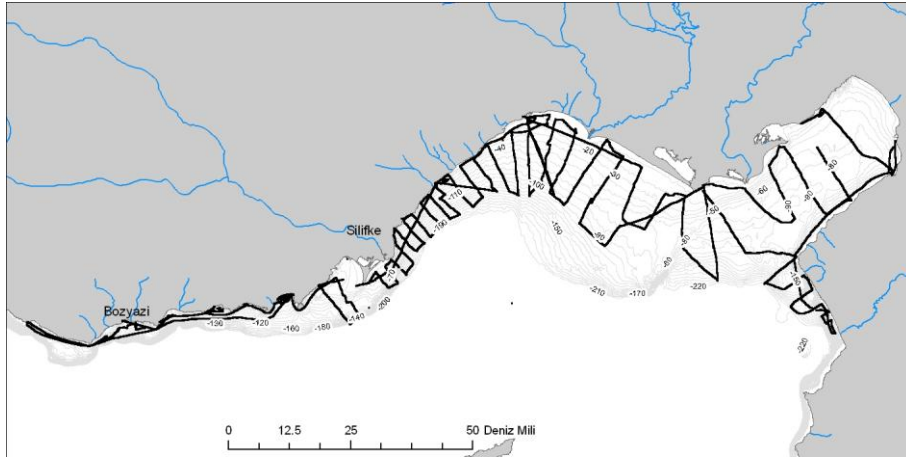


Şekil 5. Haziran 2009 deniz seferinde taranan alan ve çalışılan akustik hatlar

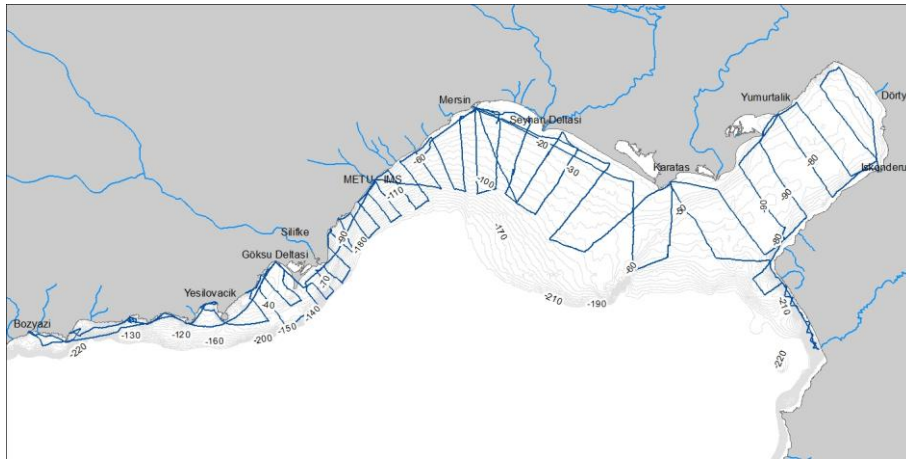
<sup>1</sup>  $TS_D = 19.1 \log(TL) - 0.9 \log(f) - 62.0$



Şekil 6. Ekim 2009 seferinde taranan akustik hatlar ve CTD istasyonları

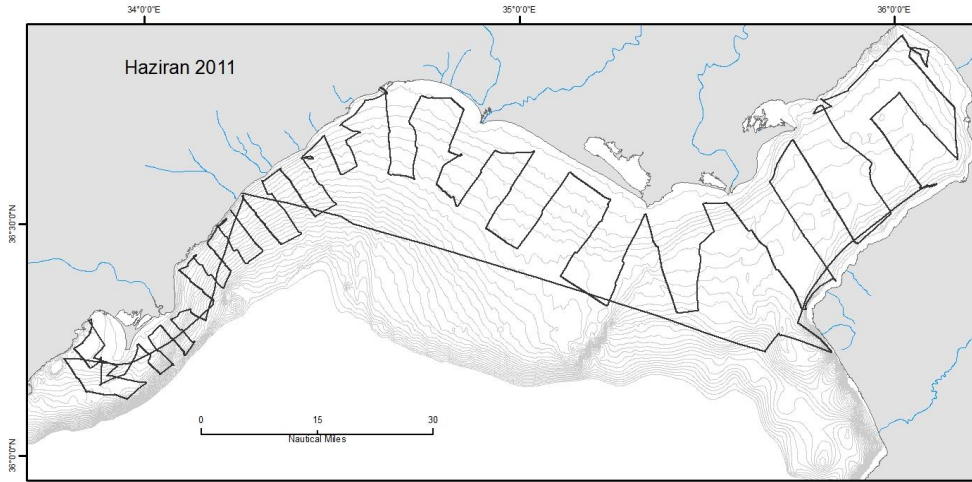


Şekil 7. Haziran 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar



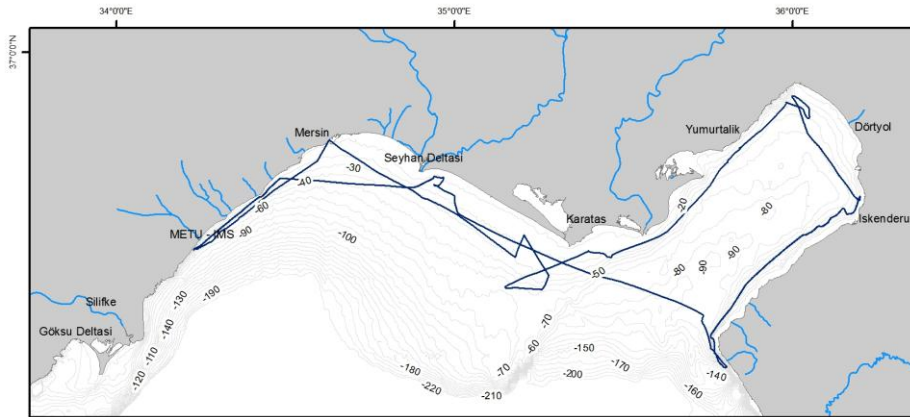
Şekil 8. Ekim 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar



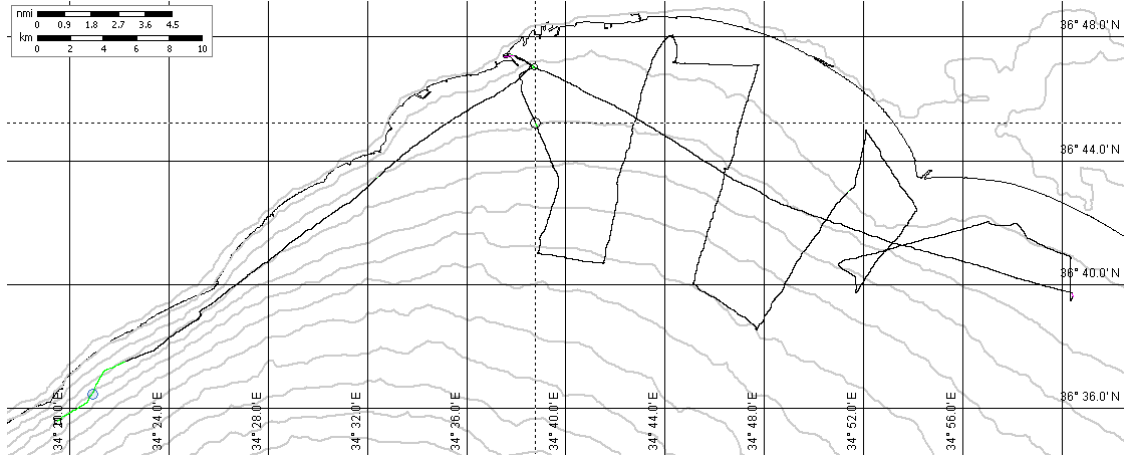


Şekil 9. Haziran 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar

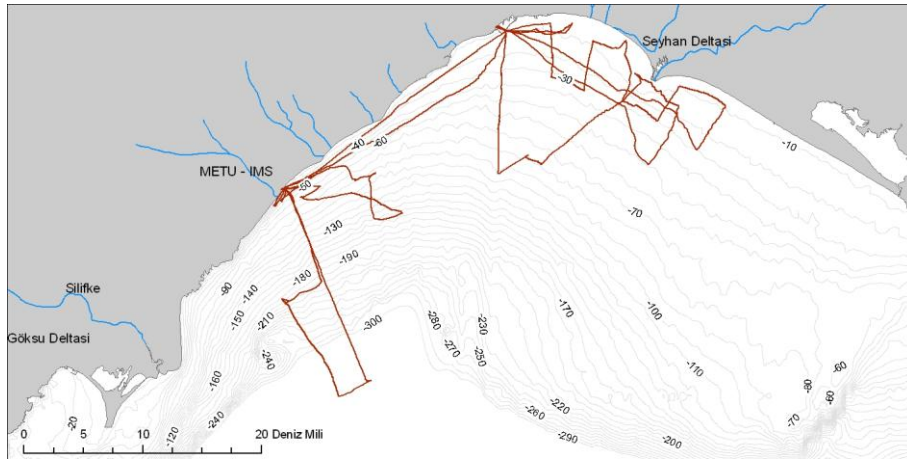
Diğer taraftan tüm alanın tarandığı uzun seferlere ek olarak özellikle biyometrik çalışmalara örnek toplanması amacıyla toplam 18 kısa sefer düzenlenmiştir. Kısa seferlerde çalışılan alan başlangıçta daha çok küçük pelajik balık türlerini avlayan balıkçıların bölgedeki yoğunlukları dikkate alınarak belirlenmiştir. Daha sonra sürülerin dağılımına etki eden faktörler de dikkate alınarak farklı oşinografik alanlara göre belirlenmiştir. Buna göre Mersin şehri, Tarsus çayı ve Seyhan Irmağı etkisinde kalan alanda 7 (Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18) ; Göksu Irmağı etki alanında ise 3 sefer yapılmıştır (Şekil 19, Şekil 20 ve Şekil 21). Ayrıca bazı dönemlerde kıyı alanlarda balığın azalması üzerine olası açık su göçlerinin belirlenmesi ve *Trachurus trachurus* gibi derinsulara çekilen türlerin örneklenebilmesi için kıyıya dik uzun hatlarda da çalışma yapılmıştır (Şekil 22 ve Şekil 23).



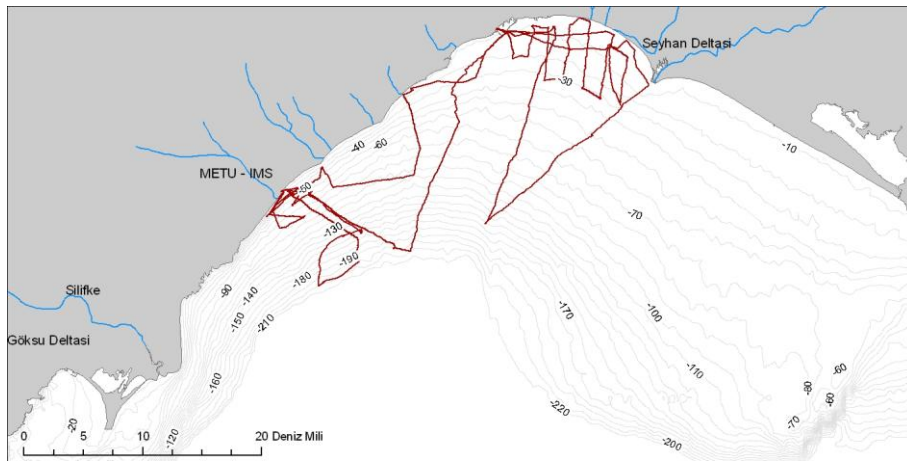
Şekil 10. Kasım 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.



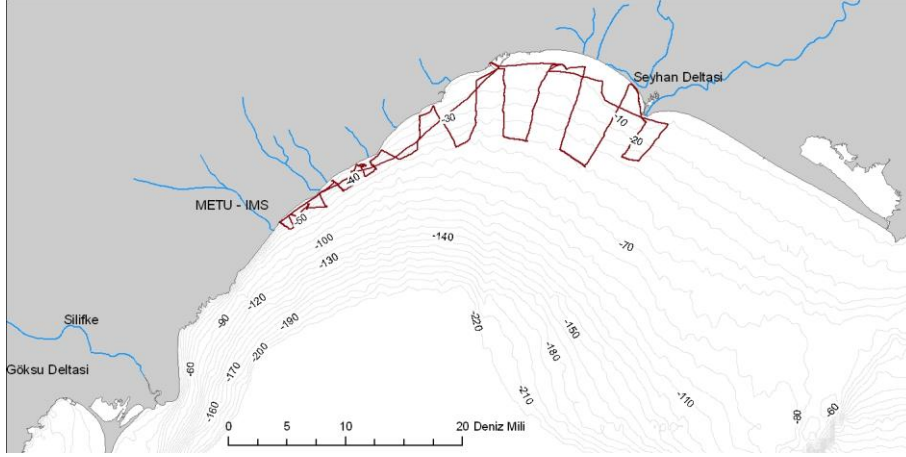
Şekil 11. Temmuz 2009'da taranan akustik hatlar.



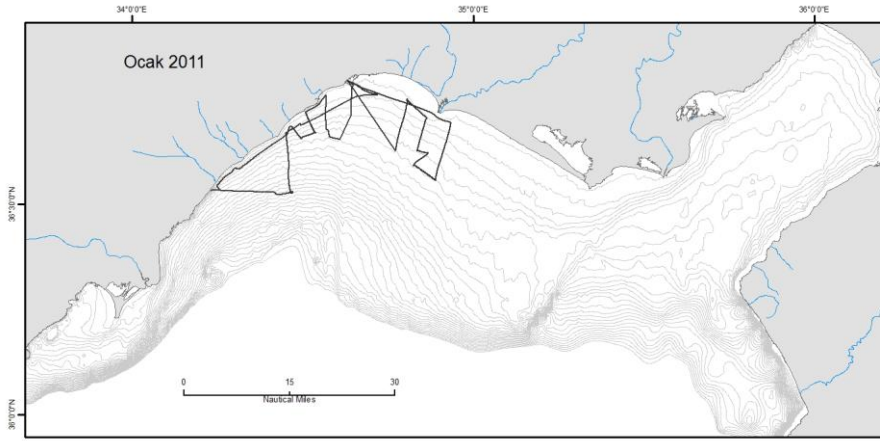
Şekil 12. Aralık 2009 seferinde çalışılan akustik hatlar.



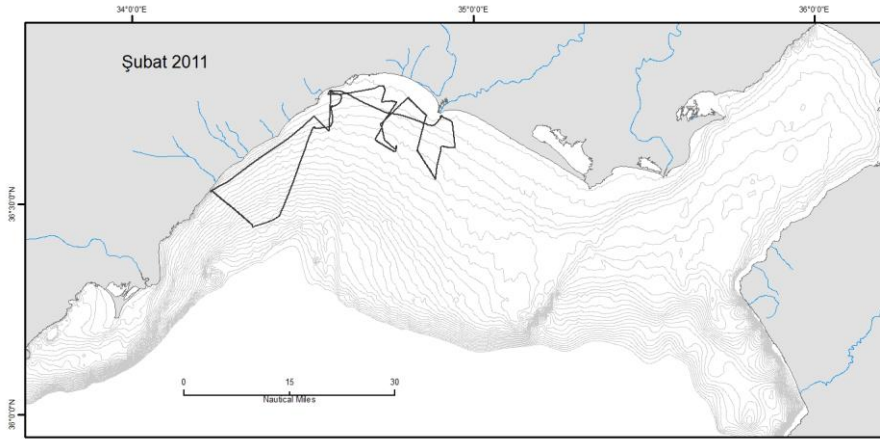
Şekil 13. Ocak 2010 seferinde çalışılan alan.



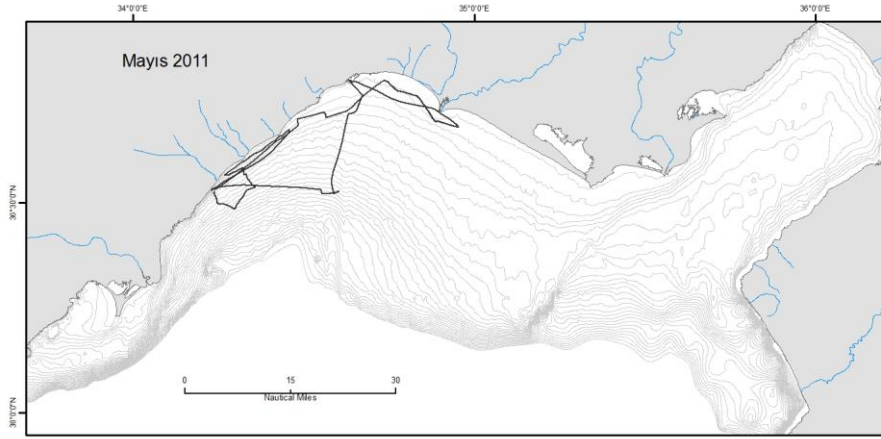
Şekil 14. Mart 2010 seferinde çalışılan akustik hatlar.



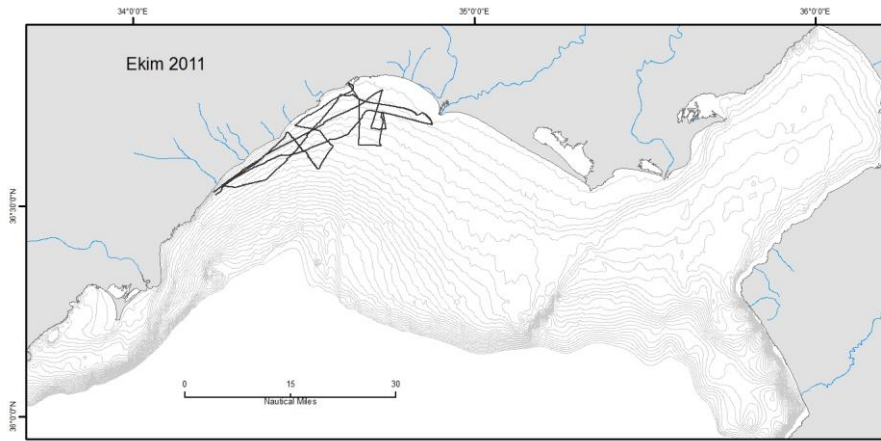
Şekil 15. Ocak 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.



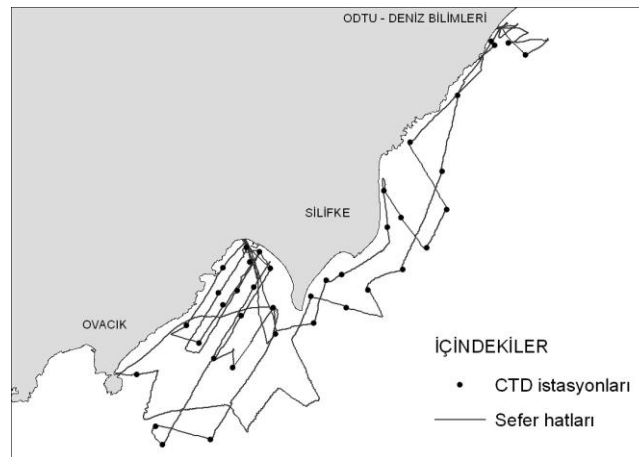
Şekil 16. Şubat 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.



Şekil 17. Mayıs 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.

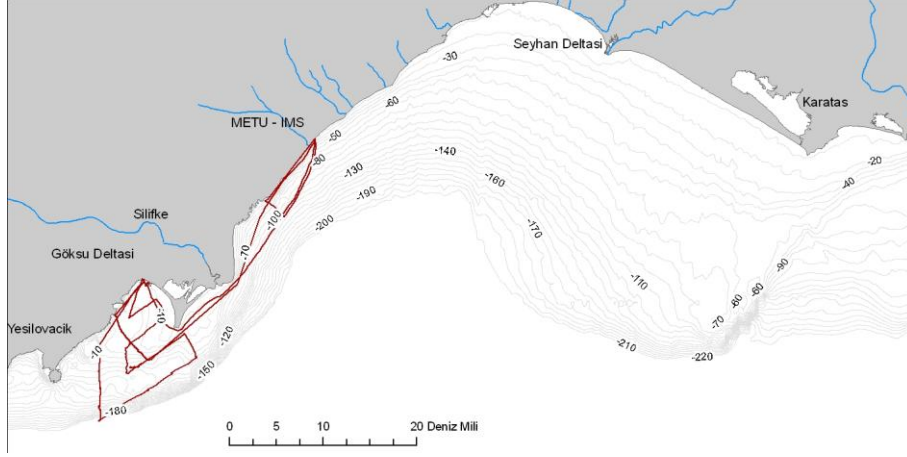


Şekil 18. Ekim 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.

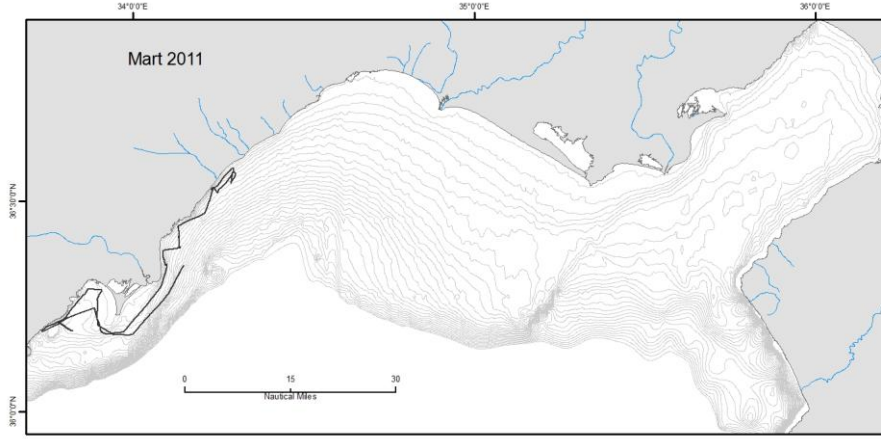


Şekil 19. Ağustos 2009'da Göksu nehri etki alanında çalışılan akustik hatlar ve CTD istasyonları.

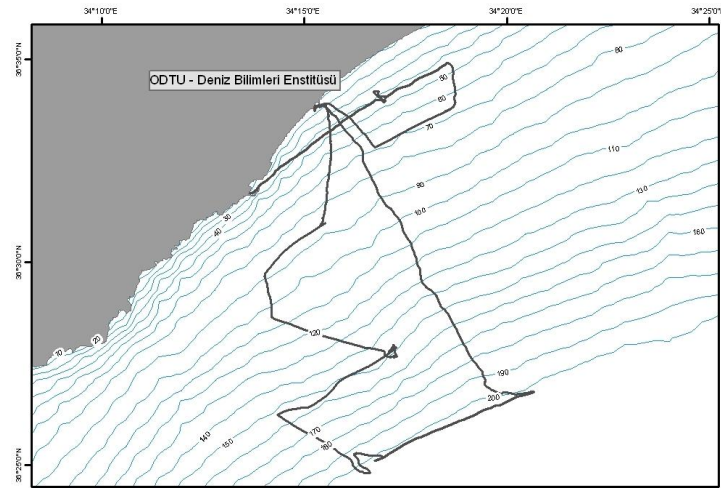




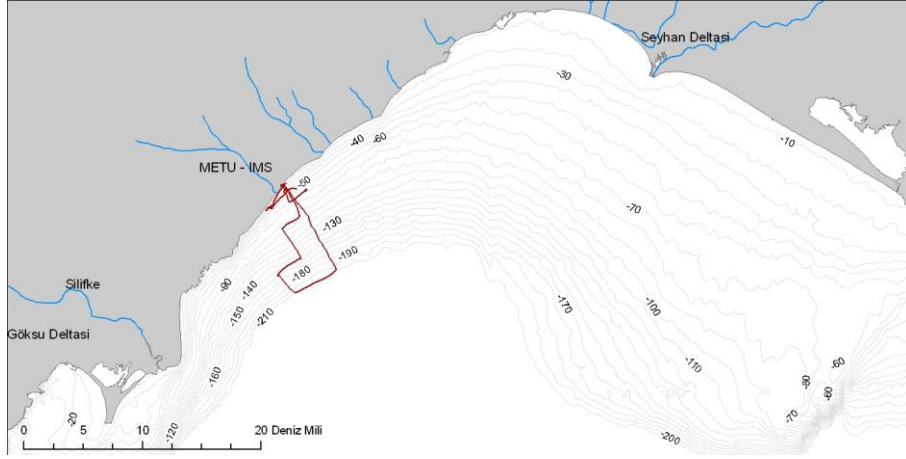
Şekil 20. Şubat 2010 seferinde çalışılan alan.



Şekil 21. Mart 2011 seferinde çalışılan akustik hatlar.



Şekil 22. Eylül 2009'da Lamas nehri etki alanında çalışılan akustik hatlar ve CTD istasyonları.



Şekil 23. Kasım 2009 seferinde çalışılan akustik hatlar.

Akustik verilerin analizinde kullanılan ve ekosounder üreticisi firma tarafından sağlanan veri analiz yazılımı (post-processing software) çok yavaş ve onun ötesinde yetersiz kalmıştır. Başta bu sorun proje ekibince yazılan programlarla çözülmeye çalışılmıştır. Ancak daha sonra Akdeniz’de benzer çalışmalar yapan gruplar ve ICES kapsamındaki balıkçılık akustiği çalışmalarında standart olarak kullanılan EcoView programı için TOVAG grubundan olur alınarak programın lisansı proje süresince kiralanmıştır. Bu programının alınması ile analizler çok daha güvenilir ve kolay olarak yapılmaya başlanmıştır.

### **Akustik Verilerin Analizi**

Çalışma bilimsel ekosounder kullanılarak akustik yöntem ile sürdürülmüştür. Bu amaçla SIMRAD EY60 marka bilimsel ekosounder ve 120 kHz frekans kullanılmıştır. Her sefer öncesinde akustik sistem standard 120 kHz’lik bakır küre kullanılarak kalibre edilmiştir (Foote, 1987). Sefer sırasında gerek R/V Lamas 1 gerekse R/V Bilim 2 gemisinde seyir hızı saatte 7 deniz milini aştığında köpük problemi yaşanmış ve veri kalitesi düşmüştür. Bu nedenle tüm seyirlerde seyir hızı 7 deniz mili/saat olacak şekilde sabit tutulmuştur.

### **Sürü Belirleme**

Balıkçılık akustiği küçük pelajik balık stoklarının izlenmesinde kullanılan en yaygın yöntem olmasına karşın bu yöntemle sadece suya gönderilen ses sinyalinin sudaki cisimlerden yansımaya karşılık gelen voltaj değerleri elde edilmektedir. Bu değer sinyali yansıtan balığın ya da sürünün büyüklüğü hakkında sağlıklı bilgiler verirken sinyali yansıtan balığın/sürünün hangi türe ait olduğu hakkında doğrudan bilgi edinilememektedir. Bu yöntemin uygulanmasında belki de en kritik nokta sinyallerin hangi balıktan geldiğinin mümkün olduğunca doğru tahmin edilmesidir. Bu amaçla balık sürülerinin akustik olarak tanımlanmasına olanak sağlayacak pekçok yöntem geliştirilerek denenmiş (bkz. Gelişme raporları) ve aşağıda verilen yöntemin kuzeydoğu Akdeniz küçük pelajik balık stoklarının tanımlanmasında en uygun yöntem olduğuna karar verilmiştir.

Bu yöntemde her akustik sefer sonunda toplanan veriler öncelikle filtrelenmekte ve kayıtlar üzerindeki yabancı kaynaklı sesler, yalancı dip echoları, köpük, reverberasyon yüzeyi gibi gürültü ayıklanmaktadır. Ayrıca akustik verilere paralel olarak toplanmış olan GPS verisi de analiz edilmekte, hatalı noktalar çıkartılmakta, her bir ses atımına (ping) bir pozisyon atanacak şekilde yeniden düzenlenmektedir. Ardından su içindeki balık dışındaki plankton vb objelerin ayıklanması için “eşik değeri” uygulanmaktadır. Eşik değeri proje kapsamındaki analizlerde -60 dB olarak kullanılmıştır. Bu değer EU Mediterranean Acoustic Survey on Small Pelagic MEDIAS protokolü

kapsamında da kullanılan eşik değeridir. Ancak bu değer sürülerin belirlenmesi aşamasında ekogramdaki gürültü – parazit durumuna göre -52 dB değerine kadar yükseltiilip analiz aşamasında tekrar -60 dB değerine çekilmiştir.

Filtreleme işlemi bittikten sonra ekogramlar eşit aralıklı gridlere ayrılmakta ve her grid kendi içerisinde analiz edilmektedir. Bu özellikle balıkların alansal dağılımı hakkında bilgi vermek ve lokal çevresel değişkenlerle ilişkilendirmek açısından önemlidir. Bu proje verilerinin analizinde 1 deniz mili (1852 m) ölçeği temel alınmıştır. Bu ölçek daha sonra ilişkilendirmede kullanılacak olan uydu verilerinin çözünürlükleri ve balık davranışı düşünülerek kullanılan bilgisayarların işlem hızı da dikkate alınarak belirlenmiştir. Küçük pelajik balıkların genel olarak sürü davranışları yoğun çekirdekler halinde bir kaç gruptan oluşan kümeler şeklindedir (Petitgas ve Levenez 1996, Petitgas 2003, Haugland ve Misund 2004). Bu nedenle balık dağılımını analiz ederken, aynı kümeye ait çekirdek sürüler aynı birimde değerlendirilmiştir. Bu yüzden ekogramlar eşit aralıklı örnekleme ünitelerine ayırmıştır (ESDU, Elementary Distance Sampling Unit; Burgos ve Horne 2008).

### **Belirlenen sürüleri tanımlama**

Ekogramlar filtrelendikten ve eşit aralıklı örnekleme ünitelerine ayrıldıktan sonra, hangi sürünün hangi balık türüne ait olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Her ne kadar eşik değeri ve alt – üst çizgi (deniz tabanı – su yüzeyi) filtrelemesi yapılmış olsa da ekogram içerisinde hala istenmeyen veriler bulunmaktadır. Bunlar zooplankton kümeleri, ölü partiküller, hava kabarcıkları, diğer büyük predatör balıklar ya da sistemden kaynaklı elektriksel parazitler olabilmektedir. Bütün bu diğer istenmeyen değerler yanlış balık biyokütle sonuçları elde edilmesine neden olabilir. Bununla birlikte küçük pelajik balıkların gün içerisinde sürü oluşturdukları ve sürü halinde hareket etmekte olduğu gerçeğine dayanarak, sadece balık sürüsü olduğu bilinen grupların analiz içine dahil edilmesi gerekmektedir. Sürüler ekogram içerisinde merkeze doğru enerji yoğunlukları artan, genellikle yuvarlak, elips , piramit , çubuk şeklinde ya da dibe yakın halı ya da balya biçiminde olan, ancak balığın türüne, davranış şekline veya içerisinde bulunduğu aktiviteye göre yapısı değişebilen şekiller halinde gözükmektedir.

Literatür incelendiğinde ekogram üzerindeki sürülerin elle ya da otomatik olarak iki şekilde ayrıldığı uygulamalara rastlanmaktadır. Elle ayırma işleminin başarı durumu kullanıcının tecrübesine ve dikkatine göre değişebilmektedir. Ayrıca çok geniş bir alan ve binlerce balık sürüsü söz konusu olduğundan bu işlemi elle yapmak verimsiz ve hataya açıktır.

Bu durum göz önünde bulundurularak proje kapsamında sürü belirleme işlemi EchoView programının SHAPES (Barange, 1994) modülü kullanarak otomatik olarak yapılmıştır. Bu bir çeşit resim analiz işlemidir. Sürüler belirlenirken ölçülecek sürülerin minimum ölçütleri ve birleştirilecek kümelerin birbirine olabilecek maksimum mesafesi belirlenmektedir. Mevcut projenin çalışma alanı içerisinde gerçekleştirilen trol örneklemleri, dalış gözlemleri ve balıkçılardan gelen bilgiler ışığında çok küçük sürülerin de bulunabileceği var sayılarak sürü değişkenleri minimumda tutulmaktadır. Örneğin minimum sürü yüksekliği (dikey uzunluk) 1 metre, minimum sürü uzunluğu (yatay uzunluk) 2 metre kabul edilmiştir (Çizelge 2). Program tarafından bu sınıflandırmaya uyan sürüler ayrıldıktan sonra bulunan sürü olarak tanımlanan gruplar tekrar ekogram üzerinde tek tek gözden geçirilerek yanlış belirlenmiş kısımlar ayıklanmıştır. Dolayısıyla programdan kaynaklanabilecek hatalar elimine edilerek elde edilebilecek en temiz sonuçlara ulaşılmıştır.

### **Belirlenen Sürülere Tür Atama**

Bu tip çalışmaların karşılaştığı en büyük sıkıntı akustik olarak belirlenen balık sürülerinin hangi türe ait olduğunun tayin edilmesidir. Bu konuda uygulanan farklı yöntemler vardır. İlki yine uzman deneyimine dayanan gözle

yapılan işlemdir. Bu işlem esnasında trolle yakalanan sürüler ve sürü yapıları ve örnek içerisindeki tür kompozisyonu göz önünde bulundurularak ekogram üzerindeki her bir sürüye tek tek “tür” tahsis edilir. Ancak bu yöntem doğal olarak kişiden kişiye değişiklik gösterebilecek ve hatalara açık bir yöntemdir. Bunun yerine projede daha güvenilir olan istatistiksel sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır.

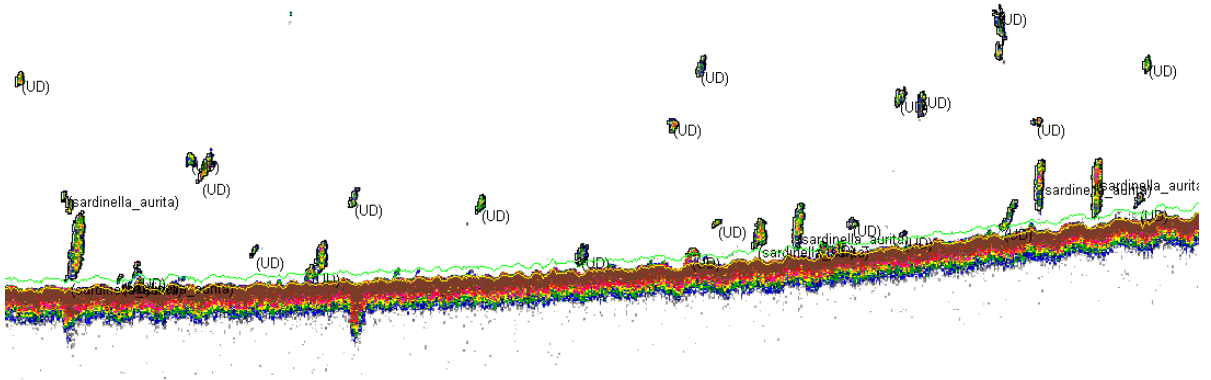
### Sınıflandırma

Akustik olarak tanımlanmış olan balık sürülerini birbirlerinden ayıran birçok özellik vardır. Bunlar genel olarak, sürünün derinliği, eni boyu, çevre uzunluğu, yapısı (yoğunluk durumu, sıklığı, akustik enerji dağılımı, geri yansıtma gücü ortalaması) su kolonundaki pozisyonudur (sürünün bulunduğu yerdeki toplam derinlik, sürünün ortalama derinliği). Aynı tür balıkların aynı sürü yoğunluğu, aynı davranış özellikleri ve benzer habitat tercihleri göstermesi beklendiğinden, yukarıda bahsedilen değişkenlerden ortak özellikleri paylaşan sürülerin aynı tür olacağı var sayılmaktadır (Simmonds ve MacLennan, 2006). Dolayısıyla farklı türleri ayıran özelliklerin bilinmesi durumunda tür ayırımı otomatik olarak yapılabilecektir. Bu yaklaşım kullanılarak sürü olabilme kriterleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır. Bu kriterler doğrultusunda sürü olabilme özelliğine sahip sinyal grupları “sürü” olarak ayrılmaktadır.

Örnek olarak, Şekil 24’de verilenler balık sürüsü olabilme özelliklerini sağlayan sinyal gruplarıdır. Su kolonunda bu özellikleri sağlayan başka herhangi bir cisim bulunabilme olasılığı son derece düşük olduğundan bunların tamamının balık sürüsü olduğunu var sayılmıştır.

Çizelge 2. KD Akdeniz için kullanılan sürü tanımlama kriterleri

Kriter	Değer
Ön seçim min sürü uzunluğu	2.0 m
Ön seçim min sürü yüksekliği	1.0 m
En küçük aday sürü uzunluğu	1.0 m
En küçük aday sürü yüksekliği	0.5 m
En yüksek birleştirme mesafesi dikey mesafe	2.0 m
En yüksek birleştirme mesafesi yataymesafe	5.0 m
Deniz tabanına en düşük yakınlık ( ortalama)	0.5 m
Eşik değeri (dB)	-60 dB



Şekil 24. Sürü olarak ayrılmış sinyal öbekleri



Daha sonra bu sürülere ait akustik özellikler belirlenmiştir. Başlangıçta kullanılan sürü özellikleri Çizelge 3 'de verilmiştir. Bunlardan sürünün uzunluğu, yüksekliği, tabandan ortalama yüksekliği, yüzeyden derinliği, kompaktlığı, çevresi, alanı, yuvarlaklığı, dikeyde ve yatayda ne kadar düzensiz olduğu gibi değişkenler sürü morfolojisi; sinyal grubunu oluşturan matriks içindeki her bir sinyalin ortalama enerjisi, standard sapması, normal dağılıma göre kütlük ve diklik vb değerleri sürü çözünürlüğü; NASC, TS vb değişkenler de sürünün akustik büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir.

Sürüleri tanımlayan bu uzun değişken listesine daha pek çok ekleme yapmak mümkündür. Ancak seferlerde karşılaşılan tüm sürüler dikkate alınarak yapılan analizlerde bilgisayar işlem zamanı değişken sayısı ile birlikte üssi olarak arttığından hangi değişkenlerin sürüleri ayırmada belirleyici olduğunun belirlenmesi ve bu değişkenlerin diğerlerinden ayrılarak listenin optimize edilmesi gerekmektedir. Ayrıca sürü olarak tanımlanan tüm akustik hedeflerin analize dahil edilmesi de tekrar (iterasyon) gerektiren analiz süresini gereksiz yere arttırmakta olup proje kapsamında kullanılan bilgisayarların işlem hızı ile pek mümkün de değildir. O nedenle tüm sürüler NASC\_PR (bir birim hücre içerisindeki bir sürünün geri yansıyan ortalama ses miktarının o hücrenin toplam yansıtma gücüne katkısı) değerlerine göre sınıflandırılmış ve sadece kümülatif olarak ilk %99'luk bölüm dikkate alınmıştır. NASC-PR değerinin çalışılan alandaki balık biyokütlesine denk olduğu dikkate alındığında bahsi geçen optimizasyon yolu ile sayıca çok ancak küçük olması nedeni ile toplam balık biyokütlesinin sadece %1'in oluşturduğu sürüler göz ardı edilmiştir.

Çizelge 3. Balık sürüsü olarak tanımlanan sinyal gruplarına ait sürü değişkenleri

Sürü Değişkeni	Açıklama
Sv_mean	Sürüden gelen ortalama yansıma
NASC	Mile dönüştürülmüş yansıma katsayısı
Sv_max	Sürüden gelen en yüksek yansıma.
Sv_min	Sürüden gelen en düşük yansıma.
Height_mean	Ortalama sürü yüksekliği
Lat_M	Sürünün gözlemlendiği enlem
Lon_M	Sürünün gözlemlendiği boylam
Depth_mean	Ortalama sürü derinliği
Standard_deviation	Sürüden gelen yansımaların standard sapması
Skewness	Sürüden gelen yansımaların normal dağılıma göre eğikliği
Kurtosis	Sürüden gelen yansımaların normal dağılıma göre kütlüğü
Corrected_length	Düzeltilmiş sürü boyu
Corrected_thickness	Düzeltilmiş sürü kalınlığı
Corrected_perimeter	Düzeltilmiş sürü çevresi
Corrected_area	Düzeltilmiş sürü alanı
Image_compactness	Sürü şekli kompaktlığı
Corrected_mean_amplitude	Düzeltilmiş ortalama yansıma genliği
Corrected_MVBS	Düzeltilmiş ortalama hacimsel geri yansıma
Coefficient_of_variation	Sürüden gelen yansımalara göre değişim katsayısı
Horizontal_roughness_coefficient	Yatay düzensizlik katsayısı
Vertical_roughness_coefficient	Dikey düzensizlik katsayısı

Area_Backscatter_Strength	Alansal geri yansıma gücü
Exclude_below_line_range_mean	Deniz tabanına göre mesafe
Fractal_Dimension	Tekrarlanan pattern boyutu
Elongation	Uzunsallık
Rectangularity	Dikdörtgensellik
Circularity	Yuvarlaklık
Altitude_index1	Yükseklik indeksi – Yüze referanslı
Altitude_index2	Yükseklik indeksi – dibe referanslı

Ayrıca tüm sürü değişkenleri türe özel olmayabilmektedir. Bu gibi değişkenler bir sürünün tanımlanmasında önemli olmayabileceği gibi yanıltıcı sonuçlar da verebilecektir. Örneğin sürünün boyu önemli bir değişkendir; ancak tek başına kullanıldığında akustik beam'in taradığı alan derinlik arttıkça genişlediğinden aynı türe ait ve aynı özelliklere sahip ancak farklı derinliklerdeki iki sürünün boyu birbirine eşit olmayacaktır. Bunun için bu tip değişkenleri doğrudan kullanmak yerine aşağıda açıklandığı üzere düzeltilmiş değerler dikkate alınmıştır (Diner, 2001). Ayrıca gözlemlere dayalı olarak sürü ayırımında önemli olabileceği düşünülen ilave değişkenler de literatüre uygun şekilde türetilmiştir (Cabreira, 2009; Reid ve ark., 2000; Robotham ve ark., 2010). Bunlar uzamışlık (elongation), dairesellik (circularity), dikdörtgensellik (rectangularity), düzensizlik (fractal), altimetre olup nasıl hesaplandıkları aşağıda verilmiştir.

$$\text{uzamışlık} = \frac{\text{boy}}{\text{en}}$$

$$\text{Dairesellik} = \frac{\text{çevre}^2}{\text{alan}}$$

$$\text{dikdörtgensellik} = \left( \frac{\text{boy} \times \text{en}}{\text{alan}} \right)$$

$$\text{düzensizlik} = \frac{\log_n \frac{\text{çevre}}{4}}{\log_n \text{alan}}$$

$$\text{Altimetre1} = \frac{\text{der1} + \left( \frac{\text{en}}{2} \right)}{\text{der2}}$$

$$\text{Altimetre2} = \text{der2} - \left( \text{der1} + \frac{\text{en}}{2} \right)$$

- boy = akustik beam içerisinde sürünün ilk görüldüğü noktanın merkeze olan açısına göre düzeltilmiş sürü boyu  
en = düzeltilmiş sürü eni  
çevre = düzeltilmiş sürü çevresi  
alan = düzeltilmiş sürü alanı  
der1 = sürü derinliği

der2 = toplam derinlik

### Sürünün görüldüğü açı

eğer  $dRSp \geq 0$  ise  $f = j \cdot (1.04 \cdot dRSp^{0.33} - 1.52)$ ; ya da  
eğer  $dRSp < 0$  ise  $f = 0$

### Düzeltilmiş sürü boyu

$$Lcr = (L - 2 \cdot R \cdot \tan(f/2))$$

### Düzeltilmiş sürü eni

$$Tc = T - C/2 \cdot t/1000$$

C = ses hızı d (m/s) - 1500 m/s olarak alınmıştır.

### Corrected\_image\_area

$$A2D = A \cdot (Lcr \cdot Tc) / (L \cdot T) \text{ if } L \cdot T > 0;$$

$$A2D = 0 \text{ if } L \cdot T = 0$$

### Corrected\_image\_perimeter

$$Pc = P - (2 \cdot [(L - Lcr) + (H - Tc)])$$

Kullanılabilir değişkenlerin belirlenmesinden sonra bu değişkenler arası eş-doğrusallığa (collinearity) bakılmış ve birlikte doğrusal olarak davranan değişken çiftleri ayıklanmıştır. Geriye kalanlar işlevlerine göre sınıflandırılmış ve aşağıda verilmiştir (Çizelge 4). Buna göre sürünün geri yansıtma enerjisi ile ilgili olan değişkenler, morfolojisi ile ilgili değişkenler ve konumu ile ilgili değişkenler olarak sınıflandırılmıştır. Verilen bu değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermedikleri tek tek test edilmiş; göstermeyenler uygun transformasyon ile normalize edilmiştir.

Çizelge 4. Ayıklanan sürü değişkenleri ve normalize etmek için uygulanan transformasyon;  $\log = \text{Log}+1$ ;  $\text{LogLog} = \text{Log}(\text{Log} + 1)$ ; kök kök =  $\sqrt{\sqrt{\quad}}$

Enerji	Morfometri	Konum
Sv_mean	Düzeltilmiş sürü boyu (log)	Ortalama sürü derinliği (kök-kök)
Sv_max	Dikdörtgensellik (log-log)	Altimetre 1
Varyasyon katsayısı	Uzamışlık (log)	Altimetre 2
Skewness (log)	Kenar düzensizliği (önemsiz)	Toplam derinlik (kök-kök)
Kurtosis (log)	Kompaktlık (log)	
	Düzeltilmiş en (log-log)	

Uygun değişkenlerin seçiminin tamamlanmasının ardından veri setine principal component analizi uygulanmış ve hangi değişkenin sürüleri birbirinden ayırmada, ne derece önemli olduğuna bakılmıştır. Önemin değerlendirilmesinde her bir değişkenin bileşen içindeki yük değerine (loading, power) bakılmıştır. 0 ile 1 arasında değişen bu değer 0.4'ün altına düşmesi durumunda söz konusu değişkenin önemsiz olduğu kabul edilmiş (MacGarigal ve ark., 2000) ve analizden çıkartılarak PCA tekrarlanmıştır.

Sürülerin belirlenmesinde önemli olan değişkenler arası ilişki, ana birleşen yük değerlerinin karşılıklı olarak grafiklenmesi ile incelenmiştir. Buna göre grafik üzerinde birbirine yakın koordinatlarda yer alan değişkenlerin sürü ayırımında benzer etki yaptıkları anlaşılmaktadır. Öbeklenme durumu benzer özellik gösteren değişkenlerin bileşenlerin ayrıştırılmasında diğer değişkenler üzerinde baskın olabileceğini gösterdiğinden öbeklenen değişkenlerin co-linear olup olmadıkları tekrar kontrol edilmiştir.

Değişken seçiminin tamamlanmasının ardından analizde kullanılacak sürülerin belirlenmesine geçilmiş, bunun için de outlier olarak sınıflandırılacak sürüler belirlenmiştir. Hotelling  $T^2$  analizi ile normalite sınırları dışında kalan sürüler belirlenmiş ve bu sürülerin gerçek outlier olup olmadıklarına karar verebilmek için ekogram üzerinde incelenmişlerdir. Gürültü, kabarcık, dip kontaminasyonu vb nedenlerden dolayı anormal durum gösterdiği belirlenen sürüler ayıklanmıştır.

Değişken seçiminin ardından sürülerin sınıflandırılmasına geçilmiştir. Salkım analizine dayalı olarak yapılan sınırlandırmada sürüler arası benzerlik Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Benzerlik için korelasyon katsayısının seçilmesinin iki ana nedeninden biri sürü değişkenlerinin değer aralıklarının birbirinden oldukça farklı olması ve bu farkın normalizasyon için şart olan transformasyonlar ile daha da açılması; diğeri de izleyen adımlarda uygulanan Discriminant Fonksiyonu Analizinde kullanılacak olan modelle uyum sağlamasıdır.

Daha sonra benzerlikler hiyerarşisi “unweighted pair-group averaging” ile oluşturulup dendrograma aktarılmıştır. Aynı salkım altında yer alan benzer sürüler aynı kod ile kodlanmıştır. Salkım analizi sonuçlarına göre sınıflandırılarak kodlanan sürülerde temel belirleyici özelliklerin çıkartılması, discriminant köklerinin istatistik önemlerinin bulunması ve salkım analizi ile yapılan ayırımın sağlamanın yapılması amacı ile Discriminant Fonksiyonu Analizi (DFA) kullanılmıştır. Elde edilen fonksiyonun ve uygulanan modelin ne derece başarılı olarak ayırım yaptığını anlamak için Wilks' Lambda katsayısı kullanılmıştır. 1 (hiç ayırım yapamadı) ile 0 (mükemmel ayırım sağlandı) arasında değişen bu değer sonuçların güvenilirliğinin değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

DFA'nın ardından elde edilen sonuçlara Canonical analizi uygulanmıştır. Bu analiz hem modelin bir bütün olarak güvenilirliğinin test edilmesi; hem ayırım köklerinin tek tek istatistik önemlerinin çıkartılması; hem de salkım analizi ile elde edilen sınıflandırmanın doğrulanmasını sağlamıştır. Elde edilen canonical skorlar farklı kökler için grafiklenmiş ve sürü ayırımlarının görsel olarak sunulması sağlanmıştır.

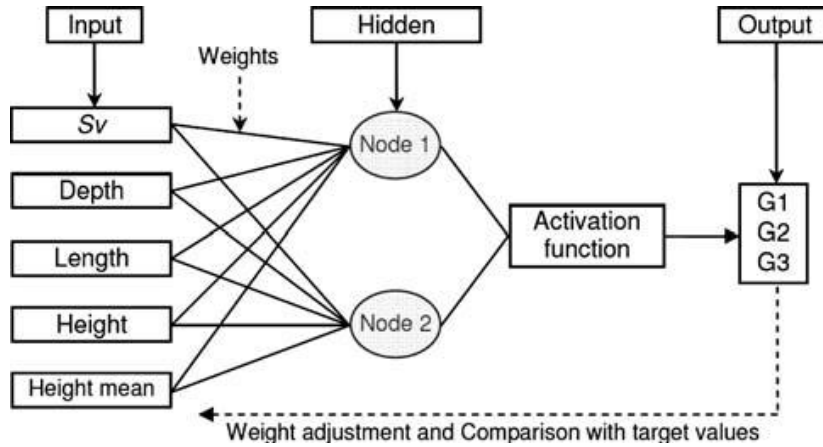
Salkım analizi ile bulunan, DFA ile ayrıştırılıp Canonical analizi ile modellenen sürü ayırımı daha sonra yapay sinir ağları analizi ile sonlandırılmıştır.

Yapay Sinir Ağları bir çok temel elementten oluşmakta ( nöronlar) ve sıkıca birbirine kenetlenmiş katmanlardan meydana gelmektedir. Sistemin bir çok girdi ve çıktısı vardır ve girdilere istenilen sonuçta tepki verebilmesi için koşullandırılmaktadır (öğrenme süreci). Bu süreçte işlem birimleri diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Genelde, işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar; bu yapı da sinir ağlarını oluşturmaktadır. ANN öğrenme aşamasında oluşturduğu ağ üzerinden akan iç ve dış bilgileri baz alarak değişikliklere kendisini uyarlayabilen bir sistemdir. Daha pratik anlamda ANN girdi ve çıktılar arasındaki karmaşık ilişkileri ya da verilerdeki paterni modellemek için kullanılan lineer olmayan istatistiksel bir veri modelleme aracıdır. ANN'ın ana öğesi olan matematiksel fonksiyon, ağın mimarisi tarafından şekillendirilir. Fonksiyonun temel yapısını ağırlıkların büyüklüğü ve işlem elemanlarının işlem şekli belirler.

Yöntemin uygulanacağı bu çalışmada girdiler yukarıda verilen analiz serisi sonunda belirlenmiş sürü parametreleridir. DFA ve Canonical analizlerinin yüksek olasılıkla tanımladıkları sürüler bu sürülerin içindeki belirleyici pateni algılaması ve daha sonra bunu bunlarında dışında kalan sürülere uygulayabilmesi amacıyla ANN ağlarına tanıtılmıştır. Bu amaçla ilk olarak salkım analizi ile belirlenmiş sınıflar kullanılmış, dolayısıyla ağ tarafından 17 elementten oluşan bir sınıflandırma beklenmiştir. Sistemin öğrenme sürecinden sonra bu karmaşık sınıflandırma problemini çözmesi gerekmektedir.

Analizin öğretme ve test süreçleri olarak adlandırılan sonraki aşamalarında nöron sistemi bir balık sürüsünü tanımladığında bazı sensörler aktif olmakta ve aktivasyon fonksiyonu olarak da adlandırılan bir fonksiyonla gizli nöronlara sinyal göndermektedir. Böylece girdi sinyali ile hareketlenen nöronlar kendilerine olan bağılılığı artırırlar. Eğer aynı sürü tekrar tekrar sisteme tanıtılırsa nöronların birbirine bağılılığı dolayısıyla öğrenme seviyesi artar. Bu bağlantının ağırlığı olarak tanımlanır. Eğer daha sonra ağ aynı türün farklı özellikte bir sürüsü ile karşılaşırsa nöronların birbirine bağılıkları zayıflamaktadır. Dolayısıyla bu yeni sürüyü tanıyabilmesi için ağın yeniden eğitilmesi gerekmektedir. Belirli bir öğrenim sürecinden sonra ağ farklı balık türlerine ait sürüleri tanımlayabilecek seviyeye gelmektedir.

Sınıflandırmanın doğruluğunu anlayabilmek için bilinen değerlerle sistemin ürettiği değerler karşılaştırmaktadır. Diğer bir deyişle hangi türe ait olduğu bilinen 100 adet sürü varsa bunların 70 tanesi öğrenme süreci 30 tanesi de sistemin ürettiği sonuçla karşılaştırma için kullanılmaktadır. Seçim rastgele yapılarak öğrenme sürecinin başarısı test edilmektedir. Bu örnekte verilen %70, %30 oran bu sürecin sonunda değiştirilebilmektedir.



Şekil 25. Beş girdili bir ANN sisteminin akış şeması (Charef ve ark., 2009'ten alınmıştır)

Farklı algoritmalar kullanan farklı tiplerde ANN'lar vardır. Bunlardan en çok kullanılanları "self-organizing mapping (SOM) , multilayer perceptron (MLP) ve radial basis network (RBN)'tür. Bu çalışmada sınıflandırma problemlerinde en yaygın olarak kullanılan multilayer perceptron (MLP) yöntemi seçilmiştir. Yukarıdaki şekilde 5 girdili bir MLP şematik olarak gösterilmektedir (Şekil 25). Buraya kadar açıklanan analizlerin uygulanmasında STATISTICA programı kullanılmıştır.

Benzer sürülerin yukarıda açıklanan analizler ile ayrıştırılmasından sonra hangi sürünün hangi balık türünü temsil ettiğinin belirlenmesi gerekmiştir. Bunun için ortasu trol verileri kullanılmıştır. Her balık türünün sadece tek bir sürü tipi göstermesini beklemek doğru bir yaklaşım olmayacağından trol av kompozisyonu ile akustik av kompozisyonu eşleştirilmesinde istatistik olarak en güvenli seçimin yapılmasına özen gösterilmiştir. Ara

Raporlarda gelişim aşamaları detaylı olarak verilen yöntemde öncelikle aynı sürü tipine ait sürülerinin sürü içindeki toplam balık miktarına karşılık gelen NASC\_PRN değerleri toplamı alınmıştır. Aynı şekilde trol örneklemelerinde elde edilen küçük pelajik tür kompozisyonu çıkartılmıştır. Excel-Solver fonksiyonu kullanılarak aşağıdaki denklem için en düşük kareler toplamı (minimized sum of squares) yaklaşımı ile çözüm aranmıştır.

$$SS = \sum_{i=1}^{\# \text{ tür}} (Biyokütle_i - \sum_{k=1}^{\# \text{ sürü tipi}} NASC\_PRN_k)^2$$

Yukarıda verilen yöntem ile her sürü tipine bir balık türü atandıktan sonra balıkların dağılım haritaları çizilmiştir. Balıkların dağılımlarında belirleyici olan çevresel değişkenlerin ne derece etkili ve önemli olduğunun araştırılması için Generalized Additive Model kullanılmıştır. Bunun için projede kullanılmış olan Seacat SBE 19plus V2 model CTD ile akustik transektler boyunca toplanmış olan oşinografik veri HEX formatında ham veri olduğundan, öncelikle kullanılabilir biçime dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu veri, CTD sensörlerinin ayarları ve özelliklerinin saklı olduğu konfigürasyon dosyalarının yardımıyla kullanılabilir text formatına çevrilmiştir. Çıktı olarak seçilen değişkenler derinlik, tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk, par (ışık) ve florasansdır.

CTD su kolonunda inerken ve çıkarken sürekli olarak ölçüm yaptığından her bir derinlik aralığına ait çok miktarda ölçüm bulunmaktadır. Ancak analiz aşamasında her bir derinliğe ait tek bir değer olması gerektiği için, her bir derinlik aralığına ait değerlerin ortalaması alınmış ayrıca çıkış sırasında toplanan veri de gözardı edilmiştir (sadece iniş esnasında toplanan veri kullanılmaktadır).

Sefer süresince bir deftere kaydedilmiş olan CTD ölçümlerine ait istasyon bilgileri ( koordinat, operasyon saati ve tarihi, toplam derinlik) CTD verisine eklenmiştir. Bu veri haritalanmış ve kayıt sırasında oluşmuş olabilecek hatalara karşı denetlenmiş ve eğer varsa hatalı kısımlar, akustik kayıtların yardımıyla düzeltilmiştir.

Daha sonra CTD verisinin dağılımını görebilmek ve çeşitli hesaplamalar yapabilmek amacıyla veri seti ODV (Ocean Data View) yazılımının formatına çevrilmiştir. ODV coğrafik referans bilgilerine sahip oşinografik veriyi kapsamlı bir şekilde inceleyebilmek, çizimler oluşturmak, haritalama yapmak, 1, 2 ya da 3 boyutlu olabilecek şekilde interpolasyon yapmak ve diğer çeşitli hesaplamaları yapabilmek için AWI ( Alfred Wegener Institute) tarafından geliştirilmiş bir programdır (Schlitzer, 2011). Bu çalışmada, programın son versiyon olan ODV-4 kullanılmıştır.

Oşinografik değişkenler ile balık dağılımı arasındaki ilişkinin ortaya konabilmesi için, akustik kayıtlar ile CTD verilerinin eşleştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple bir balık sürüsünün x,y,z (enlem, boylam, derinlik) özelliklerine karşılık gelen değerler belirlenmelidir. Bu amaçla ODV programının "3D Estimation" (üç boyutlu tahmin) özelliği kullanılmıştır. Bu hesaplamada öncelikle daha önceden hazırlanmış balık sürülerine ait x, y, z dosyası programa okutulur ve sürüleri temsil eden bu noktaların civarlarında önceden belirlenmiş bir mesafe ölçeği içerisinde bulunan gerçek CTD ölçümlerinden faydalanılarak o noktaya ait tahminler yapılır. Tahminler yapılırken, o sürüye en yakın istasyonun en yüksek etkiye sahip olacağı şekilde bir ağırlıklı hesaplama sistemi uygulanır. Program analiz sonunda tahminler yapılırken kaç adet gerçek veri noktasının kullanıldığını ve tahminlerin ne kadar güvenilir olduğuna dair sonuçları da çıktı olarak vermektedir. Tahminlerin güvenilirliği bir sürüyü temsil eden noktanın civarındaki CTD istasyonlarının mesafesi ve sayısı ile ilişkilidir.

Yukarıda anlatılan yolla akustik veriler ile hidrografik ölçümler aynı x, y, x noktaları için karşılaştırılabilir formata çevrilmiştir. Bundan sonra aralarındaki ilişkinin ortaya konması ve balıkların dağılımında oşinografinin etkisinin sayısallaştırılarak gösterimi için önce Discriminant Fonksiyonu Analizi uygulanmış; verilerin bu analize uygun olmaması üzerine de Generalized Additive Model uygulanmıştır. STATISTICA programı ile uygulanan analizde aşağıdaki fonksiyon kullanılmıştır.

$$gi(NASC\_PRN) = \sum_i f_i X_i$$

Burada "f<sub>i</sub>" bağlantı (link function) fonksiyonudur. Bu çalışmada aşağıdaki log link fonksiyonunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Log link: f(z) = log(z). Ayrıca sürekli değişkenlerden (continuous variable) oluşan verilerin GAMMA dağılımına daha uygun olacağı düşünülerek model bu dağılıma göre hazırlanmıştır.

### **Ortasu trolü örneklemeleri**

#### **Küçük pelajik balıkların tür kompozisyonlarının belirlenmesi**

Yukarıda da açıklandığı üzere akustik çalışmalar sonucunda su kolonunda bulunan ve üzerine yönlendirilen ses sinyallerini geri yansıtan cisimlerin sayıları ve akustik hedef büyüklükleri hakkında bilgi edinilebilirken bu cisimlerin hangi türe ait olduğunun belirlenmesi doğrudan elde edilebilecek bilgiler değildir. Bu nedenle doğrulama (groundtruthing) ya da diğer bir deyişle gözlenen akustik hedeflerin hangi balık türüne ait olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla her çalışma gününde karşılaşılan balık sürelerinden ortasu trolü ile örnek alınmıştır. Her örnekleme ardında avdan çıkan tüm türlerin toplam ağırlıkları alınmış ve ayrıca sayılmıştır. Projenin başlangıcında kullanılan trol ağı süratli çekimlere olanak sağlamak amacıyla bölgede denenmiş modellerden (Bingel, 1983) modifiye edilerek enstitü reisleri tarafından üretilmiştir. Ancak Ekim 2010 seferinde kullanılan Lamas-1 teknesinin trol vinci arızalanmış ve çalışmanın aksamaması için çalışmalara R/V Bilim-2 gemisi ile devam edilmiş ve ortasu örneklemeleri farklı bir ortasu ağı ile yapılmıştır. Burada temel amaç akustik olarak gözlenen örnek balık sürülerinin avlanarak sadece hangi türe ait olduğunun belirlenmesi olduğundan ağların avlama etkinlikleri arasındaki farkı önemsiz kılmaktadır. Bu nedenle ağ tasarımları arasındaki fark toplamda yakalanan balık miktarında değişikliğe neden olsa da hedeflenen amaca sorunsuz olarak ulaşılmasına olanak vermiştir. Ancak buradan elde edilen veriler ışığında ağırlık ve sayıca av kompozisyonunun çıkartılması aşamasında Lamas-1 ve R/V Bilim-2 gemilerinde elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve aralarındaki fark ki kare testi ile istatistik olarak değerlendirilmiştir.

#### **Küçük pelajik balıkların biyolojik özelliklerinin belirlenmesi**

Deniz çalışmalarında elde edilen örnekler üzerinde sık rastlanan türlerin büyüme, beslenme ve üreme özelliklerinin anlaşılabilmesi amacıyla aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır.

#### **Balıkların boy dağılımları**

Her trol örnekleminin ardında elde edilen avın tamamı türlere ayrılmış ve her türe ait bireylerin mümkün olduğunca tamamına ait boy-frekans dağılımları 0.5 cm boy/sınıf aralığında ölçülmüştür. Ancak örneğin tamamının ölçülemeyecek kadar çok olması durumunda alt örnek alınmıştır. Holden ve Raitt (1974) tarafından önerilen yöntemle göre toplam örnek sıralı olarak eşit parçalara bölünerek kasalanmış ve kasalardan bir tanesi tesadüfi olarak seçilerek boy ölçümü alınmıştır. Proje boyunca toplam 4 250 000 adet bireyin boyu ölçülmüştür. Bu ölçümlere ait aylık boy-frekans dağılım grafikleri FAO-FISAT yazılımı ile çizdirilmiştir.

## Üreme zamanının belirlenmesi

Projenin başlangıcında bölgedeki küçük pelajik balıkların ekolojisine dair temel alınabilecek bir çalışma bulunmadığından çalışmaya stokların klasik davranış biçimini sergiledikleri; yani üreme (spawning), büyüme (nursery) ve beslenme (feeding) alanları üçgeni içinde hareket ettikleri var sayılarak başlanmıştır. Ayrıca sınırlı mevcut bilgi ışığında bölgedeki küçük pelajik türlerin üreme döneminin oldukça geniş bir dönemi kapsayacağı varsayılmış ve çalışma takvimi bu varsayım üzerine hazırlanarak ilk yıl üreme dönemlerinin belirlenmesinde yönelik olarak sadece Seyhan Lamas ve Göksu nehirleri civarında aylık örnekleme yapılması planlanmıştır. Ancak projenin ilk yılının sonunda elde edilen sonuçların tatmin edici bulunmaması nedeni ile aylık örnekleme tüm proje süresince devam edilmiştir. Örnekleme yapılamadığı ya da yeterli örnek sağlanamadığı aylarda veriler aynı bölgede avlanan balıkçı teknelerinden alınan ek örneklerle desteklenmiştir.

Gerek araştırma seferleri sırasında ve gerekse balıkçı teknelerinden alınan örneklerin yerinde boy-frekans değerleri çıkartılması aşamasında her 0.5 cm boy aralığına en az 10 birey düşecek şekilde ikinci bir örnekleme yapılmıştır (Çizelge 5). Bu aşamada seçilen balıklar laboratuvara nakledilmiş ve burada her bireyin total boy (0.1 cm), vücut ağırlığı, gonad, mide, karaciğer ağırlıkları tartılmış ( $\pm 0.0001$  gr) ve gonadların olgunluk derecesi çalışmanın amacına uygun olarak seçilen dört aşamalı skalaya göre sınıflandırılmıştır.

Balıklarda eşey ayrımı ve gonad gelişim evreleri makroskobik olarak incelenerek yapılmıştır. Gonad gelişim evreleri ise anatomik yapılarına göre juvenil, olgunlaşan, olgun ve yumurtlamış olmak üzere dört evrede değerlendirilmiştir (Bingel, 2002). Buna göre;

**I.evre:** Makroskobik olarak cinsiyet ayrımı yapılamamaktadır. Juvenil bireyler olup, gonad gelişimleri yoktur.

**II.evre:** Olgunlaşmaya başlayan gonadlar olup, vücut boşluğunun 2/3'sini doldurmaktadır. Kan damarları belirginleşmeye başlayan ovaryumlar pembemsi, sarı ve ya soluk turuncu renktedir. Testisler ise mat beyaz renkte ve ince bant şeklindedir.

**III.evre:** Vücut boşluğunun tamamını kaplayan, maksimum boydaki olgun gonadlardır. Ovaryumlar koyu sarı ve turuncu, testisler ise mat beyaz renktedir. Dişi bireylerin soluk-altın sarısı yumurtaları ve erkek bireylerin spermeleri karın kısmına baskı yapıldığında görülmektedir.

**IV evre:** Yumurtlamış gonadlardır. Ovaryum ve testisleri ince, gevşek, kan damarlıdır. Ovaryumlarda yumurtlamadan arda kalan yumurtalar gözlenmektedir.

Projenin başlangıcında farklı türlerin farklı zamanlarda farklı üreme ve beslenme alanlarını seçebilecekleri varsayımında bulunulmuş ve örnekleme planının da buna göre şekillendirilmesi hedeflenmiştir. Ancak proje bulguları elde edildikçe böyle bir ayrımın olmadığı görülmüştür. Bu nedenle de projenin üçüncü yılında planlandığı şekilde sadece üreme ve beslenme alanlarına odaklanması mümkün olmamış, ilk çalışma yılının aykırı bir yıl olabileceği ve varılan sonucun yanıltıcı olabileceği düşünülerek proje süresince tüm çalışma alanının tamamı taranmıştır.



### **Boy-ağırlık ilişkileri**

Çalışma kapsamına alınan türlerin boy-ağırlık ilişkileri akustik olarak hesap edilen NASC değerlerinin biyokütleyle çevrilmesinde kullanılmak üzere hesaplanmıştır. Klasik  $W=aL^b$  ilişkisi kullanılmış dişi ve erkek bireylerin boyları arasında istatistiksel fark olup olmadığı Mann-Whitney U testine göre değerlendirilmiştir (Zar, 1984)

Türlerin üreme biyolojileri aşağıdaki verilen göstergeler dikkate alınarak yorumlanmıştır.

### **Gonadosomatik gösterge (GSI): Gonad ağırlığının somatik ağırlığa (iç organları çıkartılmış) oranı**

Gonadosomatik göstergenin vücut ağırlığından bağımsız olduğu ve doğrudan bireyin gonadlarındaki yumurtaların gelişmişliğinin göstergesi olduğu bilinmektedir. Ancak ergin dişilerde gonadosomatik göstergenin çok değişken olduğu da rapor edilmiş; yumurtlama döneminin hemen öncesinde sulanmış yumurta barındıran dişilerin gonadosomatik göstergelerinin yumurtlama sonrası dönemdeki dişilere göre 10 kat fazla olabileceği bildirilmiştir (Somarakis ve ark., 2004). Bu durumun özellikle üreme döneminde aylık ortalamalar alınırken sorun teşkil etmemesi için gonad aktivitelerinin sınıflandırılmasında sadece aktif dişilerin dikkate alınması planlanmıştır. Ancak bazı türler için her ay yeterince örnek elde edilememiş olması sadece aktif dişilerin kullanımına olanak vermemiştir. Ayrıca aktif dişilerin makroskopik olarak ayrılmasında örnekler birden fazla kişi tarafından incelendiğinden görecelilik sorunu olabileceği dikkate alınarak tüm verilerin kullanılmasına karar verilmiştir. Sonuçlarda yukarıda belirtilen sorunun olup olmadığı ise aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir. Somarakis ve ark. (2004) *Sardinella pilchardus* için yaptıkları çalışmada farklı gonad gelişim evrelerinde allometriyi incelemişler ve sulanma (hidrasyon) safhası dışında isometri olduğunu sulanma evresinde ise positif allometriye döndüğünü göstermişlerdir. Buna göre 18 histolojik evrede gonad ve somatik ağırlık arasındaki ilişkiyi bağıntısı ile tanımlamışlardır. Projede elde edilen verilerde aynı ilişki kapsamında ele alınarak “b” değeri 1’den yüksek olan (pozitif allometrik) bireylerin gonadlarının sulanma evresinde olduğu, diğer bir değişle yumurtaların atılmak üzere olduğu kabul edilmiştir. Her ay “b>1” bireylerin yüzdeleri çıkartılarak grafik üzerinde yerleştirilerek klasik şekilde elde edilen bulgularla karşılaştırılmıştır.

$$\text{Log}(W_{gij}) = \text{log}(a_i) + b_i \text{log}(W_{ij}) + e_j$$

Çizelge 5. Çalışma boyunca ortasu trollerinden elde edilen balıkların sayısı

Balık türleri	Tarih/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
<i>D. elopsodies</i>	2009	-	-	-	-	2	30	52	-	94	418	27	123	746
	2010	-	1	67	-	11	16	-	-	76	212	366	442	1191
	2011	291	99	-	-	181	360	-	-	-	-	-	-	931
<i>E. teres</i>	2009	-	-	-	-	-	44	-	-	191	87	-	1	323
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	103	4	110
	2011	2	-	-	-	-	253	-	-	-	-	-	-	255
<i>H. punctatus</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	27
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	2011	-	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146
<i>S. pilchardus</i>	2009	-	-	-	-	128	440	20	-	113	51	1	558	1311
	2010	15	3	138	-	48	294	-	-	21	77	79	83	758
	2011	329	139	19	-	166	589	-	-	-	-	-	-	1242
<i>S. aurita</i>	2009	-	-	-	-	62	88	182	-	241	298	17	239	1127
	2010	41	4	203	-	123	205	-	-	67	369	279	176	1467
	2011	620	489	91	86	215	752	-	-	-	-	-	-	2253
<i>S. maderensis</i>	2009	-	-	-	-	-	13	9	-	-	49	-	24	95
	2010	-	-	50	-	-	4	-	-	6	73	42	-	175
	2011	8	124	-	-	48	81	-	-	-	-	-	-	261
<i>E. encrasicolus form-1</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	48	114	60	227	449
	2010	150	-	188	-	-	251	-	-	111	338	22	11	1071
	2011	249	78	-	-	474	290	-	-	-	-	-	-	1091
<i>E. encrasicolus form-2</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	35
	2010	61	-	111	-	9	694	-	-	77	169	-	-	1121
	2011	-	190	-	1	355	301	-	-	-	-	-	-	847
<i>A. djedaba</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	17	46
	2010	-	-	9	-	-	1	-	-	2	1	-	-	13
	2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>C. crysos</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	6	13
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5	7	31	58
	2011	1	-	23	-	4	-	-	-	-	-	-	-	28
<i>C. rhonchus</i>	2009	-	-	-	-	-	12	-	-	-	20	-	16	48
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	3	13
	2011	11	-	-	1	-	6	-	-	-	-	-	-	18
<i>D. russeli</i>	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	12
	2010	-	-	2	-	-	8	-	-	-	-	-	-	10
	2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>T. mediterraneus</i>	2009	-	-	-	-	166	390	250	-	136	348	41	92	1423
	2010	36	-	118	-	27	498	-	-	76	302	52	369	1478
	2011	492	116	25	7	165	761	-	-	-	-	-	-	1566
<i>T. picturatus</i>	2009	-	-	-	-	-	19	3	-	1	-	-	-	23
	2010	-	-	-	-	17	201	-	-	-	-	-	-	218
	2011	-	-	-	-	7	11	-	-	-	-	-	-	18
<i>T. trachurus</i>	2009	-	-	-	-	14	118	60	-	101	1	1	-	295
	2010	-	-	13	-	65	81	-	-	54	-	7	43	263
	2011	24	7	17	48	316	233	-	-	-	-	-	-	645
<i>S. japonicus</i>	2009	-	-	-	-	1	271	12	-	34	1	-	-	319
	2010	-	-	7	-	12	105	-	-	5	1	-	16	146
	2011	3	11	18	12	9	567	-	-	-	-	-	-	620

Cinsiyetler arası GSI'de fark olabileceği dikkate alınarak fark Mann-Whitney U testine göre değerlendirilmiştir.

**Hepatosomatik gösterge (HSI): Karaciğer ağırlığının somatik ağırlığa (iç organları çıkartılmış) oranı**

Karaciğerin vücuttaki ana depo organı olduğu ve boyutunun vücutta depolanan enerjinin göstergesi olduğu bilinmektedir (Wootton, 1998). İncelenen balıkların hangi dönemde beslendikleri ve dolayısı ile de balıkların

vucutlarında ne zaman enerji depolayama başladıklarının izlenmesi amacıyla kullanılmıştır. HSI değerlerinde cinsiyete bağlı fark olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile kontrol edilmiştir.

**Kondüsyon göstergesi (somatik K):** *Boyun küpünün somatik ağırlığa (iç organları çıkartılmış) oranı*

Küp yasasına göre balığın boyu ile ağırlığı arasında kübik bir ilişki olması beklenir (Froese, 2006). Bu durumda aşağıdaki ilişkide somatik K değeri balığın hacimliliğinin göstergesidir.

$$K = W_g/L^3$$

Burada  $W_g$  balığın somatik ağırlığı, L ise boyudur.

Tüm göstergelerin istatistik güvenilirlikleri ve cinsiyetler arası fark olup olmadığı test edilmiştir. Göstergeler yıl boyunca değişim gösterdiğinden ve her ay eşit sayıda örnek incelemek mümkün olmadığından örneklenen istatistik populasyonun normal dağılması beklenemez. Bu nedenle karşılaştırmalarda non-parametrik analizler kullanılmıştır.

**Ergenleşme Boyu:** Yukarıda verilen olgunluk evreleri dikkate alınarak aşağıdaki formül uygulanarak her milimetre boy aralığı için ergenleşme olasılığı hesaplanmıştır.

$$p_L = f_{Lm} / f_{Lt}$$

burada " $p_L$ " L milimetre boy aralığındaki balıkların ergen olma olasılığı; " $f_{Lm}$ " L milimetre boy aralığındaki "2" ve üzeri ergenlik derecesindeki birey sayısı; " $f_{Lt}$ " L milimetre boy aralığındaki toplam örnek sayısını vermektedir.

Daha sonra her bir milimetre boy aralığı için tahmini olgun olma olasılığı  $p_{Lhyp}$

$$p_{Lhyp} = 1 * (1 - \exp^{-param1 * (L_{m50} - L)})$$

formulu yardımı ile hesaplanmıştır. Burada "**param1**" fonksiyonun hızını belirleyen bir değişken olup olgunluğa geçiş hızını göstermektedir; " $L_{m50}$ " ilk olgunlaşma boyunu; " $L$ " toplam boyu vermektedir. Hesaplamalarda başlangıç olarak tahmini bir değer verilmiş; daha sonra gözlenen olasılık " $p_L$ " ile aynı boy aralığı için tahmin edilen ( $p_{Lhyp}$ ) olasılık arasındaki farkların karelerinin toplamı (SS) alınmıştır. EXCEL, solver fonksiyonu ile en düşük SS değerini veren "**param1**" ve " $L_{m50}$ " değerleri bulunmuştur. Hesaplamanın istatistik güvenilirliği gözlenen ve hesaplanan olasılıkların ki kare testi ile kontrol edilmiştir.

### Yağ analizleri

Karaciğerin balıklardaki temel depo organlarından olduğu dikkate alınarak balıklarda enerjinin depolandığı dönemlerin belirlenmesinde HSI kullanılmıştır. Ancak çalışılan bazı balık türlerinin vücut boşluğunda da yağ birikimi gözlenmesi üzerine HSI ile birlikte toplam vücuttaki yağ miktarları da hesaplanmıştır. Yağ analizi katı-sıvı ekstraksiyonu Soxhlet metoduna göre yapılmıştır. Bu amaçla, boy-frekans dağılımları dikkate alınarak, 6 tür için, her ay en fazla çıkan boy gruplarından 5'er tane dişi birey ayrılmış ve böylece aynı tertibin (cohort) örneklenmesi sağlanmıştır. Dişi bireylerin toplam vücut ağırlıkları, gonad, mide, karaciğer ve toplam somatik ağırlıkları alındıktan sonra önceden ağırlığı alınan bir petri içerisine konulmuş ve 105°C'ye ayarlanmış etüvde (Nüve marka) 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan balıklar ağırlıkları alındıktan sonra havanda dövülmüş ve toz haline getirilmiştir. Toz haldeki balıklar maksimum 10 gr olmak üzere 30x80 mm ekstraksiyon kartuşu içine alt

örnek olarak yerleştirilmiştir. Diğer bir yandan, 29x32 mm çapında 250 ml'lik dibi yuvarlak şilifli cam balonların ağırlıkları alınmış (w1), içlerine yaklaşık 5 gr kaynama taşı ilave edilmiş ve tekrar ağırlıkları alınmıştır (w2). Her bir cam balona 250 ml C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> (hekzan, yağ çözücü) (Merck) eklenmiştir. 6 örneğin aynı anda ayrı ayrı analiz edildiği Soxhlet düzeneğinde, hekzan kaynama noktasına kadar ısıtılır. Çözücü buharları yoğunlaştırıcıya ulaştığında damlalar halinde kartuşun üzerine eş akış hızı ile dökülür. Soxhlet ekstraktörü çözücü ile dolduğunda sifon yaparak tekrar balona boşalır. 1 saatte 4 kez sifon olmak üzere 8 saat sonra, düzenek durdurulur. Döner buharlaştırıcıda (rotary evaporatör cihazında) 40°C'de 60 rpm hızla hekzan uçurulur ve katıdan ekstrakte edilen yağ balonda kalır ve balonların tekrar ağırlığı alınır (w3). Kartuş içerisine konulan (mak. 10g'lık) balıklardan çıkan yağ miktarı w3-w2 formülü ile hesaplanır.

w3= Cam balon ağırlığı + Kaynama taşı ağırlığı + yağ miktarı;

w2= Cam balon ağırlığı + Kaynama taşı ağırlığı olarak ifade edilmektedir.

Kartuşa konulan toz haldeki kuru balıktan çıkan yağ miktarına göre, toplam kurutulmuş balıktaki yağ miktarı orantı kurularak hesaplanmış, çıkan sonuç balığın ilk ağırlığına bölünerek yağ oranı hesaplanmıştır.

Yağ=  $[(W_{kuru} \times Yağ_k)/W_k] / W_{yaş}$

W<sub>kuru</sub>= Toplam kurutulmuş balık ağırlığı;

Yağ<sub>k</sub>= Kartuşa alınan (mak. 10 g'lık) balıktan çıkan yağ miktarı (w3-w2)

W<sub>k</sub>= Kartuşa konulan balığın ağırlığı

W<sub>yaş</sub>= Balığın ilk toplam ağırlığı

Katı madde/ çözücü oranına karşılık ekstraksiyon verimi %Verim=  $(m_2/m_1) \times 100$  formülü ile hesaplanmıştır.

m<sub>1</sub>= Ekstrakte edilecek katı madde miktarı

m<sub>2</sub>= Ekstraksiyon sonucunda elde edilen yağ miktarı

### **Türlerin alan kullanımının belirlenmesine yönelik analizler**

#### **Üreme alanı**

Balıkların üreme, büyüme ve beslenme amacıyla farklı alanları kullanacakları ve bu alanlar arasında göç edebilecekleri varsayılmış, üreme döneminde akustik yöntem ile elde edilecek haritalarda balıkların yoğunlaştıkları alanların yumurtlama alanı olarak kabul edilmesi planlanmıştır. Bu amaçla her türün GSI değerinin en yüksek olduğu dönemdeki dağılım haritası çıkartılmıştır. Ancak elde edilen veriler özellikle *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus*, *Dussumieria elopsoides* gibi ana türlerin yıl boyunca aynı alanı kullandıkları ve beklendiği şekilde göç etmediklerini göstermesi üzerine bu yaklaşımdan vazgeçilmiştir.

#### **Beslenme/Büyüme alanları**

Seçilen akustik yöntem ayırık çenekli (split beam) olup balıkların hedef gücünün (TS=target strength) oldukça güvenilir olarak hesaplanmasına olanak sağlayacak niteliktedir. Bu değişken balığın boyu ile orantılıdır. Dolayısı ile akustik hatlar boyunca elde edilecek olan TS değerlerinin harita üzerinde konumlandırılması ve üreme dönemi sonrasında küçük balıkların (küçük TS) yoğunlaştıkları alanların büyüme (nursery) alanlarını göstereceği düşünülmüştür.

Benzer şekilde hepatosomatik ve kondisyon göstergeleri dikkate alınarak balıkların besili oldukları dönemde yoğunlaştıkları alan beslenme alanlarını gösteriyor olacağı düşünülerek HSI ve somatik K değerinin yüksek olduğu aylardaki türlerin dağılım alanları haritalanmıştır.

#### **Dağılımlara etki eden faktörlerin belirlenmesi**

Türlerin dağılım alanlarını belirleyen temel çevresel değişkenlerin sıcaklık ve besin miktarının göstergesi olarak klorofil olabileceği dikkate alınmış ve proje kapsamında bu iki değişkenin dikkate alınması planlanmıştır. Faktörlerin başlangıçta sadece bu iki değişkenle sınırlı tutulmasının bir sebebi de bu değişkenlere ait verilerin uygu görüntüleri ile sağlanacak olmasıydı; zira kullanılması planlanan NASA-Modis-aqua uydu görüntülerinden sadece bu iki değişkene ait veri toplanması mümkündü. Ancak projenin ilerleyen döneminde sefer tarihlerinde bulut nedeni ile istenen çözünürlükte uydu görüntüsü elde edilemeyince ağırlık CTD ile yerinde ölçümlere verilmiştir. Çizelge 1'den de görüleceği üzere bu amaçla da sık aralıklı ve oldukça yoğun bir örnekleme yapılmıştır. Bu durumda artık uydu görüntülerinin sağladığı değişkenlerle sınırlı kalınmasına gerek kalmadığından farklı su kütlelerinin ve özellikle tatlisu girdisinin göstergesi olarak tuzluluğun da eklenmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.

#### **Uydu verileri**

Her ne kadar atmosferik şartlar nedeni ile günlük verilerin bazı dönemlerde elde edilebilmesinde sorunlar yaşansa da uydu görüntüleri yıl boyunca ve yıllar arasında sıcaklık değişimlerinin izlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla NASA-Modis-aqua uydu verileri kullanılmış, LEVEL2 verileri çalışma süresi boyunca toplanmıştır. Bu veriler SeaDAS yazılımı ile analiz edilmiş ve sonuçlar iki ayrı şekilde kullanılmıştır. Bunlardan birincisi alansal dağılımlardır. Burada elde edilen uydu verileri işlendikten ve ilgilenilen dönem için ortalaması alındıktan sonra alındığı coğrafik koordinata yerleştirilerek yüzey haritalarına dönüştürülmüştür. İkincisi ise zaman serisidir. Veriler bulutluluk, açı, kapsam gibi faktörler dikkate alınarak NASA'nın önerdiği 8 günlük aralıklarla ortalamaları alınmıştır. Bu yolla çalışma süresince meydana gelmiş olan sıcaklık ve klorofil değişimleri çıkartılmıştır.

#### **CTD verileri**

Uydu verilerinin sadece yüzey ve yüzey altı ile ilgili bilgi vermesi; ancak buna karşın karışım tabakası (mixed layer), termoklin derinliği, termoklin altı değişim gibi değerlerin de balık dağılımında önemli olduğu dikkate alınarak seferler sırasında akustik hatlar boyunca hat başı, hat ortası ve hat sonunda CTD ile dikey sıcaklık, tuzluluk, floresans ölçümleri yapılmıştır. Uzun hatlarda bu 3 profile ilave istasyonlar da konulmuştur. Toplanan veriler Ocean Data View programında işlenmiştir.

#### **Akustik veriler üzerinden biokütle ve bolluk hesaplaması**

Projede akustik yöntem çalışılan türlerin göreceli miktarları (akustik birim üzerinden) dağılımlarını çıkartmak üzere kullanılmıştır. Bu yolla elde edilen akustik verilerin bolluk ve biokütleye çevrilmesi planlanmamıştır. Ancak yine de bu hesaplamaların yapılarak rapora eklenmesi uygun görüldüğünden final raporuna dahil edilmiştir. Hesaplama aşağıda verilen formüller kullanılmıştır.

$$\text{Bolluk (adet/mil}^2\text{)} = \frac{\%katki}{100} \cdot \frac{PRC\_NASC}{4\pi\bar{\sigma}} \cdot A_{ort}$$

Bu formüle

%katkı = ortasu trolünden elde edilen tür kompozisyonunda türlerin bulunma yüzdeleri

PRC\_NASC = mil<sup>2</sup>'ye yansıtılmış akustik yansıtıcı yoğunluğu (dB)

A<sub>ort</sub> = türlerin ortalama ağırlıkları

$$\bar{\sigma} = \sum_{\text{tüm\_türler}} \left( \frac{\%katkı}{100} \cdot 10^{\frac{TS}{10}} \right)$$

TS = tür için hesaplanan bireysel ses geri yansıtma gücü, hedef gücü

## Stok değerlendirme

### Stok değişkenleri

Küçük pelajik balıklar hızlı büyüyen kısa ömürlü balıklar olduklarından stok içinde 0 ve 1 yaş grubu bireyler ağırlıktadır. Sadece 2 yaş grubu ile temsil edilen bir stok için boya dayalı populasyon dinamiği analizleri yaşa dayalı analizlere oranla daha uygundur. Bu nedenle balıklarda büyümenin von Bertalanffy'nin boyca büyüme denklemine göre olduğu kabul edilerek FISAT II'nin ELEFAN rutini kullanılarak boy frekans değerleri ile hesap edilmesi planlanmıştır. Ancak ELEFAN rutininin ve özellikle uyguladığı skorlamanın istenen hassasiyette sonuç üretmediği görülmüş ve bunun üzerine büyüme eğrileri gözle ve deneme/yanılma yoluyla oturtulmuştur. Örnek toplama aşamasının tamamlanmasının ardından üç yıllık veriler bir araya getirildiğinde bu yolla elde edilen sonuçların daha sağlam bir temele oturtulması için toplanan boy frekans verilerine mevsimlik salınımlı von Bertalanffy büyüme denklemi aşağıdaki şekilde oturtulmuştur.

- 1) Herbir trol örneklemesinden elde edilen boy-frekans değerleri Excel sayfasına kolonlar halinde girilmiş ve her kolon örnekleme tarihine göre sayısal olarak kodlanmıştır.
- 2)  $L_{max} = L_{\infty} * 0.95$  bağıntısı (Pauly, 1980) kullanılarak analizin başlatılacağı  $L_{\infty}$  değeri bulunmuştur. "K" değeri başlangıçta "0.1" olarak alınmıştır. Diğer değişkenler (C,  $t_0$ ,  $t_s$ ) ise başlangıçta "0" olarak tanımlanmıştır.
- 3) Her bir tertip için en güvenilir başlangıç noktası belirlenmiştir. Bunun için en yüksek frekans değerine sahip olan boy ve o örneğin toplandığı tarih seçilmiştir.
- 4) Aşama "2" de tanımlanan başlangıç değişkenleri kullanılarak "3." aşamada seçilen tertibin seçilen tarihteki yaşı hesaplanmış; buradan geriye giderek doğun günü bulunmuştur.
- 5) Yine aşama "2"de verilen değişkenler kullanılarak her örnek için örnekleme tarihi dikkate alınarak mevsimlik salınımlı von bertalanffy eğrisinin geçtiği noktadaki frekans değeri bulunarak toplanmıştır. Bu değer söz konusu değişken seti için skor değeri olarak kabul edilmiştir.
- 6) Tüm büyüme paratreleri %25 sınırlar içinde aşamalı olarak değiştirilerek analiz "3". aşamadan itibaren tekrarlanmış ve skorlar kaydedilmiştir.
- 7) En yüksek skoru veren değişken setinin tertiplerin büyümesini en iyi temsil ettiği kabul edilmiştir.

Yukarıda açıklanan yöntem Excel makrosu olarak hazırlanmış ve Ek-2'de sunulmuştur.

Toplam ölüm değişkeni Z, yine boya dayalı Av Eğrisi (Length-based Catch Curve) ile hesaplanmıştır.

### Stok yönetimine dair analizler

Stok yönetimi için Beverton'un (1957) geliştirdiği ürün başına düşen ürün denklemi çözülmüş ve eş değer ürün çizelgeleri hazırlanmıştır.

$$Y'/R = EU^{M/K} \left\{ 1 - \frac{3U}{(1+m)} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \right\}$$

Burada

Y'	Göreceli ürün
R	Stoğa katılım
L <sub>c</sub>	İlk yakalanma boyu
L <sub>∞</sub>	vBGF'daki sonsuz boyu
M	Doğal nedenlerle ölüm katsayısı
K	vBGF'daki büyüme sabiti
Z	Toplam ölüm katsayısı olup Z = F + M'dir
F	Balıkçılık nedeni ile ölüm katsayısıdır.

Bunlardan L<sub>c</sub> deniz çalışmalarında elde edilen örneklerden hesaplanabilecek bir değer değildir. Zira L<sub>c</sub> değeri balıkçılık filosunun yakaladığı avın ilk yakalanma boyu ifade etmektedir. Örneklemlerde kullanılan bilimsel amaçlı av aracı ile filonun kullandığı av araçları aynı olmadığından araştırma amaçlı üretilen dar gözlü ortasu trolü ile elde edilen veri seti doğru sonuç üretmeyecektir. Bu nedenle L<sub>c</sub>'nin tahmin edilmesinde sadece pazardan alınan örnekler dikkate alınmıştır. Hesaplama Sparre'ye (1987) göre yapılmıştır.

Buna göre;

$$U = 1 - (L_c/L_\infty)$$
$$m = (1-E)/(M/K) = (K/Z)$$
$$E = F/Z \text{ (sömürme oranı)}$$

Göreceli biyokütlenin stoğa katılanlara oranı (B'/R) ise aşağıdaki bağıntı kullanılarak tahmin edilmiştir.

$$B'/R = (Y'/R)/F$$

En yüksek ürünü verebilecek sömürme oranı, **E<sub>max</sub>** ; stoğa katılan birey başına göreceli ürünün marjinal artışının başlangıç (E=0) değerinin 1/10'unu veren sömürme oranı, **E<sub>0.1</sub>** ; stoğun avlanma öncesi başlangıç biyokütlesinin yarısına indirecek olan sömürme oranı, **E<sub>0.5</sub>** ; yukarıda verilen bağıntının birinci derece türevinden elde edilmektedir.

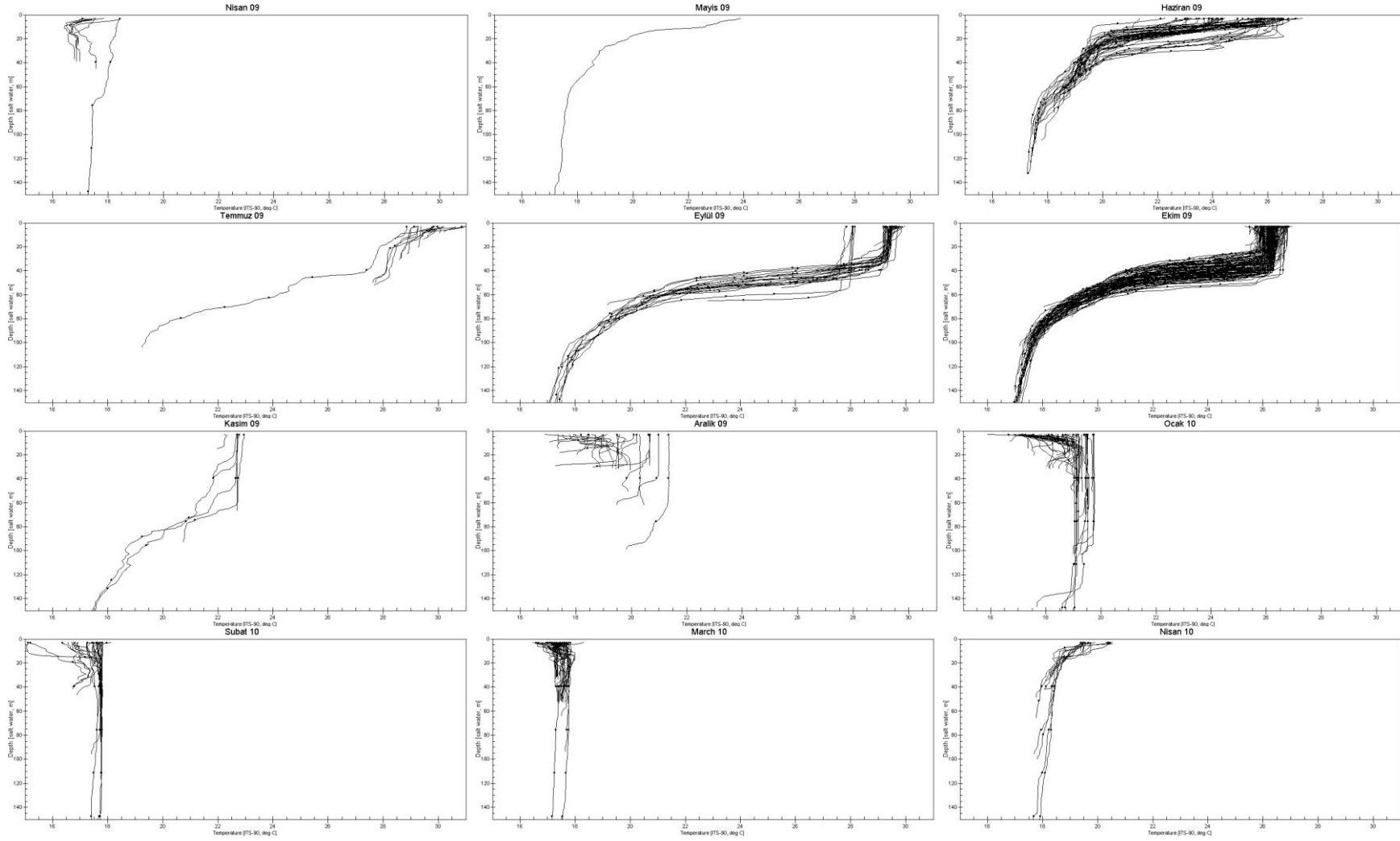
## Sonuçlar

### Hidrografik ölçümler

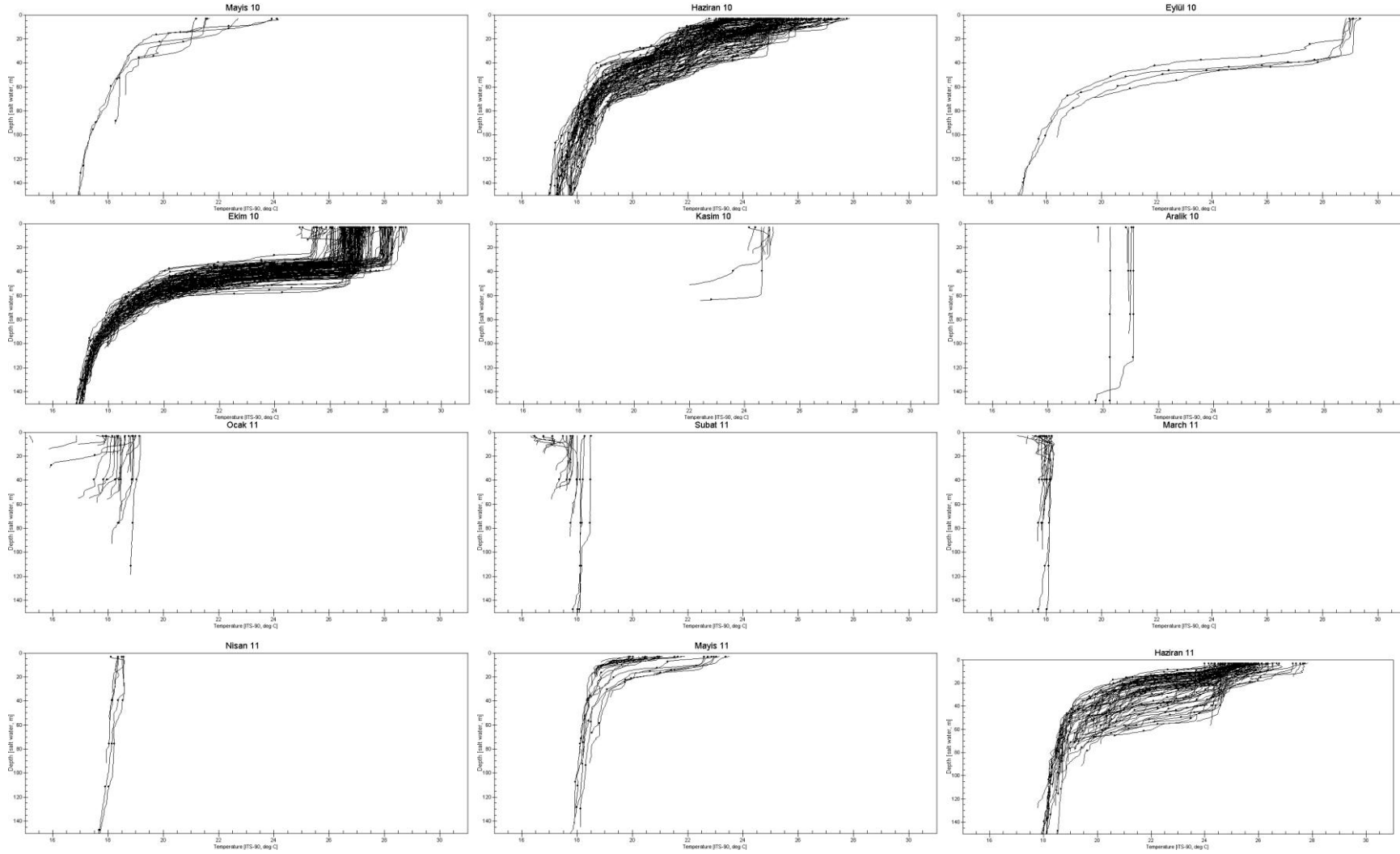
Deniz seferleri sırasında ölçülmüş olan dikey sıcaklık profilleri Şekil 26'da verilmiştir. Bu grafiklerden kıtasahanlığı üzerinde su kolonundaki dikey ve aylık sıcaklık değişimleri görülmektedir. 2009 yılında Nisan ayında hala kış konveksiyonunun etkisi görülürken Mayıs ayından itibaren yüzey suyu ısınmaya ve ona bağlı olarak da termoklin tabakası şekillenmeye başlamaktadır. Haziran ayında ısınma devam etmekte ve termoklin gelişmeye devam etmektedir. Temmuz ayında yüzey suyu hızla ısınmaya devam etmiş ve ulaşabileceği en yüksek değere ulaşmıştır. Bu aydan sonra yüzeyden derine ısı geçişi ile yüzey karışım tabakası da derinleşmiştir. Ağustos 2009'da çalışılan araştırma teknesinin zorunlu denize elverişlilik kontrolü için karaya alınması nedeni ile ölçüm yapılamamıştır; ancak Eylül 2009'da termoklin başlangıcının 40 ile 60 metrelerde olduğu görülmektedir. Termoklin üstü tabaka karışım sonucu homojen bir yapı sergilemektedir. Ekim 2009 için verilen grafik tüm baseni içermektedir. Bu ayda da termoklin üstü yüzey tabakasının hala sıcak ve oldukça derin olduğu görülmektedir. Kasım ve Aralık 2009'da termoklin hala görülmektedir. Ocak ayında ise kış konveksiyonu devreye girmekte ve soğuyan yüzey sularının yoğunlaşarak batması sonucu kıta sahanlığı üzerindeki tüm su kolonu karışmaya başlamaktadır. Nisan 2010'de bir önceki yıl aynı dönemden farklı olarak yüzey sularında ısınma başlamıştır. İzleyen aylarda 2009 yılı ile benzer bir durum gözlenmiştir. Ancak kış konveksiyonu 2010 yılında Aralık ayında başlamıştır. 2011 yılında Nisan ayına gelindiğinde yüzey sularının 2010 yılından farklı ancak 2009 yılı ile benzer şekilde henüz ısınmamış olduğu görülmektedir.

Aynı seferlere ait Sıcaklık-Tuzluluk diagramları Şekil 27'de verilmiştir. 2009 yılında Mart ve Nisan aylarında hem istasyon sayısı az hem de su kolonundaki su kütlesi karışmış durumda olduğundan dikkate değer bir durum görünmemektedir. Mayıs ayında ısınmaya başlayan tabakasının tuzluluğun en düşük olduğu tabaka olduğu görülmektedir. Haziran'da tüm çalışma alanı kapsadığı için farklı tuzluluk ve dolayısı ile de yoğunluğa sahip su kütlelerini görme mümkündür. Kasım ayından itibaren ise soğuma ile kış konveksiyonu başlamakta, yüzeyde soğuyarak yoğunlaşan su batarak tüm su kolonunun benzer sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluğa sahip olmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan Özsoy ve ark. (1991) bölgede dönem dönem yoğun miktarlarda Atlantik kökenli su kütlelerinin gözlemlendiğini; ve bu su kütlelerinin başlıca işaretinin 38.9 tuzluluk değerine sahip olmasıdır. Çalışma döneminde de bu su kütlesi görülmüş ancak Eylül 2011'de oldukça güçlü bir Atlantik suyu girişi olduğu anlaşılmaktadır.

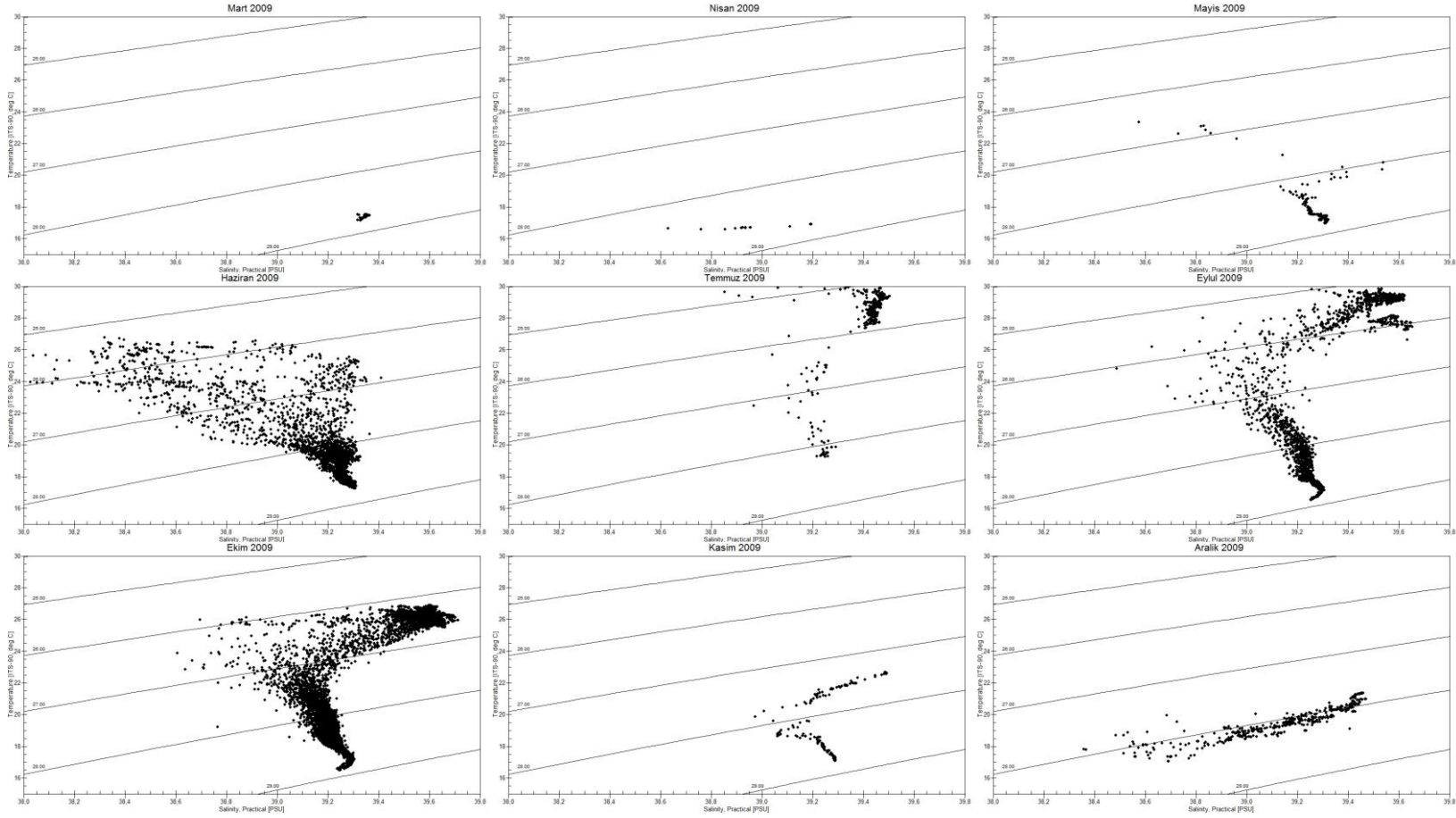




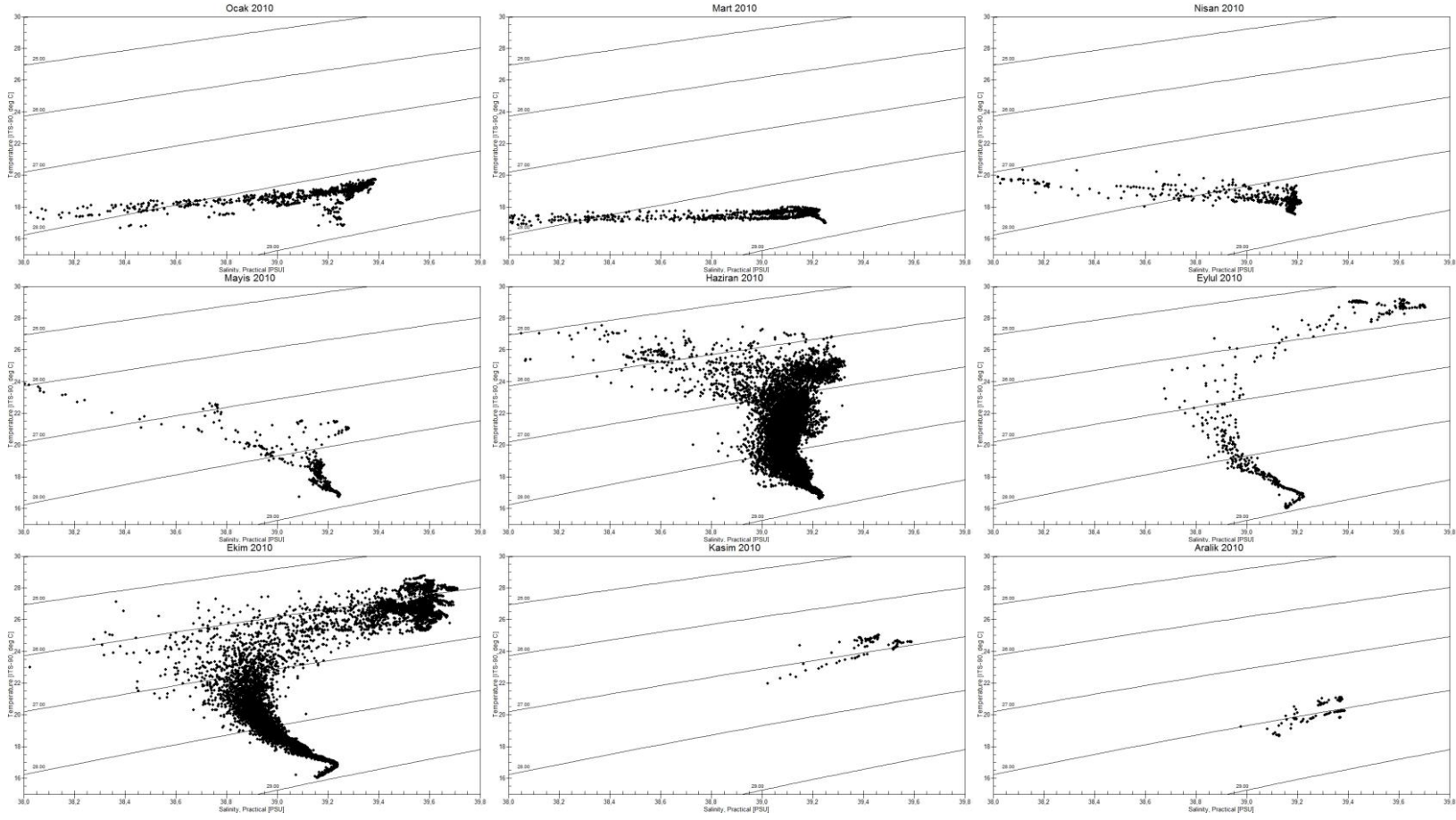
Şekil 26. Çalışma boyunca ölçülen dikey sıcaklık profilleri



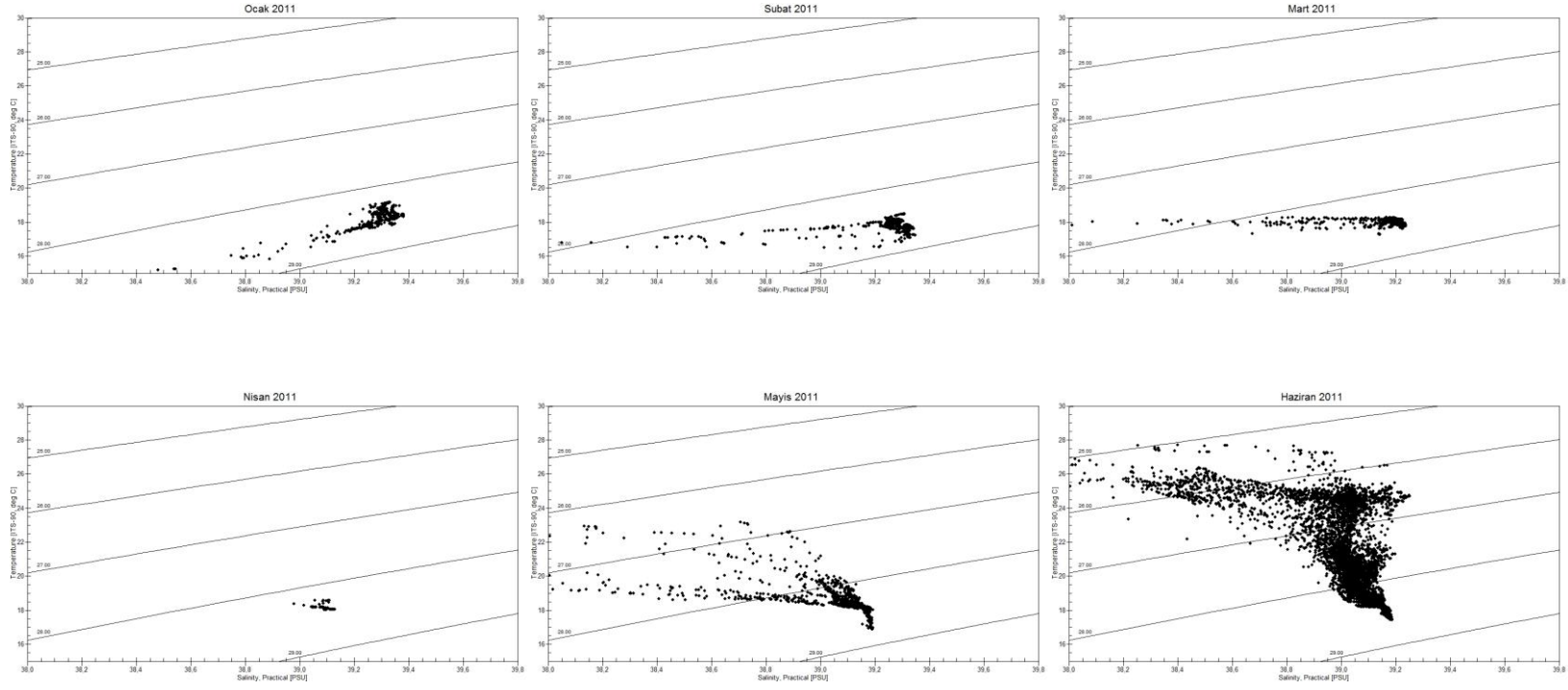
Şekil 26 (devam). Çalışma boyunca ölçülen dikey sıcaklık profilleri



Şekil 27. Çalışma boyunca CTD istasyonlarında elde edilen aylık TS diagramları



Şekil 27 (devam). Çalışma boyunca CTD istasyonlarında elde edilen aylık TS diagramları

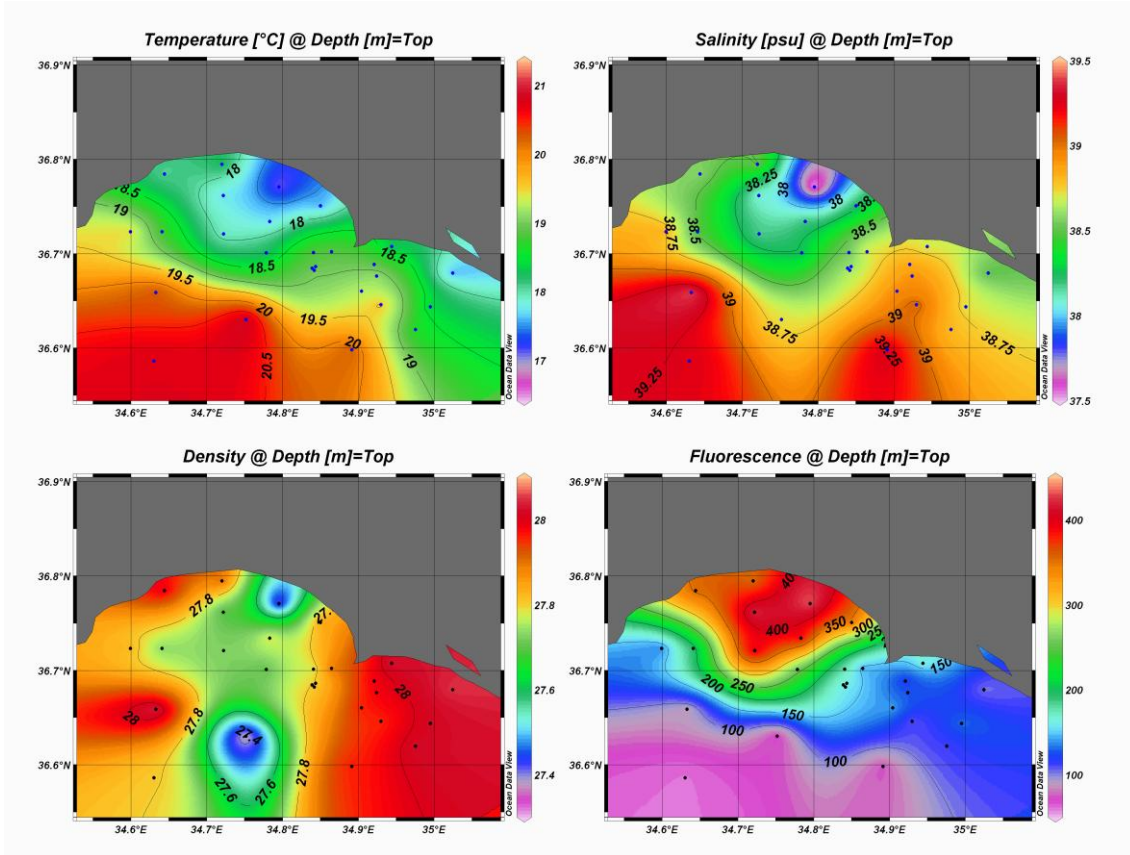


Şekil 27 (devam). Çalışma boyunca CTD istasyonlarında elde edilen aylık TS diagramları

### Bazı önemli aylardaki sıcaklık, tuzluluk ve floresans verilerinin alansal ve dikey değişimleri

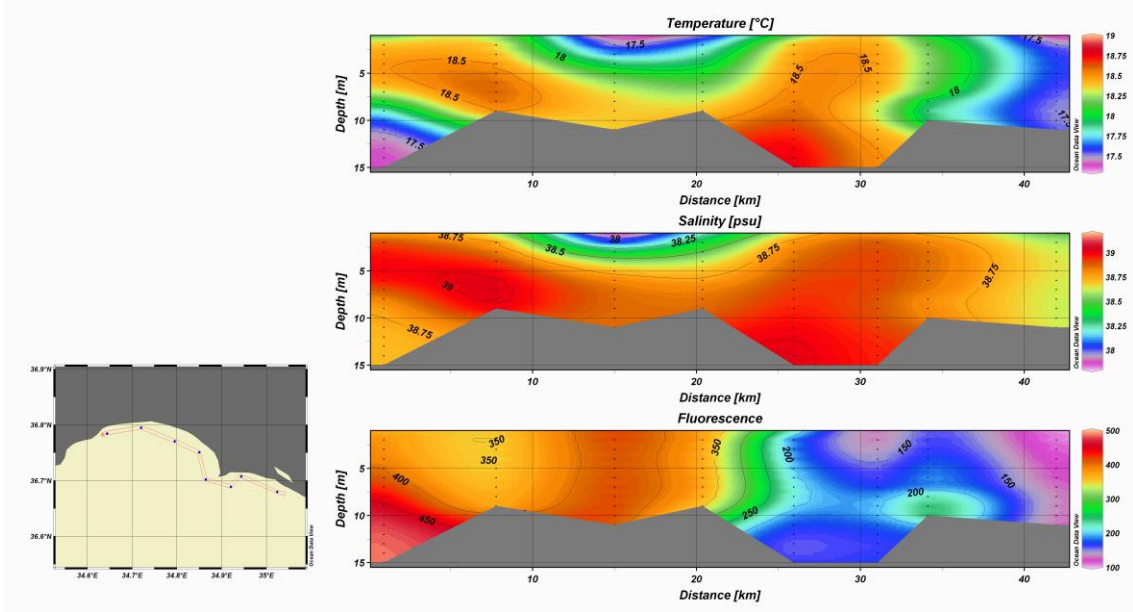
Proje süresince gerçekleştirilen tüm seferlerde yoğun CTD ölçümü yapılarak çalışılan bölge içindeki hidrografik koşulların alansal ve dikey değişimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aşağıdaki bölümde gözlenen ve basenin geneli yansıtan sonuçlar verilmiştir.

Mersin Körfezi tüm yıl boyunca şehir merkezi çevresindeki bölgelerden farklı bir yapı sergilemiştir. Koş başlangıcında bu bölge diğer alanlara göre en soğuk bölümü oluşturmaktadır (Şekil 28). Aynı bölge tuzluluğun da en düşük olduğu alandır. Tuzluluğun düşük olması suyun yoğunluğunun düşmesine neden olmakta böylece yüzeyden güneye doğru taşınım izlenebilmektedir. Bu su kütesinin floresans değerinin yüksek olması da dikkat çekicidir. Bu bulgular Mersin şehir merkezine çok yakın olan ve hidrogrfaik olarak diğer bölgelerden farklılaşmış görünen bu su kütesinin kaynağının karasal olduğunu göstermektedir. Özellikle düşük tuzluluk kaynağın nehir olabileceğine işaret etmektedir. Diğer taraftan bölgeye boşalan en büyük nehir olan Seyhan ağzında özellikle yoğunlaştırılan istasyonlardaki ölçümlere bakıldığından nehrin etkisi görülmemektedir. Bu durumda girdinin üzerindeki barajlar ve sulama kanalları nedeni denize boşalttığı su azalan nehirler yerine Mersin şehrinin evsel atık deşarjları olabileceği sonucunu doğurmaktadır.

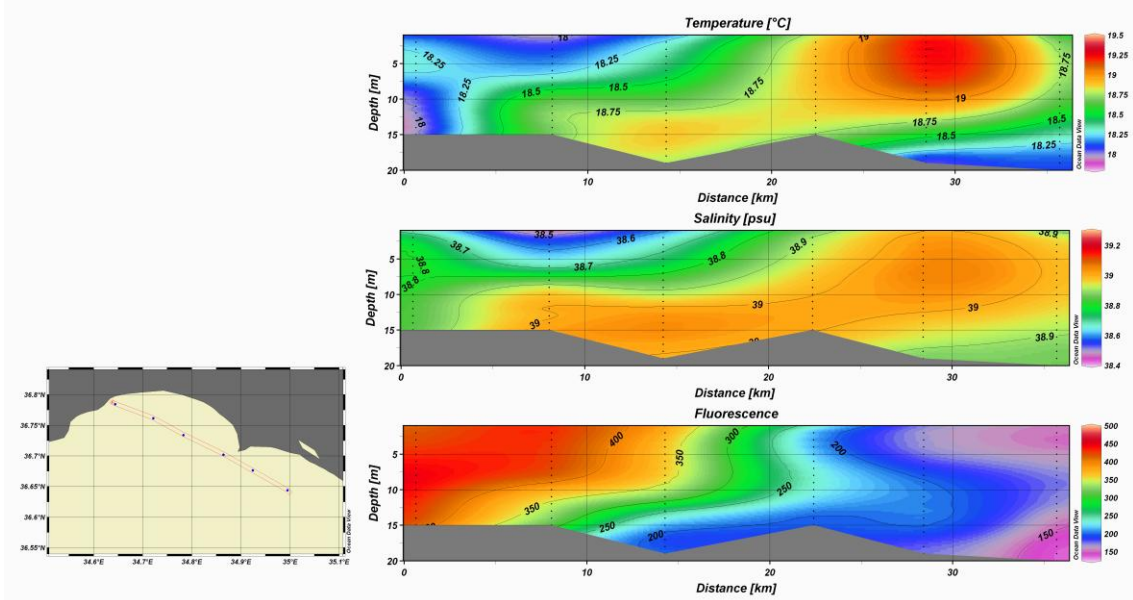


Şekil 28. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans)

Yine Aralık ayı için verilen kıyıya paralel transekte ait dikey kesitlerde (Şekil 29) girdinin nehir ağzının hemen yakınından değil batısında ve yüzeyden kaynaklandığı görülmektedir. Aynı şekil üzerindeki tuzluluk ve floresans grafikleri girdinin daha çok batıya doğru taşındığına işaret etmektedir. Taşınımın izlenmesi için daha açıkta seçilen transeklere bakıldığında da batıya doğru taşınım daha net görülmektedir (Şekil 30 ve Şekil 31).

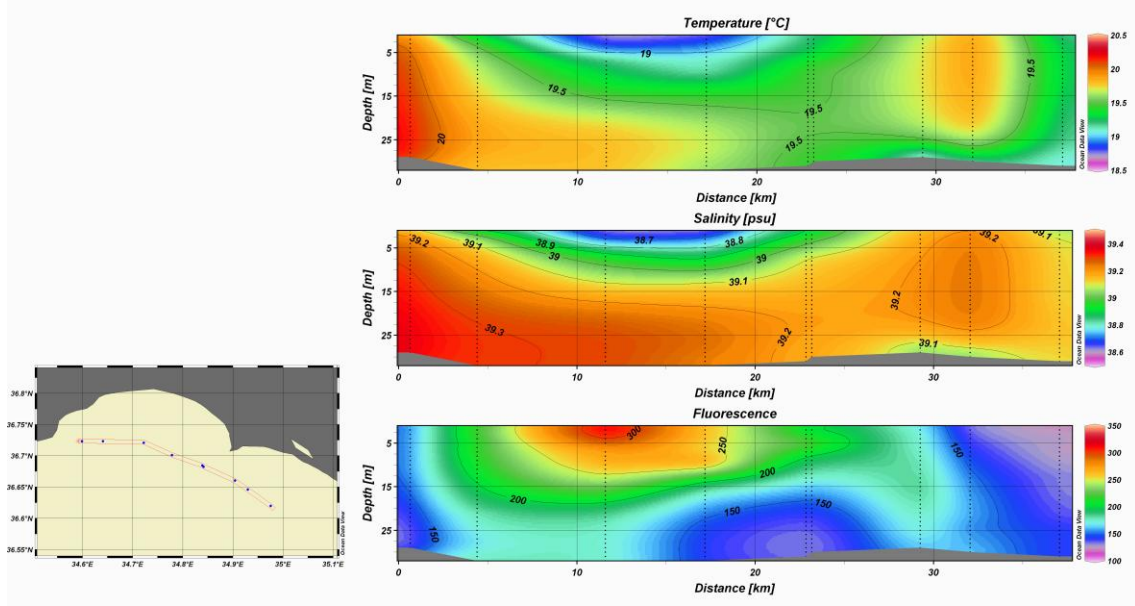


Şekil 29. Aralık 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)



Şekil 30. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız)

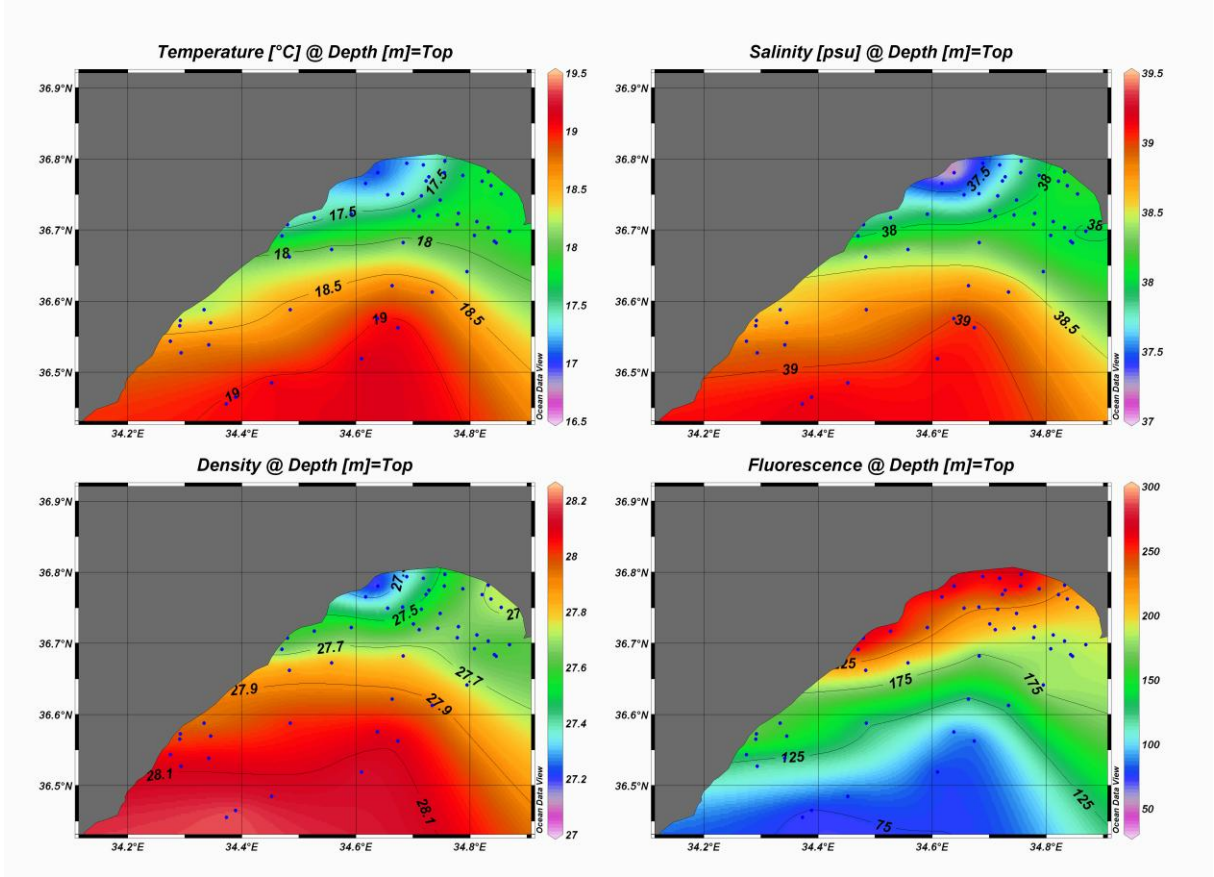




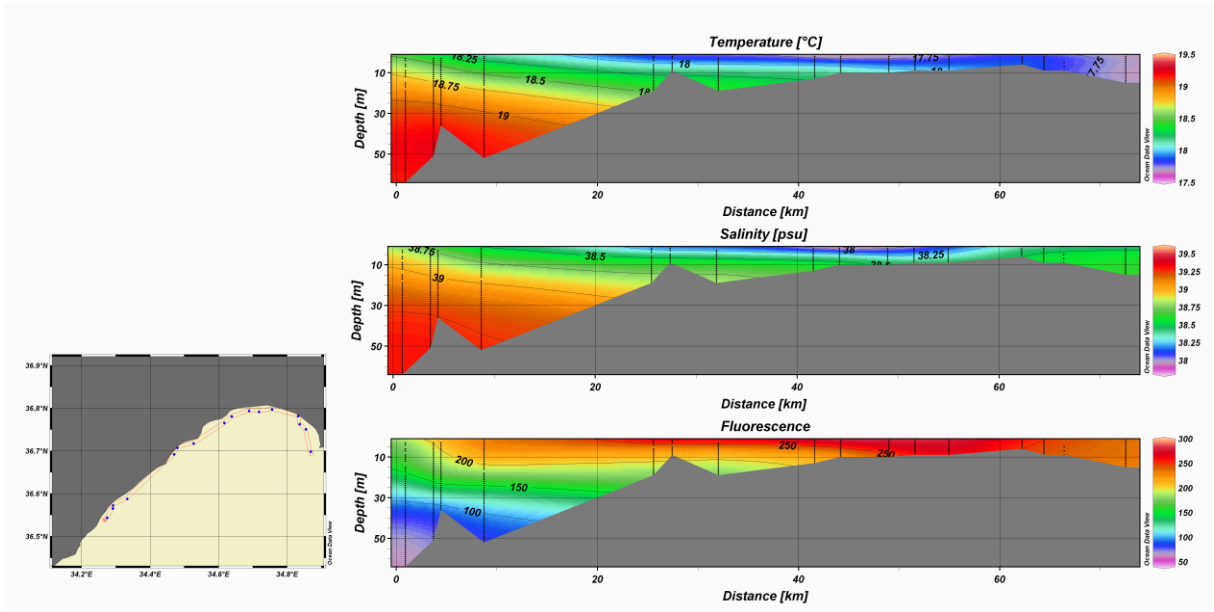
Şekil 31. Aralık 2009 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

Kışın ilerleyen dönemlerinde yapılan ölçümlerden de görüleceği üzere durum değişmemekte; bölgeye boşalan başlıca nehir olan Seyhan'dan kaynaklanan girdiler şehir merkezine yakın kaynaklardan gelenler yanında gözardı edilebilcek seviyede kalmaktadır (Şekil 32). Su sıcaklıklarının körfezin iç taraflarından güneye doğru suyun körfez içinde hapsoldüğünü genel akıntı sisteminin kıyı bölgede çok da etkili olmadığına işaret etmektedir. Kıyıya yakın seçilen transetk boyunca Aralık ayına benzer şekilde şehir merkezi önündeki farklılaşmanın dikey yansımaları ve batıya doğru taşınım görülebilmektedir. Bu yolla girdinin yüzeyden ve şehir merkezinden olduğu doğrulanmaktadır (Şekil 33).



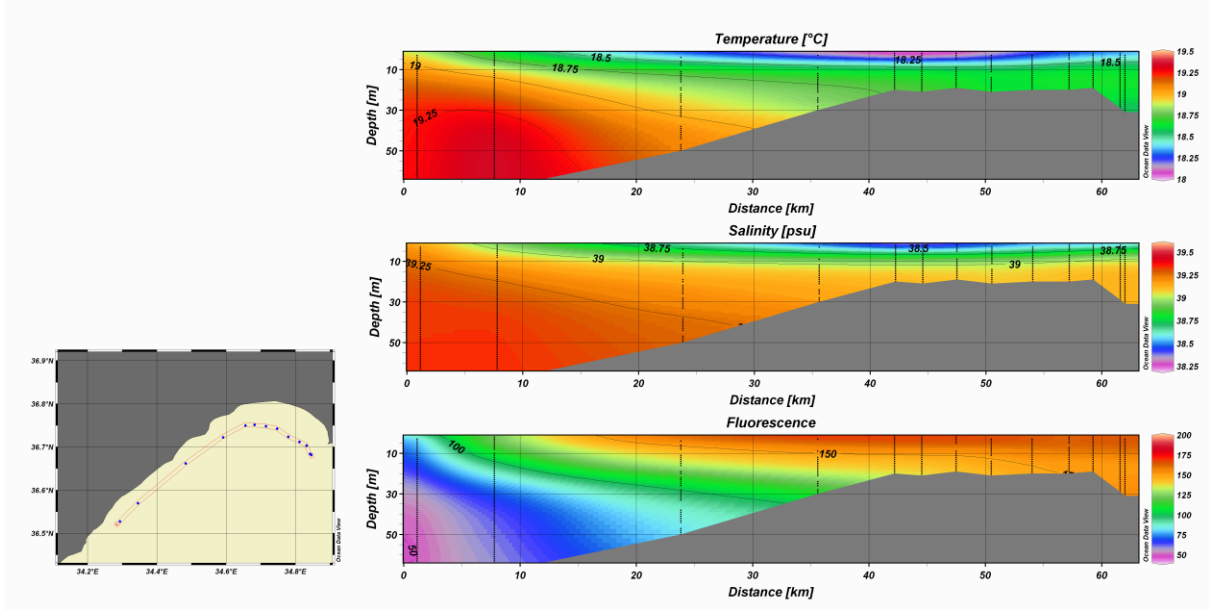


Şekil 32. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans)

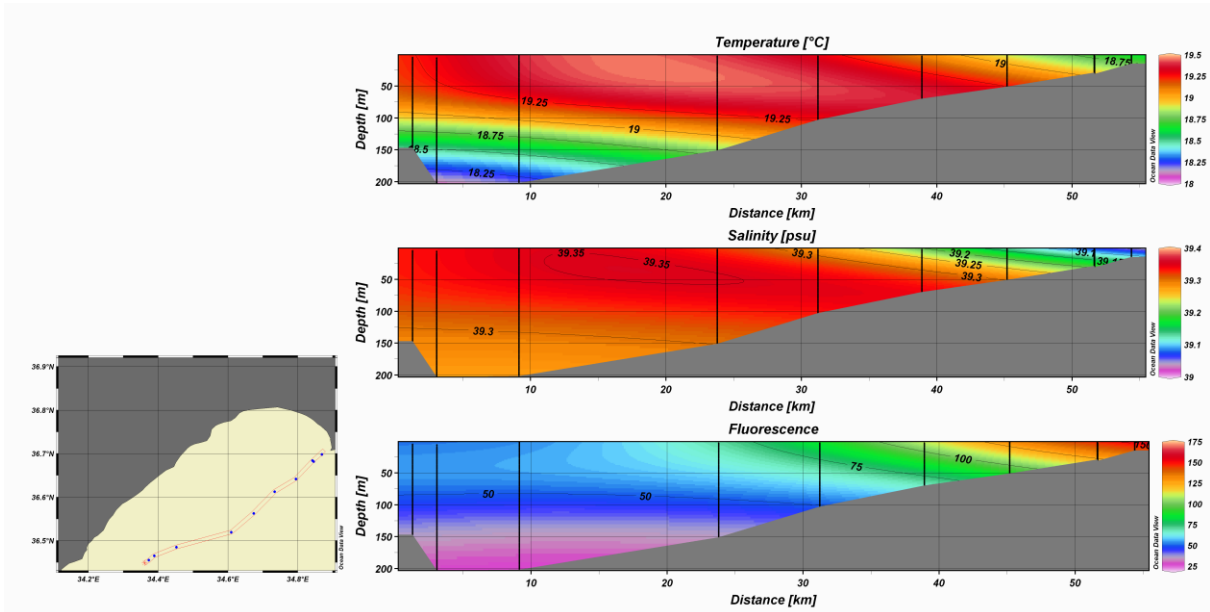


Şekil 33. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

Kıydan uzaklaşarak güneye doğru bir hat seçildiğinde durumun değişmediği (Şekil 33); ancak iyice açıklan seçilen transekte ise bu hidrografik oluşumun lokal ve körfez içine hapsolmuş olduğu görülmektedir (Şekil 34).



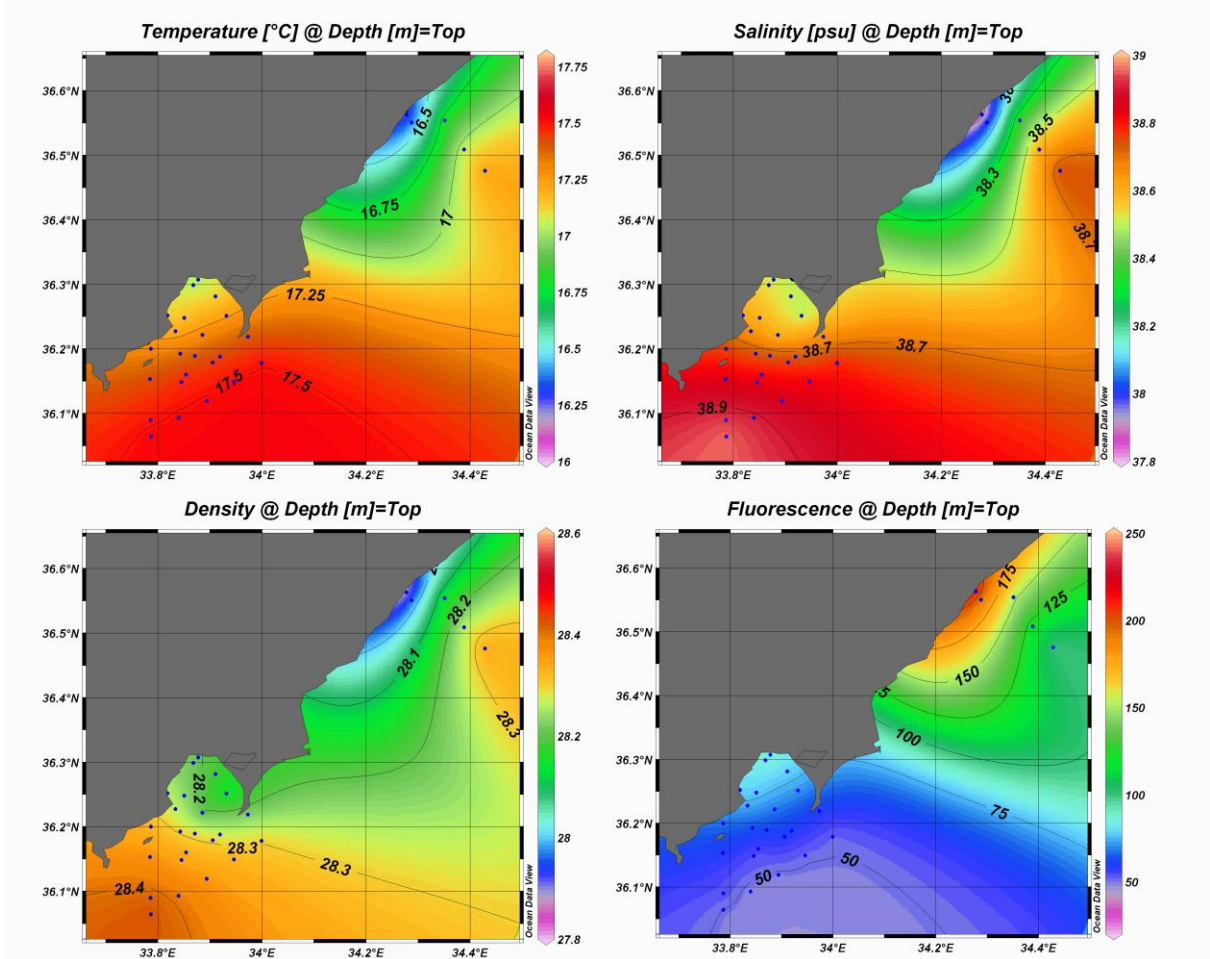
Şekil 34. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız)



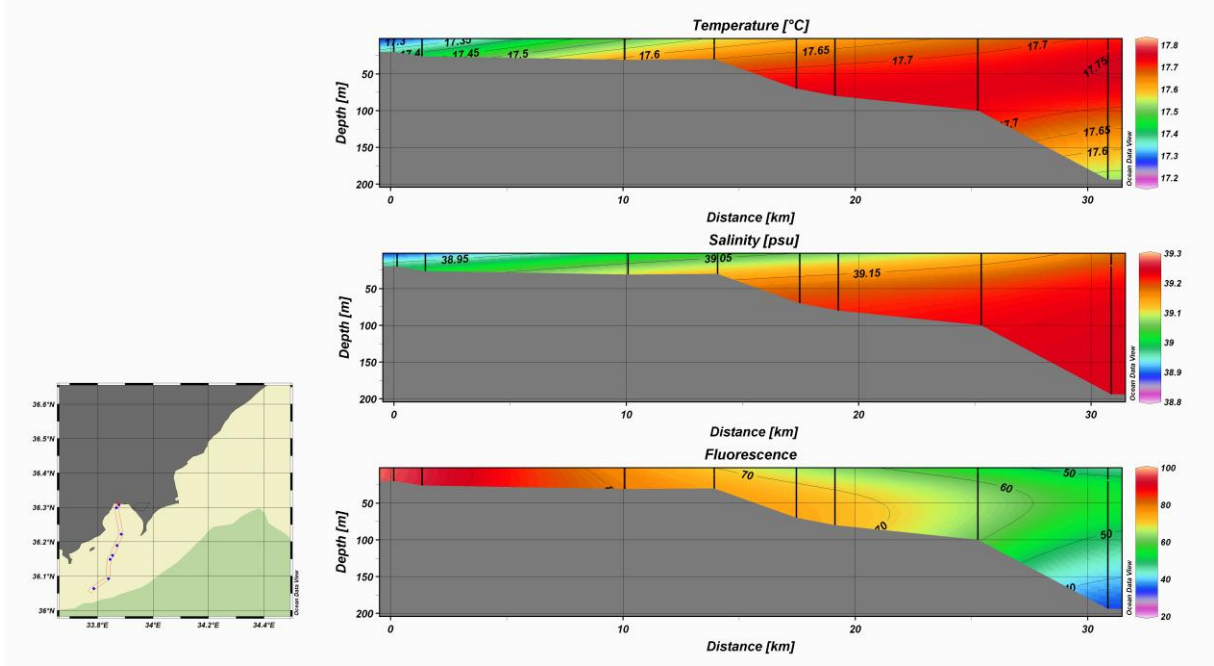
Şekil 35. Ocak 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

Kış döneminde Göksu nehri civarında da durum farklı değildir. Ölçülen hiç bir parametrede nehrin etkisi olarak değerlendirilebilecek farklılaşma görülememiştir (Şekil 36). Buradan da Seyhan nehrinde olduğu gibi Göksu'nun

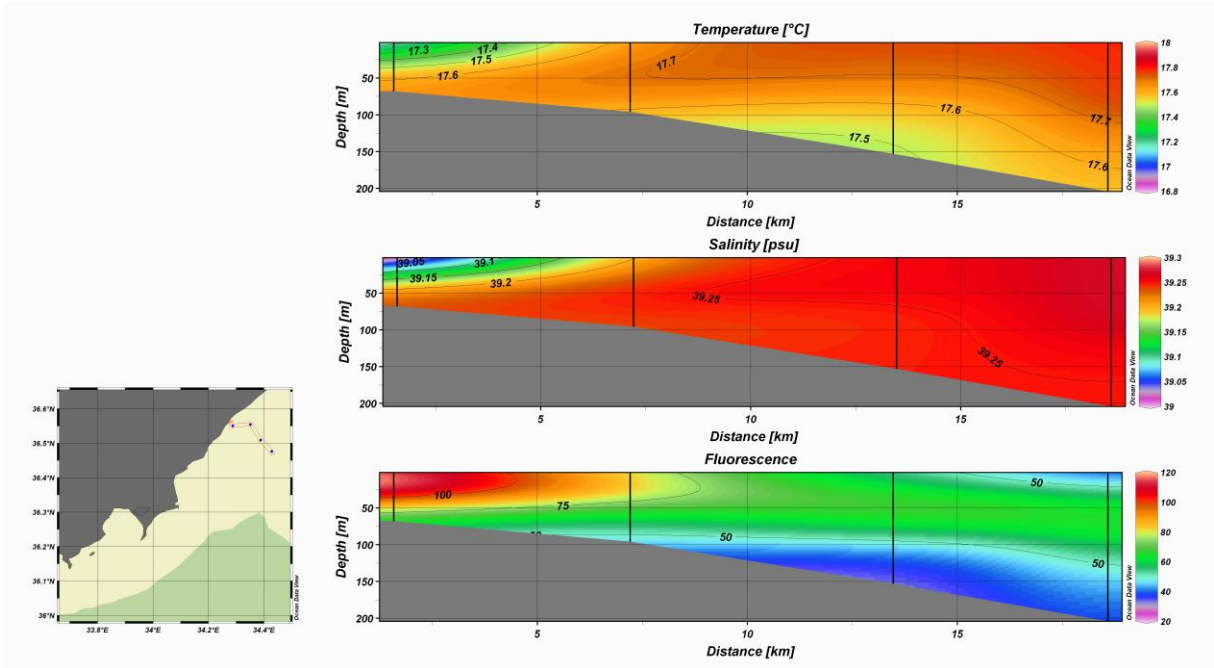
da etkisinin çalışılan alan üzerinde çok da önemli olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak diğer taraftan Taşucu körfezinin içinden açığa doğru çizilen bir hat boyunca ölçülen değişimlere bakıldığında hattın en açık ucundaki istasyonlarda sıcaklık ve tuzluluktaki düşmeye karşın floresans artışı Göksu nehri suyunun açığa taşınarak batı doğru yayıldığına dair işaretler sunmaktadır (Şekil 37). Taşımının olası doğuya doğru yayılımının gözlenmesi için doğuda çizilen bir hat boyunca dikey dağılım profillerine bakıldığında ölçülen hiçbir parametrede Göksu'nun izi olabilecek işarete rastlanmamıştır (Şekil 38).



Şekil 36. Şubat 2010 Taşucu körfezinde alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları (Sıcaklık, Tuzluluk, Yoğunluk, Floresans)

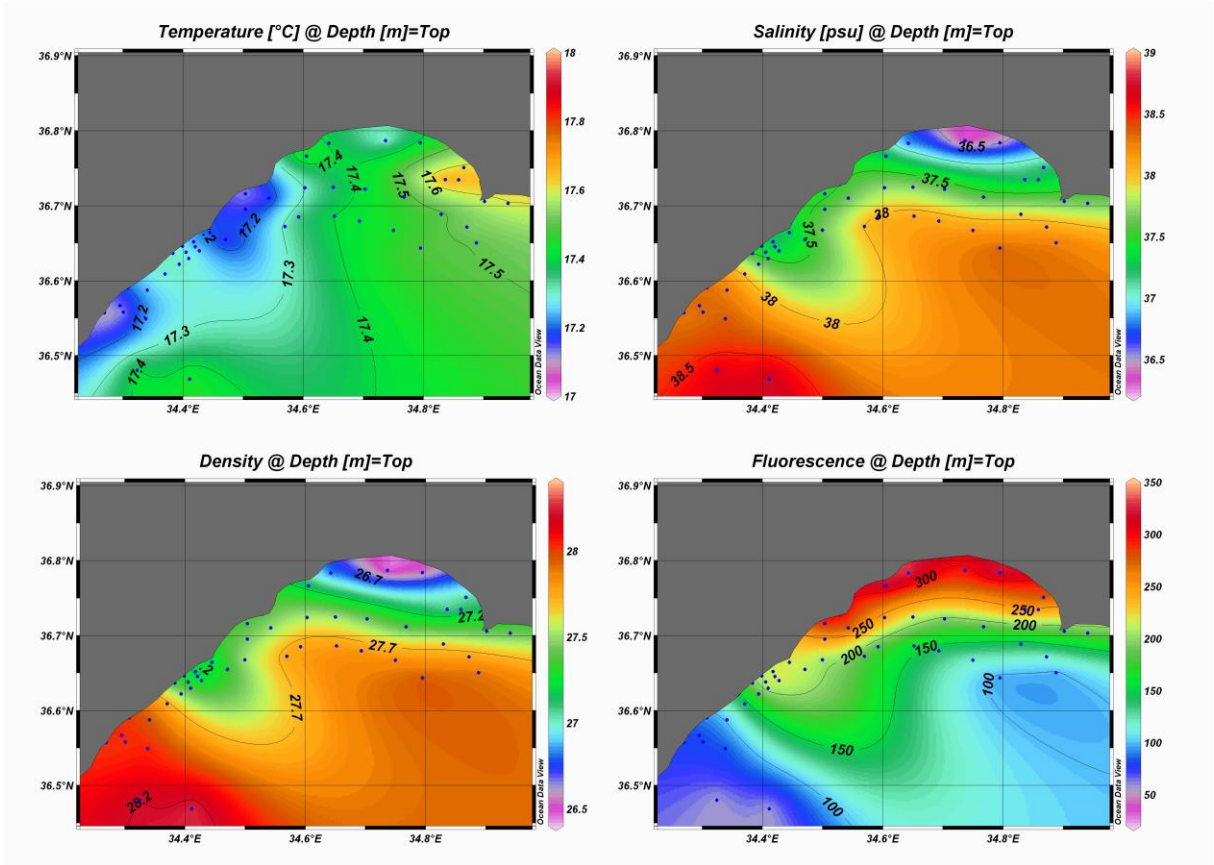


Şekil 37. Şubat 2010 Taşucu körfezinde alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – Taşucu Kuzey - Güney hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)



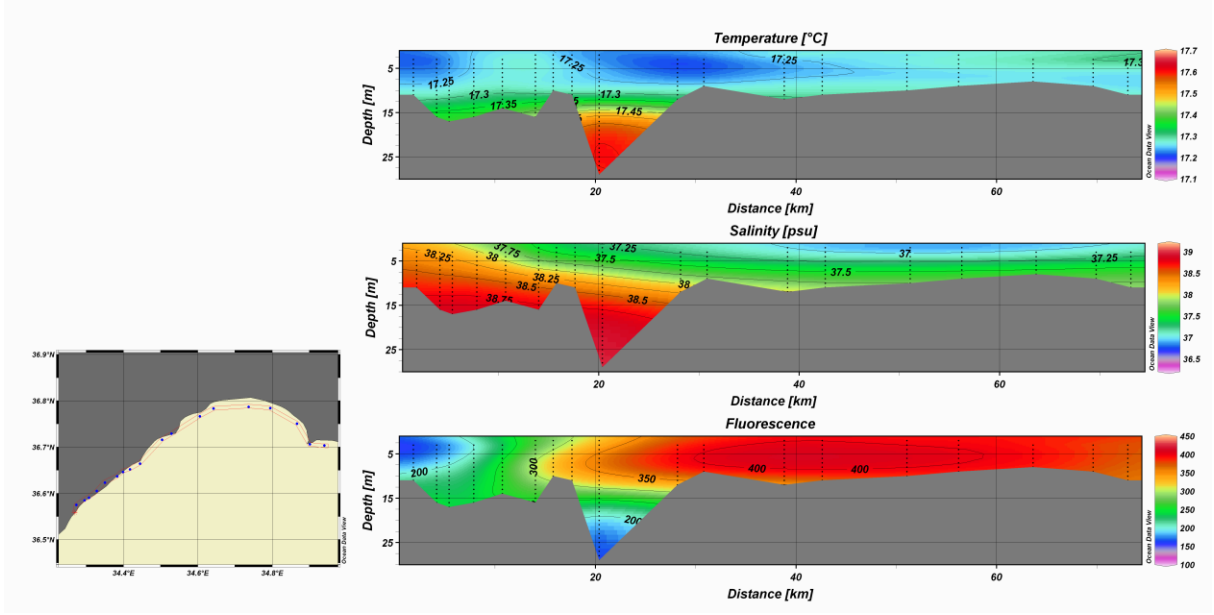
Şekil 38. Şubat 2010 Taşucu körfezinin doğusunda alınan CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – Lamas Kuzey-Güney hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

Mersin körfezinde bahar başlangıcında da genel olarak hidrografik durumun kendini koruduğu, Mersin şehri önündeki girdinin körfezin kuzeyinde hapsediği; ancak buna rağmen az da olsa batıya doğru bir taşınım olduğu görülmektedir. Bunun yanında basen genelindeki ısınmaya karşılık yüzeyde lokal soğumalar olduğu görülmektedir (Şekil 40). Soğuma gözlenen alanlarda tuzlulukta bir düşme olmaması da bu durumun karasal girdilerden kaynaklanmadığını göstermektedir. Kış aylarına Mersin şehir merkezinde odaklanmış olan yüksek klorofilli suların bahar başlangıcında daha geniş alanlara yayıldığı görülmektedir (Şekil 39). Bunun dışında özellikle küçük pelajik balıkların besin ihtiyacının arttığı üreme dönemi başlangıcında dolaylı da olsa besin altyapısının göstergesi olan fluoresanstaki kıyasal odaklanma kıyıya paralel olan hatlarda net olarak görülmektedir (Şekil 41 ve Şekil 42)

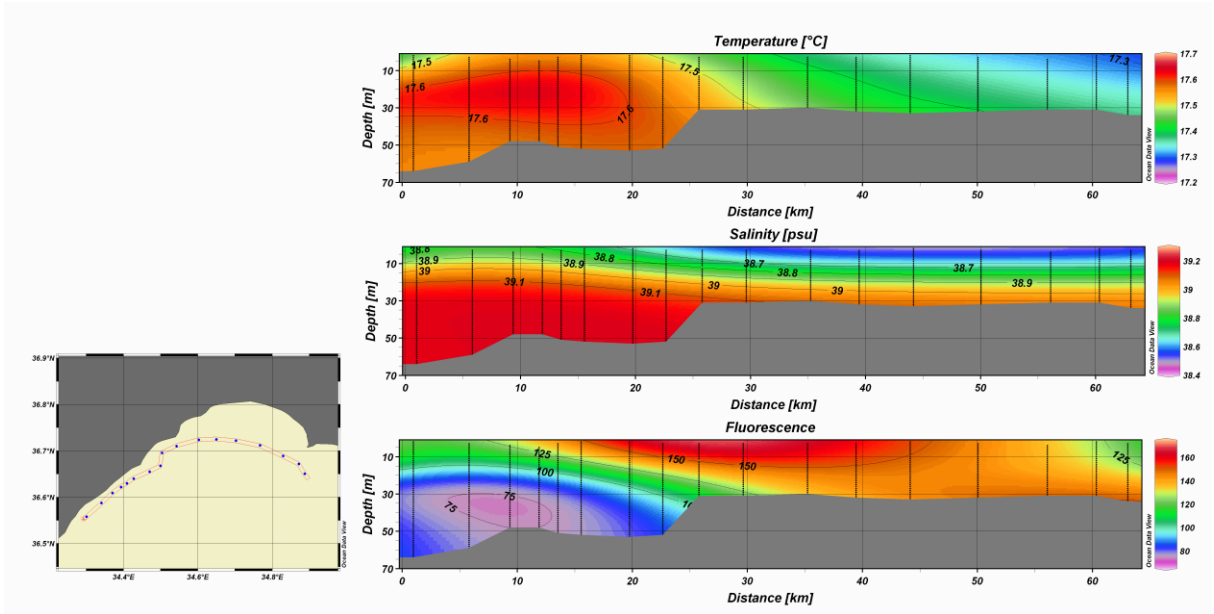


Şekil 39. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları

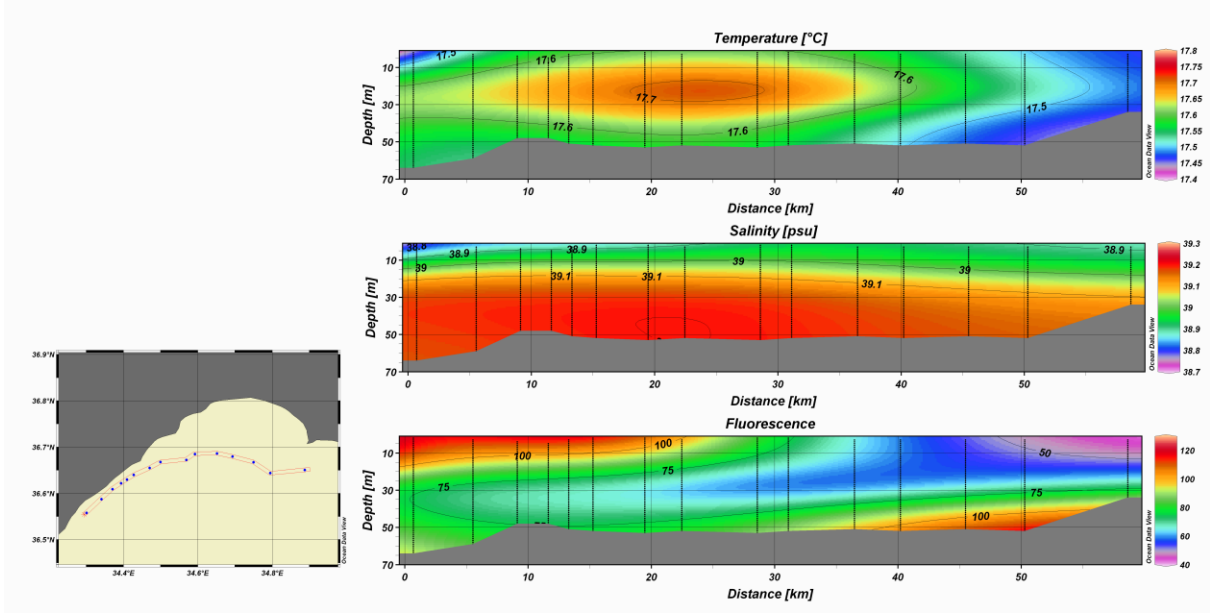




Şekil 40. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – kıyı hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

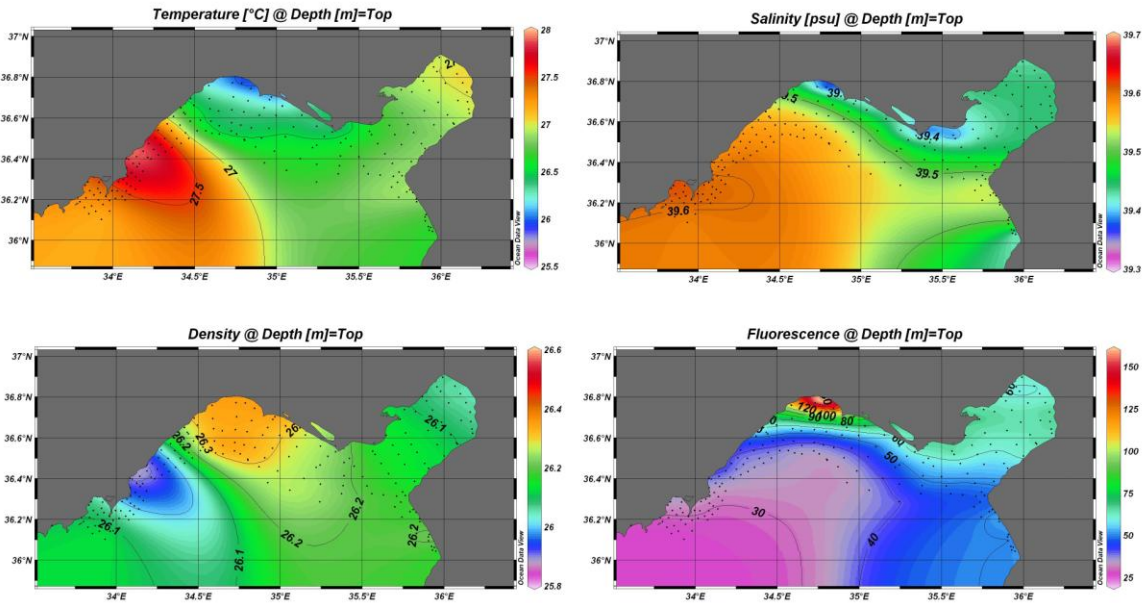


Şekil 41. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve floresans kesitleri – orta hat (soldaki küçük haritaya bakınız)



Şekil 42. Mart 2010 CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş dikey sıcaklık, tuzluluk ve fluoresans kesitleri – açık hattı (soldaki küçük haritaya bakınız)

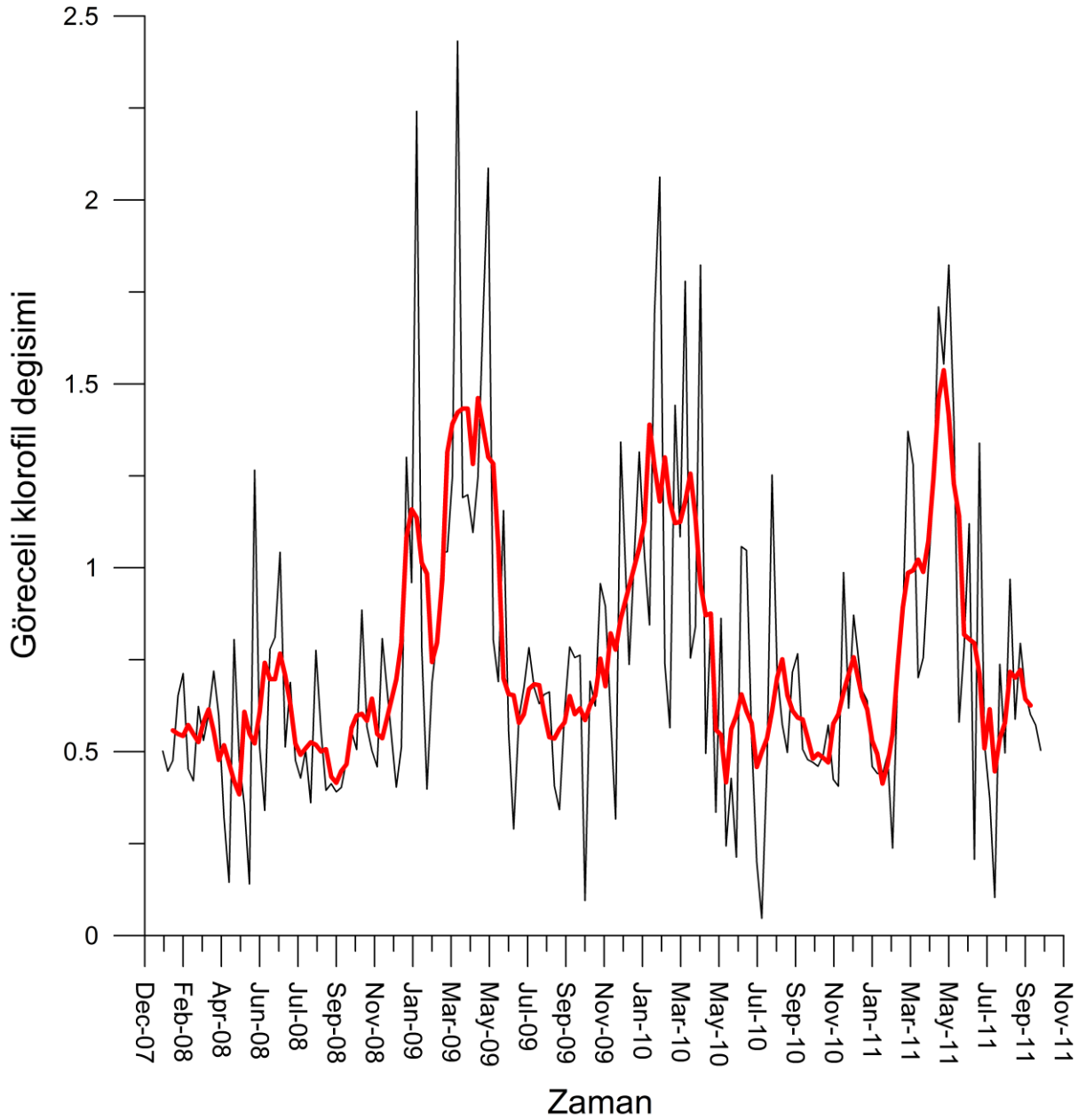
Tüm çalışma alanı hidrografisi 'te verilmiştir. Buradan doğu (Iskenderun körfezi), merkez (Mersin şehri) ve batı (Taşucu körfezi) arasındaki farklılaşma net olarak görülmektedir. Bu grafik Mersin körfezinin en kuzeyindeki farklılaşmanın boyutunun görülmesi açısından da önemlidir (Şekil 43).



Şekil 43. CTD verileri yorumlanarak oluşturulmuş hidrografi haritaları – Ekim 2010

## Uydu verileri

Uydu verileri kullanılarak Göksu ile Karataş burnu arasında kalan alan için hesaplanan göreceli klorofil değişimleri Şekil 44'te verilmiştir. Bu grafiğe göre en yüksek klorofil değeri izlenen dönem içinde her yıl Kasım ayından sonra artmaya başlamakta ve giderek artarak Şubat – Mart arasında en üst seviyeye ulaşmaktadır. Daha sonra azalmakta ve Mayıs ayında en düşük değerine ulaşmaktadır. Henüz projenin başlamamış olduğu 2008'de üretimin izleyen yıllara oranla daha düşük olması dikkat çekmektedir. Çalışma döneminde ise üretim miktarları birbirine yakın olarak bulunmuştur. Diğer taraftan 2008 ve 2009 yıllarında birbirine benzer dalgalanma gözlenirken, 2010'da üretimin artmaya başladığı tarihte kayma görülmektedir.



Şekil 44. Uydu görüntülerinden alınan klorofil verilerinin çalışma boyunca sergiledikleri değişim



## Küçük pelajik balık örneklerinde tür kompozisyonları

Ortasu örneklemelerinde elde edilen toplam 1.7 ton küçük pelajik balık örneğinin sayıca ve ağırlıkca tür kompozisyonları Çizelge 6 ve Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre hem ağırlıkca hem de sayıca en üst sırada *Sardinella aurita* türü yer almaktadır. Bu tür tek başına hem ağırlıkca hem de sayıca yakalanan balıkların yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Sayıca ikinci en fazla örneklenen tür *E. engrasicolus* türüdür. Bu türün farklı morfolojik özellikler gösteren iki farklı formu olduğu projenin ilerleyen yıllarında farkedilmiş ve o tarihten itibaren iki form ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ağırlık olarak ise ikinci en çok örneklenen tür *T. mediterraneus*'tur. Örneklerde Lessepsian türler ise oldukça düşük yüzdelerle temsil edilmişlerdir. Bu tablolar yorumlanırken dikkat edilmesi gereken husus örnekleme ortası trolü ile yapıldığı; bu ağın yakalayabilirliğinin (catchability) her tür için eşit olmadığı ve pelajik türlerin sürü oluşturmalarında çalışılan alanda homojen dağılmamış olduklarıdır. Örneklemelerde uygulanan temel strateji tamamen akustik olarak gözlenen sürülerin belirlenmesine yöneliktir.

Çizelge 6. Örneklemede elde edilen balıkların ağırlıkca tür kompozisyonları

Tür	Örneklenen miktar (kg)	%
<i>Sardinella aurita</i>	856	50.81
<i>Trachurus mediterraneus</i>	234	13.92
<i>Trachurus trachurus</i>	145	8.61
<i>Sardina pilchardus</i>	127	7.52
<i>Dussumieria elopsoidea</i>	97	5.76
<i>Scomber japonicus</i>	56	3.32
<i>Engraulis encrasicolus</i>	55	3.25
<i>Etmureus teres</i>	37	2.18
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form1)	21	1.25
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form2)	13	0.77
<i>Alepes djedaba</i>	12	0.73
<i>Sardinella madarensis</i>	10	0.57
<i>Caranx crysos</i>	8	0.46
<i>Caranx rhonchus</i>	5	0.28
<i>Trachurus picturatus</i>	2	0.14
<i>Alectis alexandrina</i>	2	0.13
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	2	0.13
<i>Trachinotus ovatus</i>	2	0.12
<i>Decapterus russelli</i>	1	0.07
Toplam	1 684	100

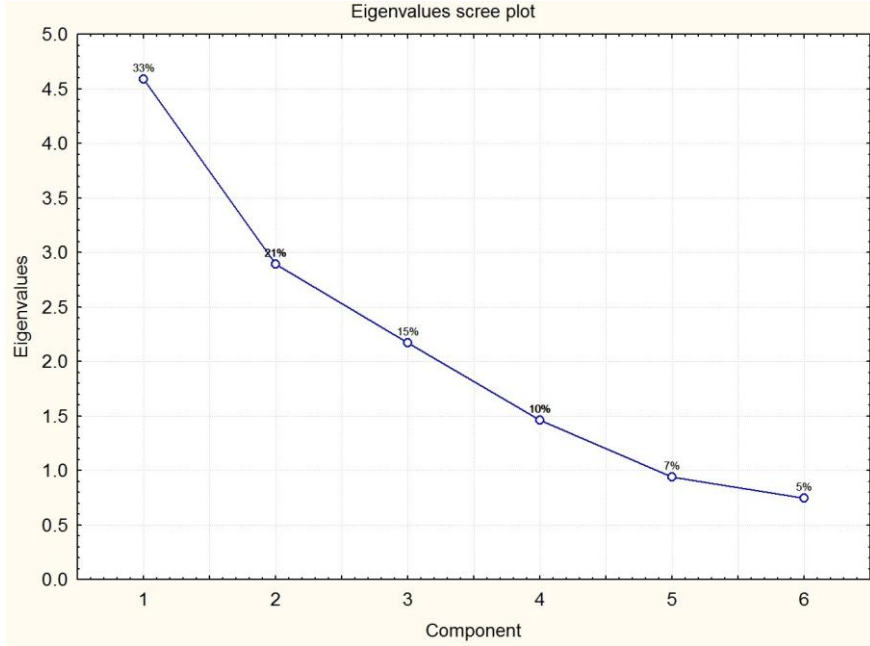
## Akustik çalışmalar

### Sürü ayrımı

Sefer boyunca aranan koşulları sağlayan balık sürüleri tanımlanmıştır. Bu sürülere ait sürü değişkenleri çıkartılmış, normalize edilmiş ve aralarındaki ilişki dikkate alınarak ayıklanmıştır. Ardından veri setine yöntem kısmında ayrıntıları verildiği üzere PCA uygulanmıştır. Uygun component sayısı cross-validation ile belirlenmiştir. Ayrıca herbir bileşenin ayrıştırma etkisi eigen değeri seviyesinde değerlendirilmiştir (Çizelge 8). Şekil 45'den (Scree plot) de görüleceği gibi analiz 6 istatistik olarak önemli bileşen tanımlanmış ve bu altı bileşen kullanılan değişkenlerle toplam değişimin %91'ini açıklar niteliktedir.

Çizelge 7. Örneklemede elde edilen balıkların sayıca tür kompozisyonları

Tür	Örneklenen miktar (adet)	%
<i>Sardinella aurita</i>	59 858	43.12
<i>Engraulis encrasicolus</i>	21 592	15.55
<i>Trachurus mediterraneus</i>	12 788	9.21
<i>Sardina pilchardus</i>	11 405	8.22
<i>Trachurus trachurus</i>	8 822	6.35
<i>Dussumieria elopsoides</i>	7 099	5.11
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form2)	4 457	3.21
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form1)	4 429	3.19
<i>Etmureus teres</i>	3 680	2.65
<i>Scomber japonicus</i>	2 084	1.50
<i>Sardinella madarensis</i>	686	0.49
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	639	0.46
<i>Alepes djedaba</i>	550	0.40
<i>Trachurus picturatus</i>	252	0.18
<i>Caranx rhonchus</i>	187	0.13
<i>Caranx crysos</i>	124	0.09
<i>Decapterus russelli</i>	89	0.06
<i>Trachinotus ovatus</i>	46	0.03
<i>Alectis alexandrines</i>	39	0.03
Toplam	138 826	100



Şekil 45. PCA'nin ayrıştırdığı 6 önemli bileşen ve yüzde katkıları (toplam katkı %91)

Çizelge 8. Sürü değişkenleri, önem dereceleri ve önem sıralaması

Değişken		Önem derecesi	Önem sırası
Sv_max	(en yüksek geri yansıma)	0.980	1
Depth_mean	(Toplam derinlik)	0.976	2
Elongation	(uzamışlık)	0.973	3
School depth	(sürü derinliği)	0.971	4
Sv_mean	(ortalama geri yansıma)	0.970	5
Skewness	(dağılım yatıklığı)	0.952	6
Kurtosis	(dağılım sivriliği)	0.952	7
Altimetre1	(Yükseklik)	0.950	8
Altimetre2	(Yükseklik)	0.943	9
Rectangularity	(dikdörtgensellik)	0.884	10
CoV	(Değişim katsayısı)	0.871	11
Length	(boy)	0.868	12
Compactness	(kompaktlık)	0.761	13
Thickness	(kalınlık)	0.743	14

Her bir değişkenin ayrıştırıcı bileşenlere verdiği yük değerleri (loadings) Çizelge 9'de verilmiştir. Bu tablodaki yük değerlerinden  $\pm 0.6$ 've üzeri olanlar önemli sayılmıştır (MacGarigal, 2000). Buna göre birinci bileşen (PC1) konuma (- yükler) karşı büyüklük (+ yük) arasında belirleyicidir. İkinci bileşen ise sürü içinde enerjinin dağılımı ile ilgilidir (skewness ve kurtosis). Üçüncü bileşende ise temel ayrıcı değişken uzamışlıktır. Sadece ilk üç bileşenin bile toplam değişimin %70'ini açıkladığı ve tüm değişkenlerin PCA'ne önemli katkı verdiği görülmüştür.

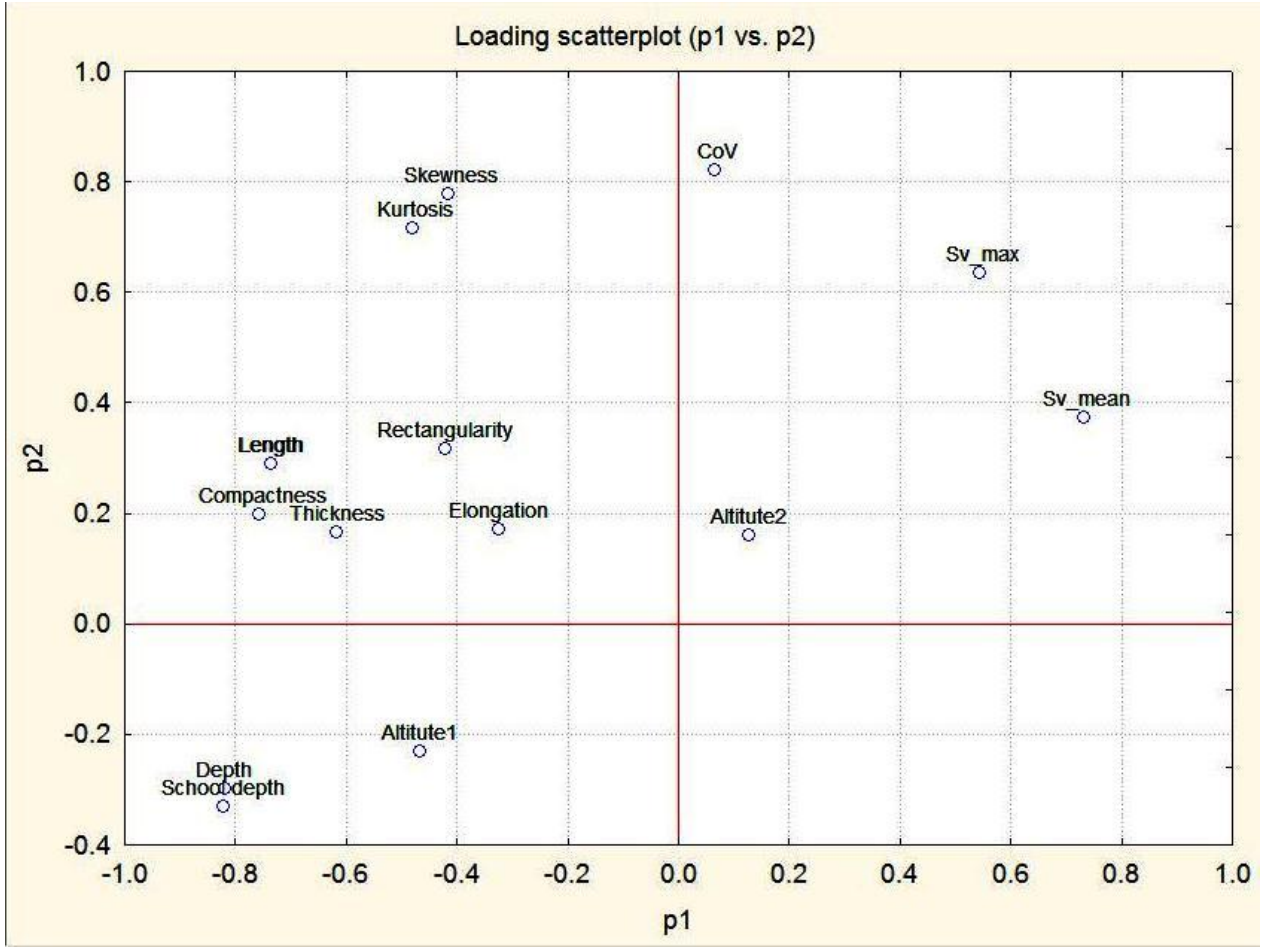
Çizelge 9. PCA sonuçlarına göre değişkenlerin bileşenlere verdiği yük değerleri

Değişken	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
Sv_mean	0.73	0.37	-0.28	-0.21	0.16	-0.39
Sv_max	0.54	0.63	-0.22	-0.32	0.10	-0.35
School depth_mean	-0.82	-0.33	-0.12	-0.25	-0.11	-0.32
Total depth_mean	-0.82	-0.30	0.06	-0.18	-0.15	-0.39
Skewness	-0.41	0.78	0.12	-0.35	-0.16	0.11
Kurtosis	-0.48	0.72	0.15	-0.37	-0.19	0.10
Corrected_length	-0.74	0.29	-0.22	0.42	-0.14	-0.04
Corrected_thickness	-0.62	0.17	0.53	-0.16	0.10	0.12
Elongation	-0.32	0.17	-0.67	0.56	-0.22	-0.15
Rectangularity	-0.42	0.32	0.04	0.26	0.74	-0.03
Alt1	-0.47	-0.23	-0.69	-0.40	0.10	0.16
Alt2	0.13	0.16	0.82	0.34	-0.17	-0.31
Image_compactness	-0.76	0.20	0.05	0.14	0.35	-0.09
Coefficient_of_variation	0.07	0.82	-0.25	0.29	-0.17	0.15

Değişken seçiminin sürü ayrımında kritik öneme sahip olduğu ve uygun olmayan seçimin özellikle discriminant analizinde hataya yol açabileceği dikkate alınarak değişkenlerin sürü ayrıştırmadaki etkileri karşılaştırılmıştır. Her ne kadar değişkenlerde eş-doğrusallık (collinearity) analiz öncesinde belirlenmiş olsa da PCA sonucunda her değişken için elde edilen yükler grafik üzerine aktarılmıştır (Şekil 46). Burada endişe aynı etkiyi yapan değişkenlerin analize birlikte dahil edilerek bileşen eksenlerinin sapmasına neden olmalarıdır. Şekilden de görülebileceği üzere verilerde beklenmeyen bir öbektlenme görülmemiştir. Sürü derinliği (school depth) ve toplam derinlik (depth) birbirine yakın noktalarda yer almaktadır. Toplam derinlik arttıkça sürü derinliğinin de artıyor

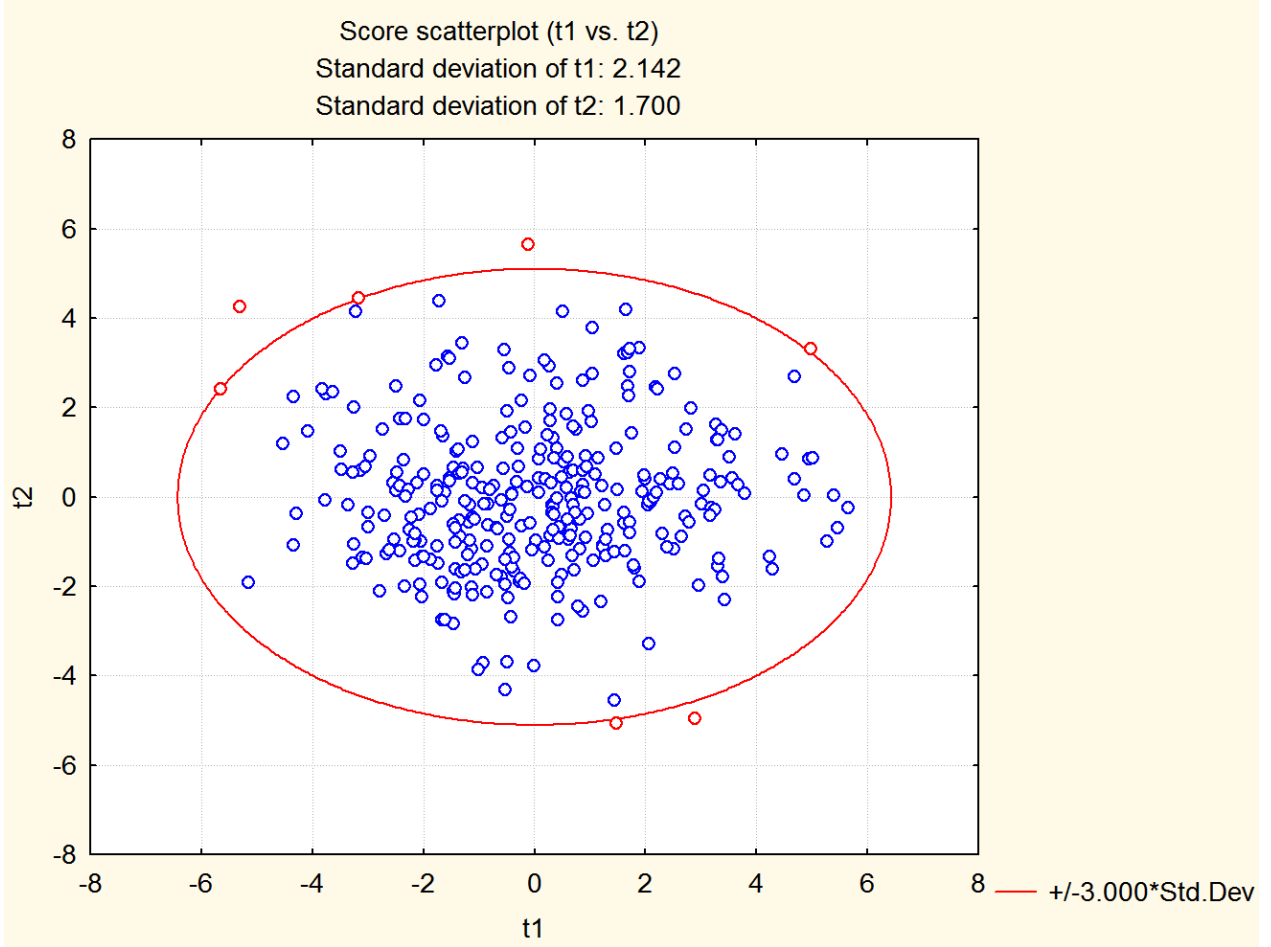
olması kaçınılmazdır; ancak bunun eşdoğrusallık olarak değerlendirilmesi özellikle *Trachurus* cinsine ait balıklar gibi dibe yakın sürü oluşturanların Sardalyalar gibi su kolonunda sürü oluşturanlardan ayırımında eksikliğe neden olacaktır. Bu nedenle de çıkartılmayarak analize dahil edilmiştir.

Bunun yanında sürü büyüklüğü ile ilgili değişkenlerin (Sv\_mean ve Sv\_max) grafiğin sağ üst, sürü içi enerji dağılımında önemli olanların (skewness ve kurtosis) sol üstte, konumla ilgili olanların sol altta ve sürü morfometrisi ile ilgili olanların sol ortada konumlanmış olması değişkenlerinin ayrıştırımadaki etkilerinin anlamlı olduğunu göstermektedir.



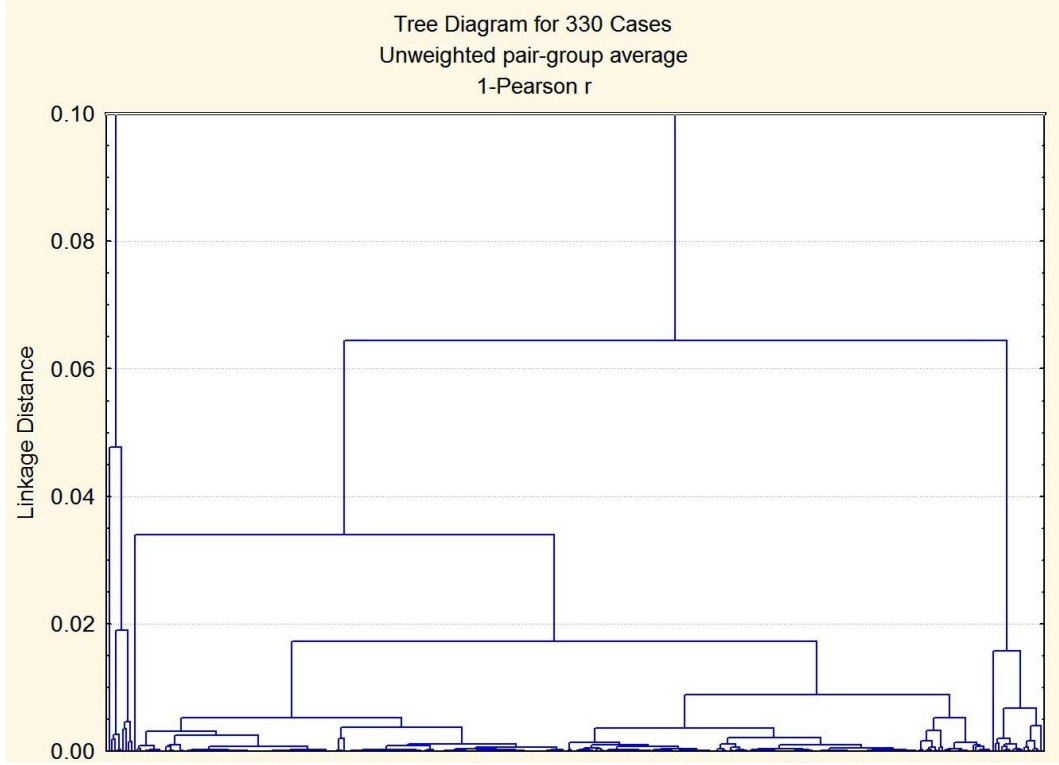
Şekil 46. Ana bileşenlerin (PC1 ve PC2) yük değerlerinin sürü değişkenlerine göre karşılaştırılması

Bir diğer aşamada PCA sonuçları T-hotelling normalite ortalamasına göre outlier'lar belirlenmiştir (Şekil 47). Şekilden de görülebileceği üzere  $\pm 3$  standard sapma sınırı dışında sadece 7 sürü kalmış olup bunlar da sınıra oldukça yakın konumlanmış olmaları dikkate alınarak analize dahil edilmelerine karar verilmiştir. Sonuç olarak 330 farklı sürü sınıflandırma analizine alınmıştır.

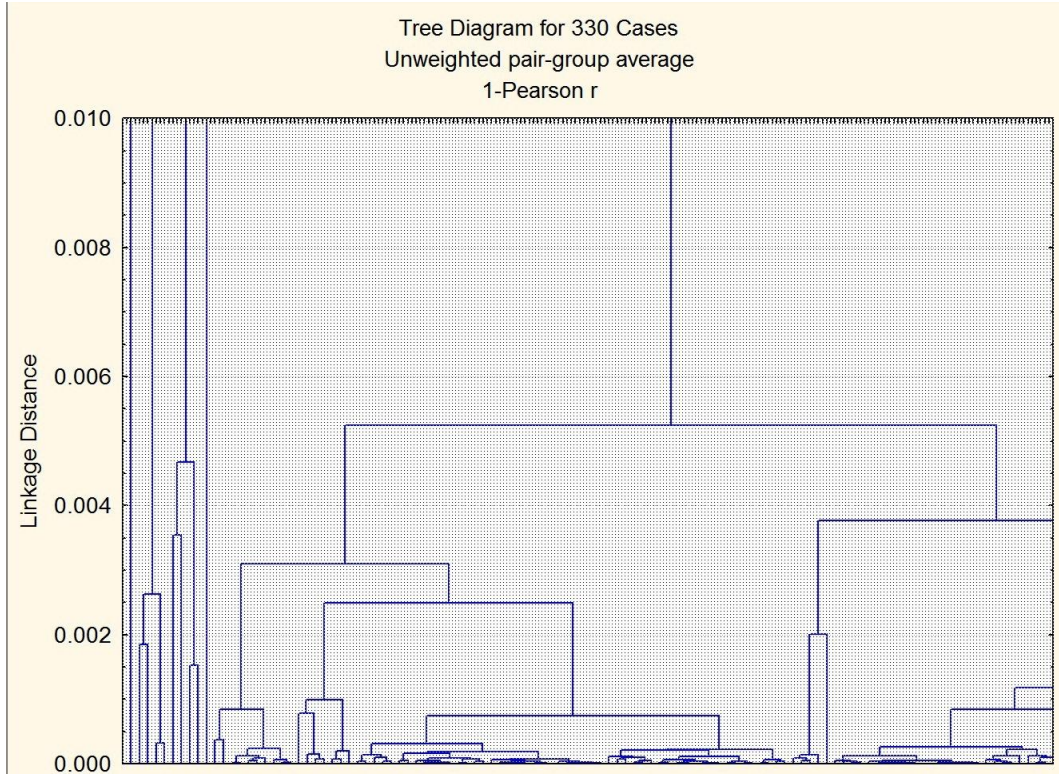


Şekil 47. T-Hoteling normalite ortalaması (daire) ve dışında kalan sürüler (outliers)

Seçilen sürülerin sınıflandırma (salkım) analizi sonuçları Şekil 48'de verilmiştir. Ancak 330 sürünün birlikte gösterimi rapor formatında mümkün olmadığından dendrogramlar kolay okunabilmesi için 3 parçaya ayrılmış ve sadece %99 ve üzeri benzerlik skalasına odaklanılmıştır (Şekil 49, Şekil 50 ve Şekil 51). Benzer sürülerin ayrıştırılabilmesi için öncelikle %99.9 benzerlik sınırının üstünde tek kalan sürüler "aykırılar" olarak kodlanmıştır. %99.9'un altında kalan salkımlara dahil olan sürüler ise aynı harf ile kodlanmıştır.

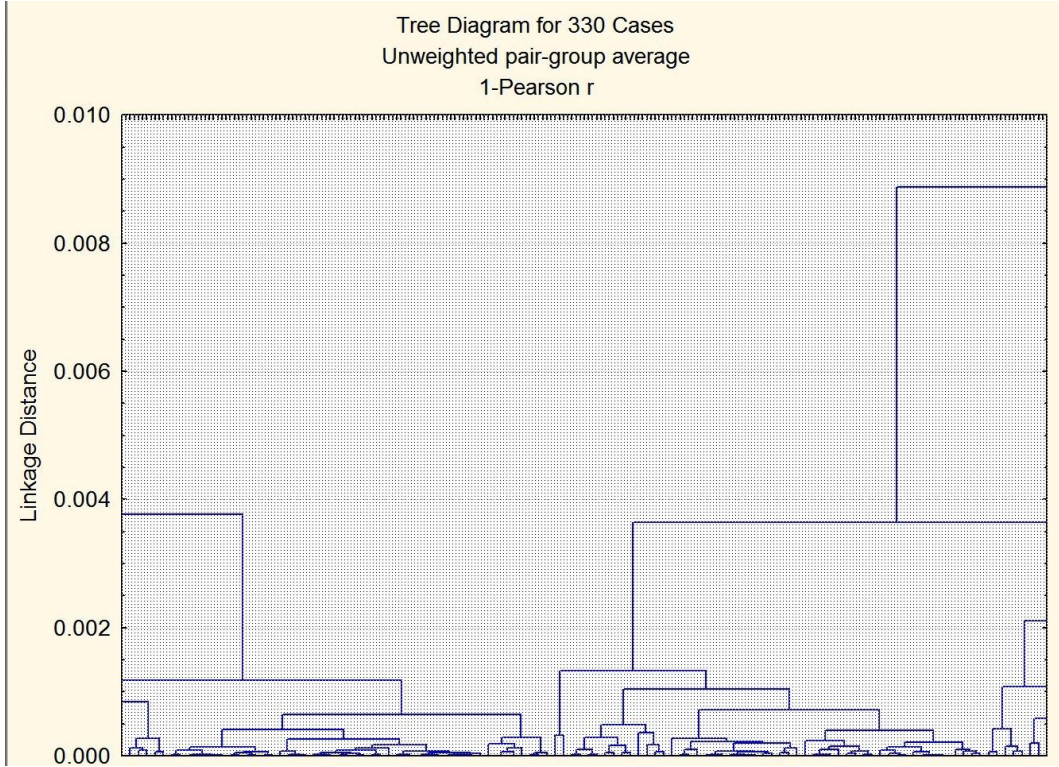


Şekil 48. Sürüler arası benzerlikler (>%90) – tüm sürüler

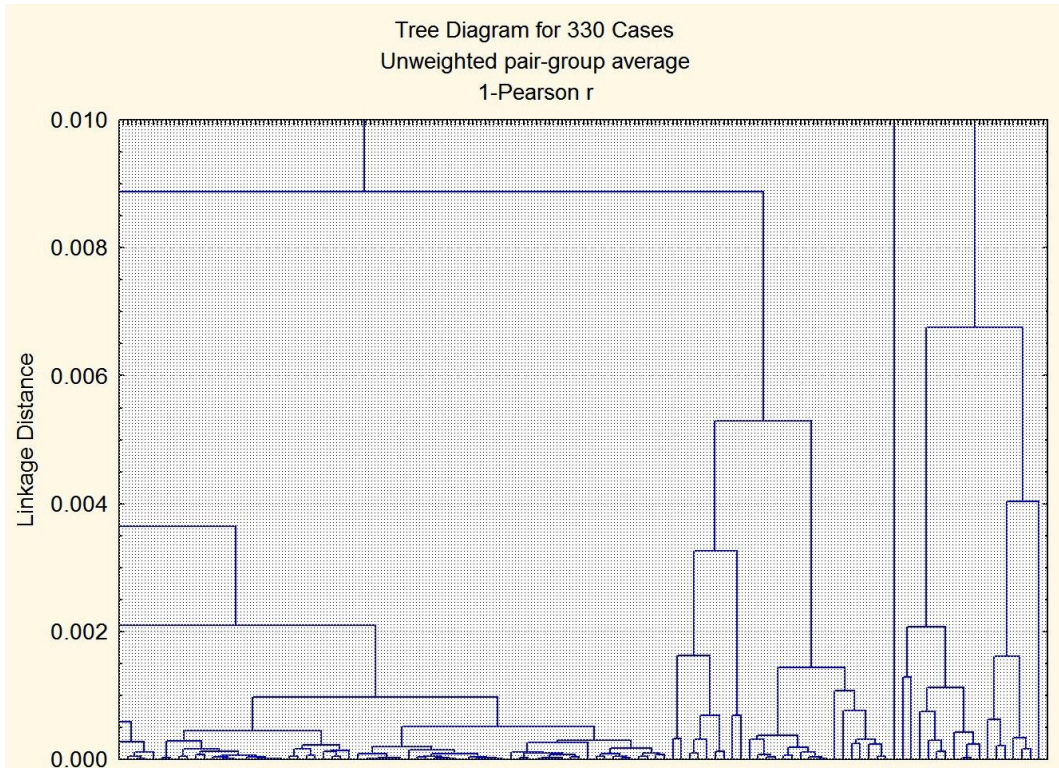


Şekil 49. Sürüler arası benzerlikler (>% 99) – Şekil 1 sol parça büyütülmüş





Şekil 50. Sürüler arası benzerlikler (>%90) – Şekil 1 orta parça büyütülmüş



Şekil 51. Sürüler arası benzerlikler – Şekil 1 sağ parça büyütülmüş

Bu analiz sonucuna göre 16 farklı sürü tanımlanmıştır. Bu sürülerin frekans dağılımı Çizelge 10'de verilmiştir. Bu ayırım yukarıda açıklandığı üzere göreceli bir ayırımdır. Bu ayırımın güvenilirliğini sağlamak ve sürü ayırıştırma fonksiyonunun çıkartılması için Discriminant Fonksiyonu Analizi uygulanmıştır.

Çizelge 10. Salkım analizi sonucuna göre sürülerin frekans dağılımları

Sürü tipi	frekans	Sürü tipi	frekans	Sürü tipi	frekans
sürü 1	8	sürü 7	38	sürü 13	10
sürü 2	7	sürü 8	12	sürü 14	7
sürü 3	52	sürü 9	10	sürü 15	17
sürü 4	4	sürü 10	23	sürü 16	46
sürü 5	32	sürü 11	37	Aykırılar	4
sürü 6	14	sürü 12	9		

Discriminant fonksiyonu analizinde analizin ayırıştırma gücünün değerlendirilmesinde Wilks' Lambda katsayısı kriter olarak alınmaktadır (MacGarigal, 2000). 0 ile 1 arasında değişen bu değer 1'e yaklaşması ayırıştırma gücünün düştüğünü, 0 değerine yaklaşması ise mükemmelleştiğini göstermektedir. Yapılan analizde bu değer 0.00908 olarak hesaplanmış olup istatistik olarak çok yüksek derecede önemli bulunmuştur ( $F_{(208,3083)}=8.7365$   $p<0.0000$ ).

Çizelge 11. Analizin gücünün değerlendirilmesinde kullanılan kritik değerler

	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove	p-level	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
CoV	0.024	0.377	1.059	0.0000	0.578	0.421
Altimetre2	0.011	0.791	4.972	0.0000	0.254	0.746
Sv_max	0.011	0.802	4.655	0.0000	0.013	0.987
Altimetre1	0.010	0.879	2.599	0.0008	0.055	0.945
Length	0.011	0.828	3.902	0.0000	0.146	0.854
Compactness	0.010	0.887	2.399	0.0021	0.388	0.612
Depth	0.012	0.752	6.205	0.0000	0.001	0.999
School depth	0.012	0.761	5.899	0.0000	0.001	0.999
Elongation	0.011	0.853	3.250	0.0000	0.204	0.796
Sv_mean	0.011	0.832	3.801	0.0000	0.010	0.990
Kurtosis	0.011	0.859	3.082	0.0000	0.026	0.974
Skewness	0.010	0.896	2.186	0.0057	0.024	0.976
Rectangularity	0.010	0.928	1.451	0.1170	0.661	0.339

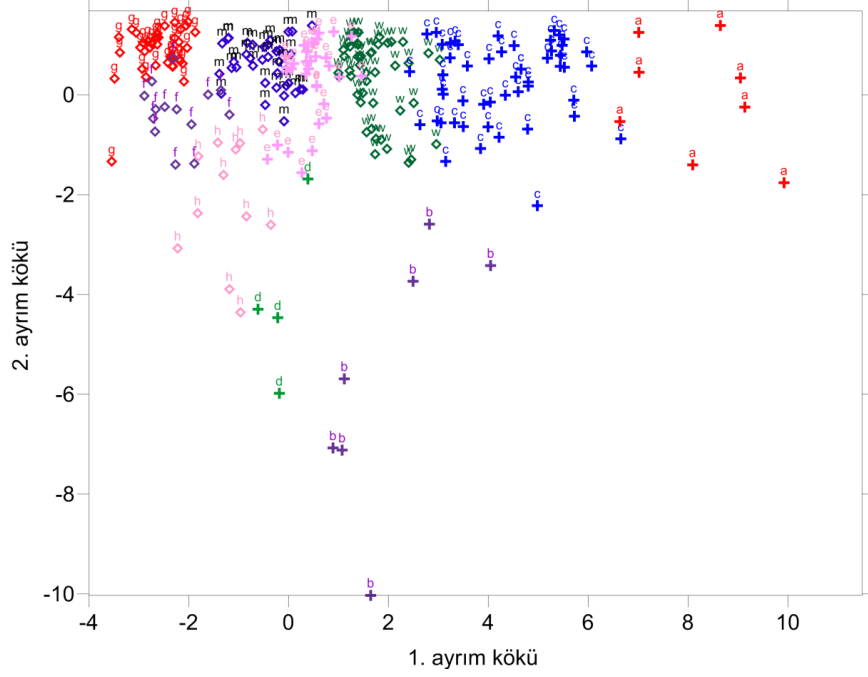
Modele girilen değişkenler tek tek ele alındığında ise dikdörtgenliğin salkım analizince yapılan sınıflandırmada etkisiz kaldığı görülmektedir (Çizelge 11;  $p=0.117$ ). Bu nedenle discriminant fonksiyonu modeline dahil edilmemiştir. Seçilen değişkenler kullanılarak Canonical Analizi yapılmış ve ayırıştırma fonksiyonun kaç kökten oluşacağı ve bu köklerin istatistik önemleri değerlendirilmiştir (Çizelge 12). Çizelgede verilen ilk sıra (0) tüm kökleri temsil etmekte olup analizin tamamına ait sonuçtur. İkinci sıra ilk kök çekildikten sonra geriye kalanlara ait istatistiklerdir. Buna göre Canonical analizi istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ) 3 kök vermekte, 3 kökten sonra önem derecesi düşmektedir.



Çizelge 12. Canonical analizi sonuçları

Çıkatılan Kök	Eigen-value	Canonicle R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	9.930536	0.953160	0.009079	1476.358	208	0.000000
1	1.678217	0.791592	0.099240	725.409	180	0.000000
2	0.863386	0.680693	0.265785	416.071	154	0.000000
3	0.303367	0.482449	0.495261	220.639	130	0.000001
4	0.123890	0.332014	0.645506	137.444	108	0.029367
5	0.091727	0.289862	0.725478	100.770	88	0.166196
6	0.074251	0.262904	0.792024	73.213	70	0.373085
7	0.057491	0.233164	0.850833	50.724	54	0.601548
8	0.054244	0.226833	0.899748	33.171	40	0.769166
9	0.024153	0.153569	0.948554	16.584	28	0.956352
10	0.016587	0.127736	0.971464	9.090	18	0.957609
11	0.010194	0.100456	0.987578	3.925	10	0.950672
12	0.002360	0.048520	0.997646	0.740	4	0.946294

İstatistiksel olarak önemli bulunan ilk üç kökün sürü tiplerini nasıl ayırdığı discriminant katsayıları yardımı ile incelenmiştir. Buna göre ilk iki kökün sürü tiplerinin tamamını ayırtmada çok yüksek değer verdikleri görülmektedir (Çizelge 13). Bu durum bu iki kökün ayırmda yeterli olduğunu gösterdiğinden sadece ilk iki kök karşılıklı olarak grafiklenmiş ve sürülerin birbirinden nasıl ayrıldıklarına bakılmıştır (Şekil 52). İlgili şekilden de görüleceği üzere aynı sürü tipine ait sürüler benzer konumlarda öbeklenmiş olup, çakışmalar oldukça azdır. Grafik üzerindeki veri bulutları arasındaki çakışmaların en aza indirilmesi amacıyla discriminant fonksiyonu modeli kullanılarak geriye doğru tahmin yapılmış ve her bir sürünün ait olduğu sürü tipine uygunluk olasılığı hesaplanmıştır. Sonuçlar 17 X 330'luk matris olarak elde edilmiş olup bu büyüklükte bir matrisin rapor formatında sunulması mümkün olmadığından örnek bir bölüm Çizelge 14'de sunulmuştur. Burada ilk kolon her bir sürünün salkım analizine göre belirlenmiş sürü tip, ardından gelen kolonlar ise discriminant analizine sürülerin herbir sürü tipine ait olma olasılıkları verilmektedir. Tabloda tamamı gösterilemese de her iki analiz arasında %74'lük bir uyum bulunmaktadır. Bu kadar çok sayıda sürünün birlikte değerlendirildiği dikkate alınacak olursa bu başarılı bir sonuçtur ve Çizelge 13'den de anlaşılacağı gibi DFA'nin ayırma hassasiyetini daha ileri götürmeyeceğini göstermektedir. Ancak yine de sürü ayrımı analizinin daha da ileri götürülmesi için Discriminant fonksiyonunun düşük olasılık verdiği seçimler ayırılmış ve geri kalan yüksek olasılıkla belirlenmiş sürüler Yapay Sınır Ağı analizi için öğrenme seti olarak kullanılmıştır.



Şekil 52. 1. ve 2. Canonical kök için karşılıklı skorlar

Çizelge 13. Canonical analizi ile ayrıştırılmış köklerin sürü tiplerine etkileri (discriminant katsayıları)

Sürü	Kök 1	Kök 2	Kök 3
sürü_01	8.190	-0.065	-0.082
sürü_02	2.012	-5.667	-1.112
sürü_03	4.281	0.261	0.183
sürü_04	-0.156	-4.109	-0.965
sürü_05	0.451	0.304	0.234
sürü_06	-2.210	-0.338	-0.283
sürü_07	-2.581	0.878	-1.055
sürü_08	-1.206	-2.108	-0.194
sürü_09	-5.718	-1.391	3.991
sürü_10	-1.261	0.565	-0.218
sürü_11	-0.457	0.612	0.055
sürü_12	-3.497	-2.921	-1.173
sürü_13	-3.512	0.950	-1.183
sürü_14	-3.412	0.554	0.771
sürü_15	-4.478	0.572	0.340
sürü_16	1.720	0.326	0.173
Aykırılar	4.524	-0.895	2.004

Çizelge 14. Sürülerin Discriminant foksiyonuna göre sınıflandırılmasına örnek tablo, başarısız sınıflandırmalar “\*” ile gösterilmiştir.

Sürü	Salkım sınıfı	DFA'ya göre olasılıklar				
		p=.042	p=.115	p=.158	p=.0121	p=.139
* 1	f	p	f	g	m	r
2	g	g	o	r	f	p
3	g	g	o	f	k	p
4	c	c	w	e	x	m
5	x	x	h	f	n	d
* 6	w	x	w	c	e	m
* 7	h	m	e	h	w	f
8	b	b	d	n	h	w
9	c	c	w	a	x	e
10	r	r	p	k	f	g
11	b	b	d	w	c	h
12	c	c	a	w	x	e
* 13	w	c	w	e	m	k
* 14	w	e	w	m	k	c
15	c	c	a	w	x	e
16	g	g	m	k	p	e
17	c	c	w	e	m	k
18	w	w	e	c	m	k
* 19	f	k	f	m	e	o
20	c	c	x	w	a	e
*21	m	k	m	e	g	f
22	g	g	k	m	f	o
23	e	e	w	m	k	c
24	j	j	r	n	p	h
*25	x	j	p	f	r	h
26	m	m	e	w	k	f
27	m	m	k	g	e	f
*28	o	g	o	r	f	k
29	g	g	k	m	o	r
30	j	j	r	p	o	f
31	c	c	a	w	x	e
32	n	n	h	d	f	k
33	c	c	w	x	e	m
...						

Yapay Sinir Ağı analizine tanımlanan öğrenme setleri verilere uygulanmış ve en yüksek öğrenme performansı ile en iyi test performansını veren model en uygun ağ modeli kullanılarak tanımlanan sürüler görünme noktalarına ve akustik büyüklüklerine göre haritalanmıştır.

#### Belirlenen sürü tiplerinin balık türlerine atanması

Trol örneklemelerinden elde edilen veriler ile sürü tiplerinin akustik bulunurluk ve dağılımları dikkate alınarak Gereç ve Yöntem’de açıklanan yaklaşımla eşleştirme yapılmış ve her bir sürü tipine karşılık gelme olasılığı en yüksek küçük pelajik balık türü belirlenmiştir (Çizelge 15). Tablodan da görüleceği üzere 8 tür için eşleştirme başarılı olurken diğer türler az sayıda örneklendiğinden güvenilir sonuç elde edilememiştir. Ayrıca bazı sürülerin sürü parametreleri çok aykırı olduğundan herhangi bir sürü tipine dahil edilememiştir.

### Akustik verilerin analizine göre bölgedeki küçük pelajik balıkların alansal dağılımı

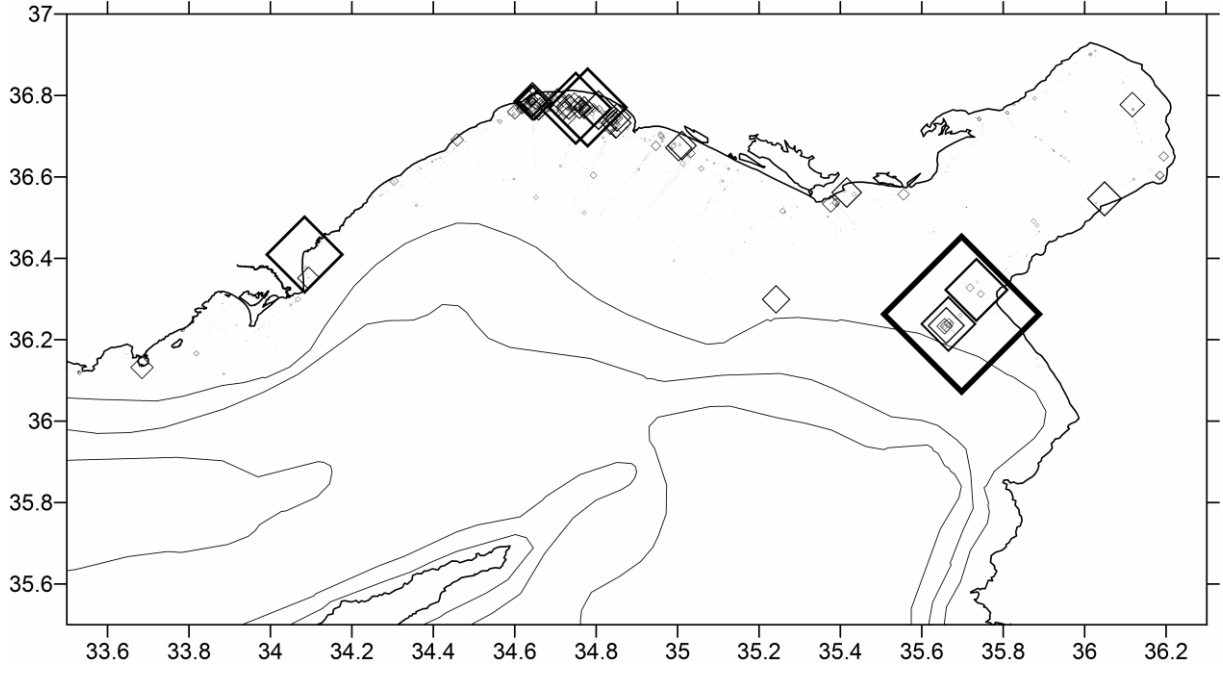
Akustik çalışma sonucunda elde edilen veriler Çizelge 15'te verilen eşleştirmeler dikkate alınarak haritalandırılmış ve bu yolla bölgedeki küçük pelajik balıkların alansal dağılımları haritalanmıştır.

Çizelge 15. Akustik olarak belirlenen sürü tipi ve trol ile avlanan balık türlerinin eşleştirme sonuçları

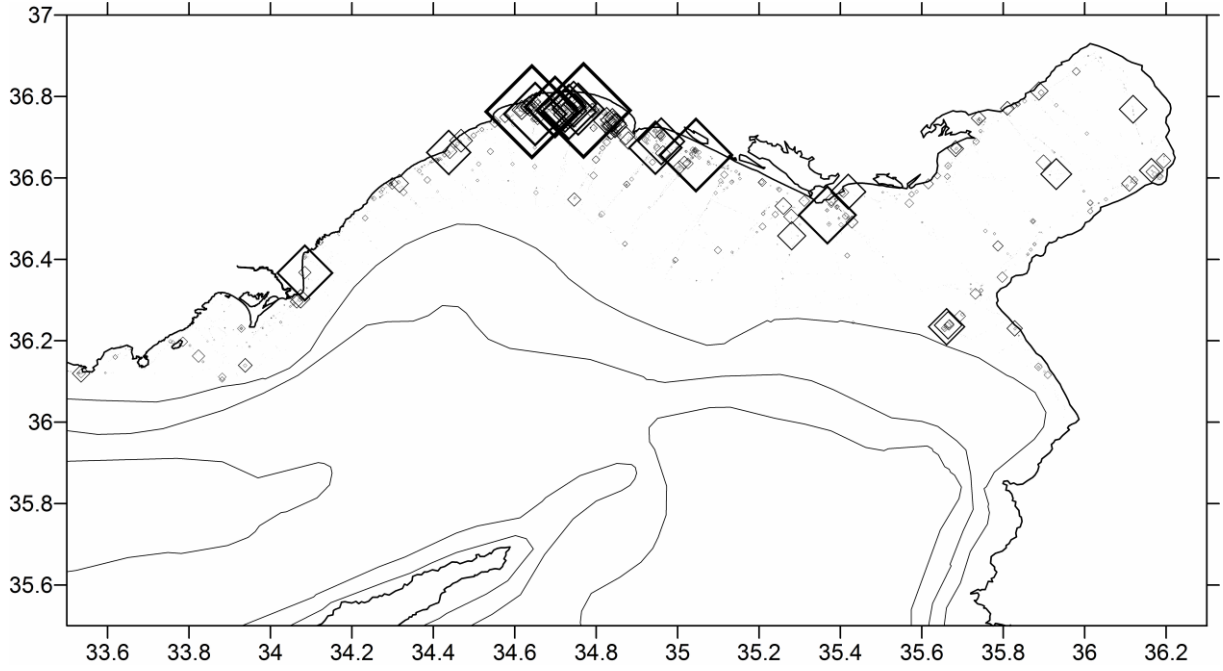
Tür	Yakalanan	%	Sürü tipi	NASC	%
<i>Sardinella aurita</i>	856	50.81	c	138924	21.57
<i>Trachurus mediterraneus</i>	234	13.92	w	96860	15.04
			k	3269	0.51
<i>Trachurus trachurus</i>	145	8.61	p	79784	12.39
			g	4779	0.74
<i>Sardina pilchardus</i>	127	7.52	e	20506	3.18
			d	3049	0.47
<i>Dussumieria elopsoidea</i>	97	5.76	b	6588	1.02
<i>Scomber japonicus</i>	56	3.32	h	3651	0.57
<i>Engraulis encrasicolus</i>	55	3.25	a	98859	15.35
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form1)	21	1.25			
<i>Engraulis encrasicolus</i> (form2)	13	0.77			
<i>Etmureus teres</i>	37	2.18	r	86356	13.41
<i>Alepes djedaba</i>	12	0.73	m	13830	2.15
<i>Sardinella madarensis</i>	10	0.57			
<i>Caranx crysos</i>	8	0.46			
<i>Caranx rhonchus</i>	5	0.28			
<i>Trachurus picturatus</i>	2	0.14	o	179	0.03
<i>Alectis alexandrines</i>	2	0.13	f	1687	0.26
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	2	0.13	n	1894	0.29
<i>Trachinotus ovatus</i>	2	0.12			
<i>Decapterus russelli</i>	1	0.07			
Gruplandırılmayan sürü tüpleri			x	79344	12.32
Aykırı sürüler			j	4570	0.71

### Akustik verilere göre *Sardinella aurita* dağılımı

Analiz sonuçları ve özellikle bu sürülerin yüksek  $sv_{mean}$  değerleri bu türün farklı iki tipte sürü oluşturduğuna işaret etmektedir. Mersin şehri önünde yoğunlaşan ve üreme dönemi sırasında gözlenen bu sürülerin dağılımı Şekil 53'da sunulmuştur. Diğer sürü tipinin ise üreme sonrası gelişim (nursery) dönemindeki küçük boylu genç bireyler tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Bu grubun ise tüm kıyı boyunca özellikle de nehir ve karasal girdilerin yoğun olduğu alanlarda öbeklendikleri görülmektedir (Şekil 54).



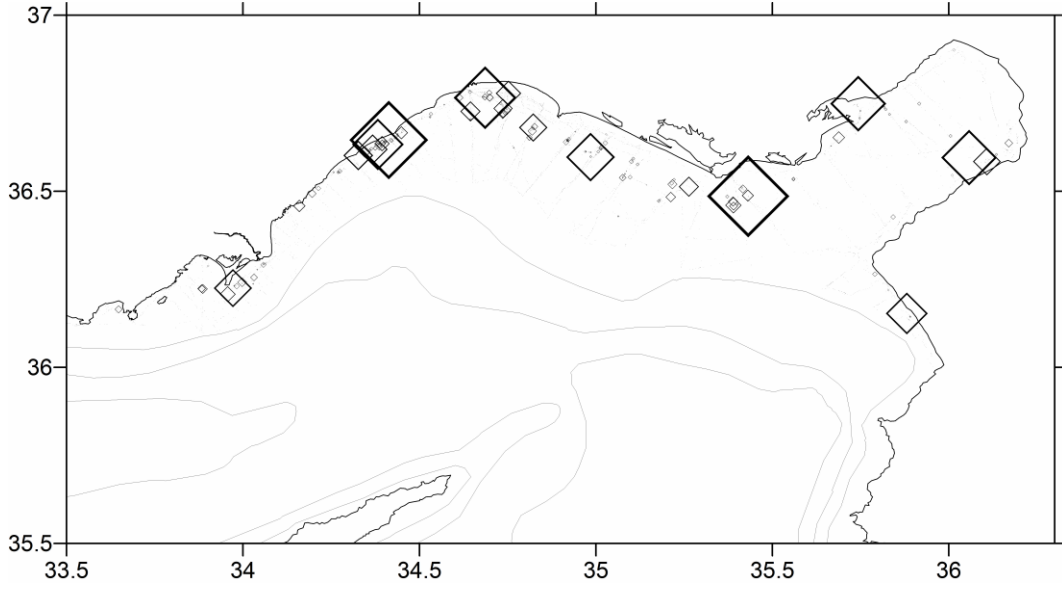
Şekil 53. *Sardinella aurita* olarak tanımlanan sürülerin dağılımı



Şekil 54. *Sardinella aurita* sürülerinin göreceli dağılımı

### Akustik verilere göre *Dussumieria elipsoides* dağılımı

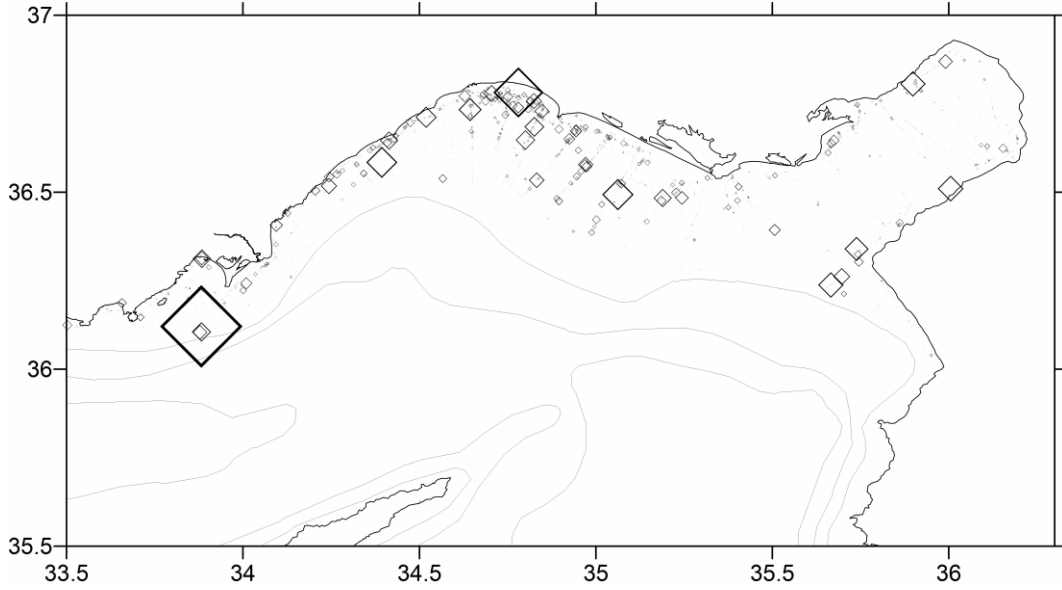
Bu türün belli bir dağılım şekli göstermediği ve tüm kıyı boyunca mevcut olduğu görülmektedir (Şekil 55). Diğer taraftan bölge bölge kalabalık sürüler oluşturdukları gözlenmiştir. Büyük sürülerin Göksu, Lamas, Karataş, Yumurtalık Arsuz, Asi gibi nehirlere yakın olması dikkat çekicidir.



Şekil 55. *Dussumieria elipsoides* olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

### Akustik verilere göre *Trachurus mediterraneus* dağılımı

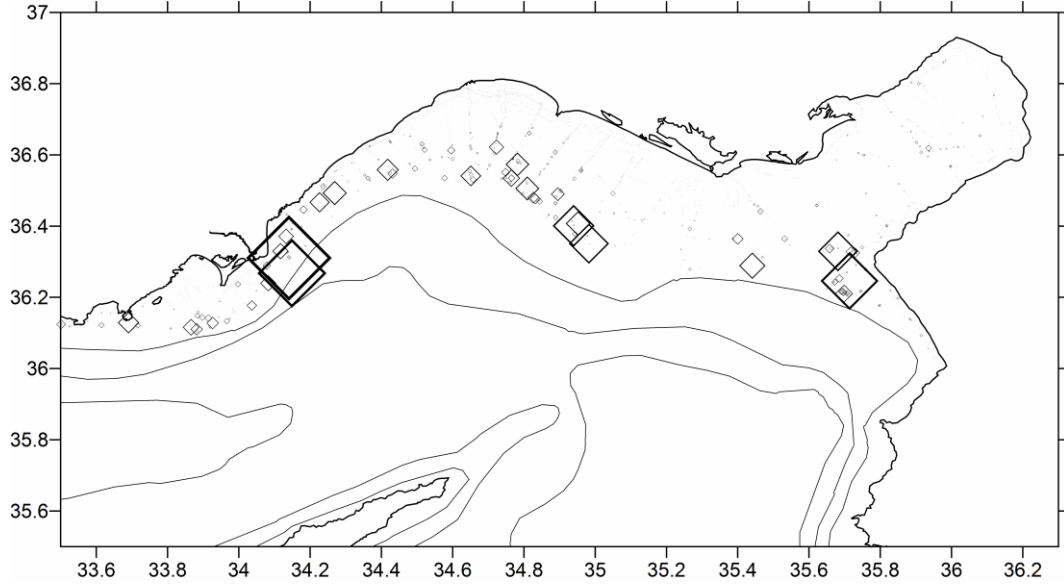
Bu tür bölgenin tamamında bulunmakla beraber büyük sürülerine batıda rastlanmıştır (Şekil 56).



Şekil 56. *Trachurus mediterraneus* olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

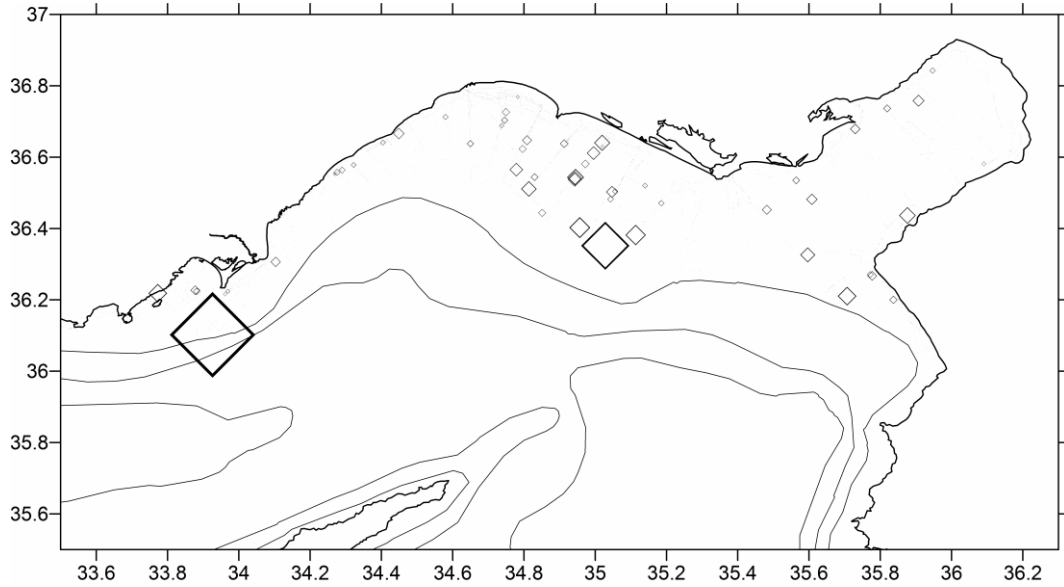
### Akustik verilere göre *Trachurus trachurus* dağılımı

Bu türün de birbirine benzer iki farklı tipte sürü oluşturduğu görülmektedir. Bu sürülerden ilkinde sonbaharda bölgede termoklin tabakasının en derin ve en belirgin dönem olan sonbahar başında rastlanmaktadır (Şekil 26). Sürüler termoklin tabakasının altında, yüzeye göre çok daha serin suların bulunduğu derinliklerde gözlenmektedir (Şekil 57).



Şekil 57. *Trachurus trachurus* türü olarak tanımlanan sürülerin sonbahar dağılımı

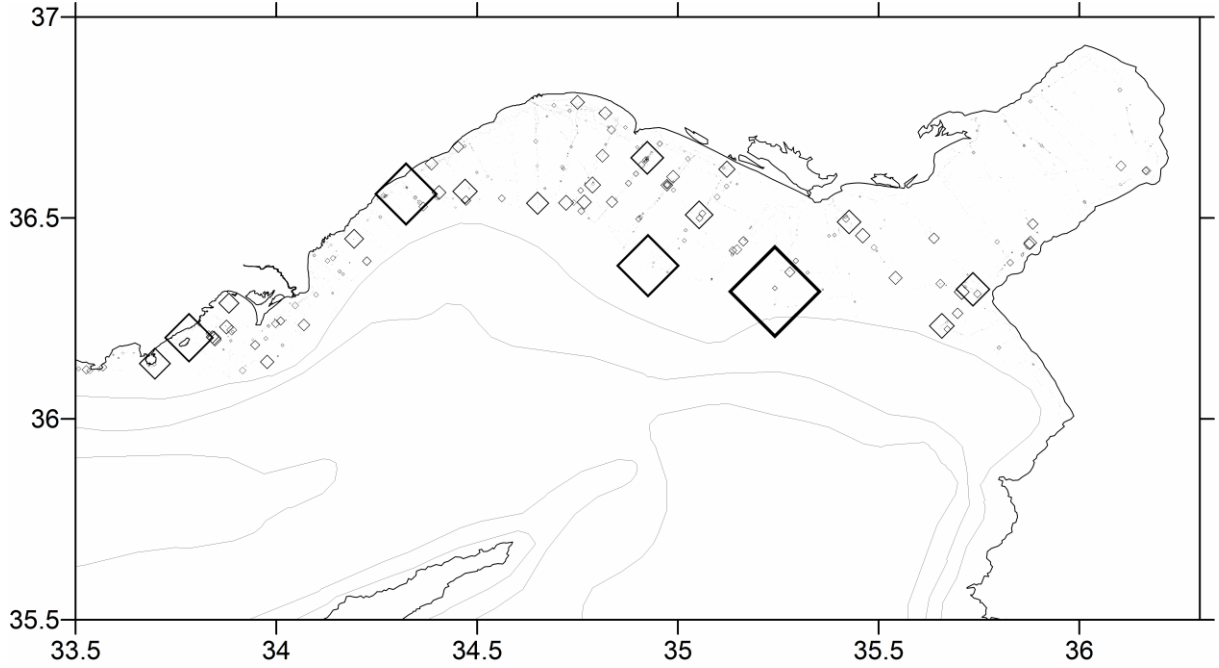
*Trachurus trachurus* türüne ait diğer sürü tipine ise Haziran ayında termoklin tabakası henüz oluşmaya başladığı dönemde rastlanmaktadır. Bu sürülerin yoğunlukları açıktan kıyıya doğru azalmaktadır (Şekil 58).



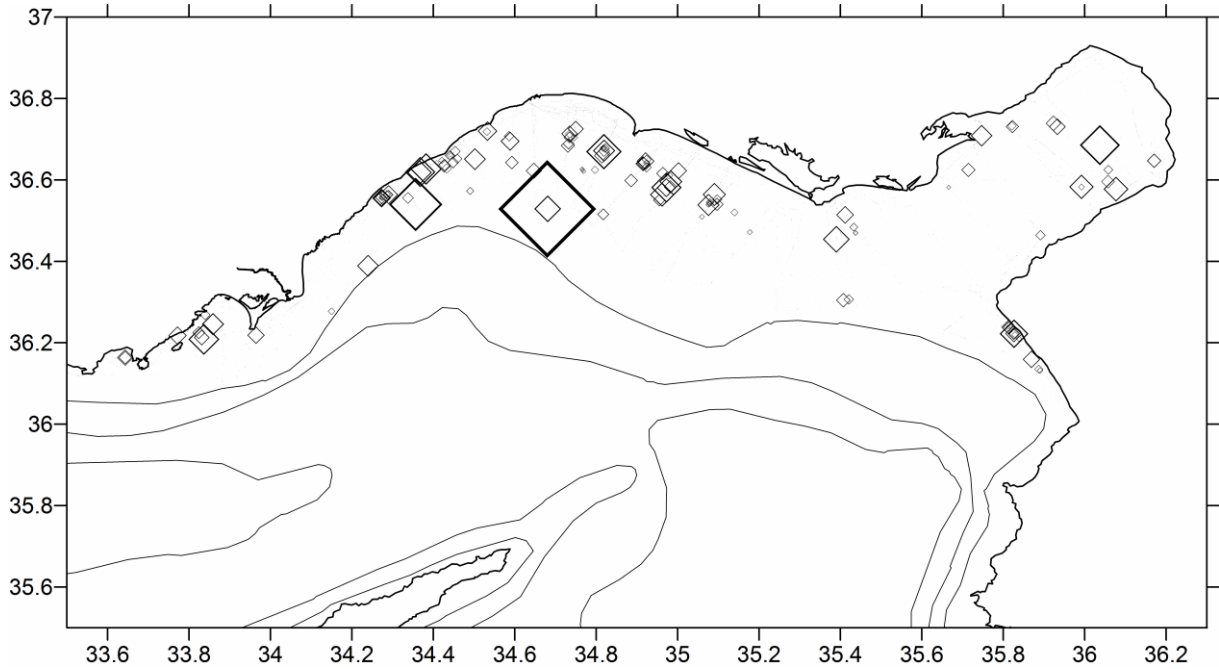
Şekil 58. *Trachurus trachurus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

### Akustik sonuçlara göre *Sardine pilchardus* türünün dağılımı

Akdeniz ekosistemi içinde soğuksever türler arasında sayılan *Sardina pilchardus*'un akustik verilerden elde edilen dağılımı da türün bilinen bu özelliği ile uyumlu olarak bulunmuştur. Kış konveksiyonu nedeni ile yüzey sularının sıcaklığının dip sularından çok farklı olmadığı dönemde (Şekil 26) bu türün dağılımının çok geniş olduğu görülmektedir (Şekil 59). Ancak yüzey suları ısınmaya başlayıp termoklin oluşmaya başladığında *Sardina pilchardus*'un da göreceli olarak açık sulara çekildiği görülmektedir (Şekil 60).



Şekil 59. *Sardina pilchardus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

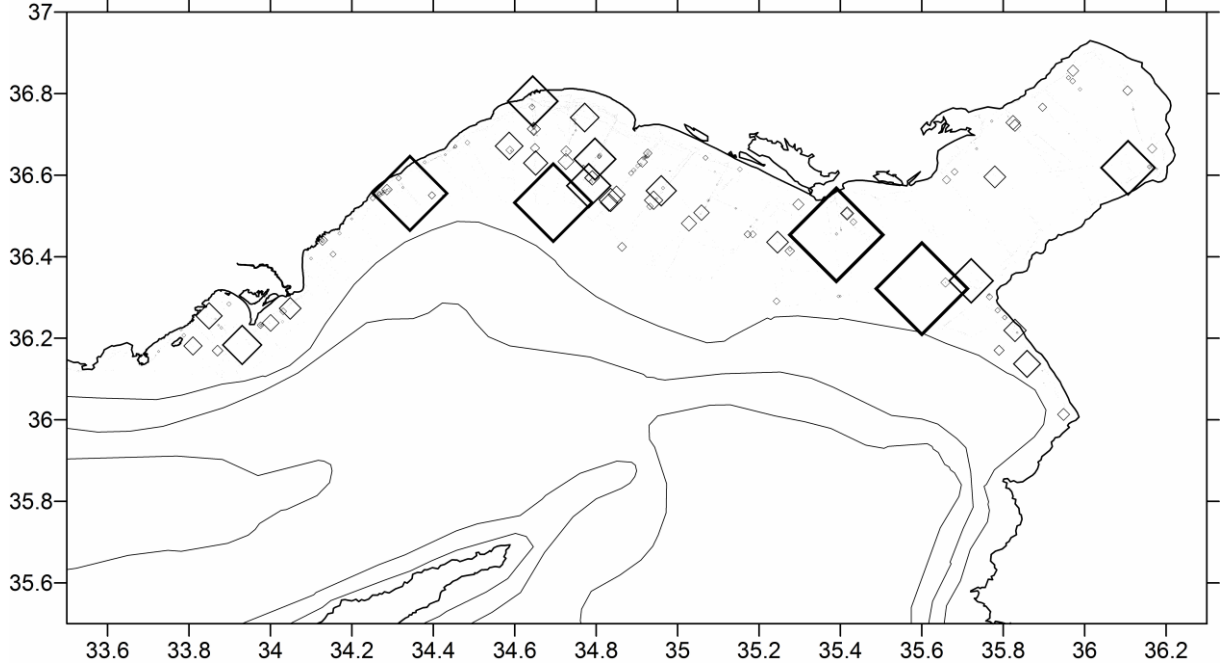


Şekil 60. *Sardina pilchardus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı



#### Akustik sonuçlara göre *Scomber japonicus* türünün dağılımı

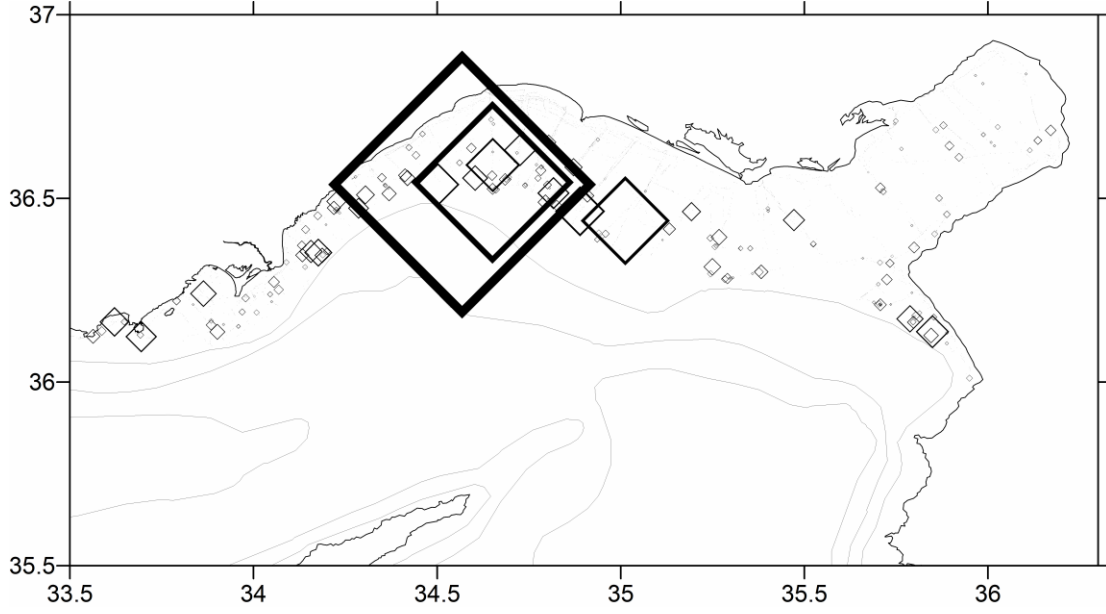
Bu türün de dağılımı bariz bir patern göstermemektedir (Şekil 61). Diğer planktivor türlerin aksine beslenme karakteri piscivor özellik gösteren bu türün dağılımında üzerinden beslendiği diğer türlerin dağılımının etkili olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 61. *Scomber japonicus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

#### Akustik sonuçlara göre *Etrumeus teres* türünün dağılımı

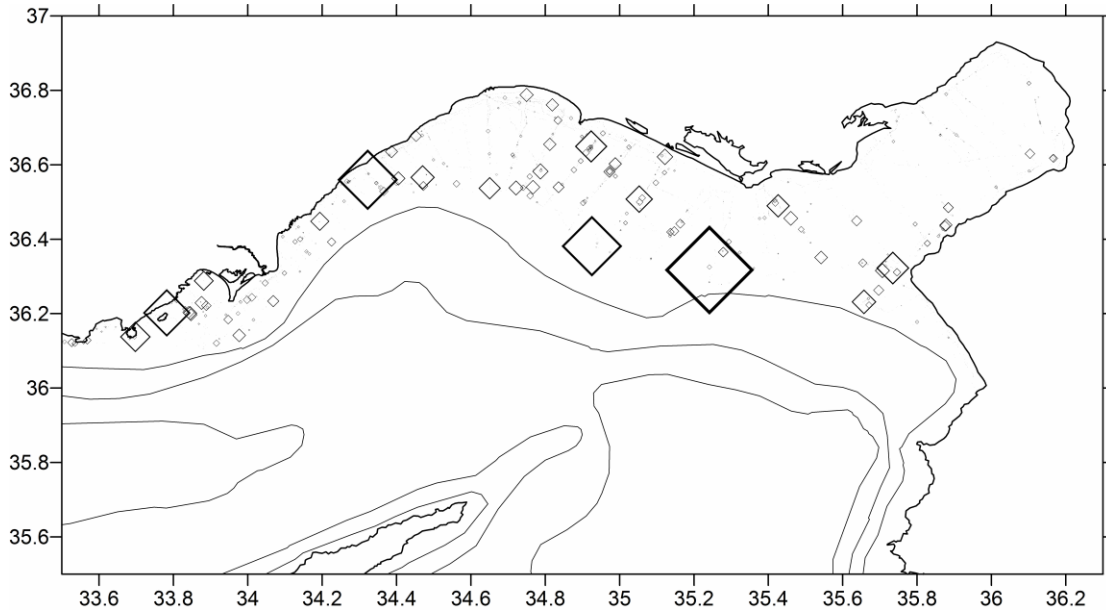
Çalışılan türler içinde en sorunlulardan biridir. Bölgede avcılığı yapılan ve diğer sardalya türlerine göre iri ve lezzetli olması nedeni ile bölgede sevilen bir balıktır. Dolayısı ile gırgır filosunun hedef türleri arasındadır. Bu nedenle de pazarda önemli bir yer tutmaktadır. Ancak çalışma kapsamında yapılan ortasu trolü ile yapılan örneklerdeki tür kompozisyonunda pazardaki önemi ile orantılı bir yer almamıştır (Çizelge 6). Bu balığın çalışmada elde edilen tür kompozisyonunda çok yüksek değerlerle temsil edilmemesinin bir diğer sebebi de Şekil 62'da net olarak görülebileceği üzere tüm alanda ve özellikle de açık sularda gözlenen bu türün diğer türlere oranla çok büyük sürüler oluşturabilmesidir. Türün avlanabilmesini kolaylaştıran bu durum pazar ve örnekler arasındaki tezadı da açıklamaktadır.



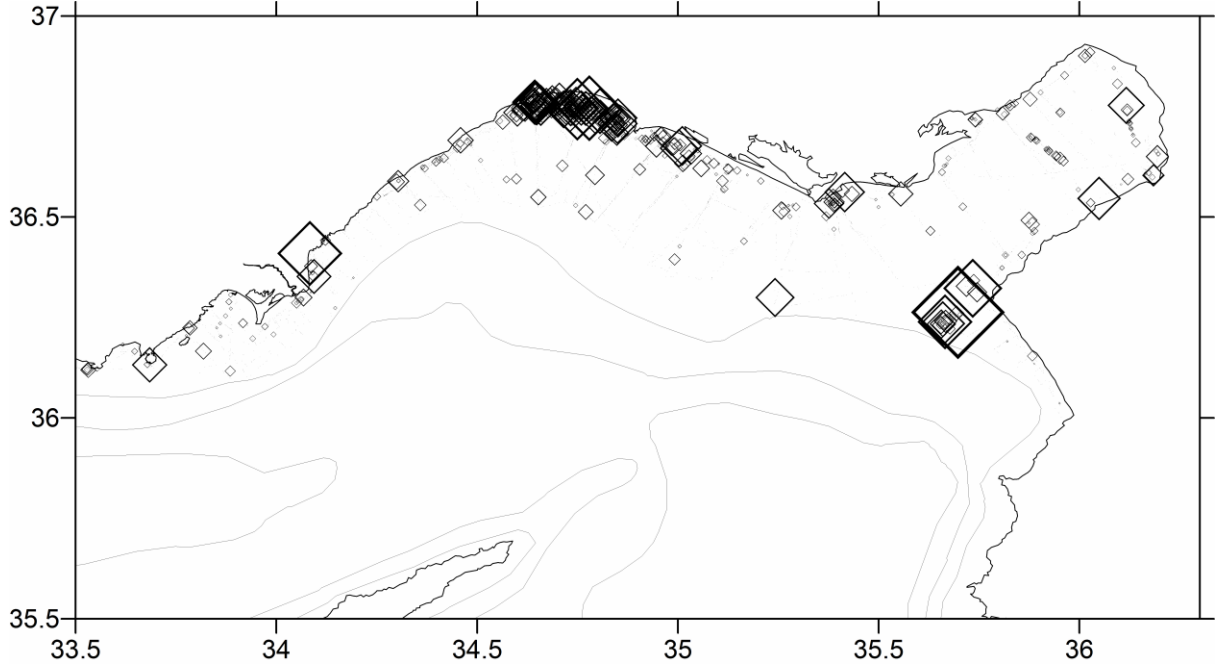
Şekil 62 *Etrumeus teres* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı

#### Akustik sonuçlara göre *Engraulis encrasicolus* türünün dağılımı

Bu türe ait bireylerin incelenmesinde morfolojik olarak farklılık gösteren 2 ayrı formun olduğu gözlenmiştir. Ortasu trolü örneklemelelerinde 2 formun bir arada gözlenmesi nedeni ile bu iki formu akustik olarak ayırmak mümkün olmamıştır. Ancak Form-1'in kıyıda ve özellikle de Mersin körfezinde baskın, Form-2'nin ise açık sularda yaygın olmasında hareketle Şekil 63'da verilen dağılımın *E. encrasicolus* Form-2; Şekil 64'de verilen dağılımın ise Form-2'ye ait olduğuna karar verilmiştir.



Şekil 63. *Engraulis encrasicolus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı (Bu grubun metin içinde açıklanan Form-1 olduğuna inanılmaktadır)



Şekil 64. *Engraulis encrasicolus* türü olarak tanımlanan sürülerin dağılımı (Bu grubun metin içinde açıklanan Form-2 olduğuna inanılmaktadır)

Mayıs 2009- Haziran 2011 ayları arasında gerçekleştirilen trol örneklerinde yakalanan toplam 17 tür küçük pelajik balık türü için boy ile ağırlıkları arasındaki matematiksel ilişki, gonad gelişiminin ve üremenin göstergesi olarak gonadosomatik indeks, vücuttaki enerji deposunun göstergesi olarak hepatosomatik indeks, kondisyon göstergesi ve ilk üreme boyları çıkartılmıştır. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri tüm türler için; GSI, somatik Kve HSI parametreleri ise sadece çalışma boyunca düzenli ve yeterli sayıda elde edilen türler için (*S. aurita*, *S. pilchardus*, *T. mediterraneus*, *T. trachurus*, *E. encrasicolus* form-1, *E. encrasicolus* form-2 ve *D. elopsoides*) değerlendirilmiştir.

## Biyolojik özellikler

### Boy- Ağırlık İlişkileri

Çalışma kapsamında ele alınan 17 türe ait 24 217 adet bireyin dişi, erkek ve tüm bireyler için toplam boy (L) ve toplam ağırlık (W) arasındaki ilişki ( $W=a.L^b$ ) incelenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinde eğrinin “y” eksenini kestiği nokta olan “a” değeri ile boy-ağırlık ilişkisini belirleyen eğrinin eğimini veren “b” değeri %95 güvenlik sınırları içinde hesaplanmış ve Çizelge 16’da sunulmuştur.

Çizelge 16. Dişi, erkek ve toplam bireylerin boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b), %95 güvenirlilik aralığı (GA), korelasyon katsayıları ( $r^2$ ), birey sayıları (n) ve önem dereceleri (p)

Familiya	Balık türü	Cinsiyet	a ±GA (%95)	b ±GA (%95)	$r^2$	n	P
Clupeidae	<i>Dussumieria elopsoidea</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0027±0.0003	3.362±0.0380	0.970	930	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0032±0.0005	3.286±0.0461	0.971	586	<0.001
		Toplam	0.0031±0.0001	3.309±0.0108	0.992	2868	<0.001
	<i>Etrumeus teres</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0046±0.0019	3.202±0.1376	0.979	49	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0056±0.0039	3.118±0.2030	0.971	31	<0.001
		Toplam	0.0036±0.0002	3.283±0.0298	0.986	688	<0.001
	<i>Herklotsichthys punctatus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0050±0.0057	3.209±0.3633	0.955	18	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0066±0.0225	3.060±0.7003	0.966	6	0.001
		Toplam	0.0083±0.0007	2.964±0.0433	0.991	173	<0.001
	<i>Sardina pilchardus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0061±0.0010	3.076±0.0593	0.928	803	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0048±0.0010	3.169±0.0731	0.912	696	<0.001
		Toplam	0.0056±0.0002	3.125±0.0198	0.966	3311	<0.001
<i>Sardinella aurita</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0048±0.0004	3.177±0.0335	0.951	1773	<0.001	
	O <sub>3</sub> +O	0.0060±0.0008	3.089±0.0466	0.925	1371	<0.001	
	Toplam	0.0032±0.0001	3.326±0.0133	0.980	4769	<0.001	
<i>Sardinella maderensis</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0048±0.0007	3.215±0.0570	0.987	166	<0.001	
	O <sub>3</sub> +O	0.0077±0.0017	3.027±0.0780	0.977	138	<0.001	
	Toplam	0.0063±0.0005	3.104±0.0290	0.989	515	<0.001	
Engraulidae	<i>E. encrasicolus</i> f-1	O <sub>3</sub> +O	0.0044±0.0007	3.168±0.0713	0.911	741	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0060±0.0015	3.012±0.1009	0.863	544	<0.001
	Toplam	0.0044±0.0002	3.157±0.0274	0.951	2611	<0.001	
	<i>E. encrasicolus</i> f-2	O <sub>3</sub> +O	0.0035±0.0004	3.247±0.0474	0.972	523	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0037±0.0004	3.216±0.0521	0.965	525	<0.001
	Toplam	0.0050±0.0002	3.087±0.0190	0.981	2003	<0.001	
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0233±0.0113	2.684±1.2696	0.797	8	0.045
			<b>Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.</b>				
		Toplam	0.0071±0.0031	3.119±0.1424	0.971	59	<0.001
	<i>Caranx crysos</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0018±0.0017	3.689±0.2448	0.970	31	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0029±0.0026	3.529±0.2339	0.980	22	<0.001
		Toplam	0.0027±0.0010	3.551±0.1220	0.978	77	<0.001
	<i>Caranx rhonchus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0081±0.0043	3.056±0.1552	0.973	45	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0130±0.0180	2.888±0.3322	0.982	9	<0.001
		Toplam	0.0084±0.0028	3.049±0.1118	0.975	79	<0.001
	<i>Decapterus russeli</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0018±0.0027	3.595±0.3168	0.984	12	<0.001
			<b>Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.</b>				
		Toplam	0.0052±0.0015	3.235±0.0994	0.996	22	<0.001
<i>Trachurus mediterraneus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0078±0.0004	3.025±0.0171	0.991	1131	<0.001	
	O <sub>3</sub> +O	0.0080±0.0005	3.018±0.0233	0.990	666	<0.001	
	Toplam	0.0081±0.0002	3.011±0.0068	0.994	4466	<0.001	
<i>Trachurus picturatus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0026±0.0177	3.492±0.8571	0.887	12	<0.001	
	O <sub>3</sub> +O	0.0007±0.0012	3.997±0.4042	0.993	6	<0.001	
	Toplam	0.0043±0.0016	3.244±0.1341	0.914	214	<0.001	
<i>Trachurus trachurus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0109±0.0019	2.899±0.0631	0.974	221	<0.001	
	O <sub>3</sub> +O	0.0122±0.0029	2.860±0.0811	0.967	165	<0.001	
	Toplam	0.0088±0.0006	2.976±0.0270	0.975	1203	<0.001	
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	O <sub>3</sub> +O	0.0030±0.0006	3.334±0.0627	0.984	175	<0.001
		O <sub>3</sub> +O	0.0026±0.0005	3.372±0.0629	0.987	150	<0.001
	Toplam	0.0035±0.0001	3.274±0.0143	0.995	1100	<0.001	

### Gonadosomatik indeks-Tüm türler

Dişi ve erkek bireylerin gonad büyüklükleri arasında fark olabileceği dikkate alınarak cinsiyetler arası fark istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Buna göre sonuçlar Çizelge 17'de sunulmuştur.

Çizelge 17: GSI değerlerinde cinsiyete bağlı farklılaşma (Mann-Whitney U test)

Familya	Balık türü	Fark
Clupeidae	<i>Dussumieria elopsoides</i>	p=<0.001*
	<i>Etrumeus teres</i>	p=0.062**
	<i>Herklotsichthys punctatus</i>	p=0.665**
	<i>Sardina pilchardus</i>	p=0.016*
	<i>Sardinella aurita</i>	p=0.670**
	<i>Sardinella maderensis</i>	p=0.123 **
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus f1</i>	p=<0.001 *
	<i>Engraulis encrasicolus f2</i>	p=<0.001*
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.
	<i>Caranx crysos</i>	p=<0.001*
	<i>Caranx rhonchus</i>	p=0.318**
	<i>Decapterus russeli</i>	Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	p=<0.001*
	<i>Trachurus picturatus</i>	p=0.606**
Scombridae	<i>Trachurus trachurus</i>	p=0.004*
	<i>Scomber japonicus</i>	p=0.415 **

\*Anlamlılık değeri [Sign (p)] < %5 (0,05)

\*\*Anlamlılık değeri [Sign (p)]< %1 (0,01)

Tüm türlere ait bireylerin cinsiyete göre hesaplanmış en yüksek ve en düşük GSI değerlerine sahip olduğu aylar ve bu aylara ait değerler Çizelge 18'de özetlenmiştir

Çizelge 18: Türlerin GSI değerleri özeti

Familiya	Balık türü	Cinsiyet	GSI min.		GSI mak.	
			Değer	Ay	Değer	Ay
Clupeidae	<i>Dussumieria elopsoides</i>	♀	0.1418	Ekim	11.9523	Mayıs
		♂	0.0862	Ekim	2.0187	Haziran
	<i>Etrumeus teres</i>	♀	0.1681	Kasım	0.5229	Ocak
		♂	0.0989	Kasım	3.4513	Ocak
	<i>Herklotsichthys punctatus</i>	♀	0.7024	Şubat	0.7024	Şubat
		♂	0.6304	Şubat	0.6304	Şubat
	<i>Sardina pilchardus</i>	♀	0.0626	Ekim	3.8590	Şubat
		♂	0.0636	Eylül	2.7124	Ocak
<i>Sardinella aurita</i>	♀	0.1649	Eylül	5.4999	Haziran	
	♂	0.0804	Eylül	7.1111	Mayıs	
<i>Sardinella maderensis</i>	♀	0.1080	Ekim	5.4731	Haziran	
	♂	0.0814	Ekim	6.9244	Haziran	
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus f1</i>	♀	0.1878	Kasım	5.0024	Mayıs
		♂	0.0851	Kasım	5.9471	Mayıs
	<i>Engraulis encrasicolus f2</i>	♀	0.3290	Eylül	3.2189	Mayıs
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	♀	0.4386	Aralık	0.8832	Haziran
		♂	Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.			
	<i>Caranx crysos</i>	♀	0.0388	Eylül	0.9887	Mayıs
		♂	0.0408	Eylül	0.2432	Kasım
	<i>Caranx rhonchus</i>	♀	0.0847	Ekim	4.1661	Haziran
		♂	0.0625	Ekim	1.2666	Nisan
	<i>Decapterus russeli</i>	♀	4.7102	Haziran	0.5288	Ekim
		♂	Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.			
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	♀	0.0021	Aralık	6.1970	Nisan
		♂	0.0594	Eylül	3.8708	Mart
<i>Trachurus picturatus</i>	♀	0.1220	Haziran	0.3002	Mayıs	
	♂	0.1606	Haziran	0.8469	Mayıs	
<i>Trachurus trachurus</i>	♀	0.0968	Haziran	2.8718	Mart	
	♂	0.0734	Eylül	1.0786	Mart	
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	♀	0.0561	Eylül	6.3346	Şubat
		♂	0.1579	Haziran	8.6857	Nisan

#### Kondisyon faktörü- Tüm türler

Hacimlilik olarak da değerlendirilebilecek olan bu gösterge tüm türler için hesaplanmıştır. Her türün dişi ve erkek bireylerine ait en yüksek ve en düşük kondisyona sahip olduğu aylar ve bu aylara ait değerler Çizelge 19'da sunulmuştur.

#### Hepatosomatik gösterge- Tüm türler

Her türün dişi ve erkek bireylerine ait en yüksek ve en düşük HSI değerlerine sahip olduğu aylar ve bu aylara ait değerler Çizelge 20'de sunulmuştur.

Çizelge 19: Türlerin somatik K değerleri özeti

Familya	Balık türü	Cinsiyet	K min. Değer	Ay	K mak. Değer	Ay		
Clupeidae	<i>Dussumieria elopsoides</i>	♂+♀	0.6147	Mayıs	0.7389	Ekim		
			0.6338	Ekim	0.7693	Temmuz		
	<i>Etrumeus teres</i>	♂+♀	0.6739	Ocak	0.7614	Haziran		
			0.6207	Aralık	0.7400	Haziran		
	<i>Herklotsichthys punctatus</i>	♂+♀	0.7295	Şubat	0.7295	Şubat		
			0.7050	Şubat	0.7050	Şubat		
	<i>Sardina pilchardus</i>	♂+♀	0.6117	Şubat	0.8576	Haziran		
			0.5733	Şubat	0.8590	Haziran		
	<i>Sardinella aurita</i>	♂+♀	0.6036	Temmuz	0.8452	Nisan		
			0.6020	Temmuz	0.8405	Mayıs		
<i>Sardinella maderensis</i>	♂+♀	0.6850	Ocak	0.8571	Ekim			
		0.6321	Eylül	0.8057	Mayıs			
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus f1</i>	♂+♀	0.4934	Kasım	0.6605	Mart		
			0.4561	Kasım	0.6846	Ekim		
	<i>Engraulis encrasicolus f2</i>	♂+♀	0.4024	Mayıs	0.5995	Haziran		
			0.5225	Mayıs-Eylül	0.5820	Şubat		
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	♂+♀	0.8995	Aralık	1.1140	Haziran		
			Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.					
	<i>Caranx crysos</i>	♂+♀	0.8131	Ekim	1.3489	Aralık		
			0.8218	Ekim	1.2842	Aralık		
	<i>Caranx rhonchus</i>	♂+♀	0.8311	Haziran	0.9404	Ocak		
			0.8251	Haziran	0.9805	Ocak		
	<i>Decapterus russeli</i>	♂+♀	0.9362	Ekim	1.1028	Haziran		
			Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.					
			<i>Trachurus mediterraneus</i>	♂+♀	0.7180	Mayıs	0.9010	Aralık
					0.6938	Mayıs	0.9261	Haziran
<i>Trachurus picturatus</i>			♂+♀	0.6902	Mayıs	0.7831	Haziran	
	0.6489	Mayıs		0.8922	Haziran			
<i>Trachurus trachurus</i>	♂+♀	0.6636	Mayıs	0.9000	Haziran			
		0.6869	Mayıs	0.8821	Mayıs			
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	♂+♀	0.5642	Mayıs	0.7770	Şubat		
			0.5350	Mayıs	0.7909	Ocak		

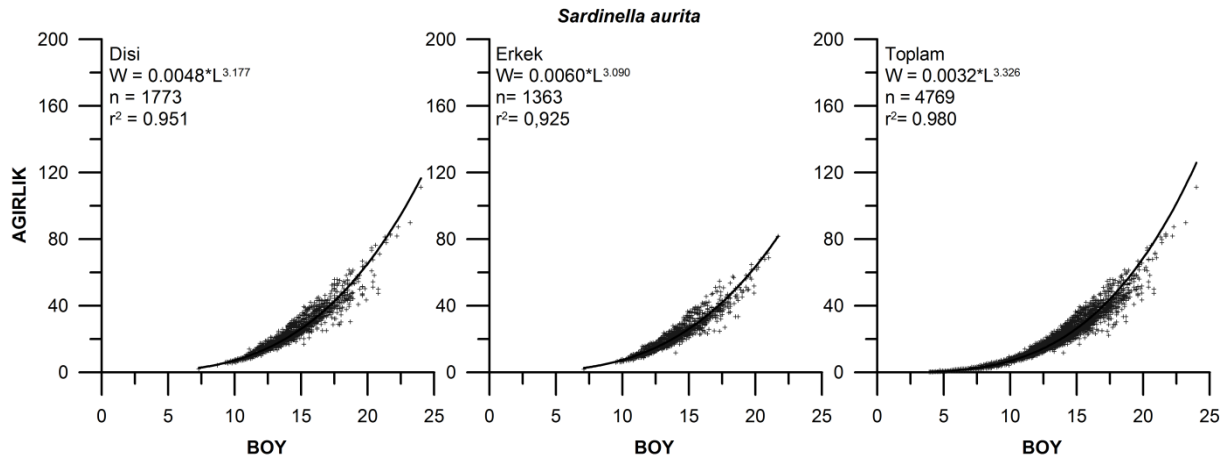
Çizelge 20: Türlerin HSI değerleri özeti

Familiya	Balık türü	Cinsiyet	HSI min	Ay	HSI maks	Ay
Clupeidae	<i>Dussumieria elopsoides</i>	♂+♀	0.0827	Aralık	2.6648	Mayıs
			0.2533	Mart	1.4217	Temmuz
	<i>Etrumeus teres</i>		0.2643	Ocak	0.6341	Haziran
			0.4497	Ocak	0.7682	Aralık
	<i>Herklotsichthys punctatus</i>		1.1458	Şubat	1.1458	Şubat
			1.7663	Şubat	1.7663	Şubat
	<i>Sardina pilchardus</i>		0.0004	Şubat	1.2838	Temmuz
			0.0003	Kasım	1.1776	Temmuz
	<i>Sardinella aurita</i>		0.0600	Ekim	2.0526	Temmuz
			0.0005	Aralık	1.4111	Mart
	<i>Sardinella maderensis</i>	0.3339	Mart	2.0070	Haziran	
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus f1</i>	0.5910	Mart	1.1009	Mayıs	
		0.0020	Aralık	1.4368	Mayıs	
	<i>Engraulis encrasicolus f2</i>	0.0039	Ekim	1.1689	Ocak	
		0.0728	Mart	1.5080	Nisan	
		0.0032	Mart	1.0392	Haziran	
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	0.7491	Haziran	1.8165	Ekim	
		<b>Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.</b>				
	<i>Caranx crysos</i>	0.4525	Eylül	2.6809	Aralık	
		0.8594	Ocak	2.3612	Aralık	
	<i>Caranx rhonchus</i>	0.4889	Ekim	1.4616	Haziran	
		0.5032	Ekim	1.6893	Ocak	
	<i>Decapterus russeli</i>	0.7214	Ekim	3.6838	Haziran	
		<b>Yeterli sayıda örnek elde edilememiştir.</b>				
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	0.1369	Aralık	1.2723	Mayıs	
		0.4121	Ekim	1.4099	Mayıs	
<i>Trachurus picturatus</i>	0.7099	Haziran	0.7913	Mayıs		
	0.4713	Mayıs	1.1421	Haziran		
<i>Trachurus trachurus</i>	0.3760	Kasım	2.3630	Mayıs		
	0.3471	Kasım	1.9282	Mayıs		
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	0.5045	Eylül	4.1280	Haziran	
		0.5506	Mayıs	1.9282	Mayıs	

### *Sardinella aurita* - Sarıkız sardalya

#### Boy –Ağırlık İlişkisi

Çalışma boyunca incelenen *Sardinella aurita* türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 65’de verilmektedir.



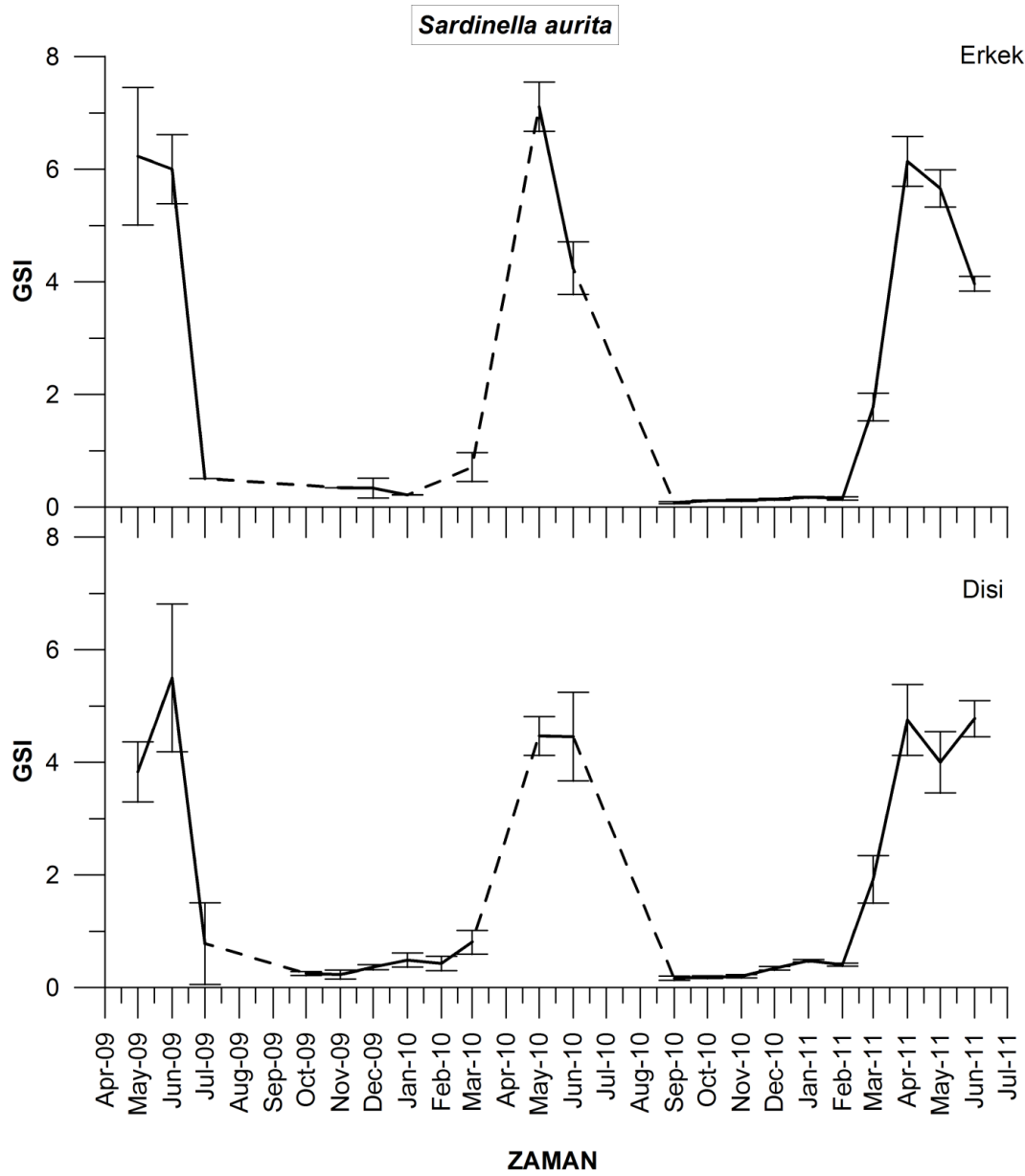
Şekil 65: *Sardinella aurita* (Sarıkız sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri



Çalışmada, 1773 adet dişi, 1363 adet erkek birey olmak üzere toplamda 4769 adet *S. aurita* incelenmiştir. İncelenen örneklerde bu türün ergin dişi ve erkek bireylerinin boyları arasında fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ , Mann-Whitney U test). İlişki dişiler ve erkeklerde birbirine yakın parametreler ile açıklanırken tüm bireylerin bir araya getirilmesi durumunda eğimin arttığı kesişim noktasının orijine yaklaştığı görülmüştür.

#### Üreme özellikleri- Gonadosomatik indeks

*Sardinella aurita* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama GSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 66'de verilmektedir. Dişi ve erkek bireylere ait GSI değerleri arasında önemli istatistik fark bulunmamıştır (Mann-Whitney U test,  $p=0.670$ ).



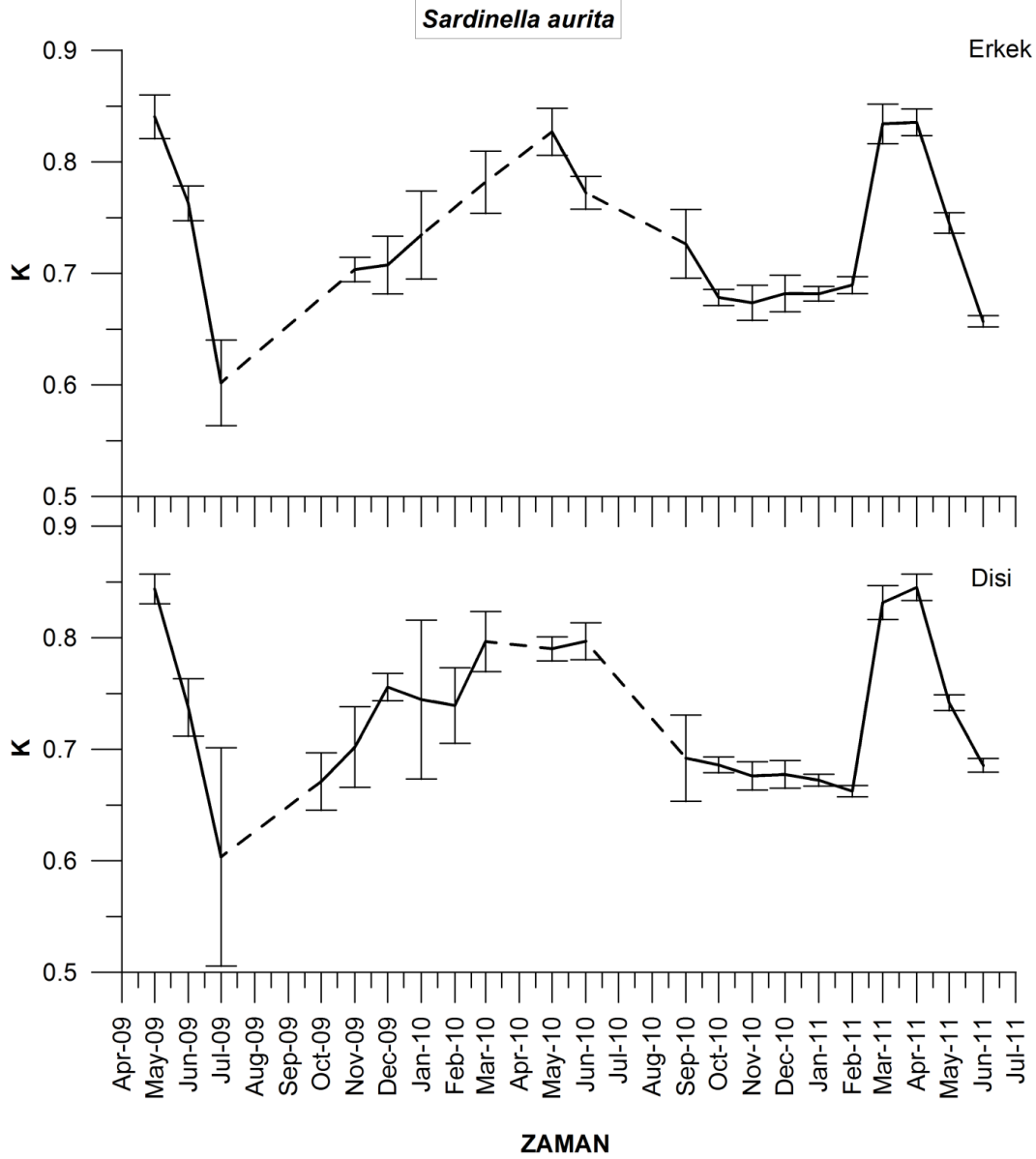
Şekil 66: *Sardinella aurita* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri

Çalışma boyunca elde edilen aylık değerler (Şekil 66) incelendiğinde erkeklere ait aylık değerlerin dişilerden daha yüksek olmasına karşın her iki grubunda aynı aylık değişim paternini sergilediği görülmektedir. Ayrıca aynı değişim çalışma boyunca yıllık periodlarda tekrarlanmıştır. Buna göre yaz sonunda en düşük değere inmiş olan GSI, kış sonunda artmaya başlamakta ve ilkbahar sonunda en yüksek değere ulaşmaktadır. En yüksek ortalama GSI değeri dişi bireylerde 5.50 ile Haziran 2009 ayında, erkek bireylerde ise 7.11 ile Mayıs 2010 ayındadır. En düşük ortalama GSI değerleri ise her iki birey için Eylül 2010 ayında olup, dişi bireylerde 0.16 ve erkek bireylerde 0.08'dir.

GSI'nin en yüksek değere ulaşmasını takiben hızlı azalma görülmektedir. Gonadın küçülmesi gametlerin atımına işaret ettiğinden *S. aurita* türünün çalışılan alanda Mayıs sonu ile Temmuz başı arasında yumurta bıraktığı anlaşılmaktadır.

### **Kondisyon faktörü**

*Sardinella aurita* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama kondisyon faktörü değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 67'de verilmektedir.

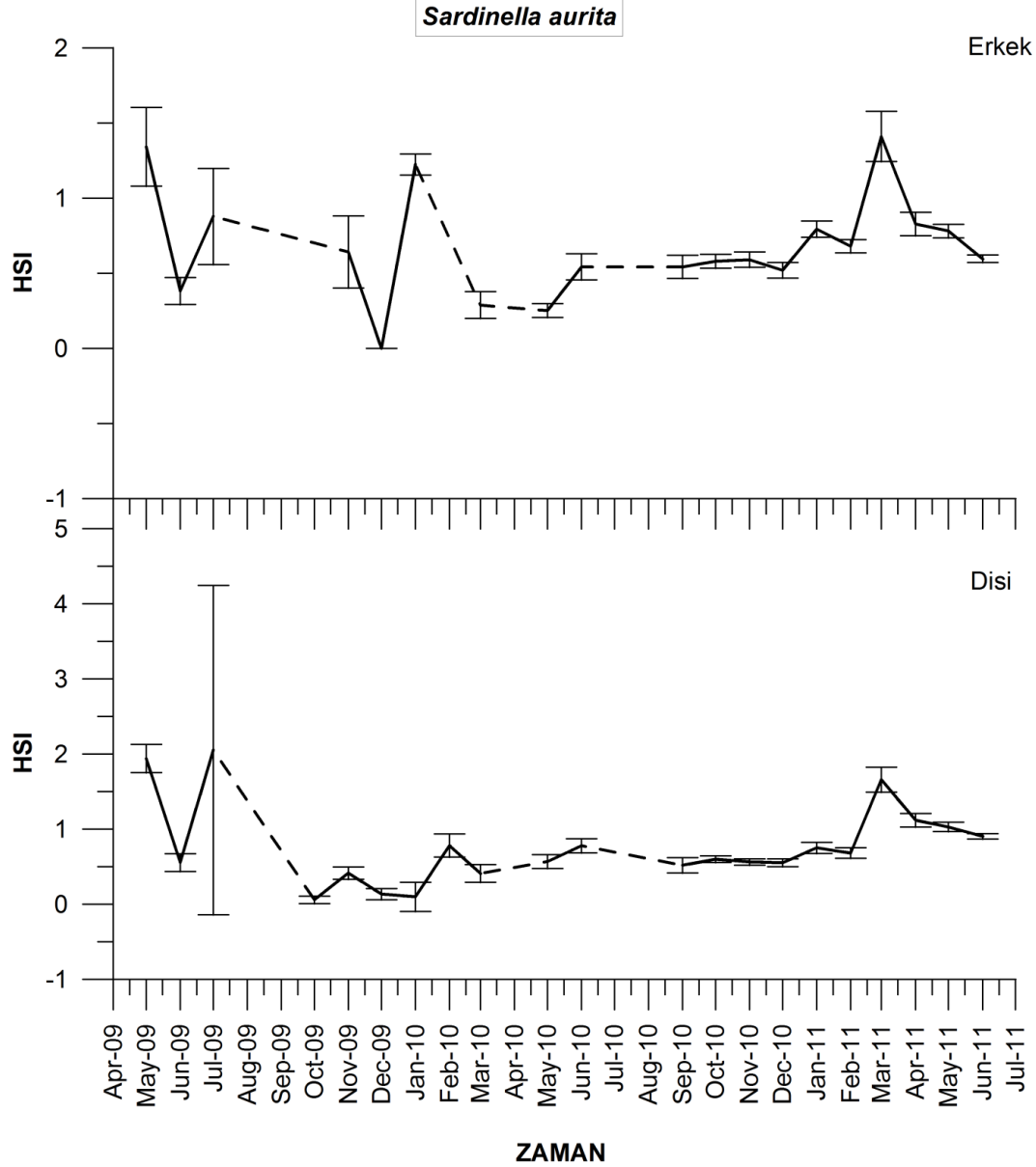


Şekil 67: *Sardinella aurita* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri

Her iki eşeye ait ortalama somatik K değerlerinin aylık değişimleri benzerdir. Dişi bireylerde en yüksek ortalama somatik K değeri 0.8 ile Nisan 2011 ayında gözlenmiştir. Veri setinin geri kalanına bakıldığında 2009 ve 2010 yıllarında aynı dönemde kondisyonun o yılın en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir. Ancak 2010 yılında diğer yıllarda Haziran ayında düşüş gösteren kondisyonun hala yüksek bir değere sahip olduğu gözlenmiştir. En düşük ortalama somatik K değeri 0.60 ile Temmuz 2009 ayında saptanmıştır. Erkek bireylerde ise en yüksek ortalama somatik K değeri 0.84 ile Mayıs 2009 ayında gözlenmiştir. Dişilerde olduğu gibi 2010 ve 2011 yıllarında aynı dönemde o yılın en yüksek kondisyon değeri gözlenmiştir. En düşük ortalama somatik K değeri 0.60 Temmuz 2009 ayında saptanmıştır. Diğer taraftan kondisyon göstergesi ile GSI değerlerinin aylık değişimlerindeki benzerlik dikkat çekicidir.

### Hepatosomatik indeks

*Sardinella aurita* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama HSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 68 'de verilmektedir.

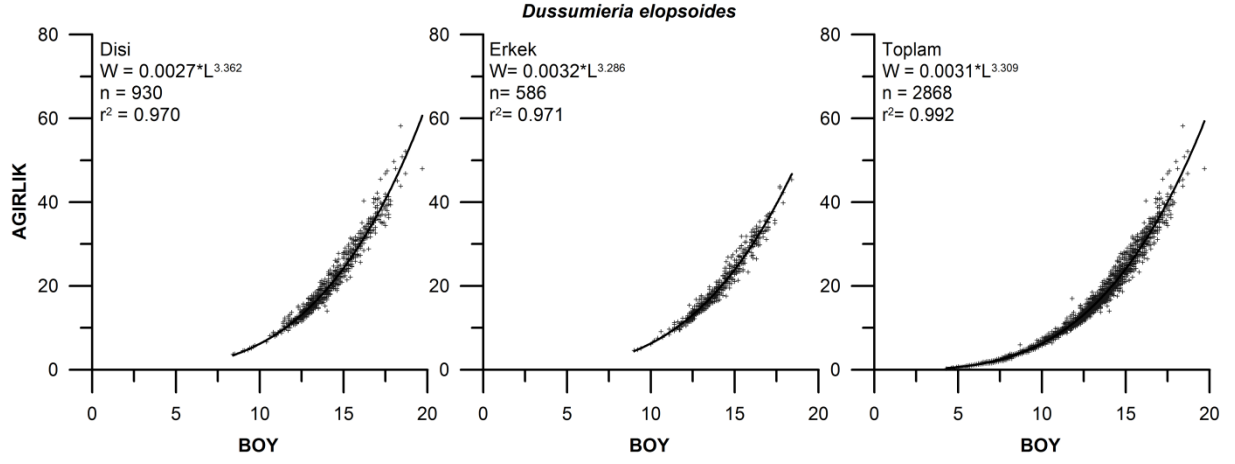


Şekil 68: *Sardinella aurita* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değişimleri

*Sardinella aurita* türüne ait dişi ve erkek bireylerin ortalama aylık HSI değerleri yıl içerisinde birbirine yakın değişim göstermektedir. Her iki cinsiyette de 2009 ve 2011 ilkbaharında HSI'de artış dikkat çekmektedir. 2010 yılının ilkbahar döneminde erkeklerde dikkate değer bir artış gözlenirken yeterli sayıda dişi birey elde edilememiştir. Dişi bireylerde en yüksek ortalama HSI değeri Temmuz 2009 ayında 2.05 ve en düşük ortalama HSI değeri Ekim 2009 ayında 0.06 olarak; erkek bireylerde ise en yüksek ortalama HSI değeri Mart 2011 ayında 1.41 ve en düşük ortalama HSI değeri Aralık 2009 ayında 0.001 olarak saptanmıştır. Diğer taraftan her iki eşey grubunda da HSI değerlerinde belli bir düzen izleyen anlamlı bir dalgalanma görülememiştir.

### *Dussumieria elopsoidea* - Sivriburun sardalya

Çalışma boyunca incelenen *Dussumieria elopsoidea* türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 69'de verilmektedir.

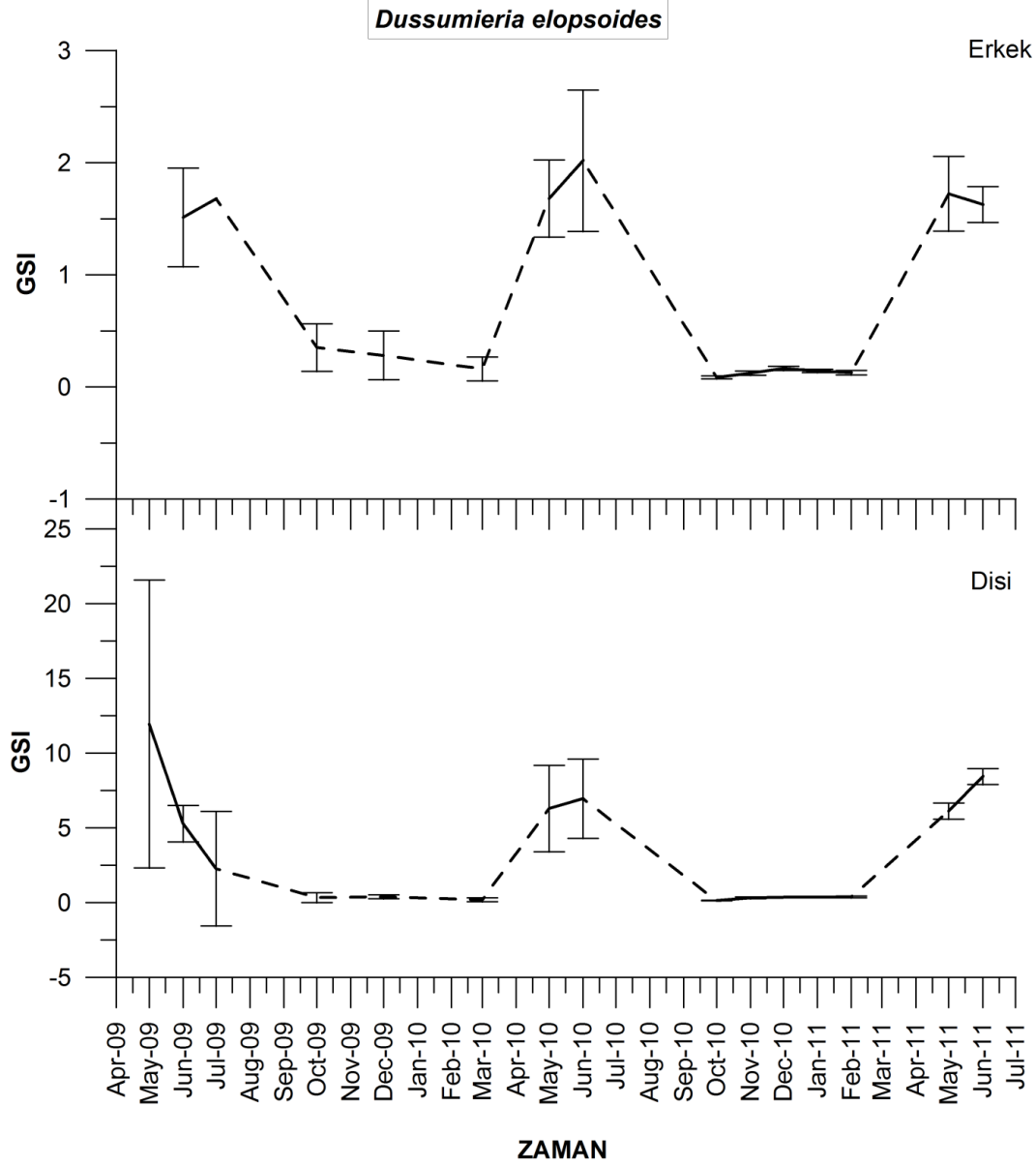


Şekil 69: *Dussumieria elopsoidea* (sivriburun sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Çalışmada 2868 adet sivriburun sardalya incelenmiş olup bunlardan 930 adedi dişi, 586 adedi erkektir. İncelenen örneklerde bu türün ergin dişi ve erkek bireylerinin boyları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ( $p=0.352$ , Mann-Whitney U test). İlişki dişi ve erkeklerde birbirine yakın parametreler ile açıklanmış, toplam için elde edilen parametreler ise dişi ve erkek değerleri arasında bulunmuştur.

### Üreme özellikleri- Gonadosomatik indeks

*Dussumieria elopsoidea* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama GSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 70'da verilmektedir. Dişi ve erkek bireylere ait GSI değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p < 0.001$ , Mann-Whitney U test).

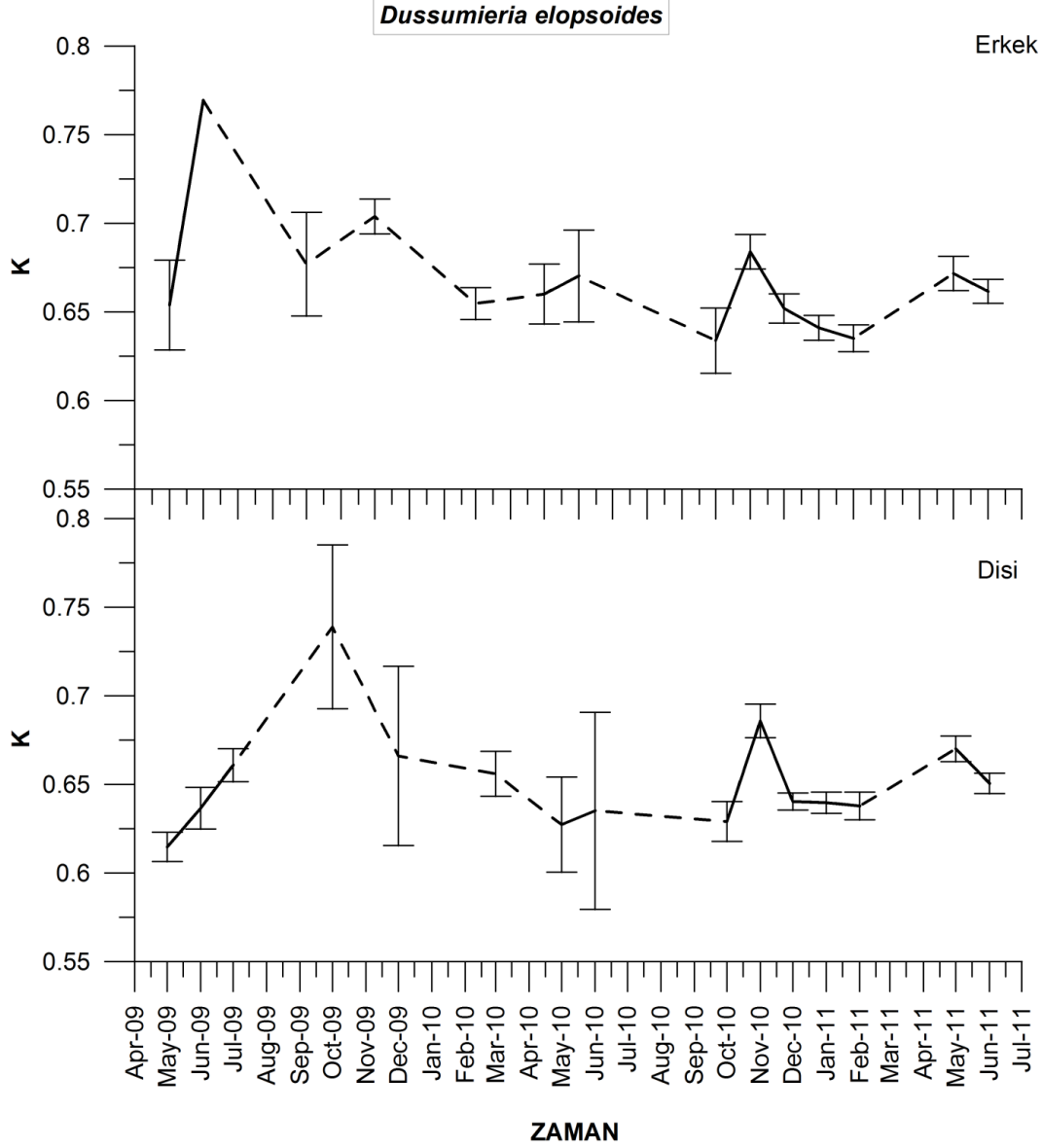


Şekil 70: *Dussumieria elopsoides* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki aylık ortalama GSI değerleri (Şekil 70) incelendiğinde dişi bireylere ait aylık GSI değerlerinin, erkek bireylerden daha yüksek olmasına karşın her iki eşey grubunun da yıllık periodlar ile tekrarlayan benzer aylık değişim paterni sergiledikleri görülmektedir. Bu benzerliğe dayanarak iki grafik birlikte ele alındığında GSI'in 2009'da diğer yıllara oranla daha erken ve Mayıs ayında en üst noktaya ulaştığı görülmektedir. 2010 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında her ne kadar bu türe ait yeterli veri elde edilememiş olsa da hem erkeklerde hem de dişilerde Mayıs ve Haziran aylarında hala yüksek GSI değeri gözlenmiş olması gamet atımının Haziran ayını takiben Temmuz ayında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Aynı durum 2011 yılı için de geçerlidir. Mayıs ve Haziran aylarında GSI değerleri hem erkek hem de dişilerde yüksektir. Biyolojik örneklemelere Haziran 2011'de son verilmesi nedeni ile Temmuz 2011'e ait veri bulunmamaktadır. Tüm bu bulgular ışığında bu türün Haziran ayını takiben Temmuz başında yumurta atmaya başladığı ve yumurta atımının Ağustos ayına kadar devam edebildiği görülmektedir.

### Kondisyon faktörü

*Dussumieria elopsoidea* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama somatik K değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 71'de verilmektedir.

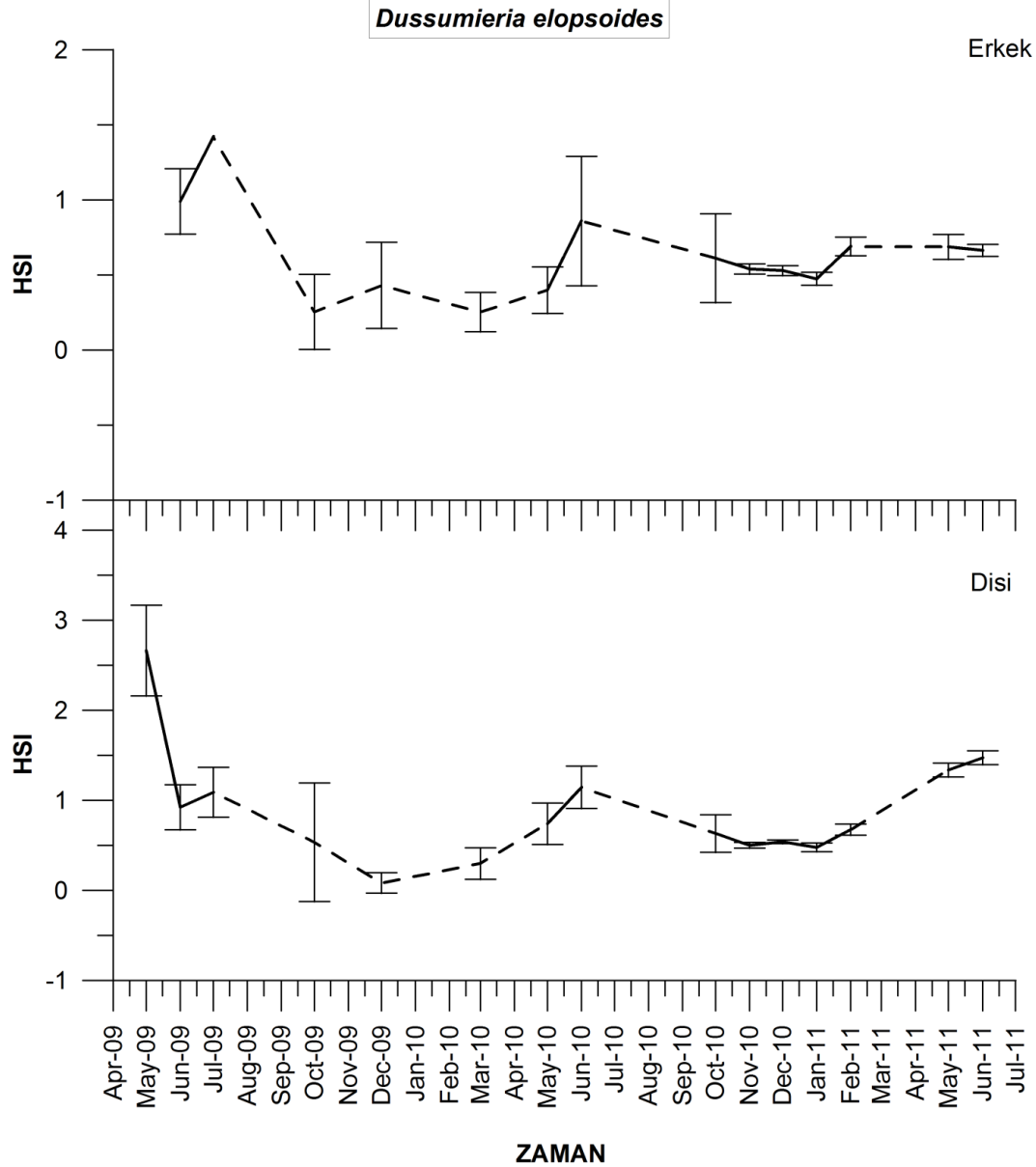


Şekil 71: *Dussumieria elopsoidea* türünün dişi ve erkek bireylerinde aylık kondisyon değişimleri

Dişi bireylerde en yüksek aylık ortalama somatik K değeri 0.74 ile Ekim 2009 ayında ve en düşük somatik K değeri 0.61 ile Mayıs 2009 ayında gözlenmektedir. Erkek bireylerde en yüksek somatik K değeri 0.77 ile Temmuz 2009 ayında ve en düşük somatik K değeri 0.63 ile Ekim 2010 ayında gözlenmektedir. İki eşey arasında özellikle 2009 yılındaki değişimlerin birbirine paralel seyretmediği dikkat çekmektedir. Mayıs 2010 ayından itibaren dişi ve erkeklerde değişim paternlerinin benzer olduğu görülmektedir. Buna göre, her iki eşey için en yüksek ortalama somatik K değeri Kasım 2010 ayında olup dişi bireylerde 0.69 ve erkek bireylerde 0.68 olarak belirlenmiştir.

### Hepatosomatik indeks

*Dussumieria elopsoidea* türüne ait dişi ve erkek bireylerin ortalama HSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 72'de verilmektedir.



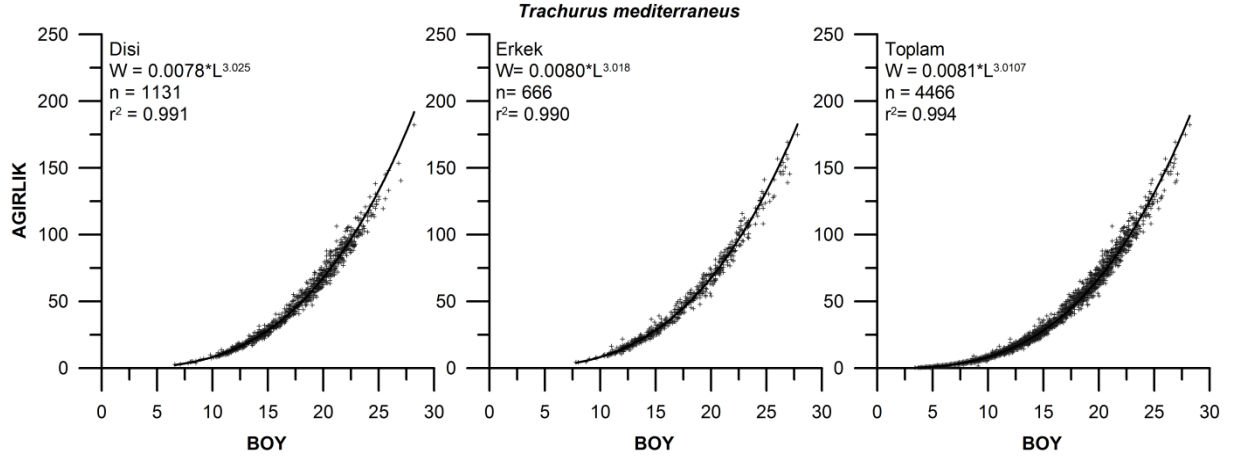
Şekil 72: *Dussumieria elopsoidea* türünün dişi ve erkek bireylerine ait HSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Dişi ve erkek bireylerin ortalama aylık HSI değerleri yıl içerisinde birbirine yakın değişim göstermektedir. Her iki cinsiyette de 2010 yılının Mayıs ayında HSI'de artış dikkati çekmektedir. Dişi bireylerde en yüksek ortalama HSI değeri Mayıs 2009 ayında 2.66 ve en düşük ortalama HSI değeri Aralık 2009 ayında 0.08 olarak; erkek bireylerde ise en yüksek ortalama HSI değeri Temmuz 2009 ayında 1.42 ve en düşük ortalama HSI değeri Mart 2010 ayında 0.25 olarak saptanmıştır. Her iki eşey grubunun HSI değerlerinde düzenli bir dalgalanma gözlenmemektedir.



### **Trachurus mediterraneus- Sarıkuyruk istavrit**

Çalışma boyunca değerlendirmeye alınan *Trachurus mediterraneus* türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık arasındaki ilişkiyi ifade eden sonuçlar Şekil 73'de verilmektedir.

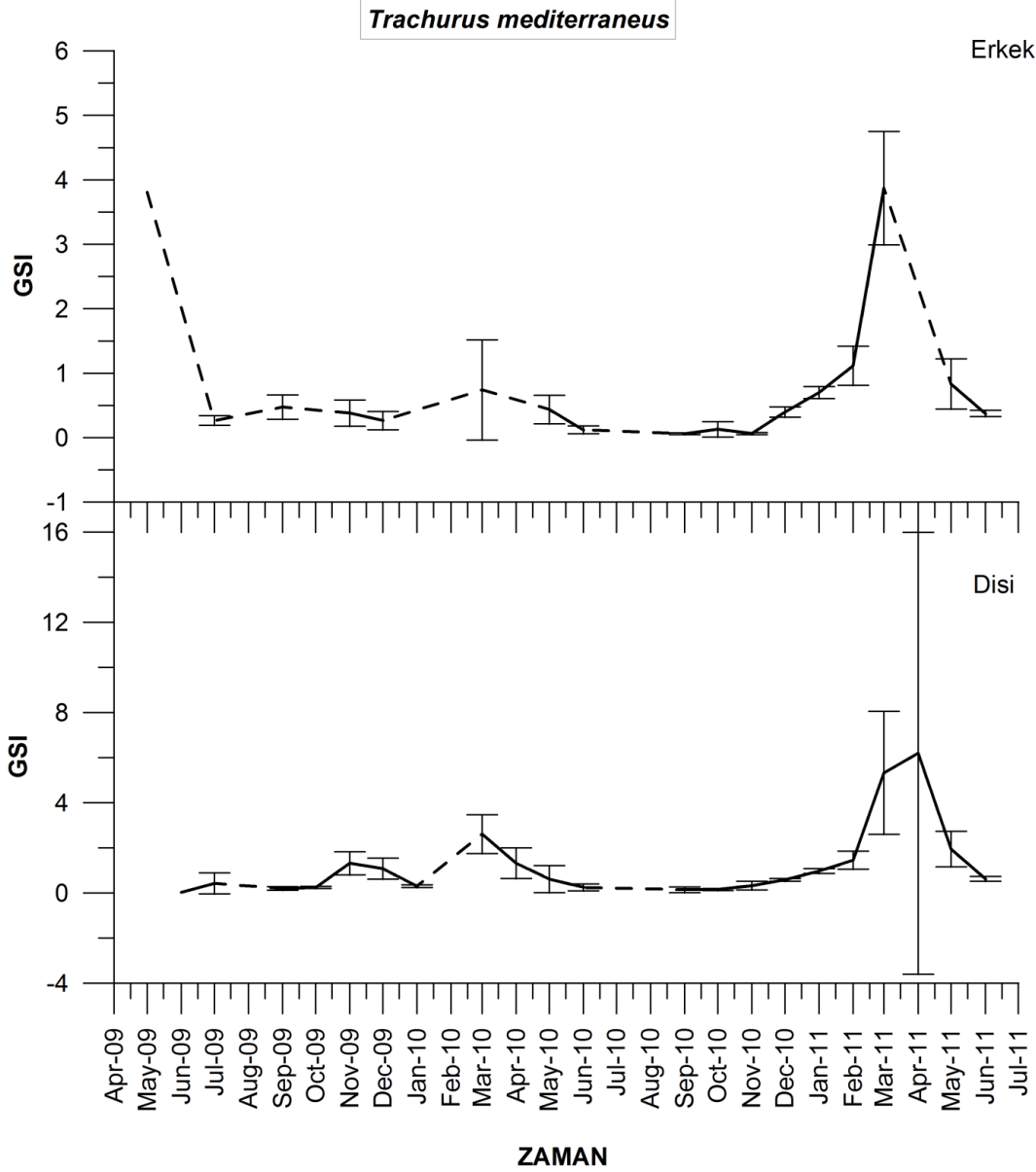


Şekil 73. *Trachurus mediterraneus* (sarıkuyruk istavrit) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Yapılan çalışmada 4466 adet sarıkuyruk istavrit incelenmiştir. İncelenenlerin 1131 adedi dişi, 666 adedi erkek bireydir. Ergin dişi bireyler ile ergin erkek bireylerin boylarının arasında istatistiksel fark bulunamamıştır ( $p=0.317$ , Mann-Whitney U test). Aynı ayrı hesaplanan boy-ağırlık ilişkileri parametrelerinde her iki eşey grubunun da pozitif özellik gösterdikleri bulunmuştur.

### **Üreme özellikleri- Gonadosomatik indeks**

Çalışmada elde edilen dişi ve erkek bireylerin üreme özelliklerinin belirlenmesi için aylık olarak ortalama GSI değerleri belirlenmiş ve Şekil 74'da gösterilmektedir. Dişi ve erkek bireylere ait GSI değerleri arasında fark bulunduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ , Mann-Whitney test).



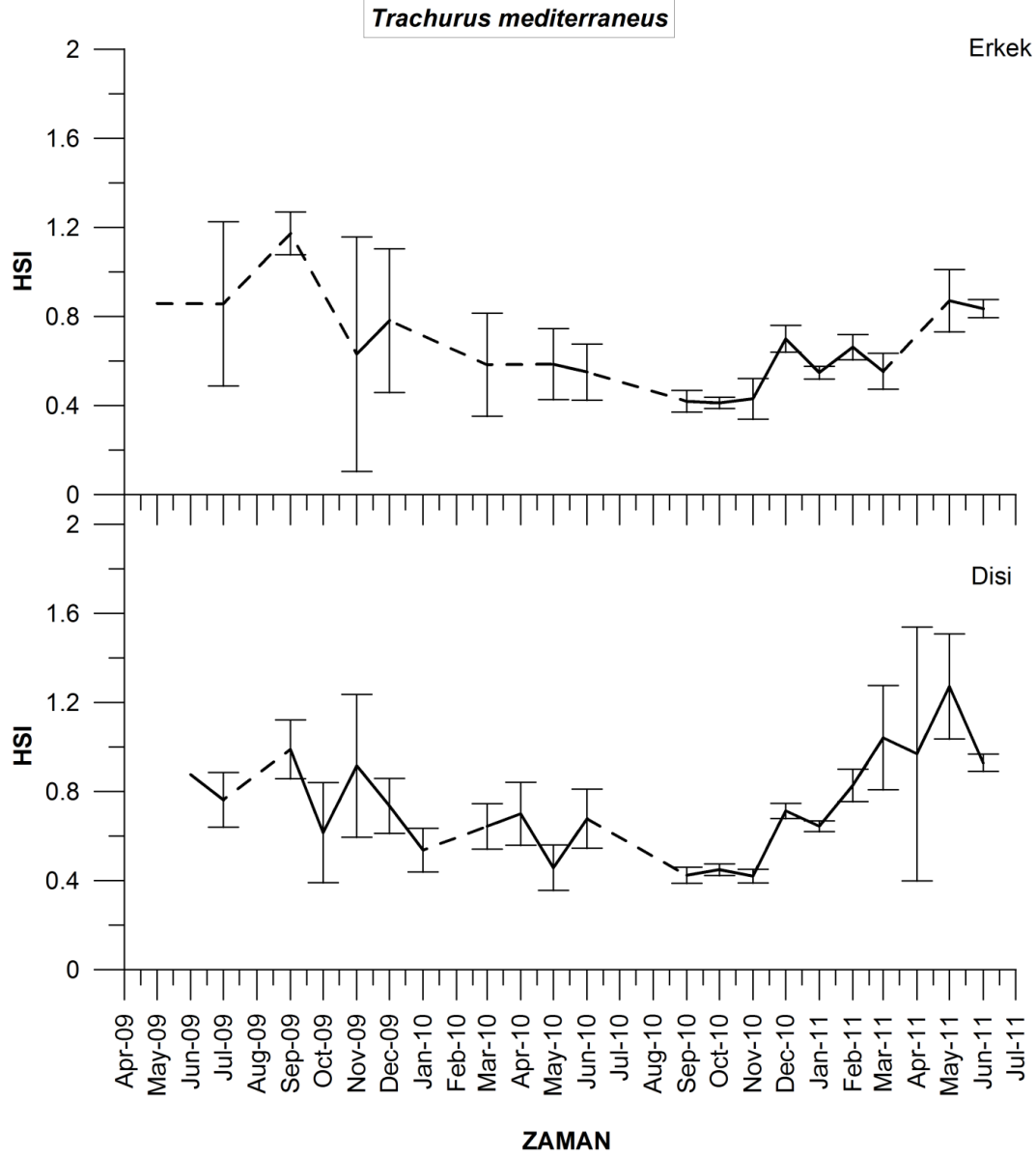
Şekil 74: *Trachurus mediterraneus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Dişi ve erkek bireylerin ortalama GSI değerlerine bakıldığında, Mart 2010 ayı itibari ile dişi ve erkek bireylerde aylık değişim paterninin benzer olduğu görülmektedir. Periyodik olarak yapılan üç yıllık çalışma boyunca dişi bireylerde maksimum GSI değeri Nisan 2011 ayında 6.20 olarak hesaplanmıştır. Nisan 2011 ayında boyları ve gonad büyüklükleri birbirlerinden oldukça farklı 4 birey incelenmiştir. O yüzden %95 güvenilirlik aralığı (confidence interval) oldukça geniş çıkmıştır. Erkek bireyler de ise, en yüksek ortalama GSI değeri Mart 2011 ayında olup 3.87'dir. En düşük ortalama GSI değerleri her iki cinsiyet grubu için Eylül 2010 ayında olup, dişi bireylerde 0.15 ve erkek bireylerde 0.06'dır. 2010-2011 veri setine göre, çalışılan alanda, kış sonundan itibaren *T.mediterraneus* türüne ait bireylerin gonad gelişimleri artmaktadır. Aynı veri setine göre, erkek bireylerin ortalama maksimum GSI değerleri Mart ayında görülmektedir ve dişi bireylerin Nisan ayı itibari ile yumurta bıraktıkları gözlenmektedir.

## Hepatosomatik indeks

*T. mediterraneus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama HSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi

Şekil 75'de verilmektedir.



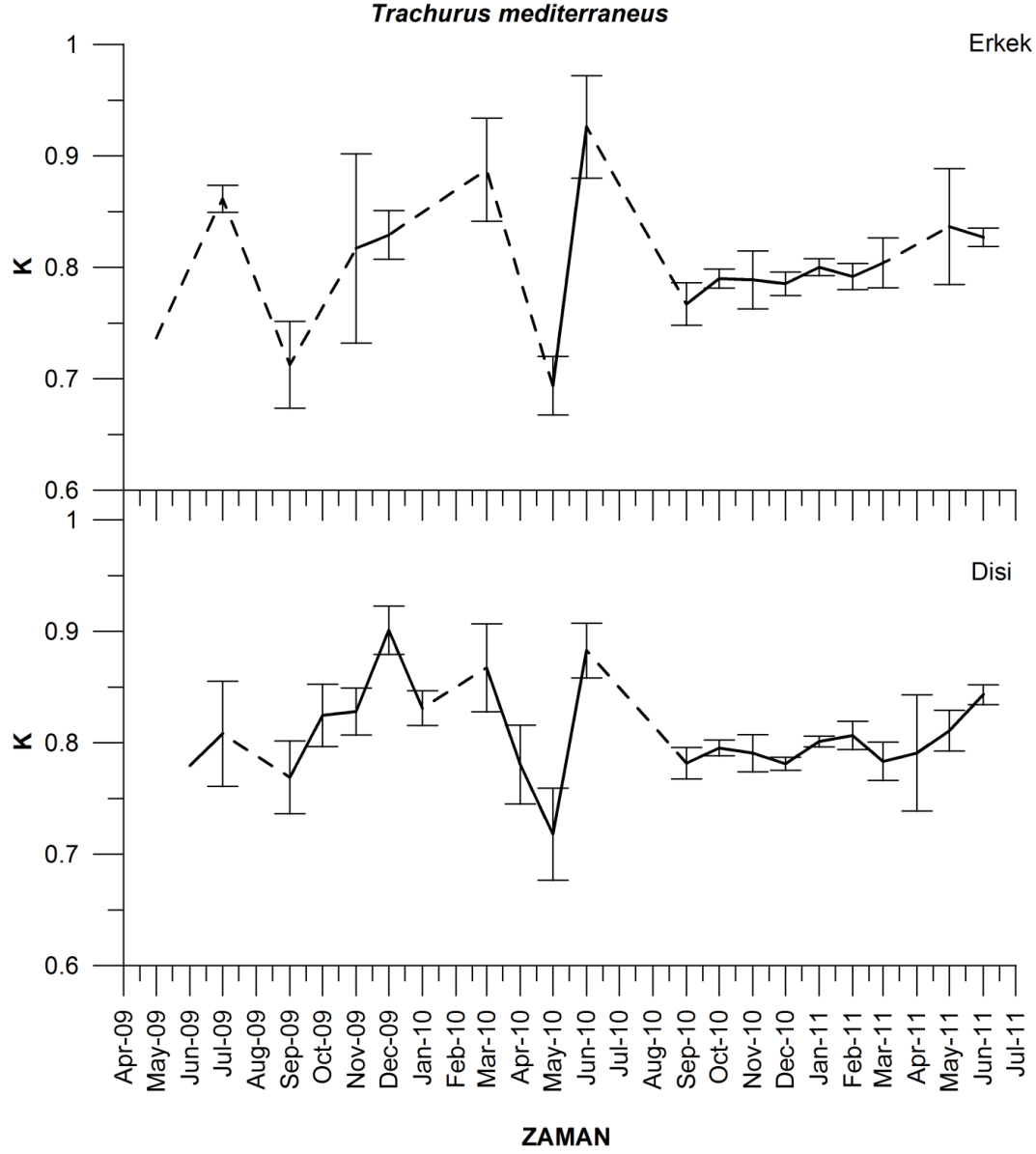
Şekil 75: *Trachurus mediterraneus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değişimleri

Üç yıllık çalışma boyunca dişi bireylerde en yüksek aylık ortalama HSI değeri 6.20 ile Nisan 2011 ayında ve en düşük aylık ortalama HSI değeri 0.03 ile Haziran 2009 ayında; erkek bireyler de ise en yüksek aylık ortalama HSI değeri 3.87 ile Mart 2011 ayında ve en düşük aylık ortalama HSI değeri 0.06 ile Ekim 2010 ayında gözlenmektedir. Fakat Mayıs 2010 tarihinden sonra cinsiyetler arasında benzer paternler görülmektedir. 2010 ve 2011 datalarına göre dişi bireylerde en düşük ortalama HSI değeri Kasım 2010 ayında 0.42 ve erkek bireylerde

en düşük ortalama HSI değeri Ekim 2010 ayında 0.41'dir. Ortalama en yüksek HSI değerleri ise her iki eşey grubu için Mayıs 2010 ayında olup dişi bireylerde 1.27 ve erkek bireylerde 0.99'dur.

### Kondisyon faktörü

*Trachurus mediterraneus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama kondisyon faktörü değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 76'de verilmektedir.



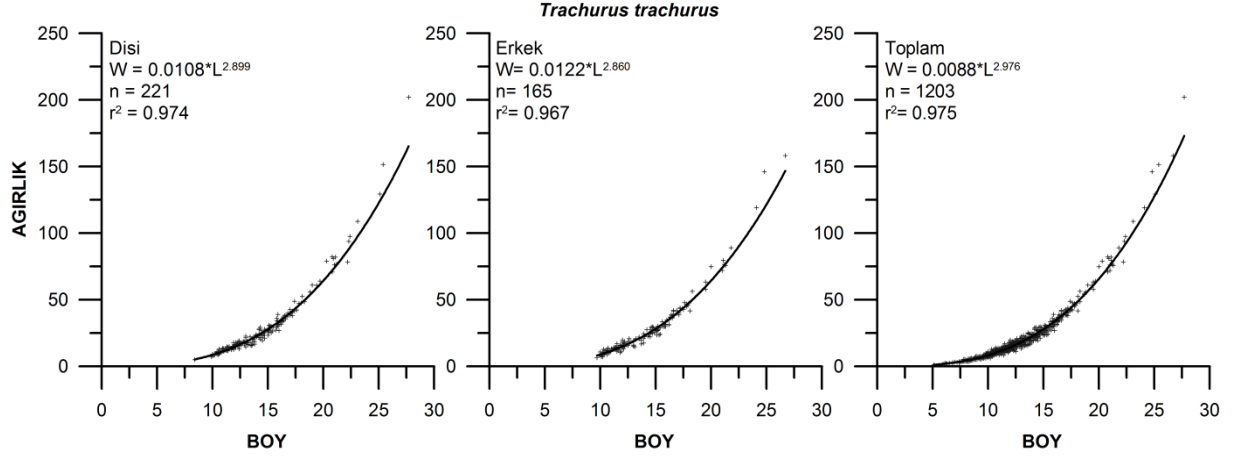
Şekil 76. *Trachurus mediterraneus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri

Üç yıl boyunca aylık olarak yapılan çalışmada, dişi ve erkek bireylerin ortalama somatik K değerlerinin değişimleri Mart 2010 ayından itibaren benzerlik göstermektedir. 2010 ve 2011 datalarına göre, en düşük ortalama somatik K değerleri Mayıs 2010 ayında dişi bireylerde 0.72 ve erkek bireylerde 0.69; en yüksek ortalama somatik K değerleri Haziran 2010 ayında dişi bireylerde 0.90 ve erkek bireylerde 0.93'tür.

## *Trachurus trachurus*- Karagöz istavrit

### Boy-Ağırlık ilişkisi

Çalışma boyunca incelenen *Trachurus trachurus* türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık arasındaki ilişkiyi ifade eden sonuçlar Şekil 77'de verilmiştir.

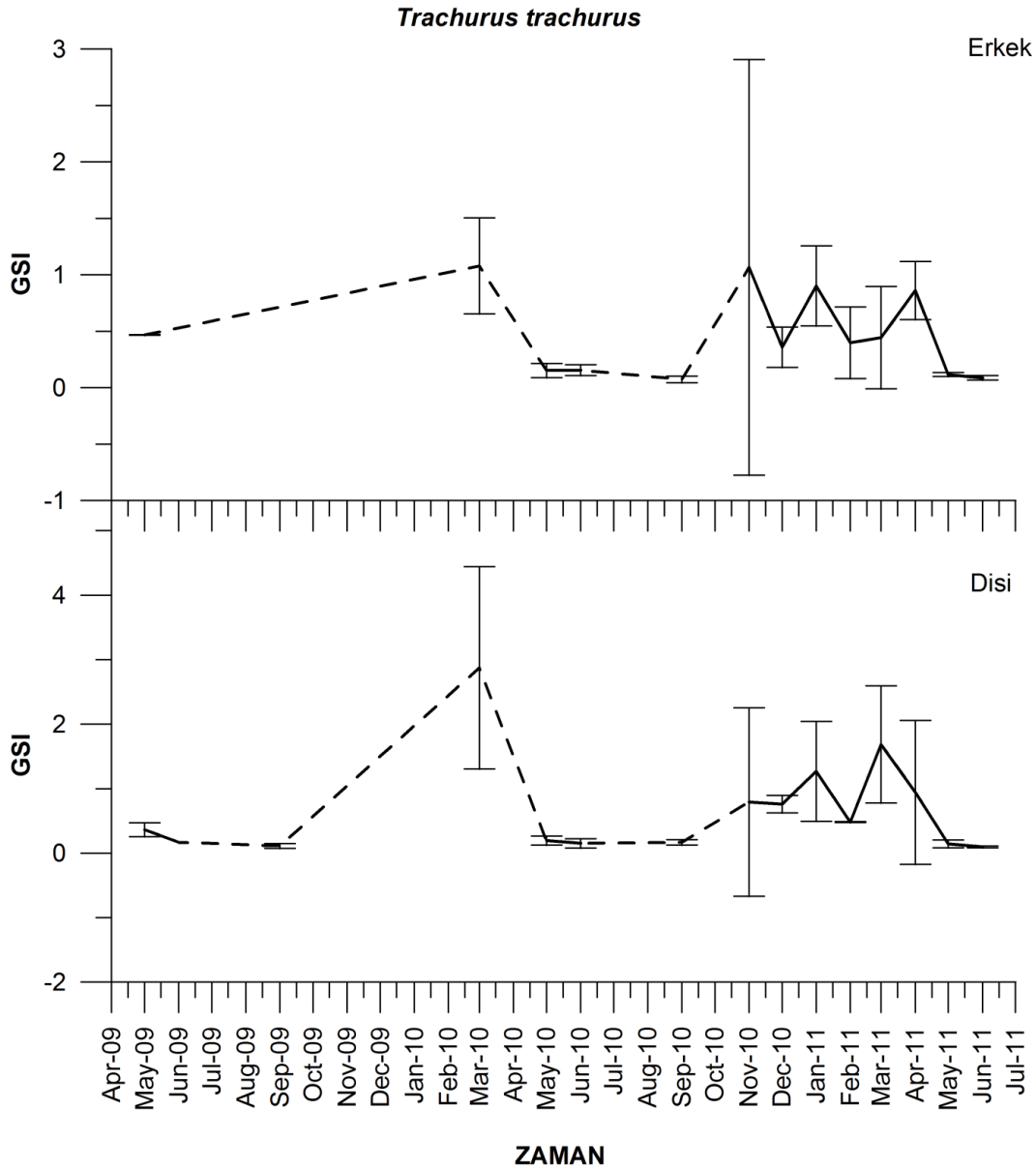


Şekil 77. *Trachurus trachurus* (karagöz istavrit) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Toplamda 1203 adet istavrit incelenmiş olup, bunlardan 221 adedi dişi birey ve 165 adedi erkek bireydir. Dişi ve erkek bireylerin boyları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı saptanmıştır ( $p = 0.524$ , Mean Whitney U test). Dişi ve erkek bireylere ait boy-ağırlık parametreleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Her iki eşey grubunda da boy-ağırlık arasında negatif allometri görülmektedir. Tüm bireylerin bir araya gelmesiyle büyümeleri izometriğe yakın özellik göstermeye başlamıştır.

### Üreme özellikleri-Gonadosomatik indeks

*Trachurus trachurus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama GSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 78'de verilmiştir. GSI değerleri eşeyler arasında istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p = 0.004$ , Mean Whitney U test).

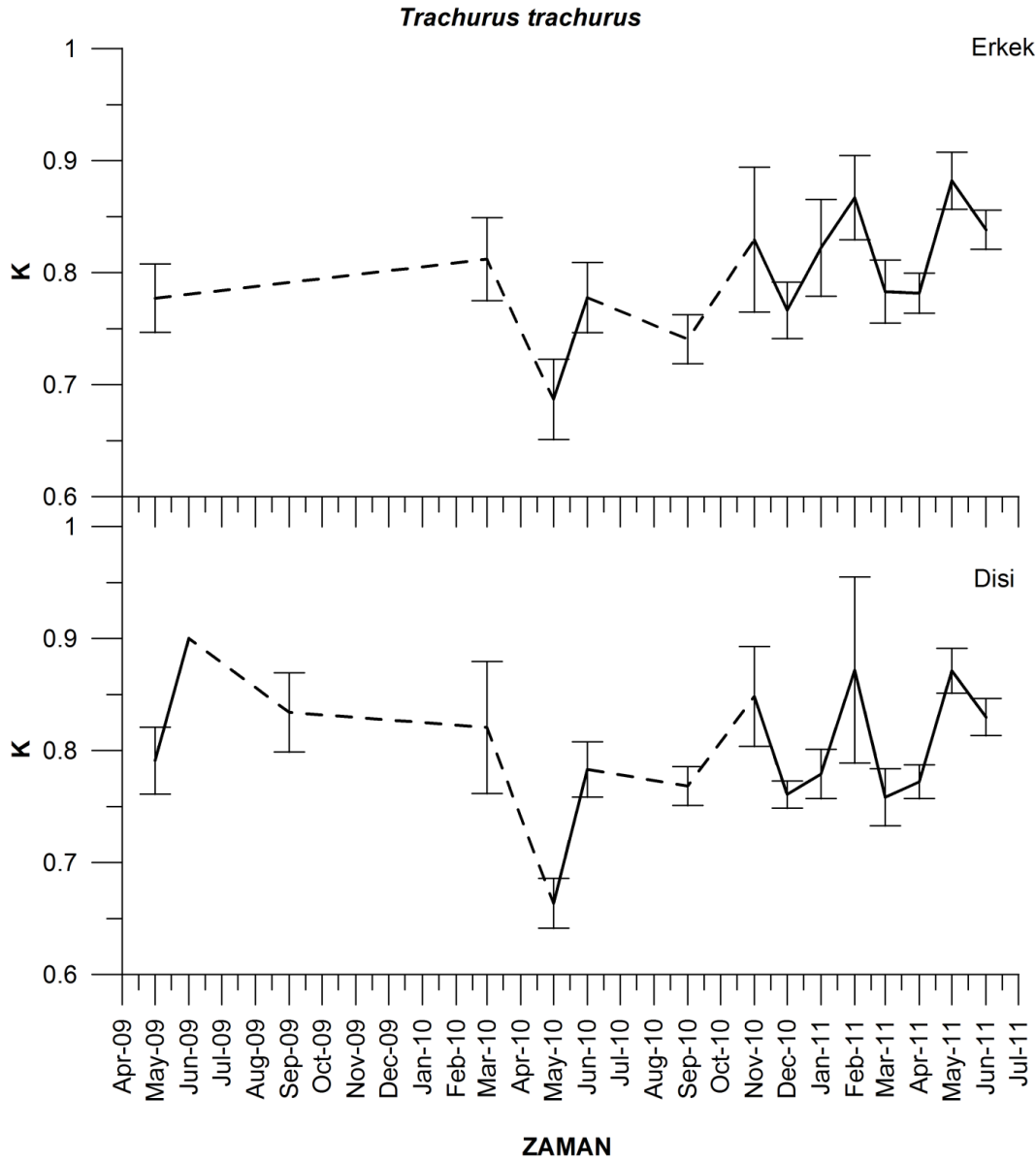


Şekil 78: *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Çalışma boyunca elde edilen *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama GSI değerleri birbirlerine yakın değişim paterni göstermektedir. En düşük aylık ortalama GSI değerleri, dişi bireylerde Haziran 2011 ayında 0.10 ve erkek bireylerde Eylül 2010 ayında 0.07'dir. En yüksek aylık ortalama GSI değerleri ise her iki eşey grubu için Mart 2010 ayında olup, dişi bireylerde 2.87 ve erkek bireylerde 1.08 olarak bulunmuştur. Şubat 2011 ayında bu türden sadece 3 dişi ve 3 erkek birey incelendiği için bu aya ait GSI değerinde düşüş yaşanmış gibi gözlenebilir. Eylül ayından Mart ayına kadar hızlı bir artış vardır. Buna göre de çalışılan alanda bu türün Mart ayı ile Haziran ayı arasında yumurta bıraktığı görülmektedir.

#### Kondisyon faktörü

*Trachurus trachurus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama kondisyon faktörü değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 79'de verilmektedir.

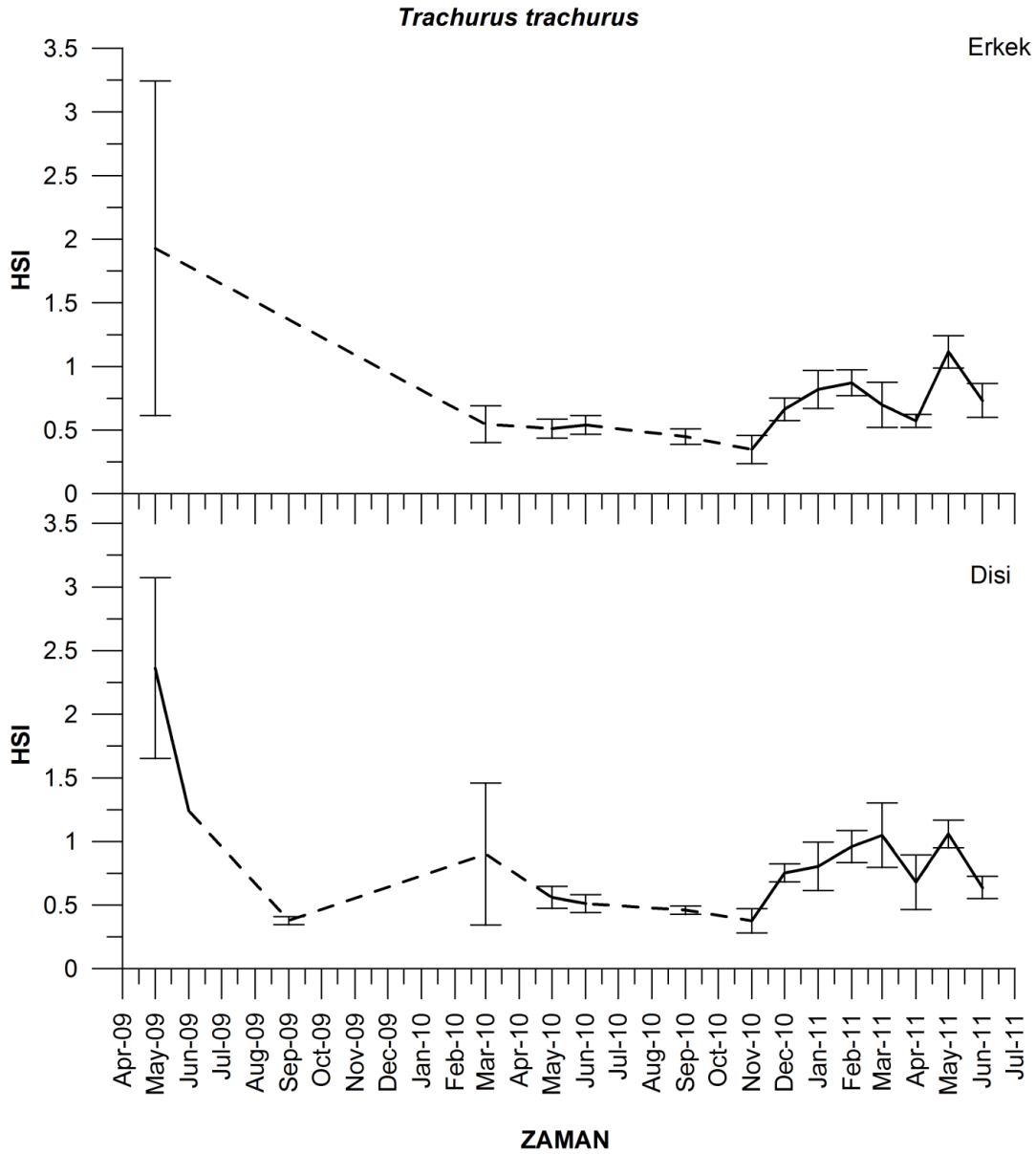


Şekil 79: *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri

Yapılan çalışmada, dişi ve erkek bireyler arasındaki kondisyon faktörü değerlerinin dağılımları benzerdir fakat yıl içerisinde düzenli değildir. En yüksek aylık ortalama somatik K değerleri dişi bireylerde Haziran 2009 ayında 0.90 ve erkek bireylerde Mayıs 2011 ayında 0.88'dir. En düşük aylık ortalama somatik K değerleri ise Mayıs 2010 ayında olup, dişi bireylerde 0.66, erkek bireylerde 0.69'dur.

#### Hepatosomatik indeks

*Trachurus trachurus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama HSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 80'da verilmektedir.



Şekil 80: *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değişimleri

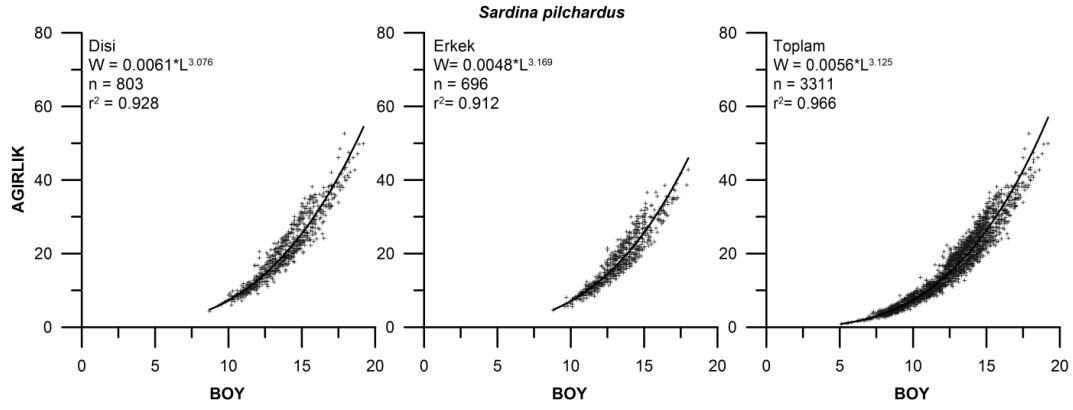
*Trachurus trachurus* türüne ait HSI değerlerinin yıl içerisindeki değişimleri dişi ve erkek bireyler arasında benzerlik göstermektedir. Her iki birey için aylık ortalama somatik K değerlerinin en yüksek ve en düşük değerleri aynı zamanlardadır. En yüksek somatik K değerleri Mayıs 2009 ayında olup dişi bireylerde 2.36 ve erkek bireylerde 1.93'tür. En düşük somatik K değerleri ise Kasım 2010 ayında olup dişi bireylerde 0.38 ve erkek bireylerde 0.35'tir.

#### ***Sardina pilchardus*-Sardalya**

##### **Boy-Ağırlık İlişkisi**

Çalışma boyunca incelenen *Sardina pilchardus* türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy- ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 81'de verilmektedir.



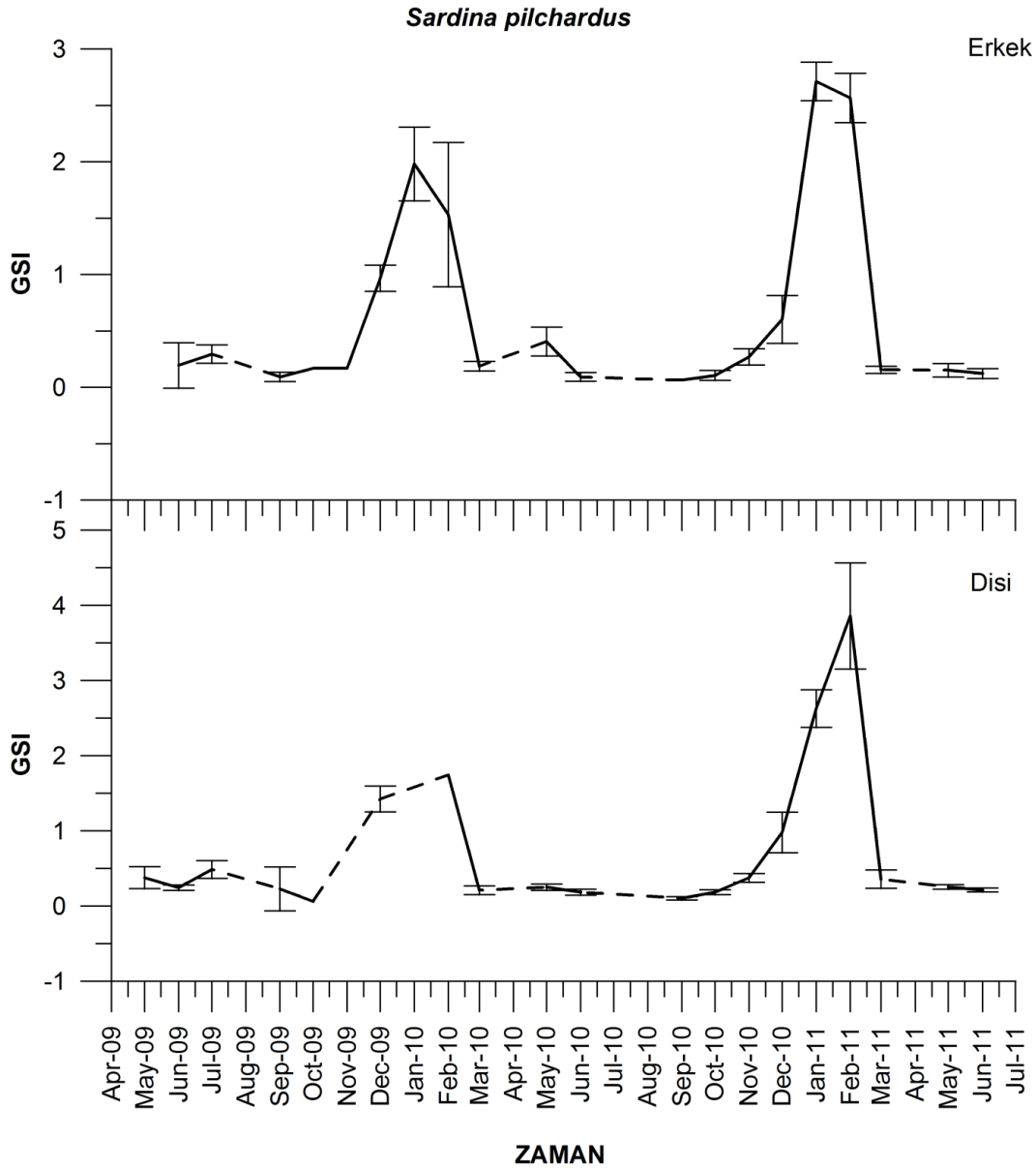


Şekil 81: *Sardina pilchardus* (sardalya) türünün dişi, erkek ve tüm bireyelerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Çalışma boyunca 803 adet dişi, 696 adet erkek birey olmak üzere toplam 3311 adet birey incelenmiştir. Her iki eşeyin ergin bireyelerinin boyları arasında istatistiksel fark bulunmuştur ( $p < 0.001$ , Mean Whitney U test). Dişi, erkek ve toplam bireyeler için boy ve ağırlık ilişkileri pozitif özellik göstermektedir.

#### Üreme özellikleri-Gonadosomatik indeks

*Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık ortalama GSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 arasındaki değişimi Şekil 82'de verilmektedir.

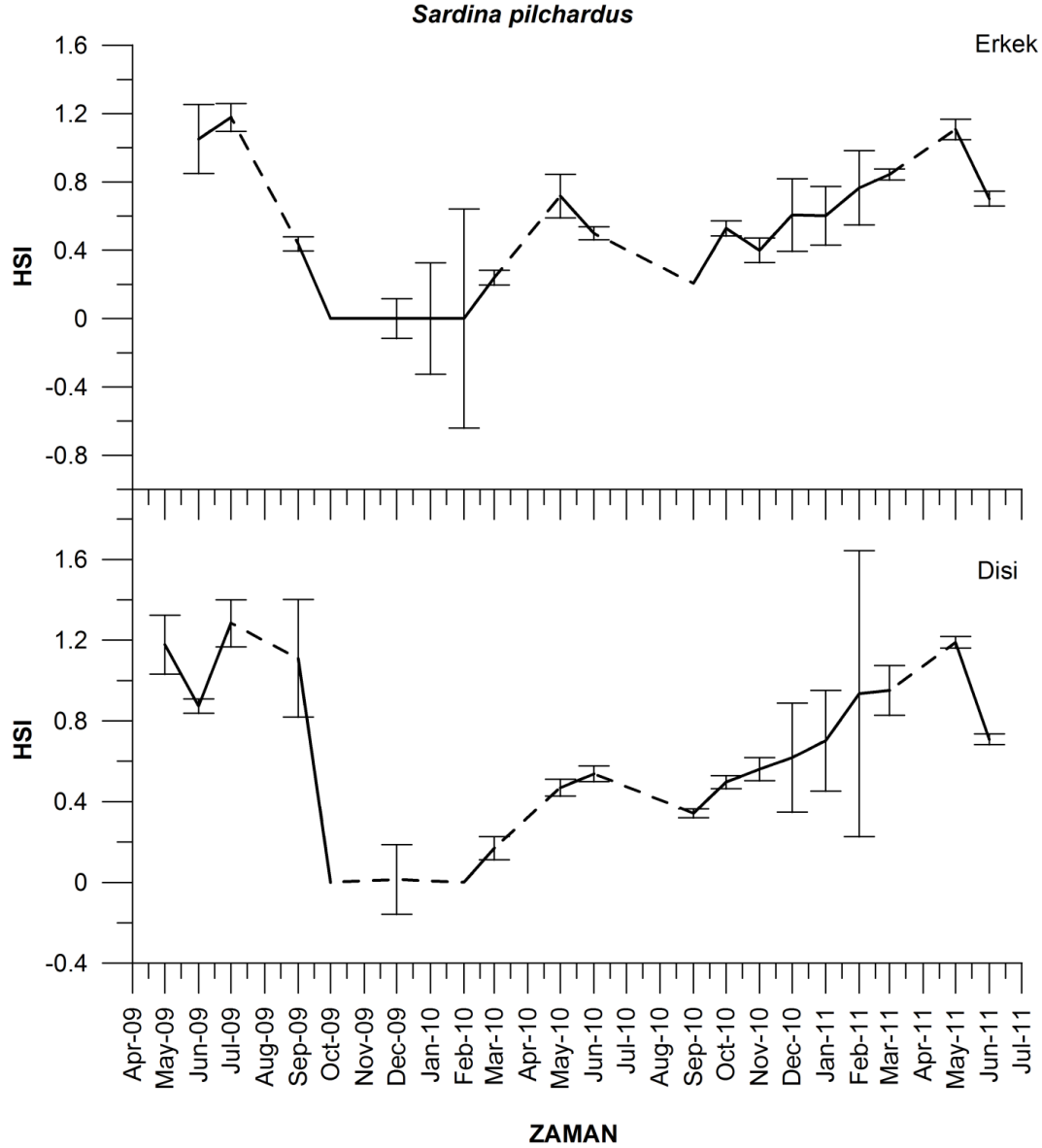


Şekil 82: *Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Çalışma boyunca *Sardina pilchardus* türüne ait dişi ve erkek bireylerin aylık GSI değişim paternleri birbirine yakındır. Fakat istatistiksel olarak gonad büyüklükleri arasında fark bulunmuştur ( $p < 0.050$ , Mean Whitney test). En düşük aylık ortalama GSI değerleri dişi bireylerde Ekim 2009 ayında 0.06 ve erkek bireylerde Eylül 2010 ayında 0.06 olarak bulunmuştur. En yüksek aylık ortalama GSI değerleri ise dişi bireylerde Şubat 2011 ayında 3.86 ve erkek bireylerde Ocak 2011 ayında 2.71'dir. GSI değerlerinde Eylül ayından itibaren artış gözlenmektedir. Dişi bireylerde en yüksek değerlere Şubat aylarında, erkek bireylerde ise Ocak aylarında rastlanmıştır. Her iki eşeye ait GSI değerleri en yüksek değere ulaştıktan sonra Mart ayına kadar hızlı bir azalma göstermektedir. Bu durum hem 2010 hem de 2011 yılları için geçerli olup çalışılan alanda türün yumurtlama döneminin Şubat-Mart arasında olduğunu göstermektedir.

### Hepatosomatik indeks

*Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama HSI değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 83'de verilmektedir.



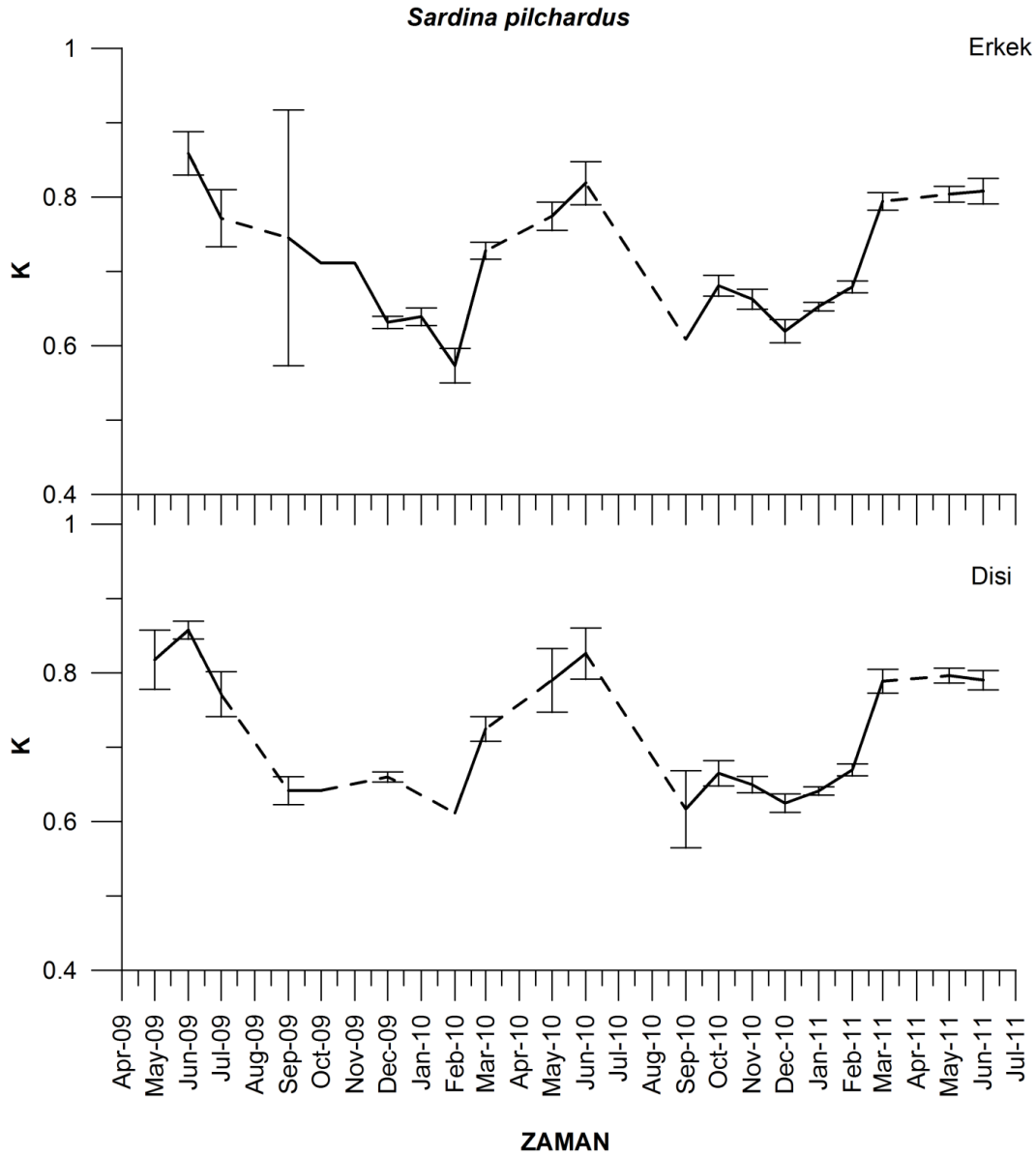
Şekil 83: *Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değerimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Ergin dişi ve erkek bireylerdeki HSI değerlerinin değişimleri birbirine yakın dalgalanma göstermektedir.

En düşük ortalama aylık HSI değerleri dişi bireylerde Şubat 2010 ayında 0.0004, erkek bireylerde Ekim ve Kasım 2009 aylarında 0.0003 bulunmuştur. En yüksek ortalama aylık HSI değerleri ise Temmuz 2009 ayında saptanmış olup, dişi bireylerde 1.28 ve erkek bireylerde 1.18'dir.

### Kondisyon faktörü

*Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama somatik K değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 84'de verilmektedir.



Şekil 84: *Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri

Çalışma boyunca elde edilen dişi ve erkek bireylerin üç yıllık ortalama aylık somatik K değerlerinin değişimleri benzerdir. Her iki eşeyde de minimum ve maksimum değerlere yılın aynı dönemlerinde ulaşılmaktadır. En yüksek ortalama aylık somatik K değerleri Haziran 2009 ayında olup, iki cinsiyet grubunda da 0.86 olarak saptanmıştır. En düşük ortalama aylık somatik K değerleri ise Şubat 2010 ayında dişi bireylerde 0.61 ve erkek bireylerde 0.57'dir. Genel olarak yıl içerisindeki ortalama somatik K değerlerindeki değişim incelendiğinde, yaz aylarında artış olduğu görülmektedir. Şubat ayından sonra başlayan artış, yaz ortalarında en yüksek değere ulaşmaktadır.

#### ***Engraulis encrasicolus* - Hamsi**

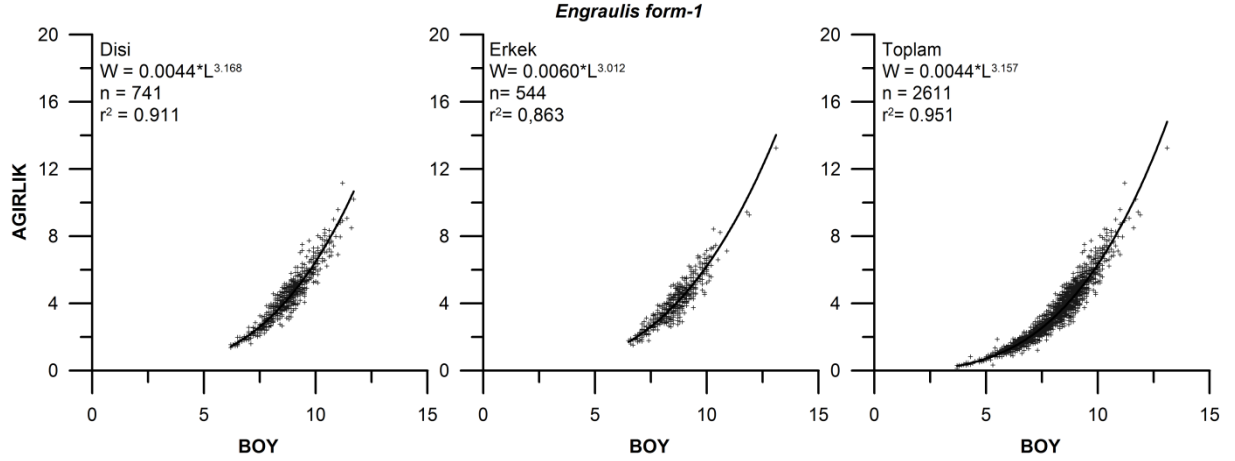
Çalışma sırasında yakalanan hamsilerin morfolojik olarak birbirinden farklı 2 formu olduğu gözlenmiştir. Bu durumun analizlerde fark yaratarak yanlış sonuçlar vermemesi için 2 form ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu formların

birbirinden ayrılabilmesi için üzerinde gümüş rengi bant dikkate çeken form “aynalı” diğer ise “uzun” olarak adlandırılmıştır.

### Form-1 (Aynalı)-Hamsi

#### Boy-Ağırlık İlişkisi

Çalışma boyunca incelenen *Engraulis encrasicolus* form-1'e ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 85'de verilmektedir.

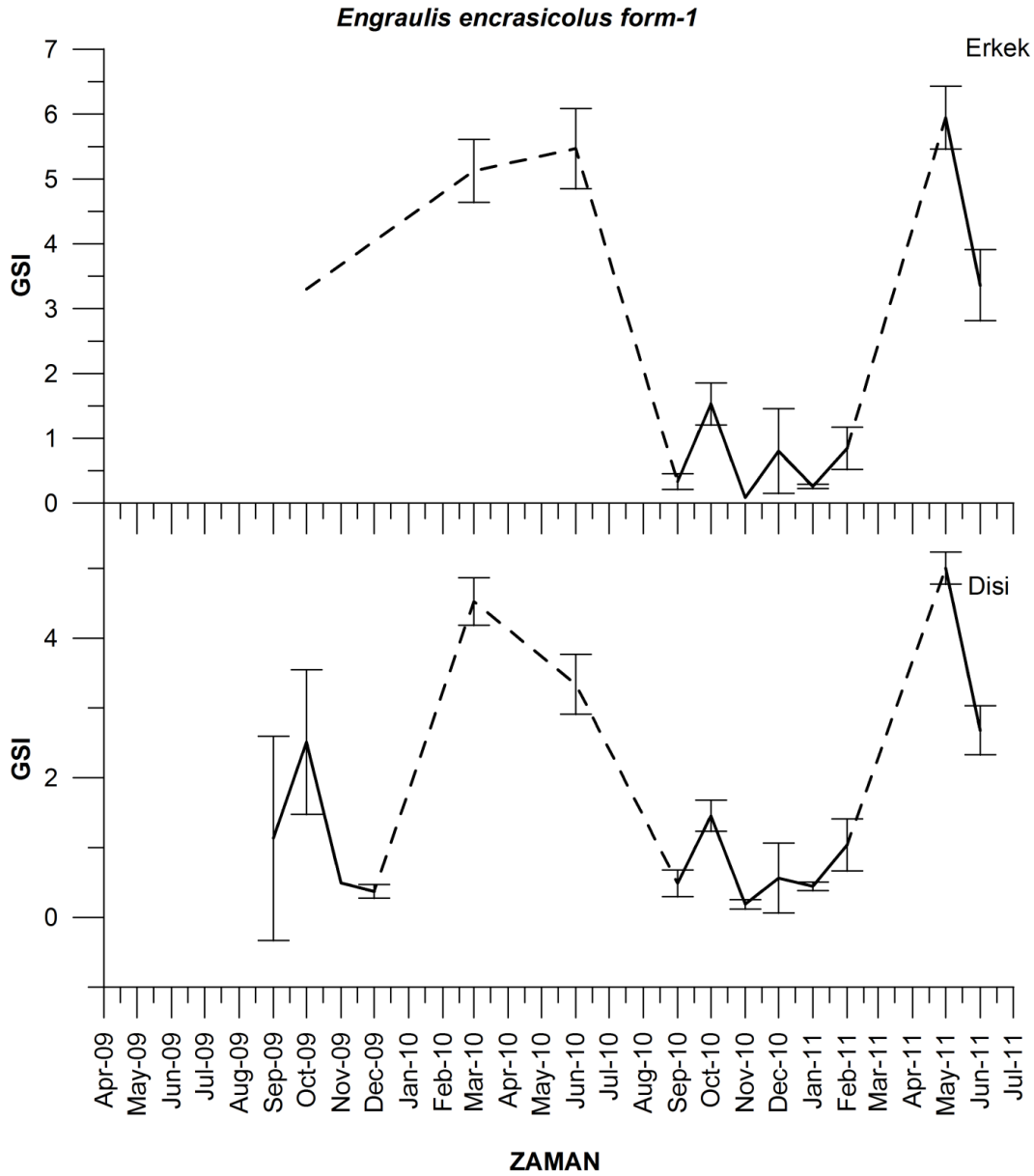


Şekil 85: *Engraulis encrasicolus* form-1 (hamsi) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Çalışma boyunca 741 dişi, 544 erkek birey olmak üzere toplam 2611 bireyin incelendiği boy-ağırlık ilişkilerinde pozitif allometri özelliği gözlenmektedir. Dişi ve erkek bireylerin toplam boyları arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p=0.002$ , Mann-Whitney U test).

#### Üreme özellikleri

*Engraulis encrasicolus* form-1'in dişi ve erkek bireylerine ait ortalama GSI değerlerinin Ekim 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 86'de verilmektedir. Bu türün dişi ve erkek bireylerine ait gonad büyüklükleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p=0.001$ , Mann-Whitney U test).

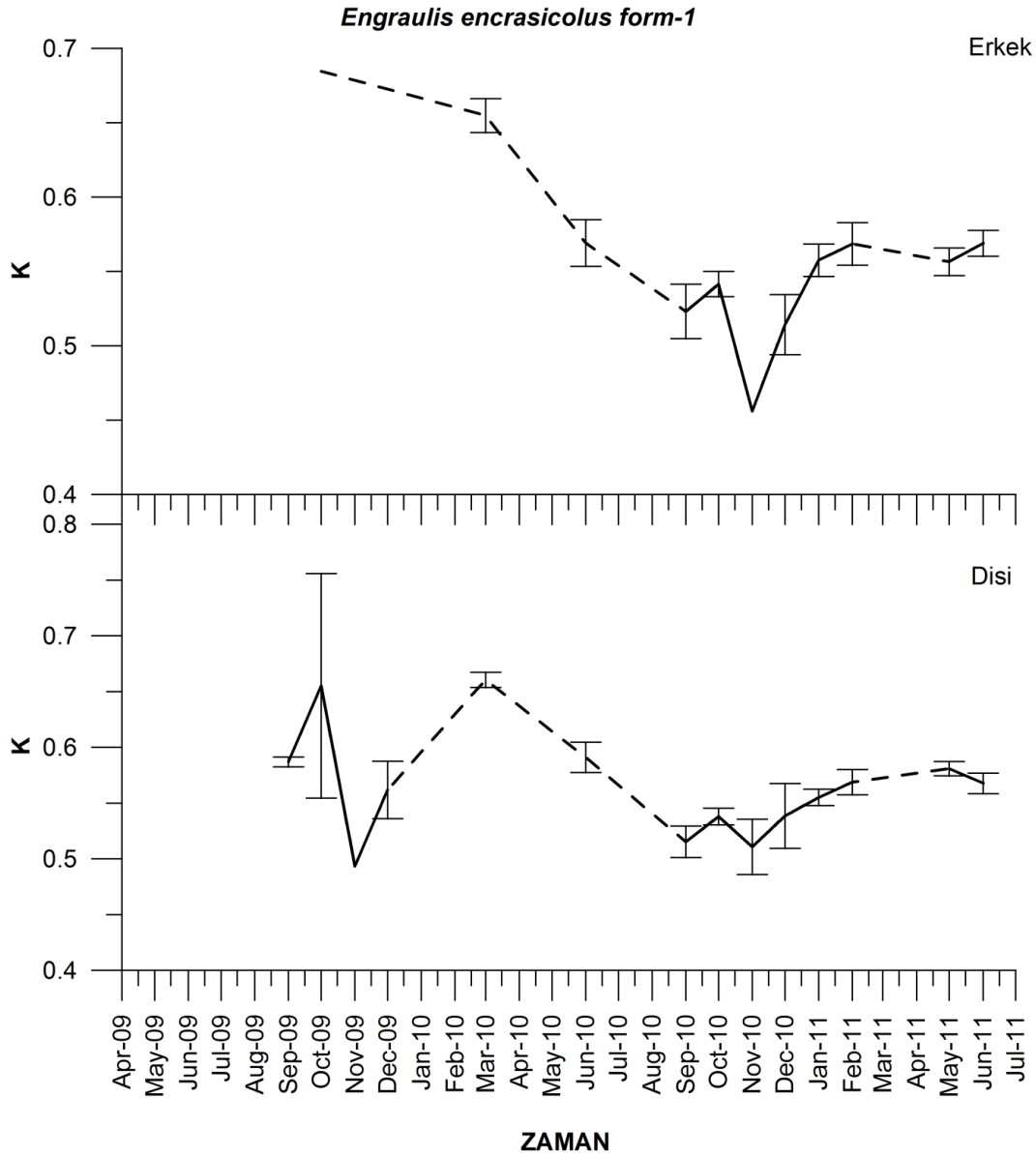


Şekil 86: *Engraulis encrasicolus form-1* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık GSI değişimleri

GSI değişimleri her iki eşey için genel olarak benzerlik göstermektedir fakat 2010 ve 2011 yıllarına ait en yüksek değerler aynı döneme denk gelmemektedir. En yüksek aylık ortalama GSI değerleri Mayıs 2011 ayında dişi bireylerde 5.00 ve erkek bireylerde 5.95 olarak; en düşük aylık ortalama GSI değerleri ise Kasım 2010 ayında, dişi bireylerde 0.19 ve erkek bireylerde 0.09 olarak belirlenmiştir. Kış döneminde düşük olan ortalama GSI değerleri Ocak ayı itibari ile artmakta ve ilkbahar-yaz döneminde artış göstermektedir.

#### Kondisyon faktörü

*Engraulis encrasicolus form-1*'in dişi ve erkek bireyelerine ait aylık ortalama somatik K değerlerinin Mayıs 2009 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 87'de verilmektedir.

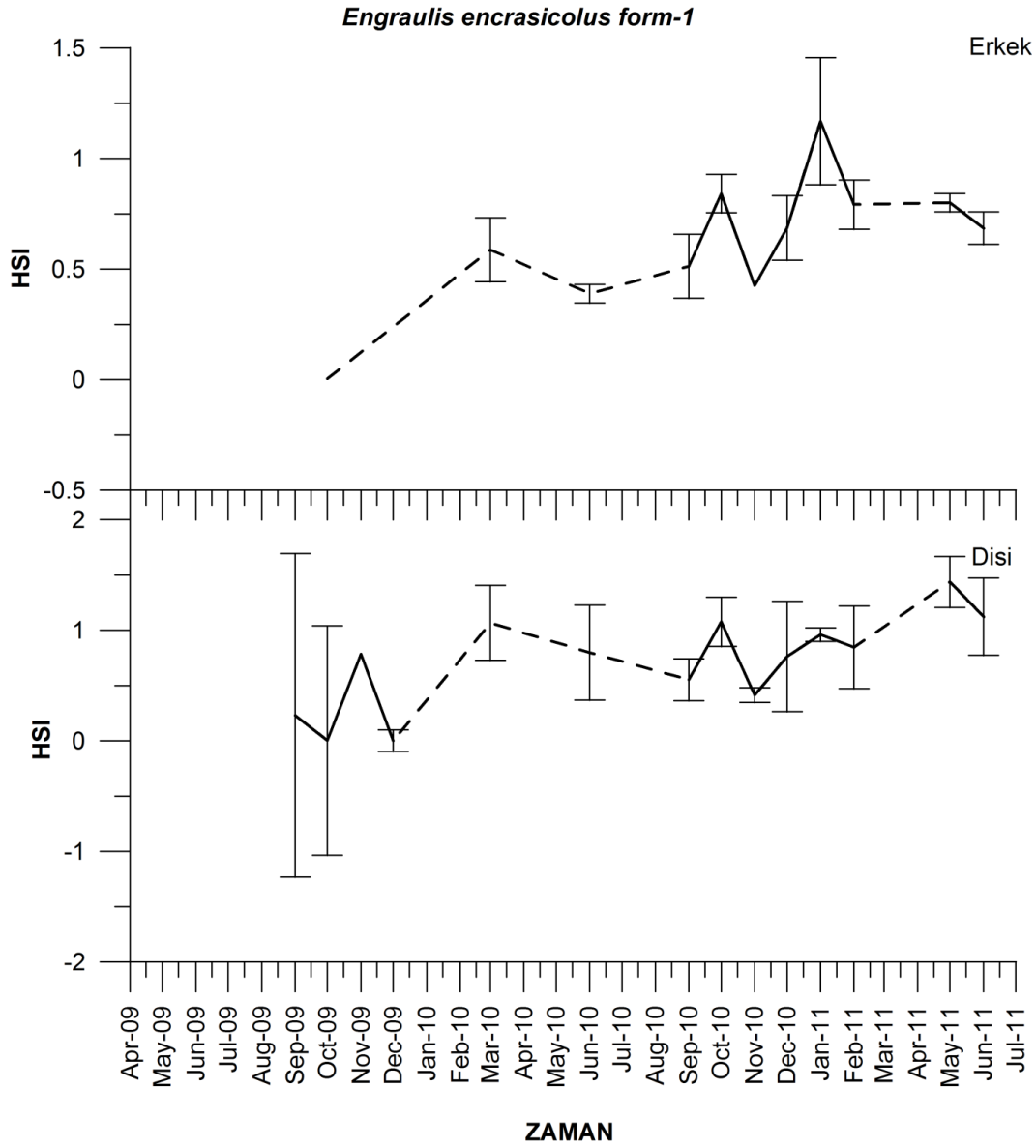


Şekil 87: *Engraulis encrasicolus* form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık somatik K değişimleri

En yüksek ortalama somatik K değerleri dişi bireylerde 0.66 ve erkek bireylerde 0.65 olup Mart 2010 ayında gözlenmiştir. En düşük ortalama somatik K değerleri ise dişi bireylerde Kasım 2010 ayında 0.51 ve erkek bireylerde Kasım 2010 ayında 0.46 olarak belirlenmiştir. Kasım ayından itibaren artış gösteren dişi ve erkek bireylere ait ortalama somatik K değerlerinin genel olarak ilkbahar ve yaz aylarında yüksek ve kış aylarında düşük olduğu görülmektedir.

#### Hepatosomatik indeks

*Engraulis encrasicolus* form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık ortalama HSI değerlerinin Ekim 2010-Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 88'de verilmektedir.



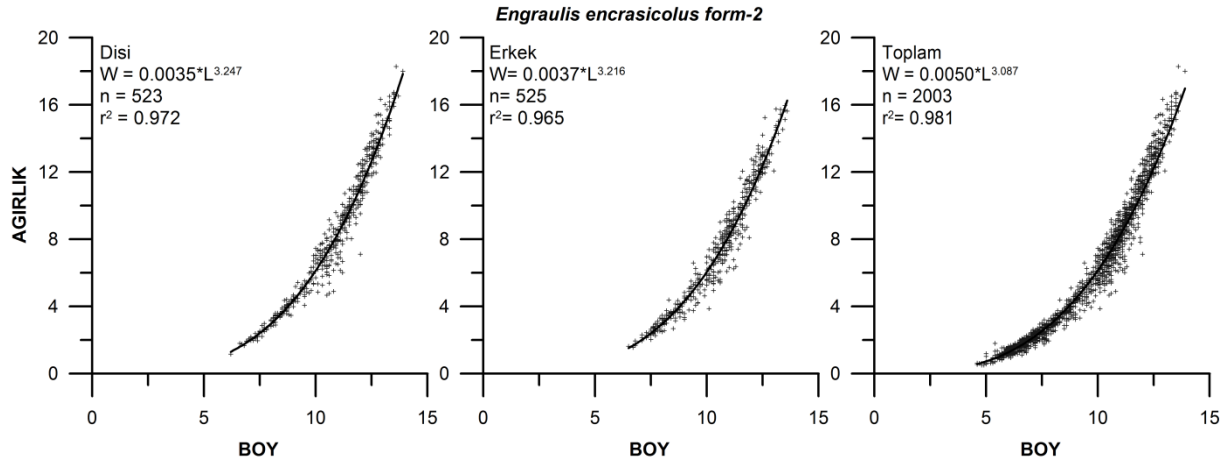
Şekil 88: *Engraulis encrasicolus* form-1 türünün dişi ve erkek bireyelerine ait aylık HSI değişimleri (negatif değerler güven aralığının gösterimi için sunulmuştur, biyolojik bir anlamı yoktur)

Her iki eşey grubunun aylık ortalama HSI değerlerinin birbirlerine yakın paternler gösterdikleri görülmektedir. En düşük ortalama HSI değerleri dişi bireylerde 0.0020 ile Aralık 2009 ayında ve erkek bireylerde 0.0039 ile Ekim 2009 ayında belirlenmiştir. En yüksek ortalama HSI değerleri ise dişi bireylerde 1.44 ile Mayıs 2011 ve erkek bireylerde 1.17 ile Ocak 2011 ayındadır.

#### Form-2 (Uzun)-Hamsi

Çalışma boyunca incelenen *Engraulis encrasicolus* form-2 türüne ait dişi, erkek ve tüm bireyler için boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 89'de verilmektedir.



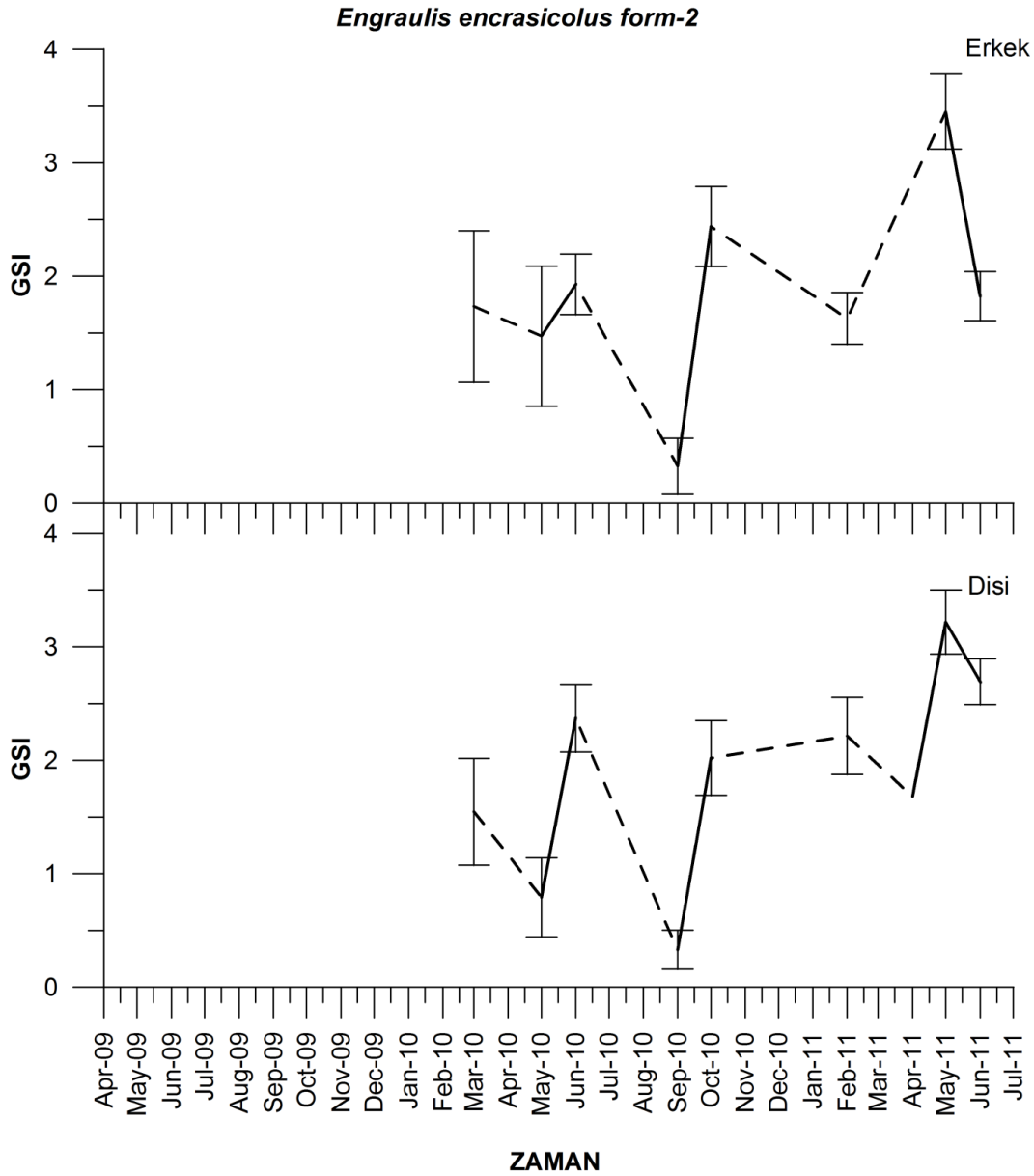


Şekil 89: *Engraulis encrasicolus* form-2 (hamsi) türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Çalışmada 523 adet dişi, 525 adet erkek birey olmak üzere toplamda 2003 adet hamsinin incelendiği boy-ağırlık ilişkilerinde pozitif allometri gözlenmektedir. Bu türe ait dişi ve erkek bireylerin toplam boyları arasında istatistiksel fark belirlenmiştir ( $p=0.001$ , Mann-Whitney U testi).

#### Üreme özellikleri- Gonadosomatik indeks (GSI)

*Engraulis encrasicolus* form-2'nin dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama GSI değerlerinin Mart 2010 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 90'da verilmektedir. Aylık ortalama GSI değişim paternlerinin yakın olduğu *Engraulis encrasicolus* form-2'ye ait dişi ve erkek bireylerin gonad büyüklükleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (Mann-Whitney U test,  $p<0.001$ ).

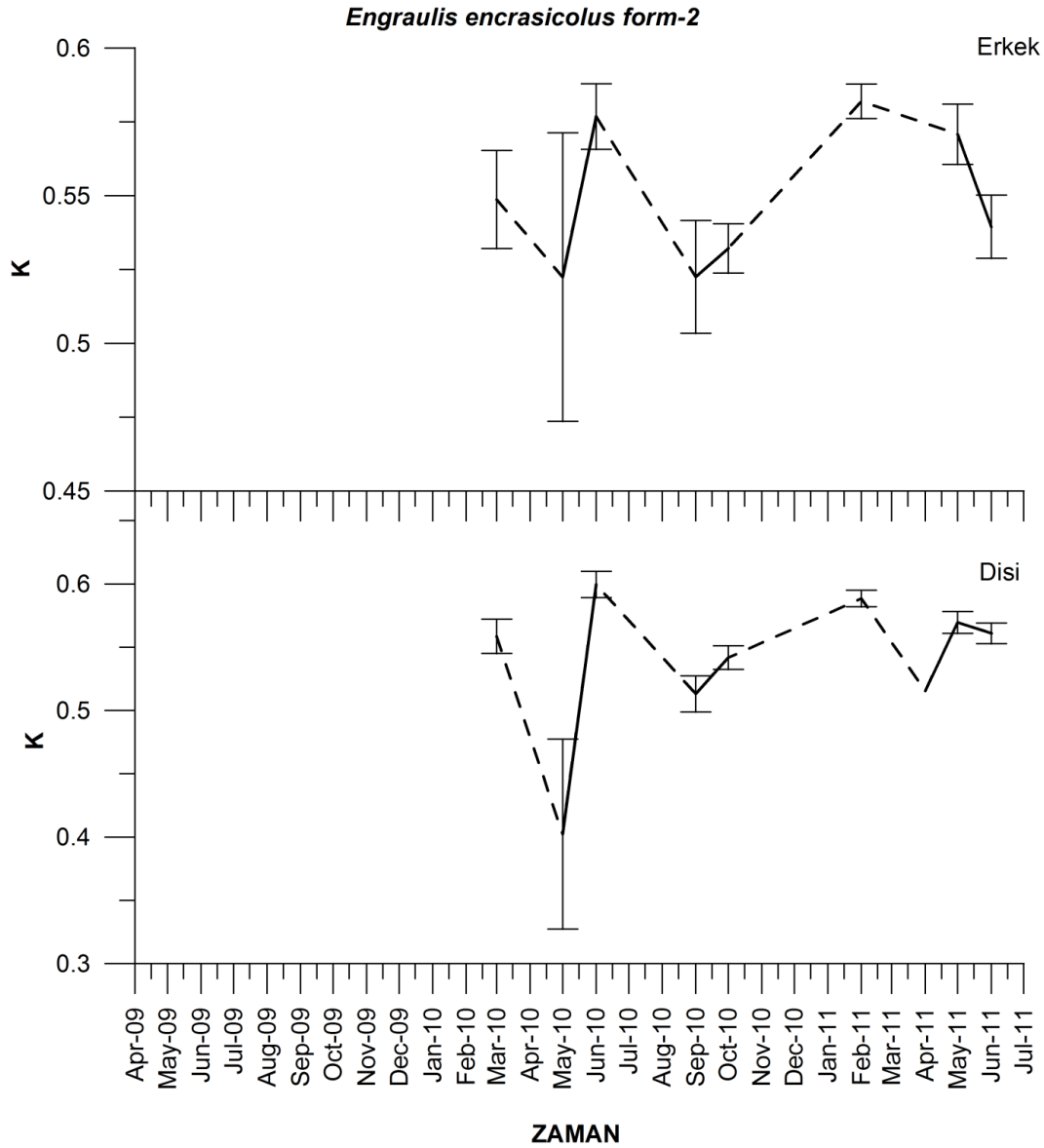


Şekil 90: *Engraulis encrasicolus form-2* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık GSI değişimleri

En düşük ortalama aylık GSI değerleri her iki eşey grubu için Eylül 2010 olup hem dişi hem de erkek bireylerde 0.33 olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama aylık GSI değerleri ise her iki eşey grubu için Mayıs 2011 ayında olup dişi bireylerde 3.22 ve erkek bireylerde 3.45'tir.

#### Kondisyon faktörü

*Engraulis encrasicolus form-2* türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama somatik K değerlerinin Mart 2010 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 91'de verilmektedir.

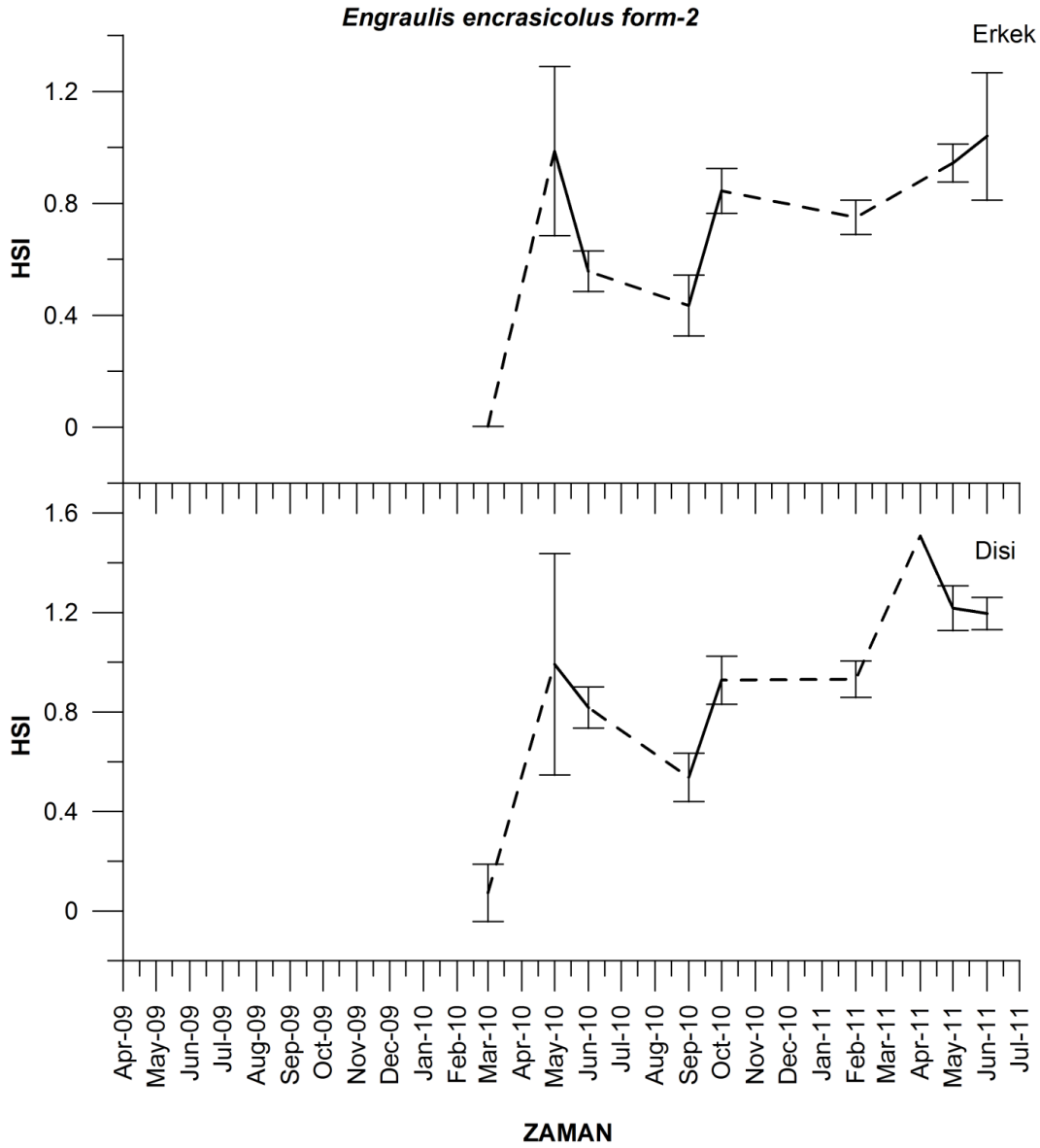


Şekil 91: *Engraulis encrasicolus* form-2 türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık somatik K değişimleri

Dişi ve erkek bireylere ait ortalama kondisyon faktörü değerlerinin aylara göre değişim paternleri benzerlik göstermektedir. Dişi bireylerde en yüksek aylık ortalama somatik K değeri Haziran 2010 ayında 0.60 ve en düşük aylık ortalama somatik K değeri Mayıs 2010 ayında 0.40 olarak belirlenmiştir. Erkek bireyler de ise aylık ortalama somatik K değeri 0.58 ile Şubat 2011 ayında en yüksek değerdedir. En düşük aylık ortalama somatik K değerleri ise hem Mayıs 2010 hem de Eylül 2010 ayında 0.52 olarak hesaplanmıştır.

#### Hepatosomatik indeks

*Engraulis encrasicolus* form-2'nin dişi ve erkek bireylerine ait aylık ortalama HSI değerlerinin Mart 2010 ile Haziran 2011 ayları arasındaki değişimi Şekil 92'de verilmektedir.



Şekil 92: *Engraulis encrasicolus* form-2 türünün dişi ve erkek bireylerine ait aylık HSI değişimleri

Dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama HSI değerleri değişim paternleri yakındır. En düşük aylık ortalama HSI değerleri dişi bireylerde 0.07, erkek bireylerde 0.0032 olup Mart 2010 ayında gözlenmektedir. En yüksek aylık ortalama HSI değerleri ise dişi bireylerde 1.51 ile Nisan 2011 ayında, erkek bireylerde ise 1.04 ile Haziran 2011 ayında belirlenmiştir.

#### Yumurtlama Dönemleri

Gonadosomatik indeks (GSI) değerlerinin ortalama aylık değişimlerine göre türlerin yumurtlama dönemleri Çizelge 21'de özetlenmiştir. İlgili tablo yumurtlama dönemleri açısından zaman olarak bir paylaşım olduğunu göstermektedir. En önemli türlerden olan *S.aurita* Nisan ve Haziran ayları arasına yumurta bırakmakta, hemen ardından Temmuz'da *D.elopsoides* türü yumurtlamaya başlamakta ve Eylül başına kadar yumurtlama devam etmektedir. *S. pilchardus* türü ise kış yumurtlayıcısıdır ve Ocak ve Şubat aylarında yumurta atmaktadır. *S.*

*pilchardus*'un ardından ise *Trachurus* türlerinin yumurtladığı görülmektedir. Bu şekilde de tüm yıl boyunca döngü tamamlanmış olmaktadır. Bu döngü uydu verilerinden elde edilen yıllık üretim döngüsü ile karşılaştırıldığında (Şekil 44) üretimin en düşük olduğu sonbahar ve kış başlangıcında hiçbir türün önemli sayılabilecek oranda yumurta bırakmadığı görülmektedir.

Buna ilave olarak yukarıda bahsi geçen 2 farklı hamsi formunun da üreme dönemlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. GSI değişimleri form-1'in Mart – Nisan aylarında, form-2'nin ise hemen diğerini takiben Mayıs-Haziran'da yumurta attığını göstermektedir.

Çizelge 21.Yumurtlama dönemleri

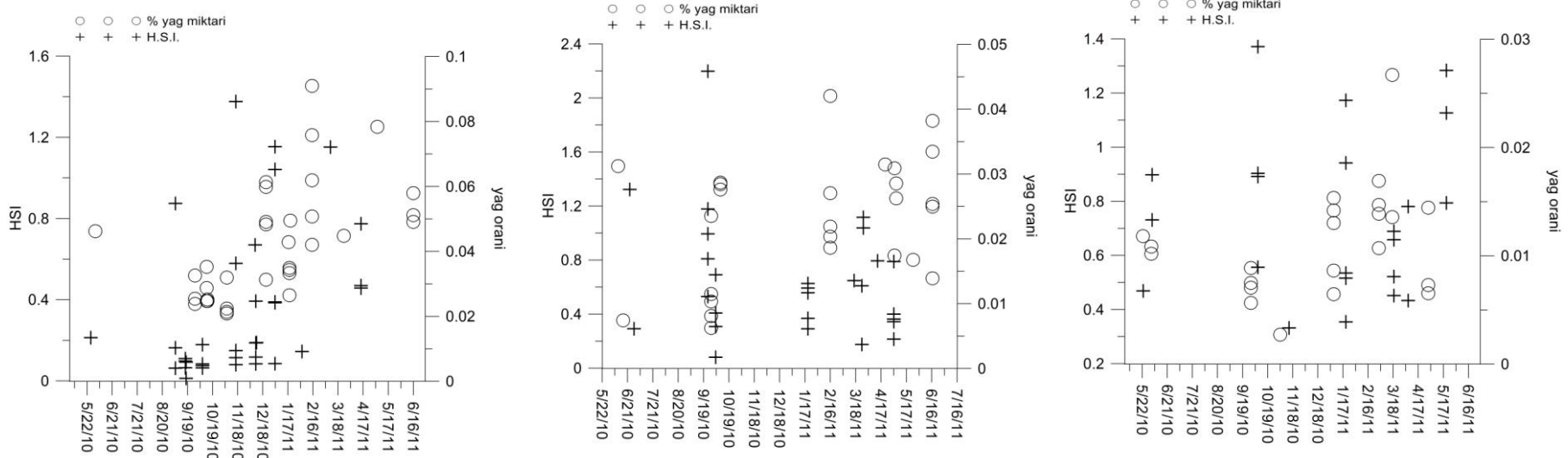
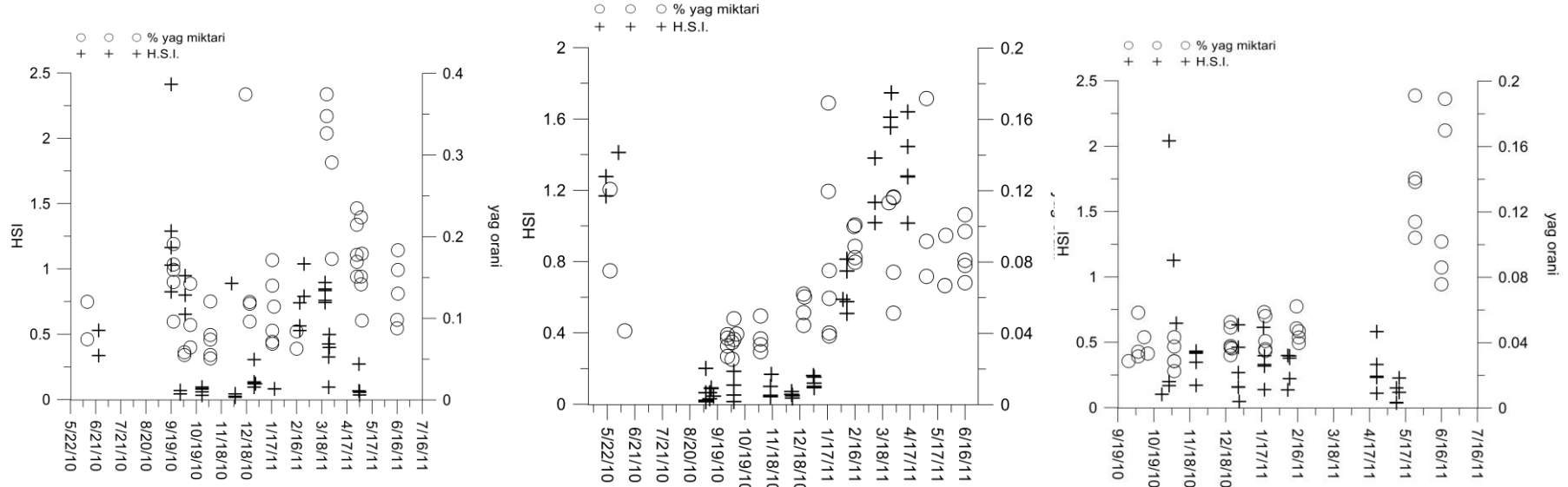
Balık türleri/Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>D. elopsoides</i>						X	X	X				
<i>S. pilchardus</i>	X	X										
<i>S.aurita</i>				X	X	X						
<i>E. encrasicolus</i> form-1			X	X								
<i>E. encrasicolus</i> form-2					X	X						
<i>T. mediterraneus</i>			X	X								
<i>T. trachurus</i>			X									

### Yağ Analizleri

Proje öneri aşamasında bölgede demersal balıklar üzerine yürütülen çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edilen HSI değerinin küçük pelajik balıklarda da enerji depolanma mekanizması hakkında bilgi verebileceği düşünülmüştür. Ancak özellikle hamsi gibi küçük türlerde karaciğerin çıkartılarak tartılması sorun yaratmıştır. Bunun üzerine TOVAG'dan yağ analizlerinin de projeye dahil edilmesi ve bu iş için gerekli kimyasal malzemenin temini için de kalemler arası bütçe aktarı yapılabilmesi için grup onayı istenmiştir. Ancak grup talebi uygun karşılamaması üzerine eldeki kaynakla sadece sınırlı sayıda balık için yağ analizi yapılabilmıştır. Her ne kadar sonuçlar az sayıda örnek sayısına dayansa da fikir vermesi açısından raporda sunulmuştur.

Sonuçlar örneğin *Sardina pilchardus* için son derece uyumlu görünürken *D. elopsoides* için tam bir uyum söz konusu değildir (Şekil 93 ve Şekil 94). Örnek sayısının artırılması gerekmektedir.

r



## İlk Eşeyssel Olgunluk Boyları

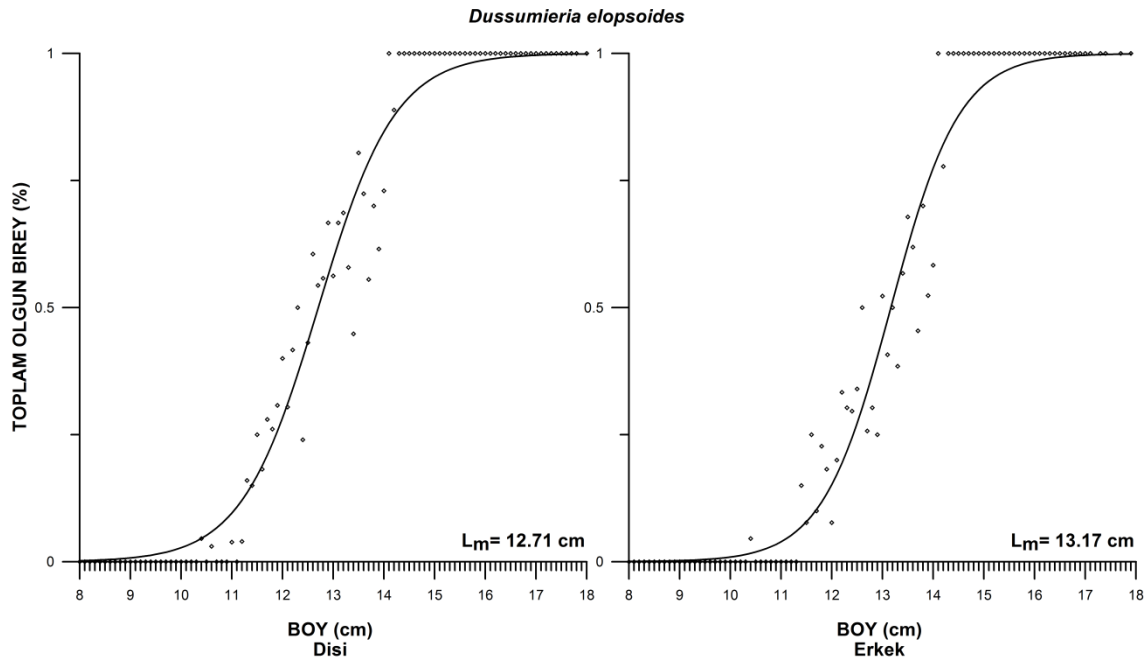
Mayıs 2009 ile Haziran 2011 tarihleri arasında elde edilen Clupeidae familyasına ait *D. elopsoides*, *E. teres*, *S. pilchardus*, *S. aurita* ve *S. maderensis*; Engraulidae familyasına ait *E. encrasicolus* form-1 ve form-2; Carangidae familyasına ait *C. crysos*, *C. rhonchus*, *T. mediterraneus*, *T. trachurus* ve Scombridae familyasına ait *S. japonicus* türlerinin ilk eşeyssel olgunluk boyları belirlenmiştir.

Aylık örneklemeelerde, ergin dişi ve erkek bireylerin sayısı yetersiz olduğu için *Alepes djedaba*, *Decapterus russeli*, *Herklotsichthys punctatus* ve *Trachurus picturatus* türlerinin ilk eşeyssel olgunluk boyları hesaplanamamıştır.

Balıkların total boya (TL) göre değerlendirilen ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) sigmoid bir eğri olarak hem dişi hem de erkek bireyler için elde edilmiştir.

### *Dussumieria elopsoides* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu

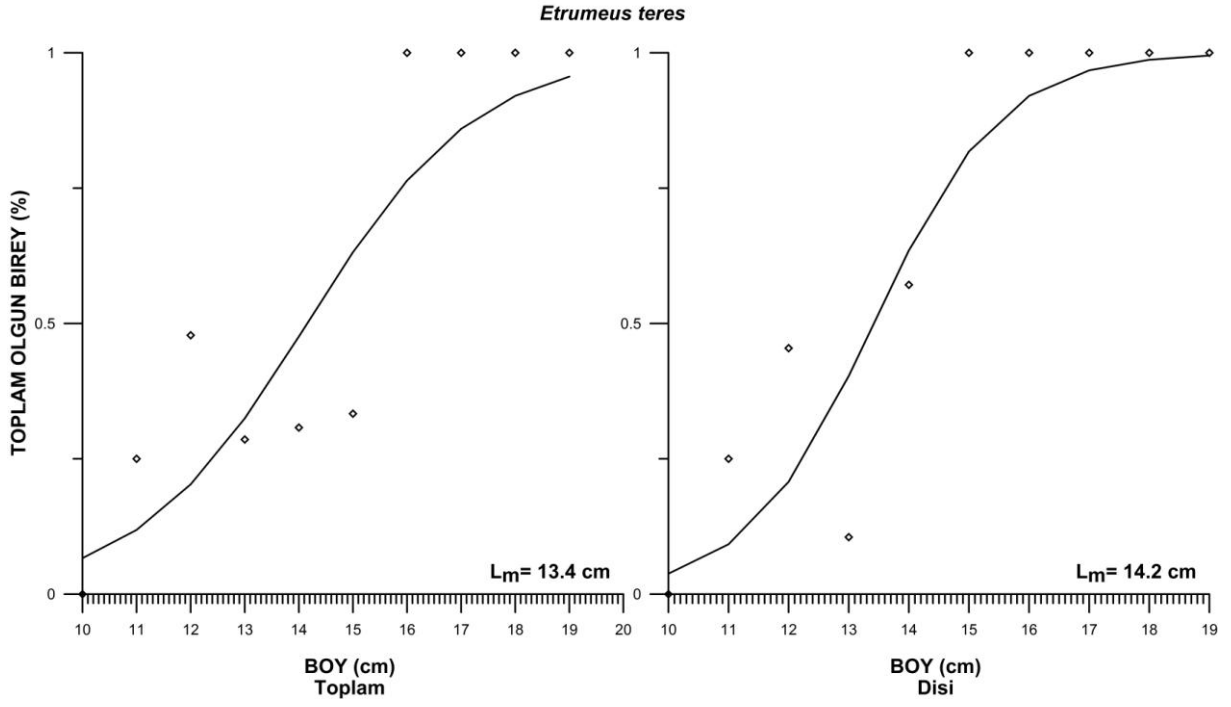
Çalışma boyunca elde edilen *Dussumieria elopsoides* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 95'de gösterilmektedir.



Şekil 95. *Dussumieria elopsoides* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

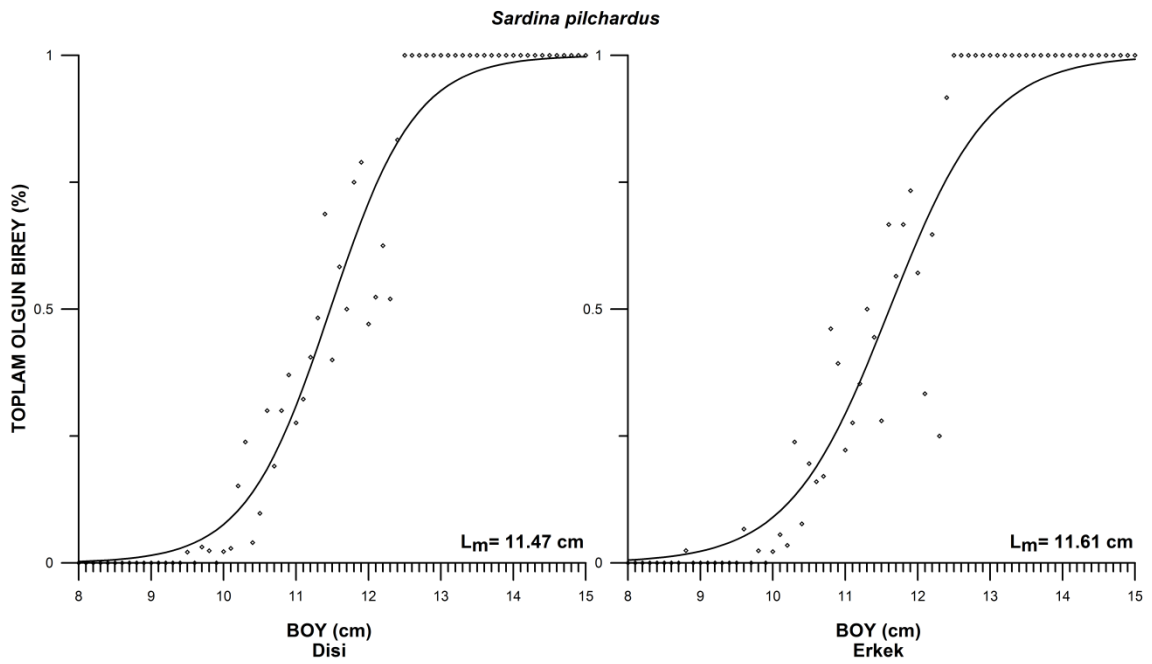
*Dussumieria elopsoides* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 12.7 cm ve erkek bireyler için 13.2 cm olarak hesaplanmıştır.

### *Etrumeus teres* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu



### *Sardina pilchardus* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu

Çalışma boyunca elde edilen *Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 96'da gösterilmektedir.



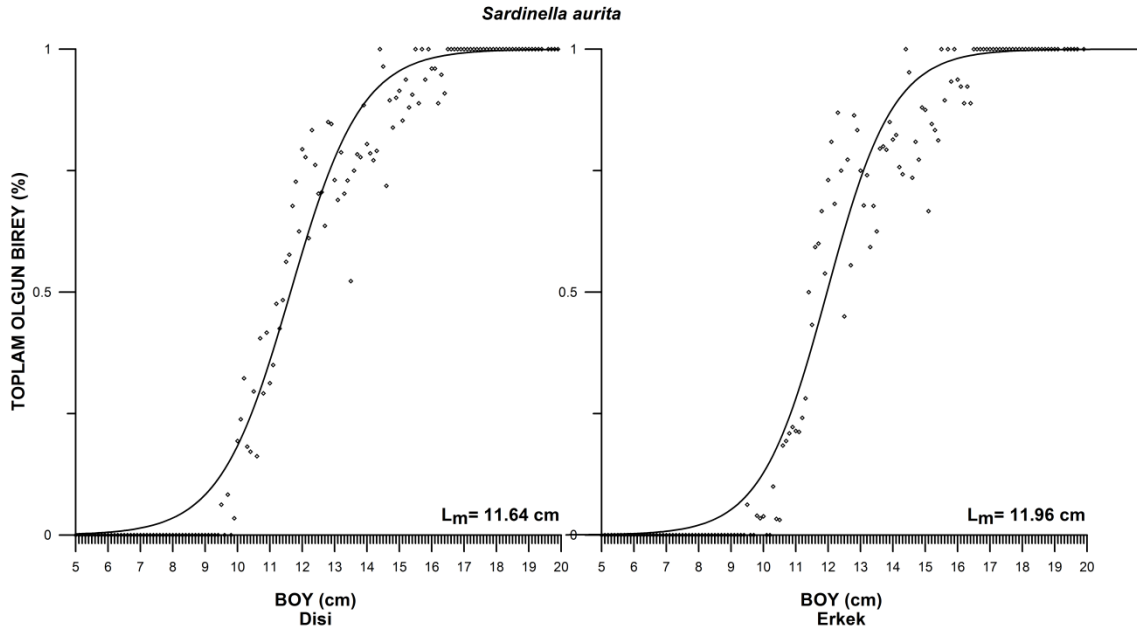


Şekil 96. *Sardina pilchardus* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Sardina pilchardus* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyeler için 11.5 cm ve erkek bireyeler için 11.6 cm olarak hesaplanmıştır.

#### ***Sardinella aurita* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Sardinella aurita* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 97'de gösterilmektedir.

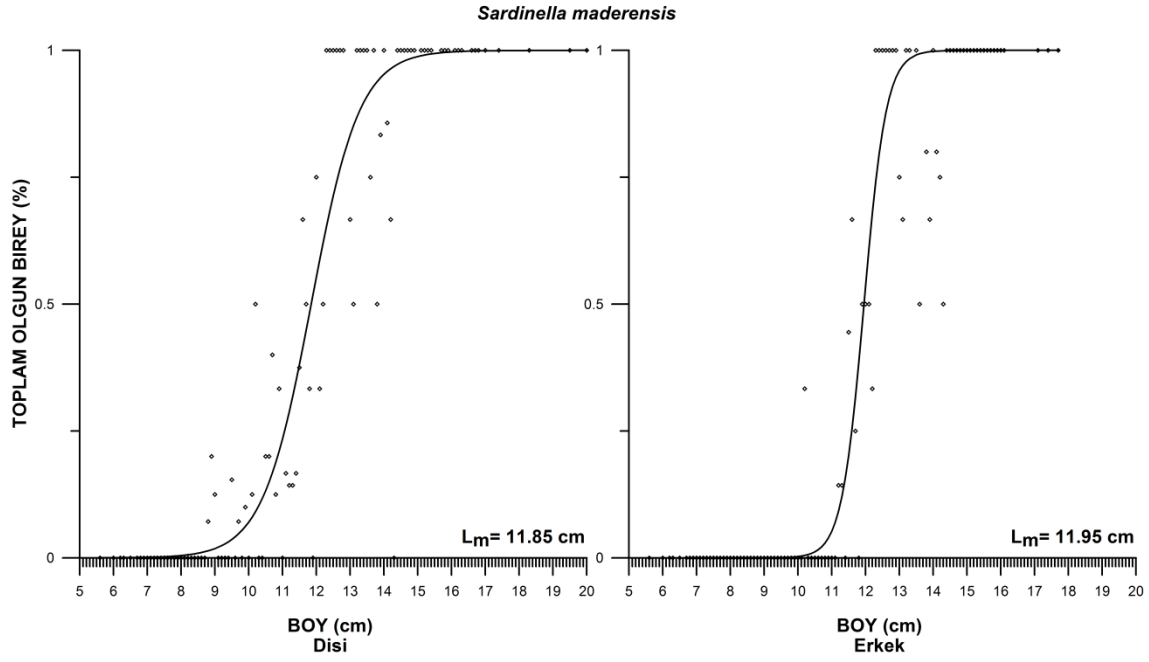


Şekil 97: *Sardinella aurita* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Sardinella aurita* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyeler için 11.6 cm ve erkek bireyeler için 12.0 cm olarak hesaplanmıştır.

#### ***Sardinella maderensis* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Sardinella maderensis* türünün dişi ve erkek bireyelerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 98'de gösterilmektedir.

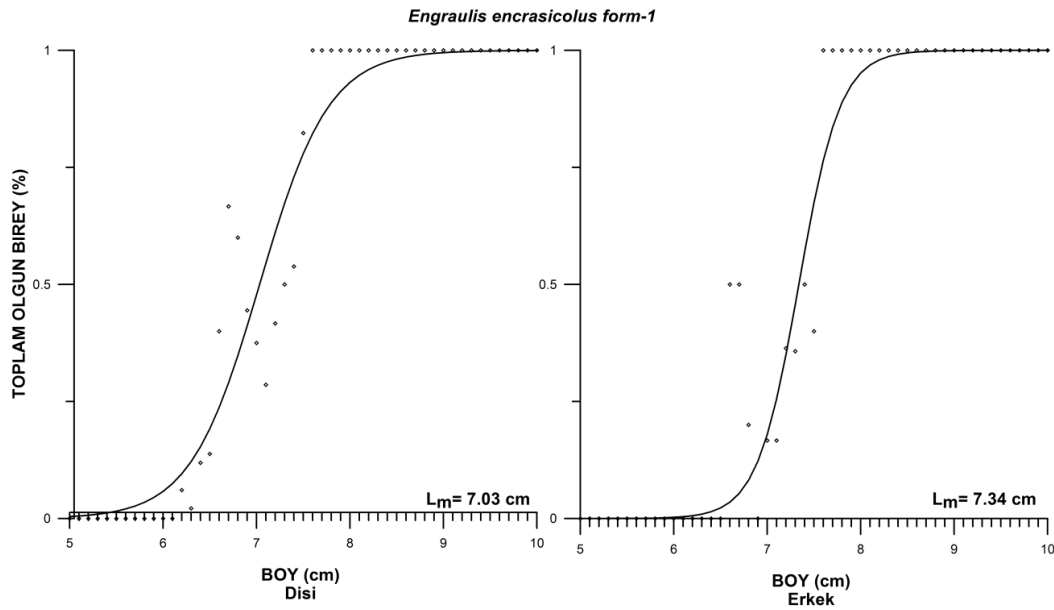


Şekil 98: *Sardinella maderensis* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Sardinella maderensis* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 11.9 cm ve erkek bireyler için 12.095 cm olarak hesaplanmıştır.

#### ***Engraulis encrasicolus* form-1 (aynalı) Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Engraulis encrasicolus* form-1 türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 99'da gösterilmektedir.

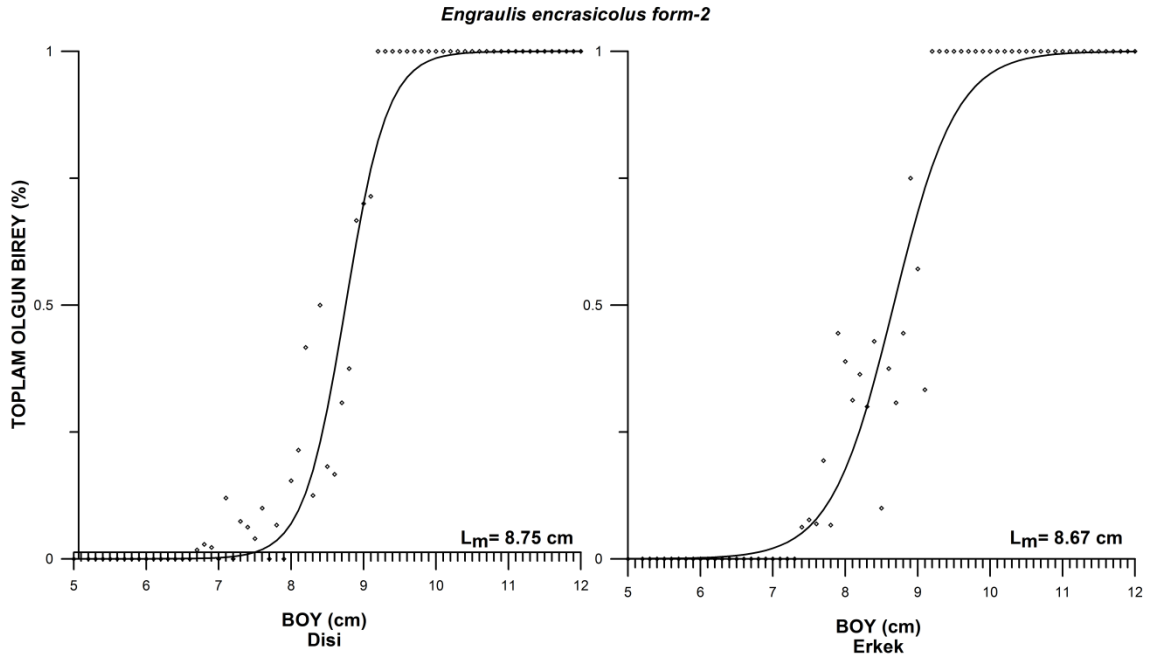


Şekil 99: *Engraulis encrasicolus* form-1 türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Engraulis encrasicolus* form-1 türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 7.0 cm ve erkek bireyler için 7.3 cm olarak hesaplanmıştır.

### ***Engraulis encrasicolus* form-2 (uzun) Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Engraulis encrasicolus* form-2 türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 100'de gösterilmektedir.

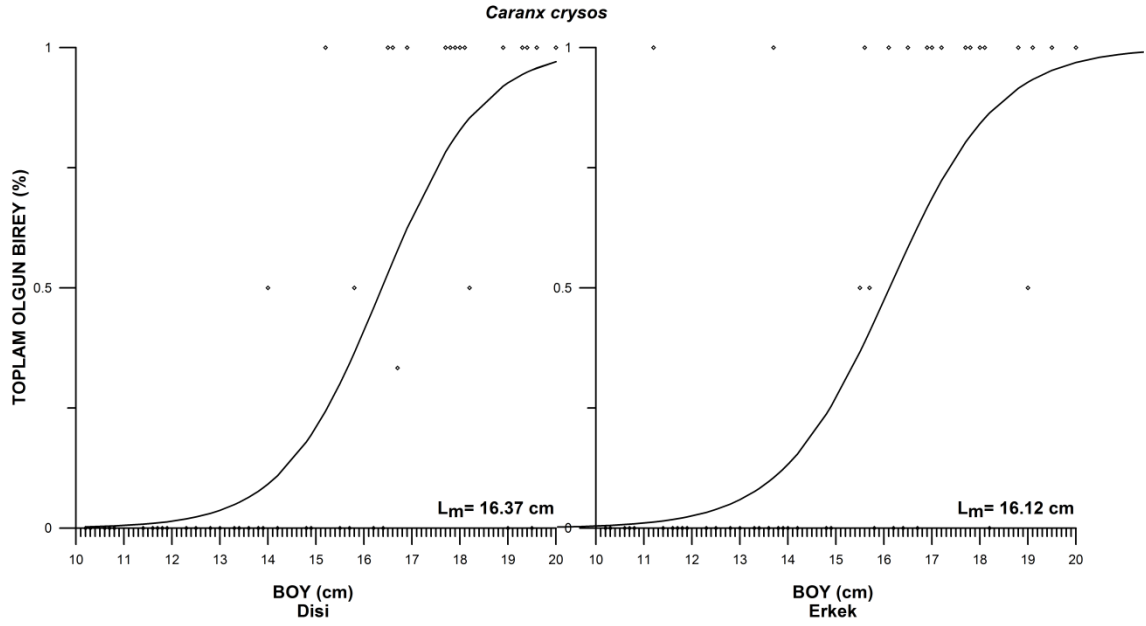


Şekil 100. *Engraulis encrasicolus* form-2 türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Engraulis encrasicolus* form-2 türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 8.8 cm ve erkek bireyler için 8.7 cm olarak hesaplanmıştır.

### ***Caranx crysos* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Caranx crysos* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 101'de gösterilmektedir.

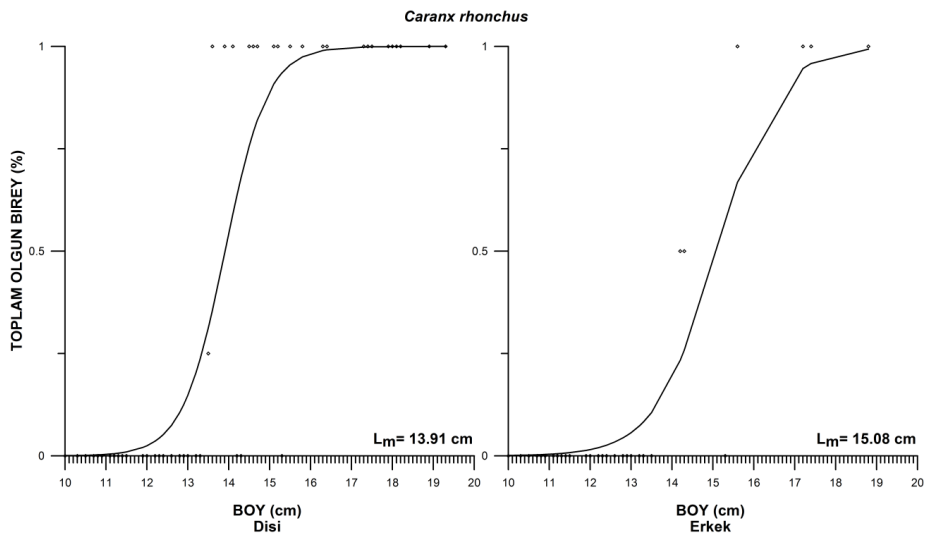


Şekil 101: *Caranx crysos* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

Her ne kadar elde edilen örnek sayısı ilk üreme boyunun tahmin edilebilmesi için yetersiz olsa da *Caranx crysos* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 16.4 cm ve erkek bireyler için 16.1 cm olarak hesaplanmıştır. İki cinsiyet için birbirinden bağımsız olarak hesaplanan  $L_m$  değerlerinin birbirine çok yakın olması yetersiz örnek üzerinden hesaplanmış olsa da sonuçları doğruya yakın olduğunu göstermektedir.

#### ***Caranx rhonchus* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Caranx rhonchus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 102'de gösterilmektedir. Çalışma boyunca nadir olarak örneklenen bu tür için yeterli sayıda örnek elde edilememesine rağmen iki cinsiyet için de ilk üreme boyları hesaplanmıştır.

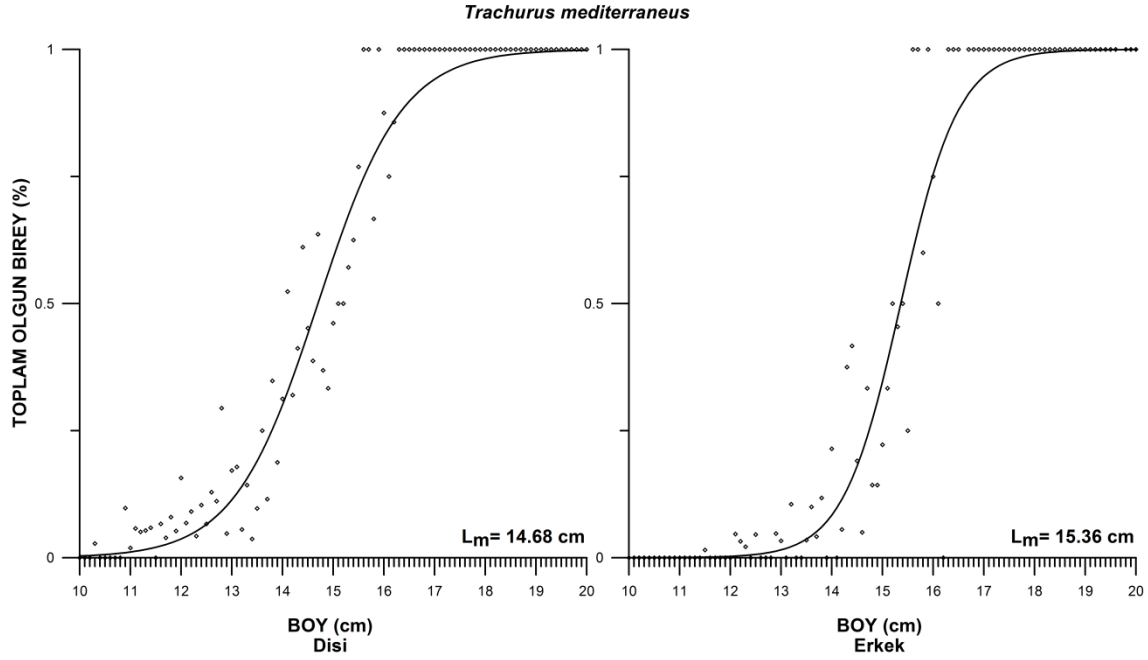


Şekil 102. *Caranx rhonchus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

Buna göre *Caranx rhonchus* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 13.9 cm ve erkek bireyler için 15.1 cm olarak hesaplanmıştır. Ancak *C. crysos*'un aksine erkek ve dişiler için hesaplanmış değerlerin birbirinden farklı olması sonuçların doğruluğuna şüphe düşürmektedir.

### ***Trachurus mediterraneus* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Trachurus mediterraneus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 103'de gösterilmektedir.

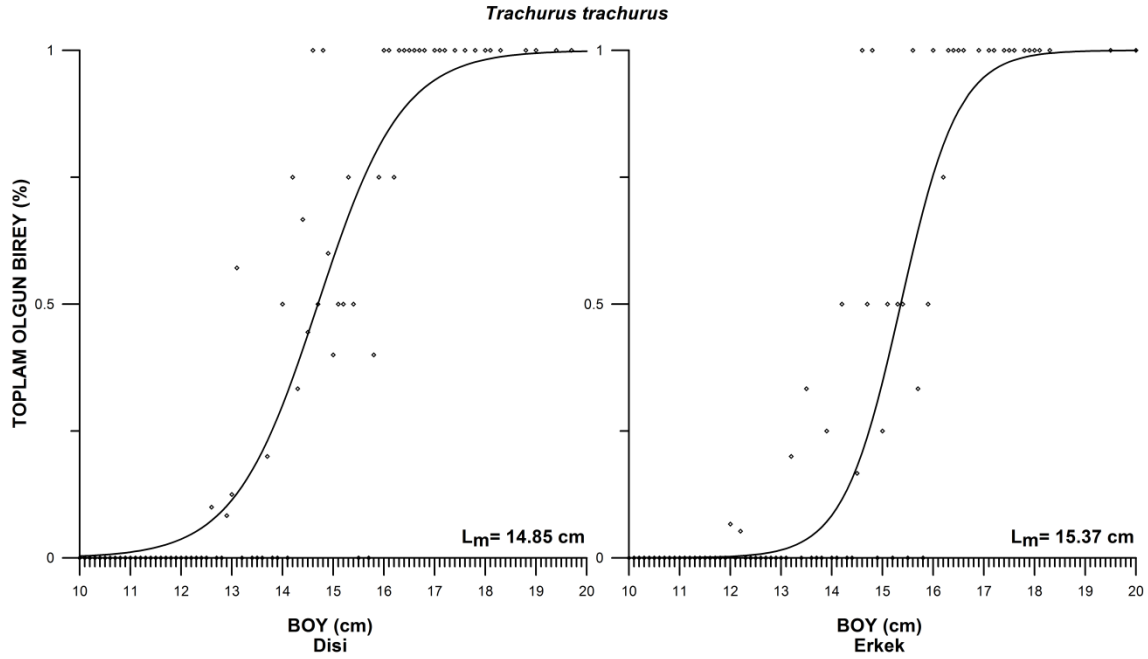


Şekil 103: *Trachurus mediterraneus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Trachurus mediterraneus* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 14.7 cm ve erkek bireyler için 15.4 cm olarak hesaplanmıştır.

### ***Trachurus trachurus* Türünün İlk Eşeyssel Olgunluk Boyu**

Çalışma boyunca elde edilen *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları Şekil 104'de gösterilmektedir.



Şekil 104: *Trachurus trachurus* türünün dişi ve erkek bireylerine ait ilk eşeyssel olgunluk boyları ( $L_m$ ) ve olgunluk grafik eğrisi

*Trachurus trachurus* türünün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 14.9 cm ve erkek bireyler için 15.4 cm olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada, 0.5 cm'lik boy gruplarına ayrılan bireylerin %50 cinsi olgunluk sıklığına karşılık gelen ilk üreme boyları dişi ve erkek bireyler için özetlenmiştir (Çizelge 22.).

Çizelge 22. Çalışılan türlere ait ilk üreme boyları

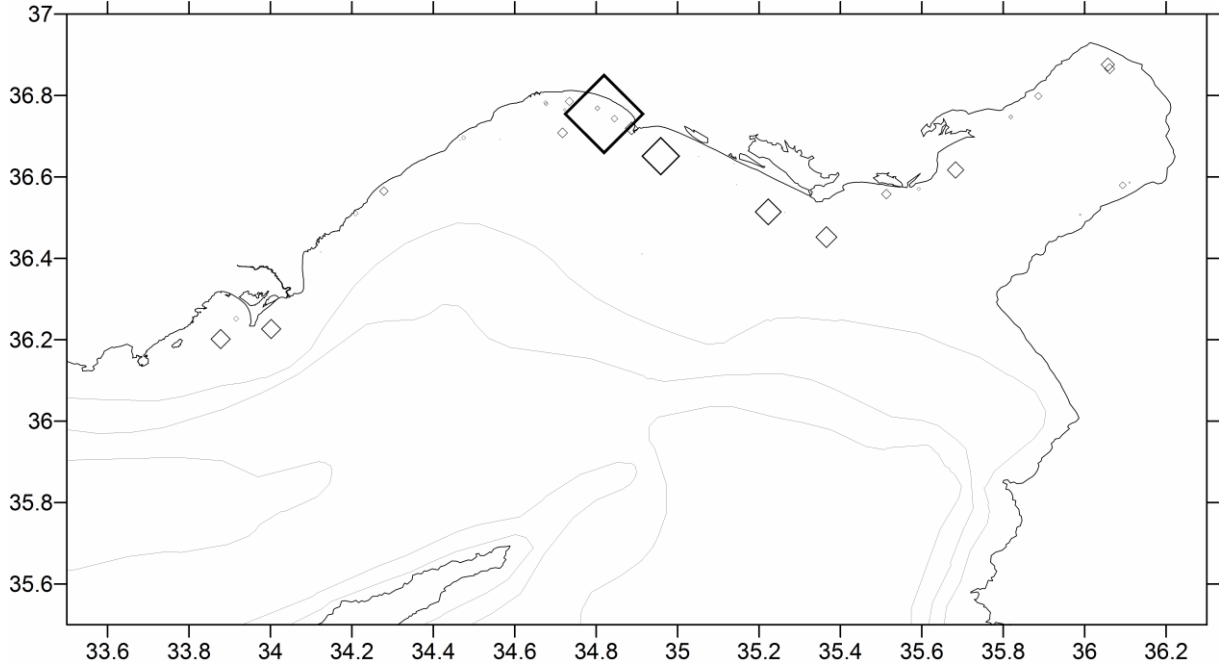
Balık türü	Dişi L50	Erkek L50
<i>Dussumieria elopsoides</i>	12.7	13.2
<i>Etrumeus teres</i>	13.4	14.2
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	Yeterli örnek elde edilemedi	
<i>Sardina pilchardus</i>	11.5	11.6
<i>Sardinella aurita</i>	11.6	12.0
<i>Sardinella maderensis</i>	11.9	12.0
<i>Engraulis encrasicolus f1</i>	7.0	7.3
<i>Engraulis encrasicolus f2</i>	8.8	8.7
<i>Alepes djedaba</i>	Yeterli örnek elde edilemedi	
<i>Caranx crysos</i>	16.4	16.1
<i>Caranx rhonchus</i>	13.9	15.1
<i>Decapterus russeli</i>	Yeterli örnek elde edilemedi	
<i>Trachurus mediterraneus</i>	14.7	15.3
<i>Trachurus picturatus</i>	Yeterli örnek elde edilemedi	
<i>Trachurus trachurus</i>	14.9	15.4
<i>Scomber japonicus</i>	16.9	17.2

### Dağılım Alanları

Projenin başlangıcında pelajik balıkların sergilediği bilinen üreme-beslenme-kışlama alanlarından oluşan klasik habitat üçgeni içinde zamana bağlı olarak göç ediyor olabilecekleri varsayılmıştır. Buna göre ana türlerin Çizelge 21'de özetlenmiş olan yumurtlama dönemlerindeki ve bu dönemin dışındaki dağılım alanları ayrı ayrı haritalandırılmıştır.

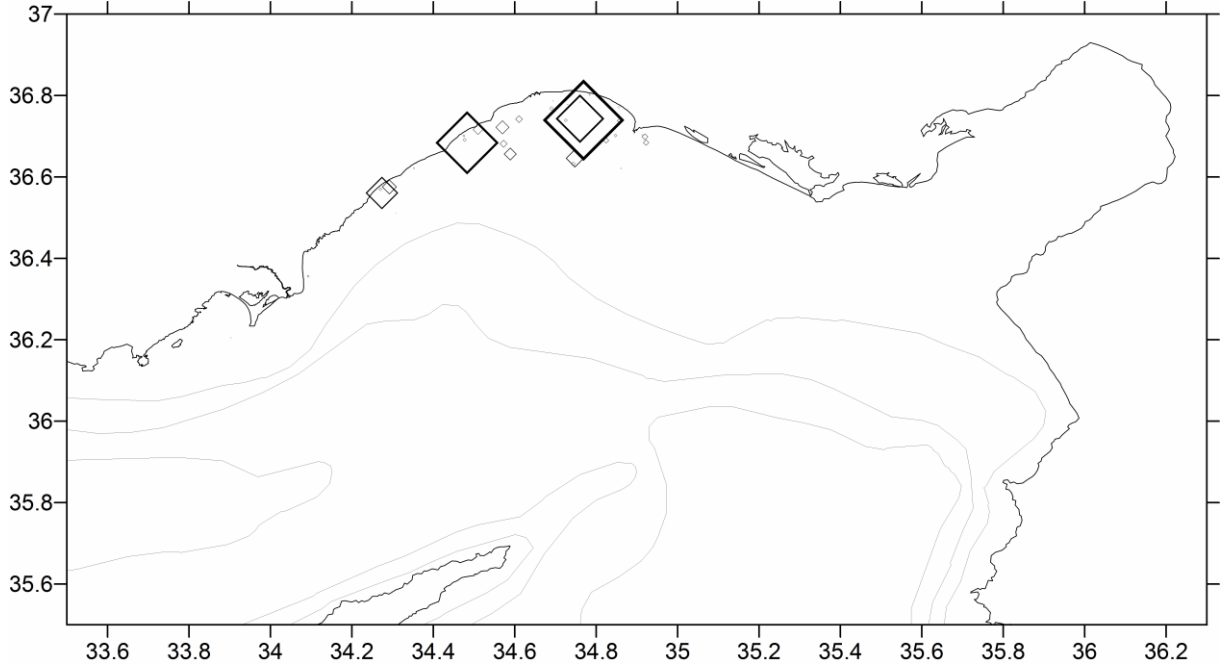
### ***Sardinella aurita***

Sarımsız sardalyanın yumurta atma dönemi olarak belirlenen zamandaki dağılım haritası Şekil 105'de sunulmuştur. En dikkat çekici yoğunlaşmanın Seyhan nehri ile Mersin şehir merkezi arasında olduğu görülmektedir. Bunun dışında bölgedeki diğer önemli tatlısu girdileri olan Göksu ve Ceyhan nehirlerinin ağızına yakın alanlarda da göreceli olarak daha küçük gruplar gözlenmiştir.

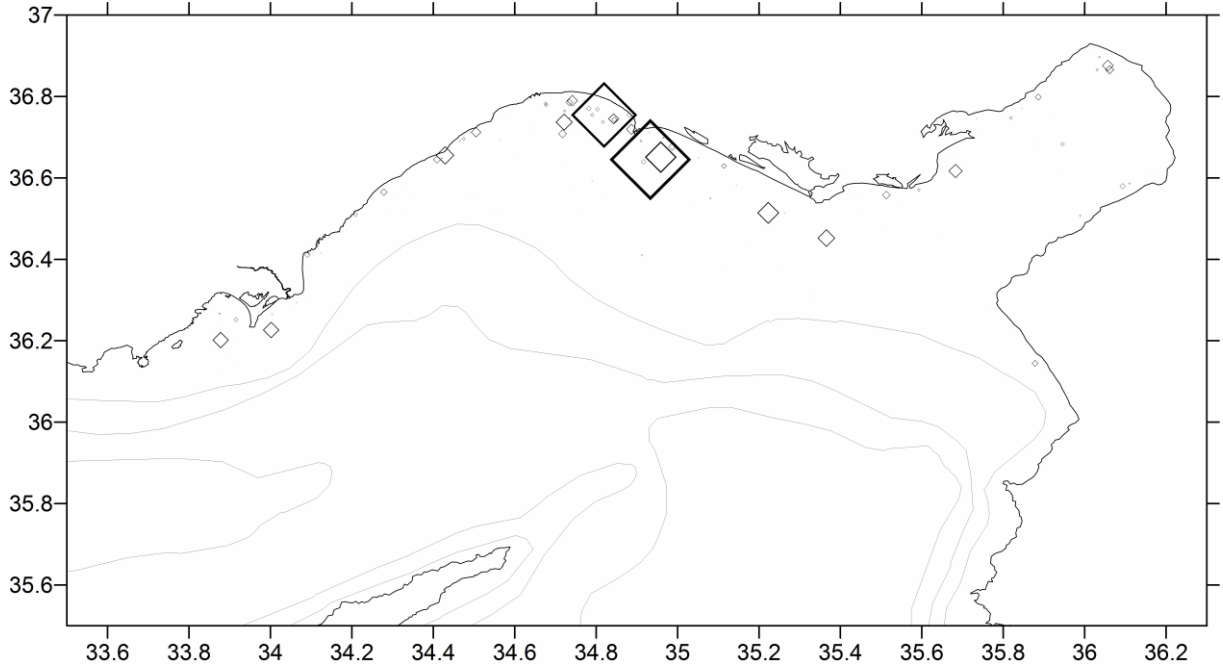


Şekil 105. *Sardinella aurita*'nın yumurtlama dönemindeki (Nisan -Haziran) göreceli dağılımı

Bu türün kışlama döneminde de hemen hemen aynı bölge içinde yoğunlaştığı gözlenmiştir ( Şekil 106). Aynı şekilde kışlama ve yumurtlama dönemleri dışındaki dağılımlarına bakıldığında da benzer, özellikle de yumurtlama alanına yakın bölgede dağılım gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 107). Bu benzerlik *S. aurita*'nın klasik habitat üçgeni içinde göç etmiyor olabileceğini; yıl boyunca aynı alanı kullanıyor olabileceğine ya da eğer bir göç varsa bile bunun kışlamak için sadece bir kaç millik bir kayma olarak çok küçük ve çalışmada kullanılan yöntemin sağlıklı olarak belirleyebileceği hassasiyetin altında bir alanda olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 106. *Sardinella aurita*'nın kışlama dönemindeki (Aralık-Mart) göreceli dağılımı



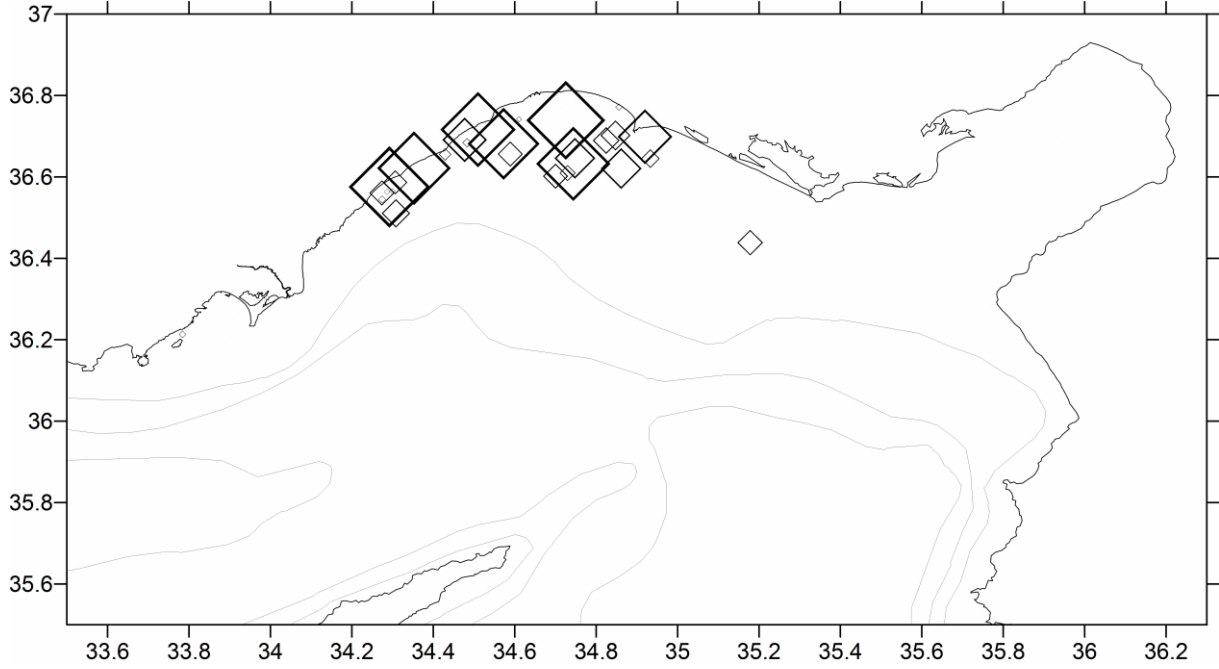
Şekil 107. *Sardinella aurita*'nın üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Temmuz-Aralık) göreceli dağılımı

### ***Sardina pilchardus***

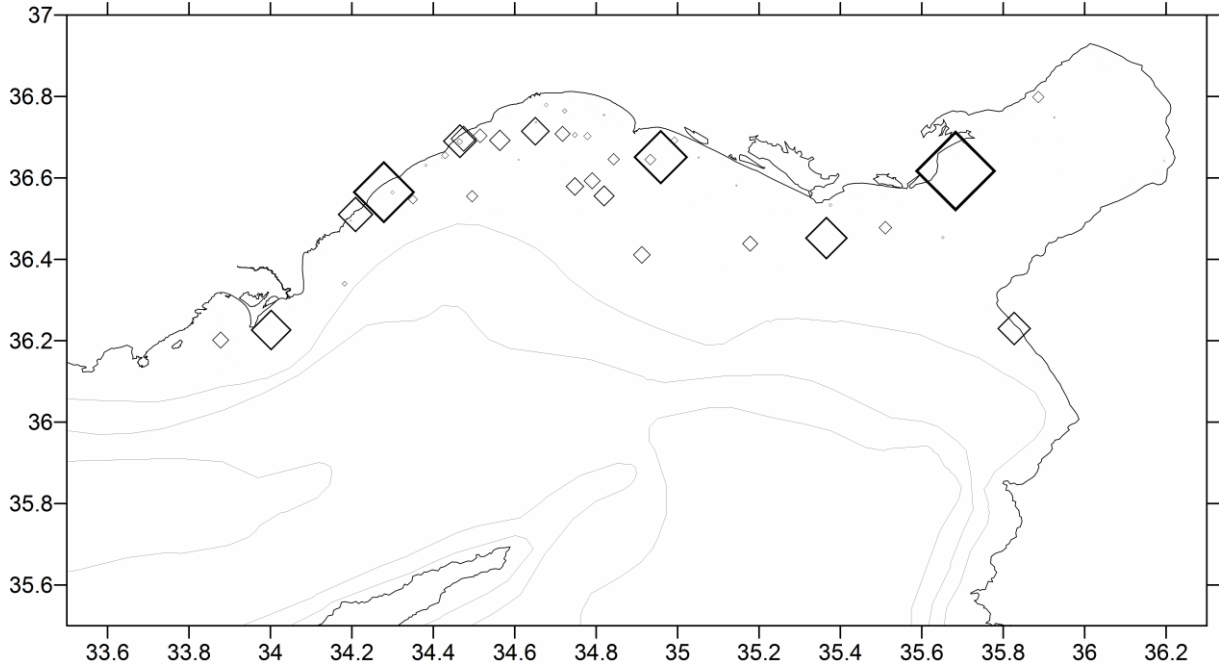
Bu türün üreme dönemindeki dağılımı Şekil 108'de, üreme dönemi dışındaki dağılımı ise Şekil 109'de verilmiştir. Bu iki harita karşılaştırıldığında üreme dönemi dışında Mersin Körfezinde 30 metre ve daha derin sularda hemen hemen homejen dağılmış olan türün, yumurtlama döneminde belli bir alanda yoğunlaştıkları görülmektedir. S.



*aurita*'nın yumurtlama alanı ile kıyaslandığında ise bu alanın *S.pilchardus*'un çok daha geniş bir bölgeyi kapsadığı ve diğer tür gibi dikkat çeken bir gruplaşma olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan kış yumurtlayıcısı olan bu tür için kışlama alanı ile yumurtlama alanları doğal olarak çakışmaktadır. Bunun dışında balıkların yoğunlaştıkları ayrıca bir beslenme alanı olmadığı, türün çalışma alanı içinde belli bir patern göstermeksizin dağıldığı gözlenmiştir.



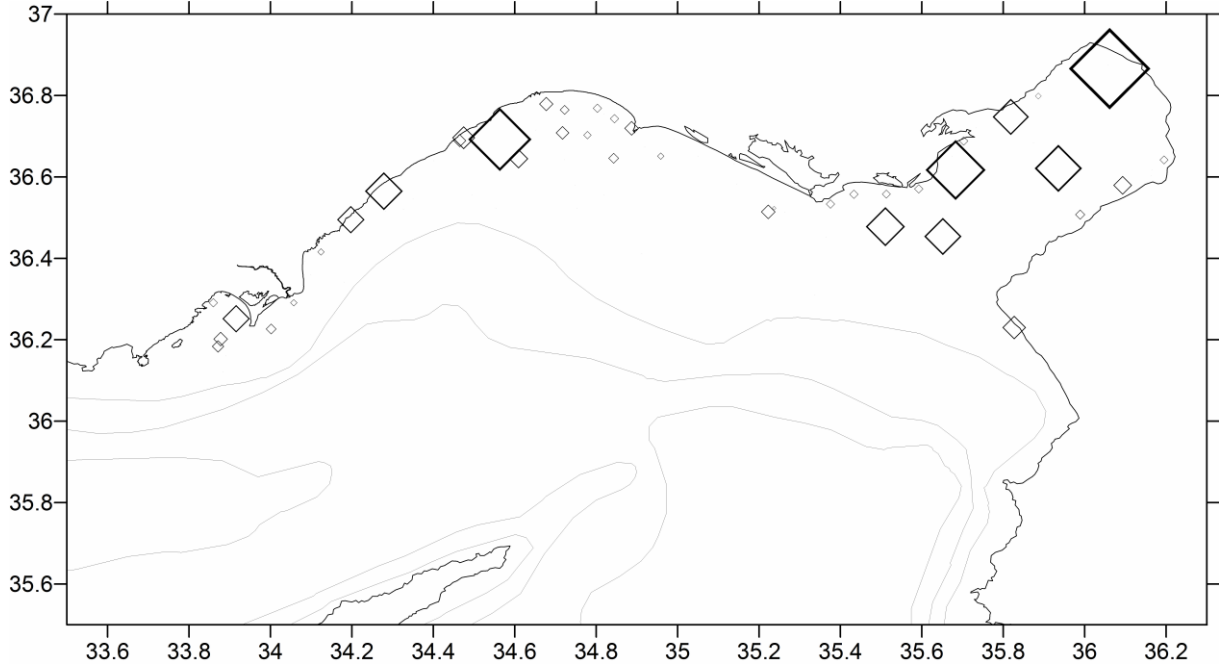
Şekil 108. *Sardina pilchardus*'un yumurtlama dönemindeki (Ocak-Şubat) dönemde göreceli dağılımı



Şekil 109. *Sardina pilchardus*'un yumurtlama dönemi dışındaki (Mart-Kasım) dönemde göreceli dağılımı

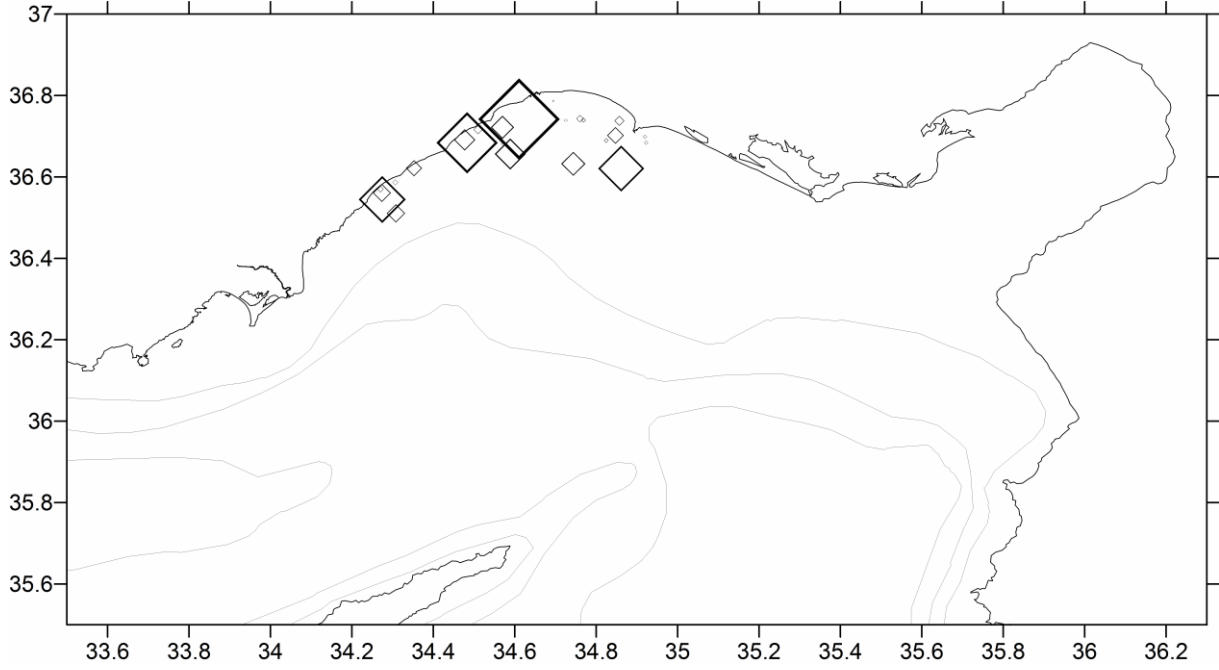
### ***Dussumieria elopsoides***

Lessepsian göçmenlerden olan bu tür, bölgenin baskın pelajik türü olan *S. aurita* ile aynı dönemde yumurta bırakmaktadır (Çizelge 21). Bu durum iki tür arasındaki rekabeti arttırmakta ve alan paylaşımını ön plana çıkartmaktadır. Yumurtlama dönemindeki dağılım haritası (Şekil 110) *D. elopsoides*'in bu dönemde Mersin körfezinden çok Iskenderun körfezinde göreceli olarak kalabalık gruplar oluşturduğunu göstermektedir. Bu dağılım *S. aurita* ile karşılaştırıldığında ise üreme döneminde alan paylaşımı oldukça net olarak görülmektedir.



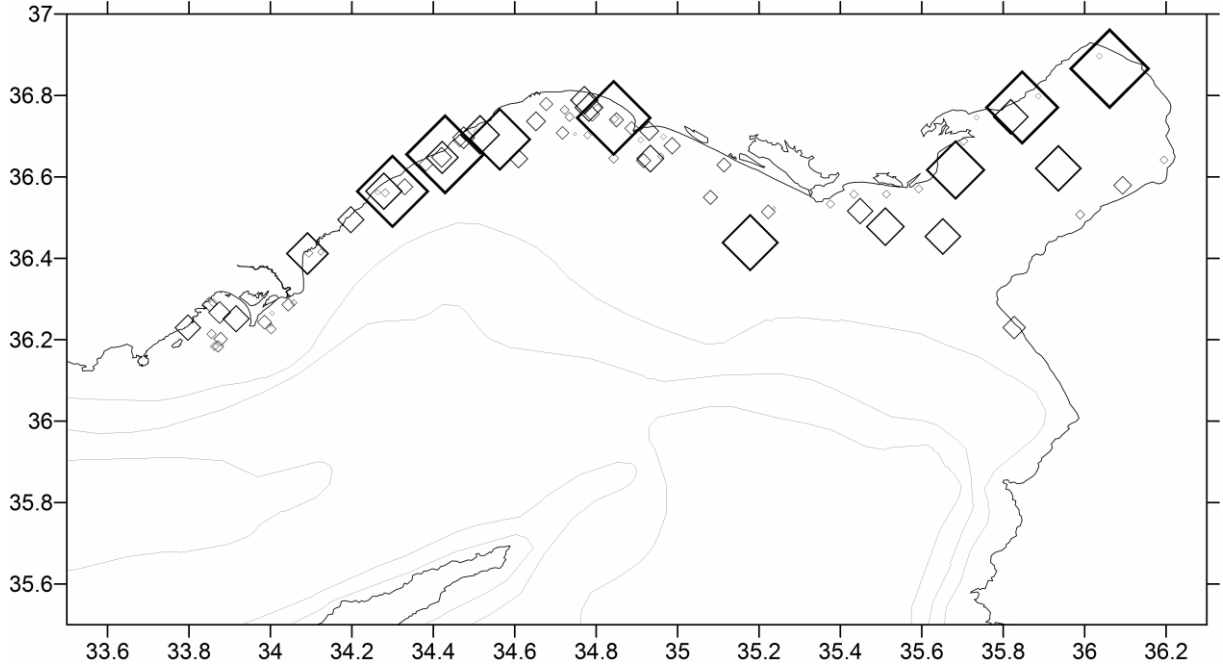
Şekil 110. *Dussumieria elopsoides*'nin yumurtlama dönemindeki (Haziran-Ağustos) göreceli dağılımı

Kışlama döneminde ise bölge genelinde üretimin düşmesi (Şekil 37) sonucunda Mersin şehrinin etkisiyle antropojenik kaynaklı girdilerin hala yüksek üretime olanak verdiği bölgeye doğru kayma olduğunu göstermektedir (Şekil 111). Bu dönemde tüm türlerin aynı alana yöneldiklerinden kışlama alanları çakışmış gibi bir görüntü sergilemese de sonuçlar bu dar alan içinde dahi alan paylaşımı olabileceğini düşündürmektedir. Örneğin *S. aurita*'nın yumurtlama dönemindeki alanının koruduğu, *D. elopsoides*'in ise bu alanın hemen batısında yoğunlaştığı *S. aurita*'nın dağılım alanına yaklaşımdan kaçındığı görülmektedir.



Şekil 111. *Dussumieria elopsoides*'nin kışlama dönemindeki (Aralık-Mart) göreceli dağılımı

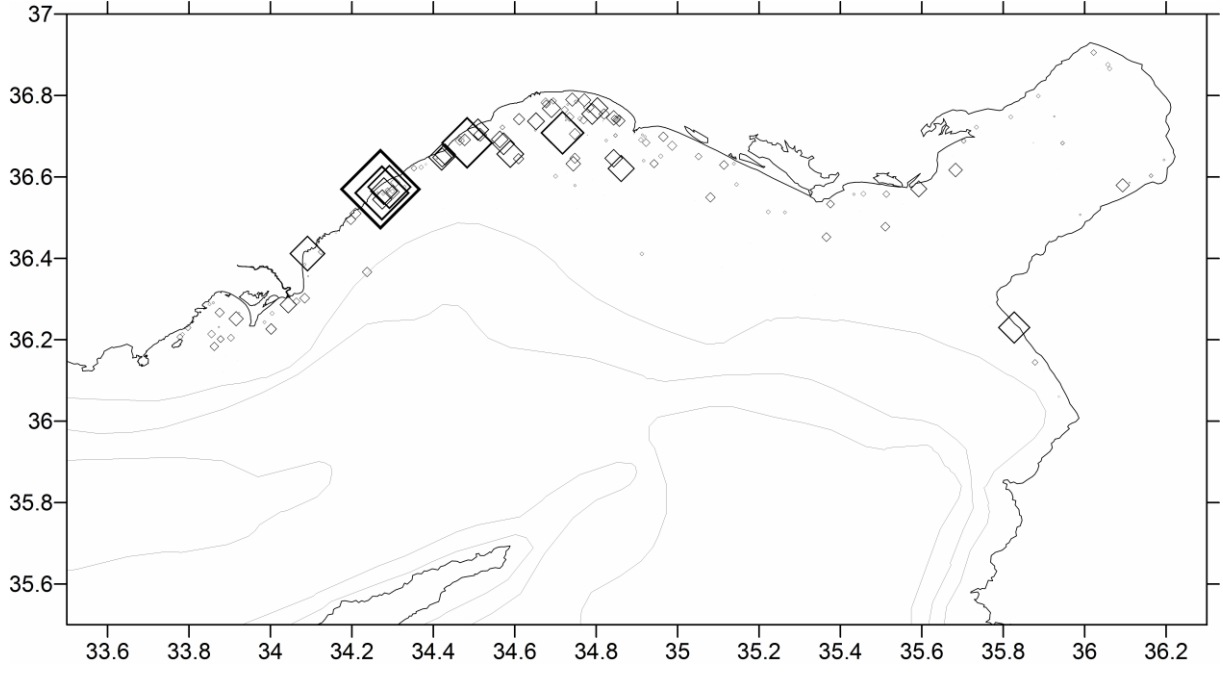
Türün yumurtlama ve kışlama dönemi dışında kalan dönemdeki dağılımı ise oldukça dikkat çekicidir (Şekil 112). Bölgedeki varlığı ilk kez 1983 yılında farkedilen tür (Gücü ve ark., 1994) geçen süre içinde kuzeydoğu Akdeniz ekosisteminde yerini almıştır. Yapılan örneklemelerde bu türün en yaygın lessepsian küçük pelajik tür olduğu ve diğer tüm pelajik balıklar içinde % 5.76'lık bir oran ile temsil edildiğini göstermektedir (Çizelge 6). Bu oran ekosisteme girişi bir asır bile olmamış bir tür için oldukça yüksek gibi görünse de bölgedeki lessepsian demersal balıkların tür kompozisyonu içinde ulaştıkları %70'lere varan çok yüksek oranlar dikkate alındığında önemsiz kalmaktadır. Özellikle batı Akdeniz'in genelindeki aşırı oligotrofik yapıya rağmen çalışılan alanın büyük ölçüde küçük pelajiklerin lehine ötrofik olduğu dikkate alınacak olursa küçük pelajik bir türün en az demersal hemşerileri kadar başarılı olması beklenir. Diğer taraftan tüm kuzeydoğu Akdeniz'de hemen hemen eş yoğunlukta dağılmış olması türün başarılı bir yayılımcı olduğunu; ancak buna karşı bölgedeki küçük pelajik balıkların can damarı konumunda olan Mersin körfezinde başka bir türün (*S. aurita*) hüküm sürmesi *D. elopsoides*'in başarısını engelleyen önemli bir etken gibi görünmektedir. Bu durum bölgenin balıkçılık ekosistemi açısından göz önünde bulundurulması gereken bir tehdittir. Sunulan sonuçlar şu an için hedef tür olan *S. aurita*'nın azalmaya başlaması durumunda *D. elopsoides*'in yerini alamak üzere hazır beklediği göstermektedir.



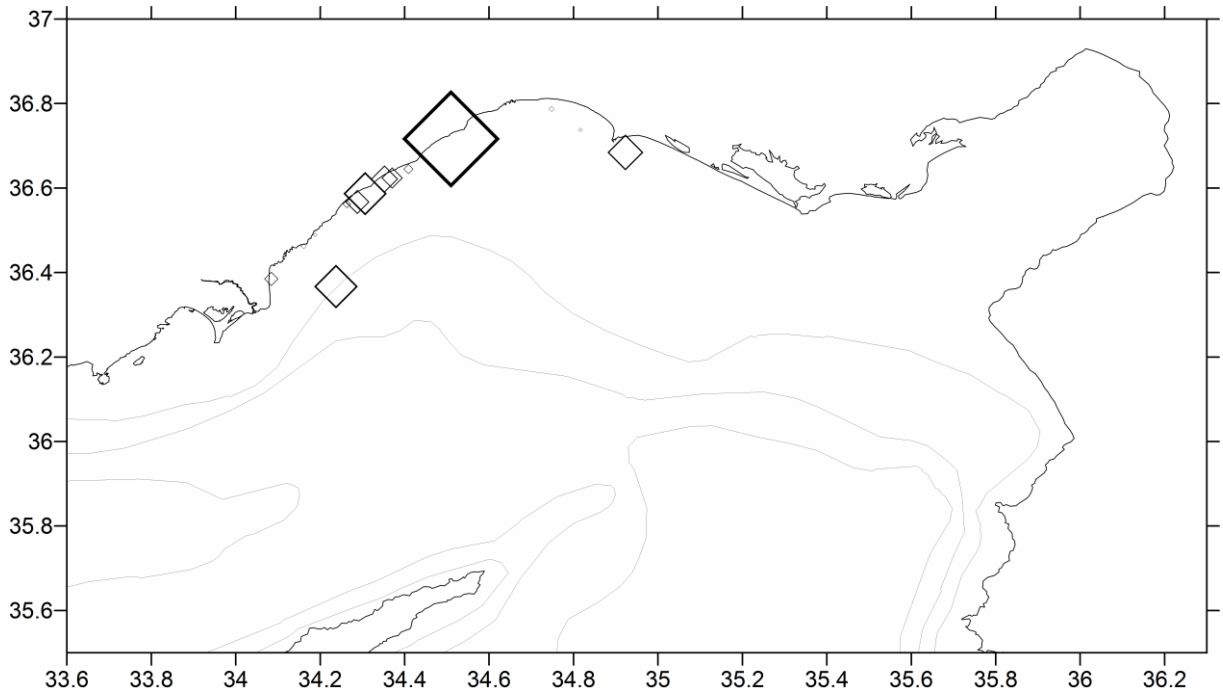
Şekil 112. *Dussumieria elopsooides*'nin üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Nisan-Mayıs ve Eylül- Ekim) göreceli dağılımı

### ***Trachurus mediterraneus***

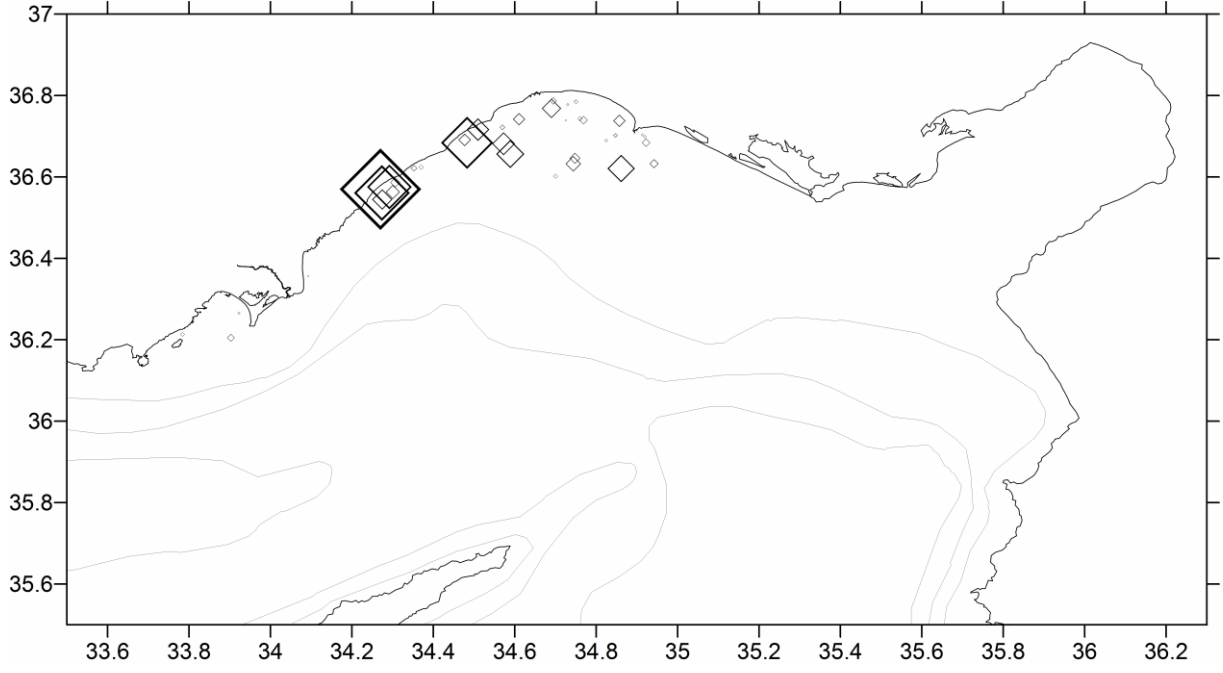
Bu tür bilindiği üzere kozmopolitan bir tür olup dağılım alanı çok geniştir. Çalışma alanında yapılan örneklemlerde de en sık rastlanan türlerdendir. Ancak örneklerde görüldükleri miktarda bölgesel farklar olduğu dikkat çekmiştir. Mevsim dikkate alınmaksızın hazırlanmış dağılım haritasında türün ağırlıklı olarak bölgenin batı kesiminde örneklendiği görülmektedir (Şekil 113). Bölgenin hidrografik özellikleri dikkate alındığında bu durumun bölgenin doğusu ve batısı arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir (Şekil 43). Aynı çerçeve içinde yumurtlama (Şekil 114) ve kışlama döneminde (Şekil 115) türün dağılımının bölgenin batısında yoğunlaştığı görülmektedir. Diğer taraftan üreme ve kışlama dönemleri dışındaki dağılımının çok daha geniş bir alanı kapsaması ise yine de yumurtlama ve kışlama için bölgesel tercihin olabileceğine işaret etmektedir (Şekil 116).



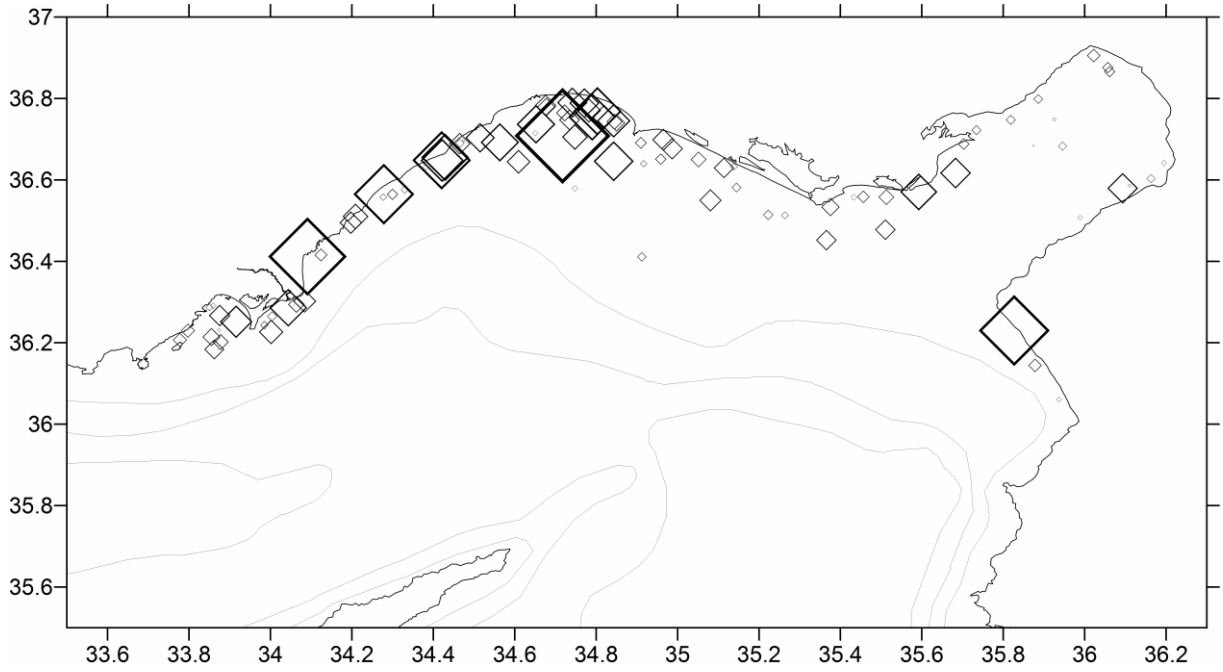
Şekil 113. *Trachurus mediterraneus*'un çalışma alanındaki dağılımı



Şekil 114. *Trachurus mediterraneus*'un yumurtlama dönemindeki (Mart-Nisan) göreceli dağılımı



Şekil 115. *Trachurus mediterraneus*'un kışlama dönemindeki (Aralık-Şubat) göreceli dağılımı



Şekil 116. *Trachurus mediterraneus*'un üreme ve kışlama dönemleri dışındaki (Mayıs-Kasım ) göreceli dağılımı

### Türlerin akustik yöntem sonuçlarına göre tahmin edilen biokütle ve bolluk değerleri

Bu projede uygulanan akustik yöntemin ana amacı küçük pelajik balıklara ait sürülerin tanımlanarak olası göç ve dağılım alanlarını ortaya koymaktır. O nedenle de deniz çalışmalarının takvimi ve taranan akustik hatlar bölgede bulunan küçük pelajik türlerin bolluk ve biokütle değerlerini tahmin etmek üzere tasarlanmamıştır. Yine de elde edilen akustik veriler kullanılarak hesaplama yapılmış ve Çizelge 23'te sunulmuştur.

Çizelge 23. Bölgede gözlenen önemli küçük pelajik türlerin sonbahardaki bolluk (adet/mil<sup>2</sup>) ve biokütle (ton/mil<sup>2</sup>) değerleri ve %95 güvenilirlik sınırları

TÜRLER	Bolluk (adet/mil <sup>2</sup> )	±%95 GS (adet/mil <sup>2</sup> )	Ort-Ağırlık (kg)	Biokütle (ton/mil <sup>2</sup> )	±%95 GS (ton/mil <sup>2</sup> )
<i>Sardinella aurita</i>	502e3	269e3	0.014	7.200	3.800
<i>Engraulis encrasicolus</i>	255e3	137e3	0.003	0.700	0.400
<i>Trachurus mediterraneus</i>	107e3	57e3	0.018	2.000	1.100
<i>Sardina pilchardus</i>	96e3	51e3	0.011	1.100	0.600
<i>Trachurus trachurus</i>	74e3	40e3	0.016	1.200	0.700
<i>Dussumieria elopsoidea</i>	60e3	32e3	0.014	0.800	0.400
<i>Etmureus teres</i>	31e3	17e3	0.010	0.300	0.200
<i>Scomber japonicus</i>	17e3	9e3	0.027	0.500	0.300
<i>Sardinella madarensis</i>	6e3	3e3	0.015	0.100	0.500
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	5e3	3e3	0.003	0.020	0.010
<i>Alepes djedaba</i>	5e3	2e3	0.022	0.100	0.050
<i>Trachurus picturatus</i>	2e3	1e3	0.008	0.020	0.010
<i>Caranx rhonchus</i>	2e3	8e2	0.027	0.040	0.020
<i>Caranx crysos</i>	1e3	6e2	0.065	0.100	0.040

### Türlerin dağılımına etki eden çevresel değişkenler

Çalışma kapsamında ele alınan 4 çevresel değişken olan derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve floresans'ın türlerin dağılımları üzerine etkileri önce DFA ile analiz edilmiş ancak analizin ayırttığı köklerin hiçbiri istatistik olarak önemli bulunmadığından (Çizelge 24) Genelleştirilmiş Eklemeli Model (Generalized Additive Model) uygulanmasına karar verilmiştir.

Çizelge 24. Türlerin dağılımda çevresel değişkenlerin etkisini incelemek için uygulanan Discriminant Foksiyonu Analizi sonuçları

Kök	Eigen- value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.435788	0.550925	0.576663	175.3332		0.000000
1	0.082983	0.276812	0.827966	60.1273	45	0.065147
2	0.058006	0.234149	0.896674	34.7366	28	0.177665
3	0.054089	0.226526	0.948686	16.7777	13	0.209665

GAM modeli belirleyici değişkenler ile hedef değişken arasında lineer ilişki yerine fonksiyonel bağıntıları dikkate aldığı DFA'ya oranla istatistiki olarak daha güvenilir sonuçlar vermiştir (Çizelge 25).

Çizelge 25. Türlerin dağılımda çevresel değişkenlerin etkisini incelemek için uygulanan GAM (Genelleştirilmiş Eklemeli Model) sonuçları – Gamma dağılımı ve log linking fonksiyonu kullanılmıştır.

Tür	Sapma	Gözlem sayısı	R kare (%)
<i>Engraulis encrasicolus</i> (a)	598	337	30.7
<i>Dussumieria elopsiodes</i> (b)	63.38	57	27.21
<i>Sardinella aurita</i> (c)	282.80	189	29.66
<i>Sardina pilchardus</i> (d)	26.48	57	65.44
<i>Sardina pilchardus</i> (e)	116.09	115	29.68
<i>Trachurus trachurus</i> (f)	1.39	18	93.79
<i>Trachurus trachurus</i> (g)	37.96	63	56.13
<i>Scomber japonicus</i> (h)	46.84	67	39.69
<i>Trachurus mediterraneus</i> (k)	30.94	71	39.23
m	88.24	118	19.84
n	23.88	53	66.00
p	10.19	35	55.25
r	192.57	196	35.99
<i>Trachurus mediterraneus</i> (w)	87.55	114	30.56

### ***Sardinella aurita***

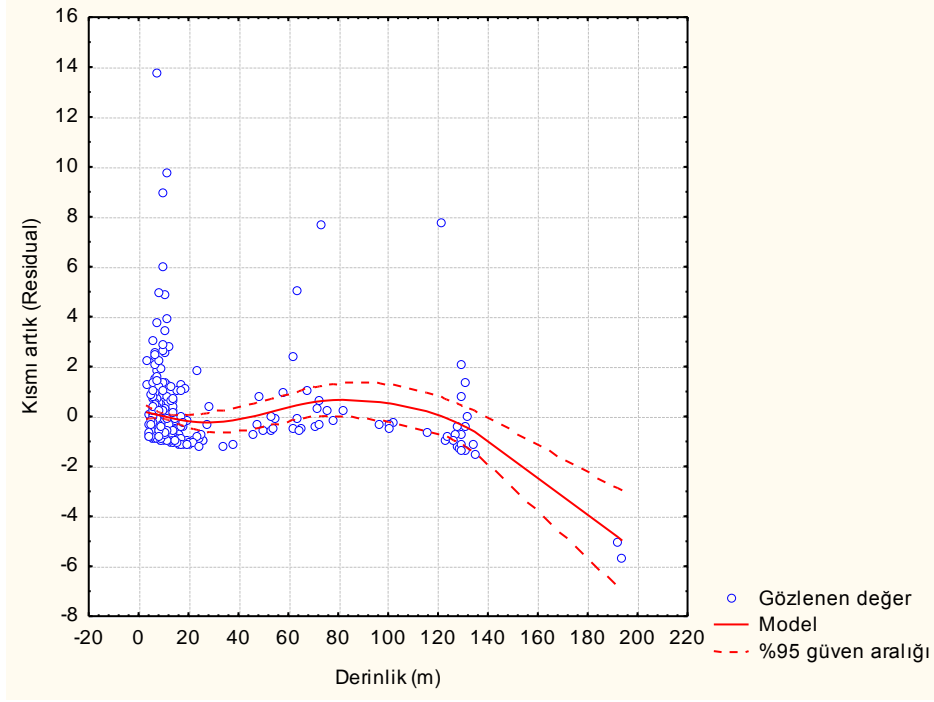
Bölgede en çok rastlanan tür olan *S. aurita*'nın dağılımına etki eden çevre değişkenlerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan GAM (Generalized Additive Model) sonucu Çizelge 25'de verilmiştir. Modele girilen 4 değişken içinden (derinlik, sıcaklık, tuzluluk, fluoresan) tuzluluğun etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna göre model derinlik, sıcaklık ve fluoresans ile dağılımın toplam varyansın %30'unu açıklayabilmiştir.

Çizelge 26. *Sardinella aurita* türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoresanın kısmi etkileri

Parametre	GAM coef.	Standard Error	Std. Score	Non-Linear p-value
Derinlik	-0.00393	0.003502	-1.12108	0.000025
Sıcaklık	-0.20860	0.066010	-3.16019	0.000001
<b>Tuzluluk</b>	<b>-0.10045</b>	<b>0.195158</b>	<b>-0.51473</b>	<b>0.177333</b>
Fluorescence	0.00550	0.000969	5.67679	0.006691

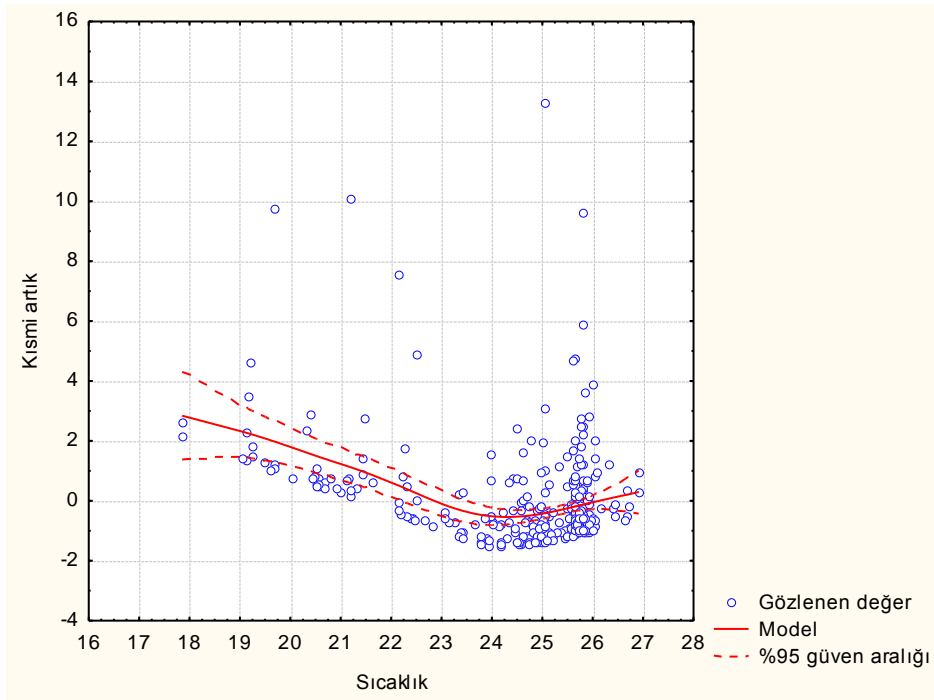
Derinliğin tür üzerine modellenen etkisi gözlem değerleri ile birlikte Şekil 117'de grafiklenmiştir. Bu ve bundan sonraki GAM grafiklerinin yorumlanmasında dikkat edilmesi gereken nokta GAM analizinde kullanılan tüm değişkenlerin etkisinin eklemeli (additive) olarak verilmekte olduğudur. Bu nedenle grafikteki model eğrisi sadece ilgili değişkenin kısmi etkisini gösterirken gözlem değerleri ise tüm değişkenlerin etkilerini barındırmaktadır. Bu nedenle de aynı grafik üzerinde model etkisinin %95 güven aralığı da verilmiştir. Güven aralığı modelde ilgili değişkenin kısmi etkisinin ne derece başarıyla tanımlandığını göstermektedir. Buna göre derinliğin *S. aurita* dağılımına çok sığ sularda pozitif etki yaptığı, 120 metre derinlikten sonra ise etkinin negatif olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken nokta türün sığ sularda daha fazla av vermesine karşın modelde derinliğin etkisi çok yüksek bulunmamıştır. Bu da sığ sulardaki dağılımda belirleyici olan değişkenin derinlik dışında bir değişken olabileceğini göstermektedir.





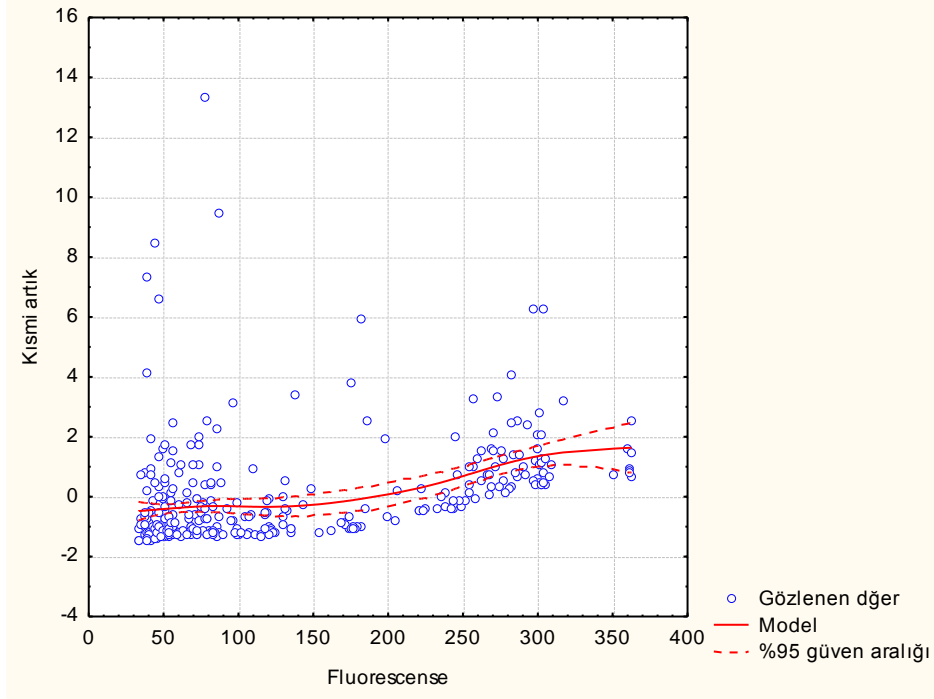
Şekil 117. GAM analizine göre derinliğin *S. aurita* dağılımı üzerine kısmi etkisi

Türün dağılımda sıcaklığın etkisine bakıldığında çalışma alanında gözlenen en düşük değer olan 17 °C dan itibaren 23 °C 'ye kadar etkinin pozitif olduğu ancak sıcaklık arttıkça etkinin de azaldığı; 23-26 °C arası etkinin negatife düştüğü daha sonra ise tekrar pozitif çıktığı görülmektedir (Şekil 118). Buradan çalışılan dönem içinde (Haziran ve Ekim) sıcak sever bir tür olarak bilinen *S. aurita*'nın dağılımına sıcaklığın beklendiği şekilde etki etmediği görülmektedir.



Şekil 118. GAM analizine göre sıcaklığın *S. aurita* dağılımı üzerine kısmi etkisi

Model sonucuna göre *S. aurita*'nın dağılımına en net etki yapan değişken fluorometredir (Şekil 119). Buna göre türün dağılımında besinin en önemli etken olduğu anlaşılmaktadır.



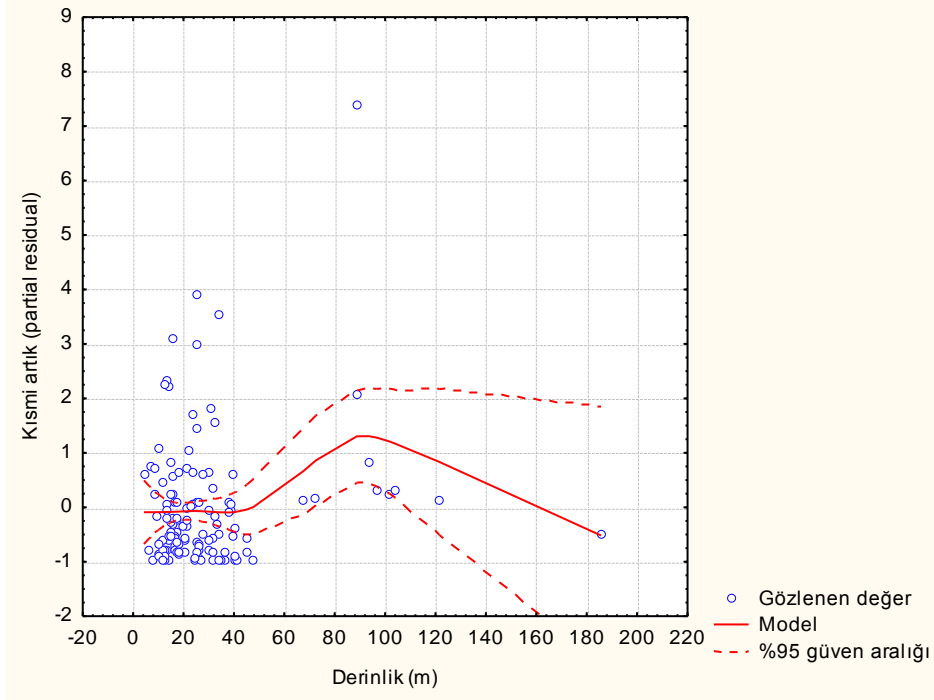
Şekil 119. GAM analizine göre klorofilin (fluoresans) *S. aurita* dağılımı üzerine kısmi etkisi

### ***Sardina pilchardus***

*Sardina pilchardus* türünün dağılımı ile ilgili olarak yapılan GAM analizinde sadece sıcaklık ve derinliğin önemli olduğu ve bu iki değişken dağılım varyansının %36'sını açıklayabilmiştir. Fluoresans *S. aurita*'da önemli bir etki yaparken bu türde ilişki olmaması dikkat çekicidir.

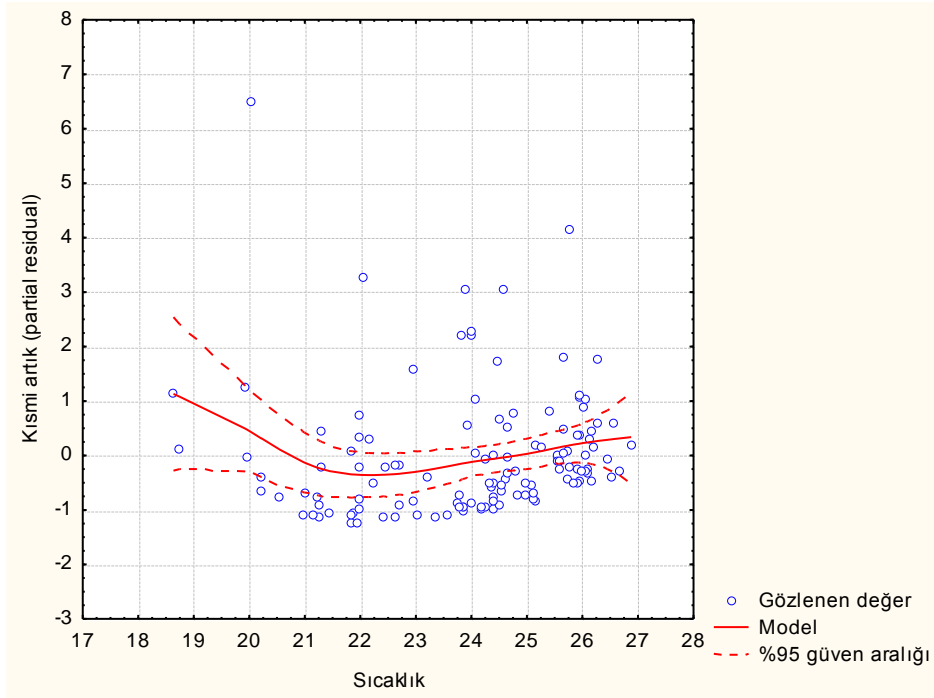
Çizelge 27. *S. pilchardus* türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoresansın kısmi etkileri

	<b>GAM coef.</b>	<b>Standard Error</b>	<b>Std. Score</b>	<b>Non-Linear p-value</b>
Depth	0.0078	0.0053	1.49	0.006
Temperature	0.0357	0.0769	0.46	0.029
<b>Salinity</b>	<b>0.0716</b>	<b>0.6680</b>	<b>0.11</b>	<b>0.512</b>
<b>Fluorescence</b>	<b>-0.0032</b>	<b>0.0037</b>	<b>-0.88</b>	<b>0.240</b>



Şekil 120. GAM analizine göre derinliğin *S. pilchardus* dağılımı üzerine kısmi etkisi

Derinlik ile olan ilişkide 40 metreye kadar olan sığ sularda derinliğin negatif etki yaptığı, bu derinlikten sonra ise dağılım üzerinde giderek artan pozitif etki yaptığı görülmektedir (Şekil 120). Modele göre düşük sıcaklıklar dağılımı pozitif etkilerken artan ısı ile etki azalmakta ve 20 °C'den sonra etki negatife dönmektedir (Şekil 121).



Şekil 121. GAM analizine göre sıcaklığın *S. pilchardus* dağılımı üzerine kısmi etkisi

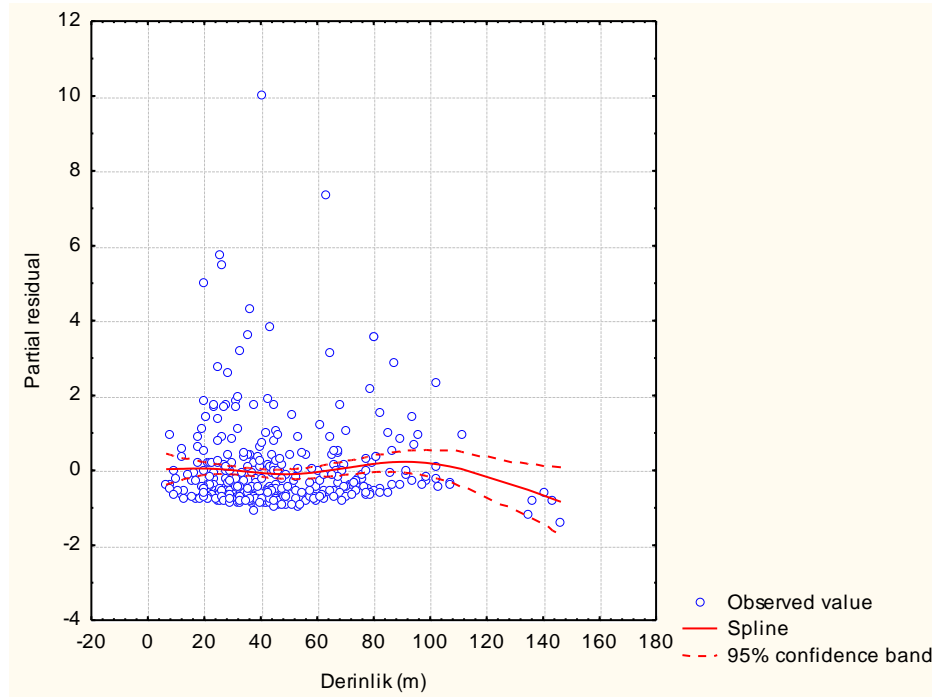
Sonuçlar değerlendirildiğinde üretim açısından zengin suların sıcak-sever *S. aurita* tarafında sahiplenilmesi nedeni ile *S.pilchardus*'un biyolojik gereksinimlerine uygun olarak derin, soğuk sulara çekildiği sonucu çıkartılabilir.

### ***Trachurus mediterraneus***

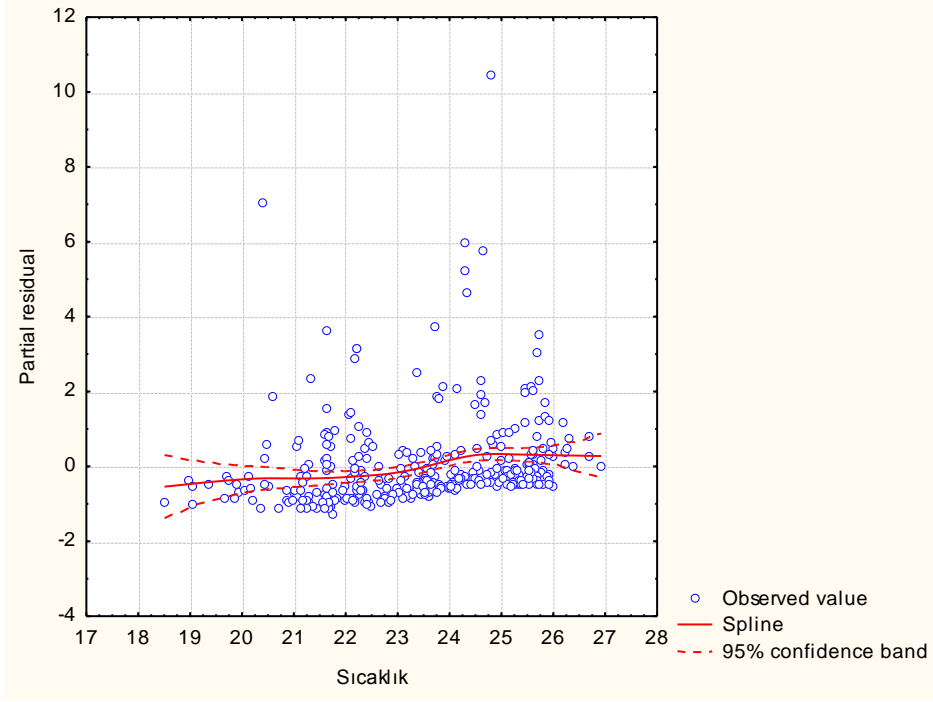
*T.mediterraneus* türünün dağılımında incelenen çevresel değişkenlerin çok fazla etkisi olmadığı görülmektedir. Her ne kadar derinlik, sıcaklık ve tuzluluğun etkileri önemli bulunsa da (Çizelge 28) bu 3 değişken dağılım varyansının sadece %13'ünü açıklayabilmiştir (Çizelge 25). Derinlik, sıcaklık ve tuzluluğa ait model sonuçları Çizelge 28'te sunulmuştur.

Çizelge 28. *T. mediterraneus* türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve fluoresanin kısmi etkileri

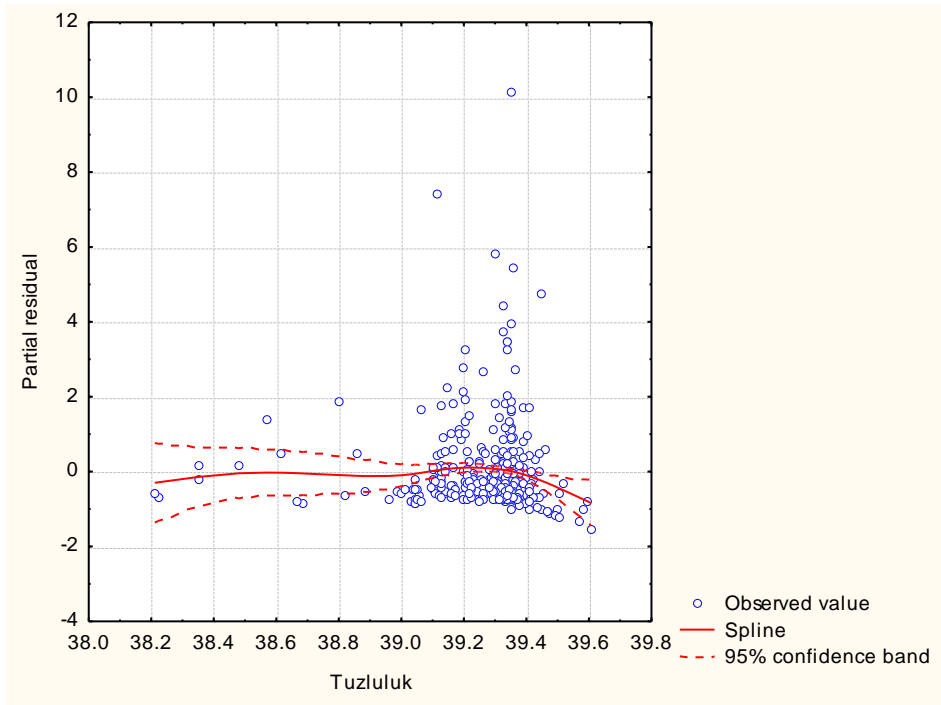
	<b>GAM coef.</b>	<b>Standard Error</b>	<b>Std. Score</b>	<b>Non-Linear p-value</b>
Depth	-0.000110	0.00246	-0.04458	0.024422
Temperature	0.146171	0.03950	3.70034	0.028093
Salinity	-0.115192	0.31922	-0.36086	0.025700
Fluorescence	-0.011640	0.00231	-5.04909	0.091187



Şekil 122. GAM analizine göre derinliğin *T. mediterraneus* dağılımı üzerine kısmi etkisi



Şekil 123. GAM analizine göre sıcaklığın *T. mediterraneus* dağılımı üzerine kısmi etkisi



Şekil 124. GAM analizine göre tuzluluğun *T. mediterraneus* dağılımı üzerine kısmi etkisi

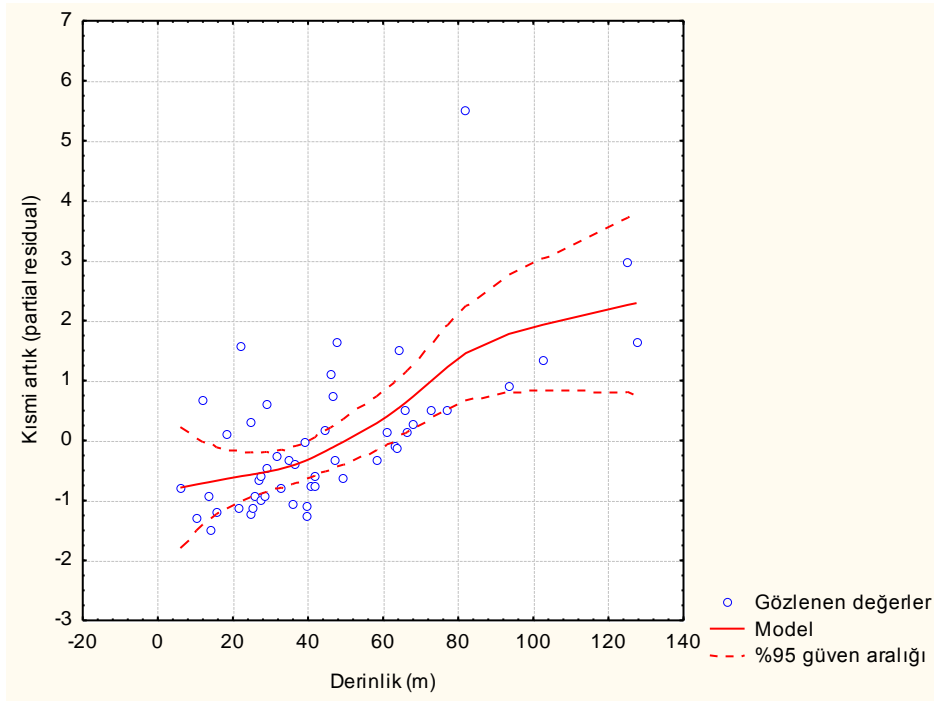
### *Trachurus trachurus*

Bölgede gözlenen istavrit türleri içinde en derinde bulunan *T. trachurus*'un dağılımı uygulanan model ile oldukça yüksek bir yüzde ile sonuç vermiştir. Dağılımın %79'u derinlik, sıcaklık ve tuzluluk ile açıklanmıştır. Floresans'ın model tarafından belirlenen etkisi istatistik olarak önemli değilken, derinliğin etkisi ise %95 sınırındadır.

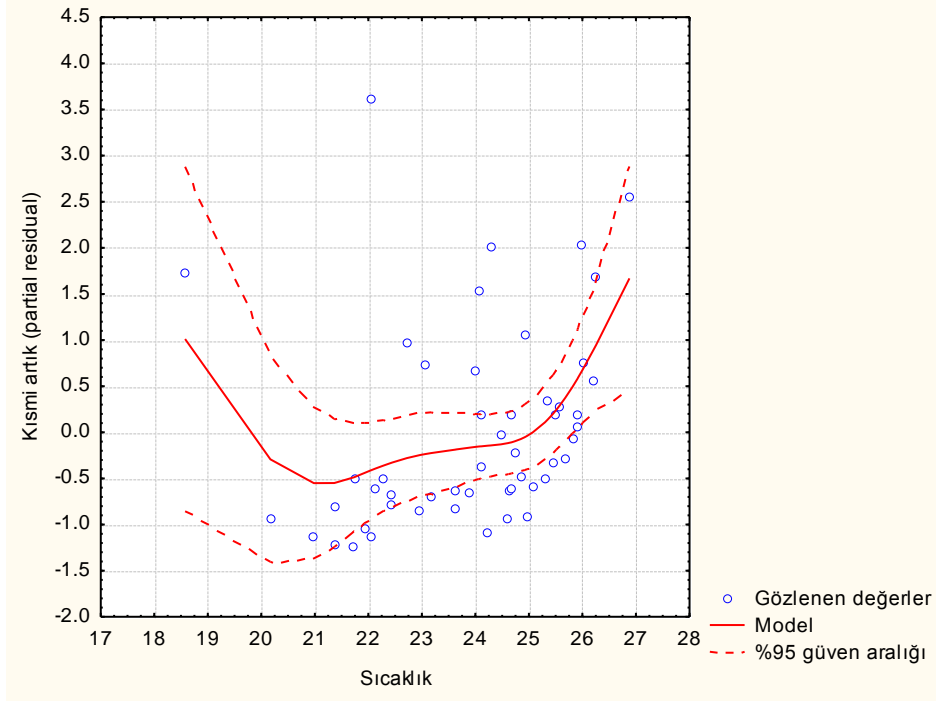
Çizelge 29. *T. trachurus* türünün dağılımında derinlik, sıcaklık, tuzluluk ve floresanın kısmi etkileri

	<b>GAM coef.</b>	<b>Standard Error</b>	<b>Std. Score</b>	<b>Non-Linear p-value</b>
Depth	0.032187	0.00721	4.46647	0.053743
Temperature	0.281298	0.12086	2.32751	0.000869
Salinity	-0.300789	0.58488	-0.51428	0.017738
Fluorescence	-0.015057	0.00468	-3.22049	0.900050

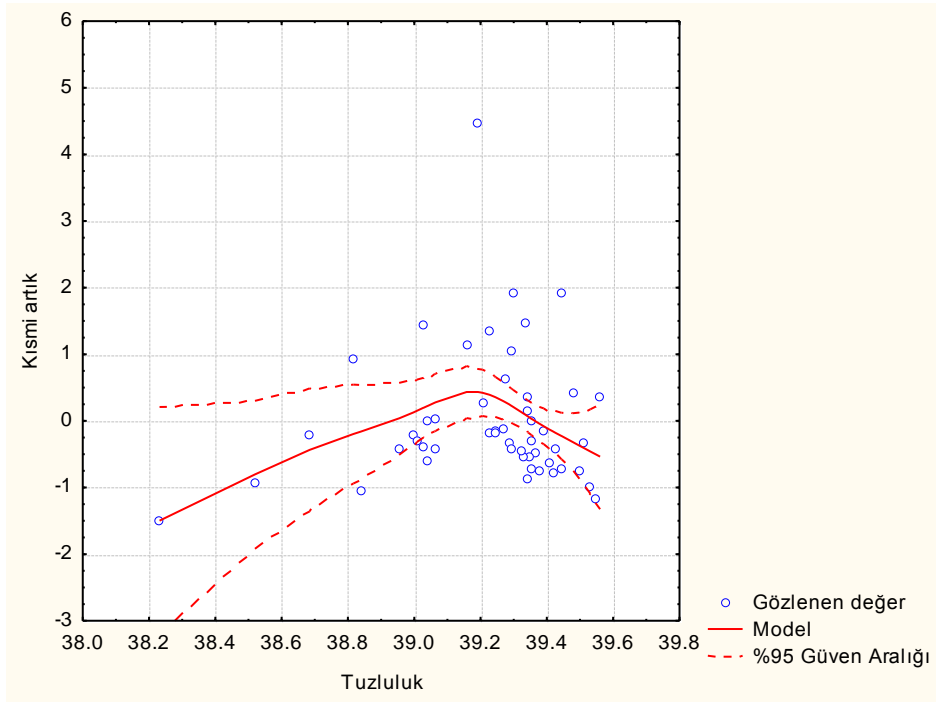
Beklendiği üzere derinlik arttıkça dağılım üzerine pozitif etki yapmaktadır (Şekil 125). Özellikle 50 metrenin altındaki bölgede etki daha da artmaktadır. Ortalamanın üstünde ve altındaki sıcaklıklar sonuçlara pozitif etki yaparken orta değerlerin modele etkisi negatiftir (Şekil 126). Tuzluluk ise sıcaklığın tersine ortalaya yakın değerlerde pozitif, uç değerler de ise negatif etki yapmaktadır (Şekil 127).



Şekil 125. GAM analizine göre derinliğin *T. trachurus* dağılımı üzerine kısmi etkisi



Şekil 126. GAM analizine göre sıcaklığın *T. trachurus* dağılımı üzerine kısmi etkisi



Şekil 127. GAM analizine göre tuzluluğun *T. trachurus* dağılımı üzerine kısmi etkisi

### Stok değişkenleri

Projenin hedeflerinden biri olan stokların durumunun balıçılık açısından değerlendirilebilmesi için uygulanan analizlere girdi sağlamak amacıyla aşağıdaki tahminler yapılmıştır

### **Balıkların boy dağılımları ve von Bertalanffy büyüme fonksiyonu değişkenleri**

Çalışma alanında dağılım gösteren balıkların mevsimlik salınımlı von Bertalanffy büyüme fonksiyonunu (vBGF) takip ettikleri kabul edilmiş ve büyüme parametreleri çalışmaya dahil edilen balıkların Aralık 2008 – Haziran 2011 dönemi içinde elde edilen aylık boy-frekans dağılımları tertiplerin zamana göre değişimi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ancak çalışma boyunca yakalanmış olan toplan 17 tür küçük pelajik balık türünün 7 tanesi için vBGF'nuna uygun örnek elde edilememiş ve yaygın olarak gözlenen türler için hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 30'da özetlenmiştir.



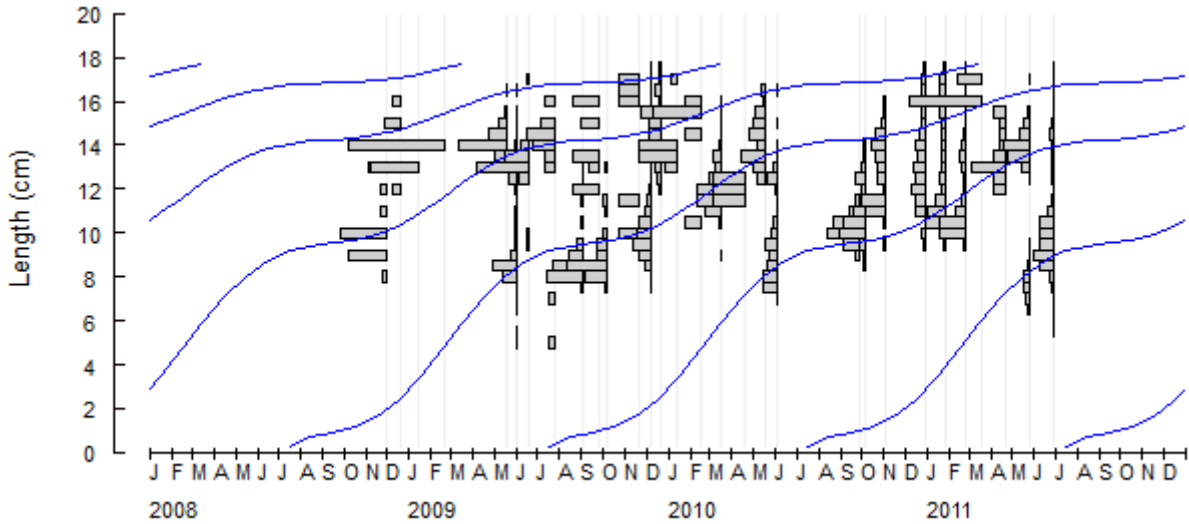
Çizelge 30. Bazı önemli küçük pelajik balık türleri için hesaplanmış mevsimlik salınımlı von bertalanffy büyüme modeli sabitleri

Tür	$L_{\infty}$	K	C	$t_0$	WP	SS	SL
<i>Alepes djadaba</i>							
<i>Caranx crysos</i>							
<i>Caranx rhoncus</i>							
<i>Decapterus ruppelli</i>							
<i>Dussumieria elopsooides</i>	19.4	0.5	0.5	-0.43	0.1	29	6
<i>Engraulis encrasicolus</i>	17.0	0.60	0.8	-0.30	0.7	6	4.5
<i>Etrumeus teres</i>	20.0	0.9	0.8	-0.28	0.1	2	5
<i>Herklotsichthys punctatus</i>							
<i>Sardina pilchardus</i>	20.0	0.60	0.8	-0.28	0.7	6	8.5
<i>Sardinella aurita</i>	25.0	0.25	1.0	-0.82	0.8	9	6.5
<i>Sardinella maderensis</i>							
<i>Scomber japonicus</i>	32.0	0.6	-	-0.24	-	1	6.0
<i>Trachurus mediterraneus - 1</i>	27.5	0.70	0.2	-0.20	0.2	4	5.0
<i>Trachurus mediterraneus - 2</i>	27.5	0.70	0.2	-0.20	0.2	11	4.5
<i>Trachurus picturatus</i>							
<i>Trachurus trachurus</i>	29.0	0.36	0.6	-0.48	0.6	1	4.0

\*) Boy-frekans dağılımları üzerinden tertip mod değerlerinin zamana bağlı olarak izlenmesine dayalı bu yöntemde (modal progression analizi) ve özellikle de mevsimlik salınımlı vBGF modelinde  $t_0$  değerinin doğrudan hesaplanması mümkün değildir. Burada verilen  $t_0$  değerleri Pauly'nin (1979) önerdiği  $\log(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log L_{\infty} - 1.038 \log K$  ampirik ilişkisi ve kullanılan boy-frekans dağılımlarından bağımsız olarak hesaplanmıştır.

#### Sardalya - *Sardina pilchardus*

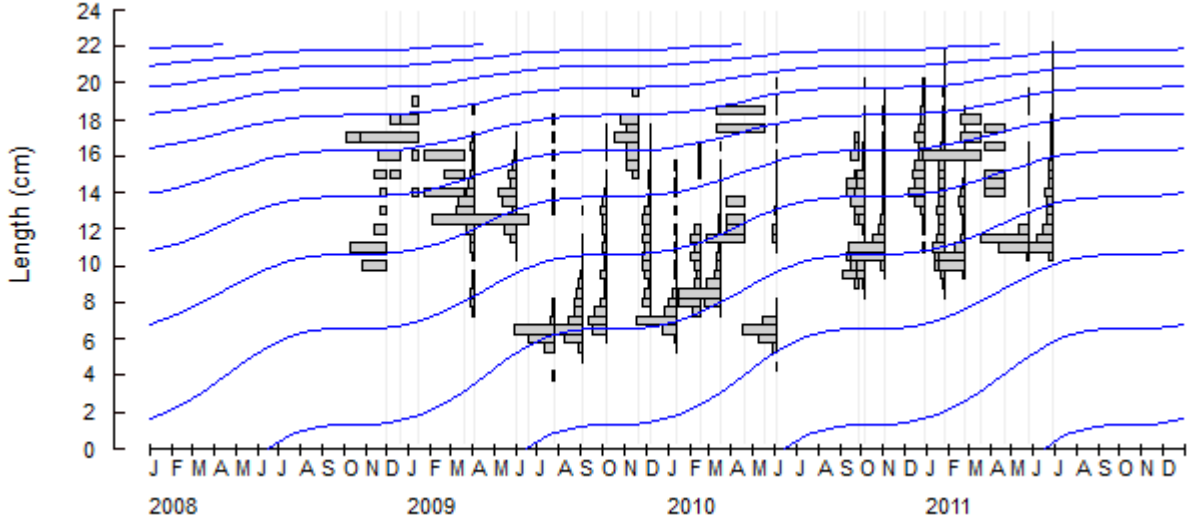
Bu türe ait aylık boy-frekans grafikleri ve bu seriye uygun büyüme eğrisi Şekil 128'de verilmiştir, büyüme fonksiyonunun parametreleri Çizelge 30'da sunulmuştur.



Şekil 128. *Sardinella pilchardus* türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi

### Sarıköz Sardalya - *Sardinella aurita*

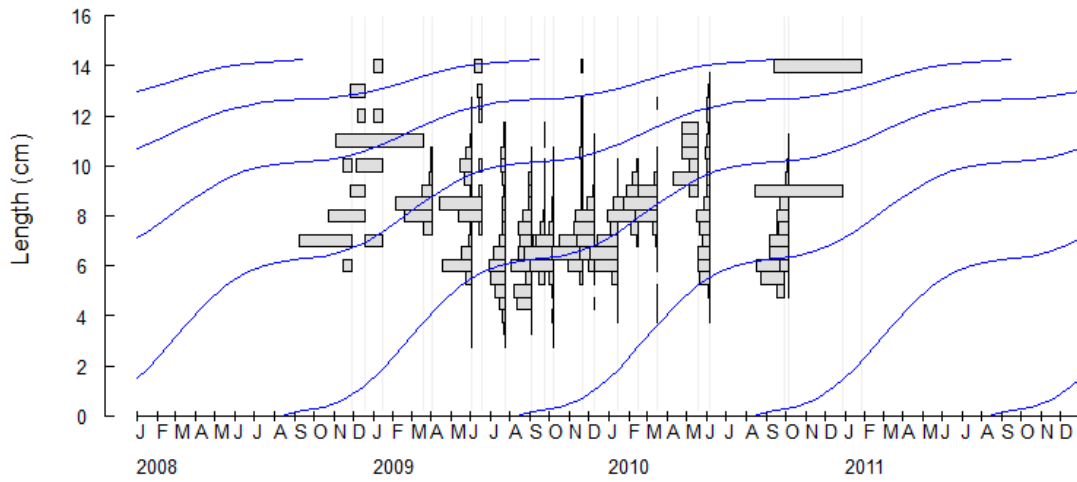
Bu türe ait aylık boy-frekans grafikleri ve bu seriye uygun büyüme eğrisi Şekil 129'de verilmiştir, büyüme fonksiyonunun parametreleri Çizelge 30'da sunulmuştur.



Şekil 129. *Sardinella aurita* türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi

### Hamsi – *Engraulis encrasicolus*

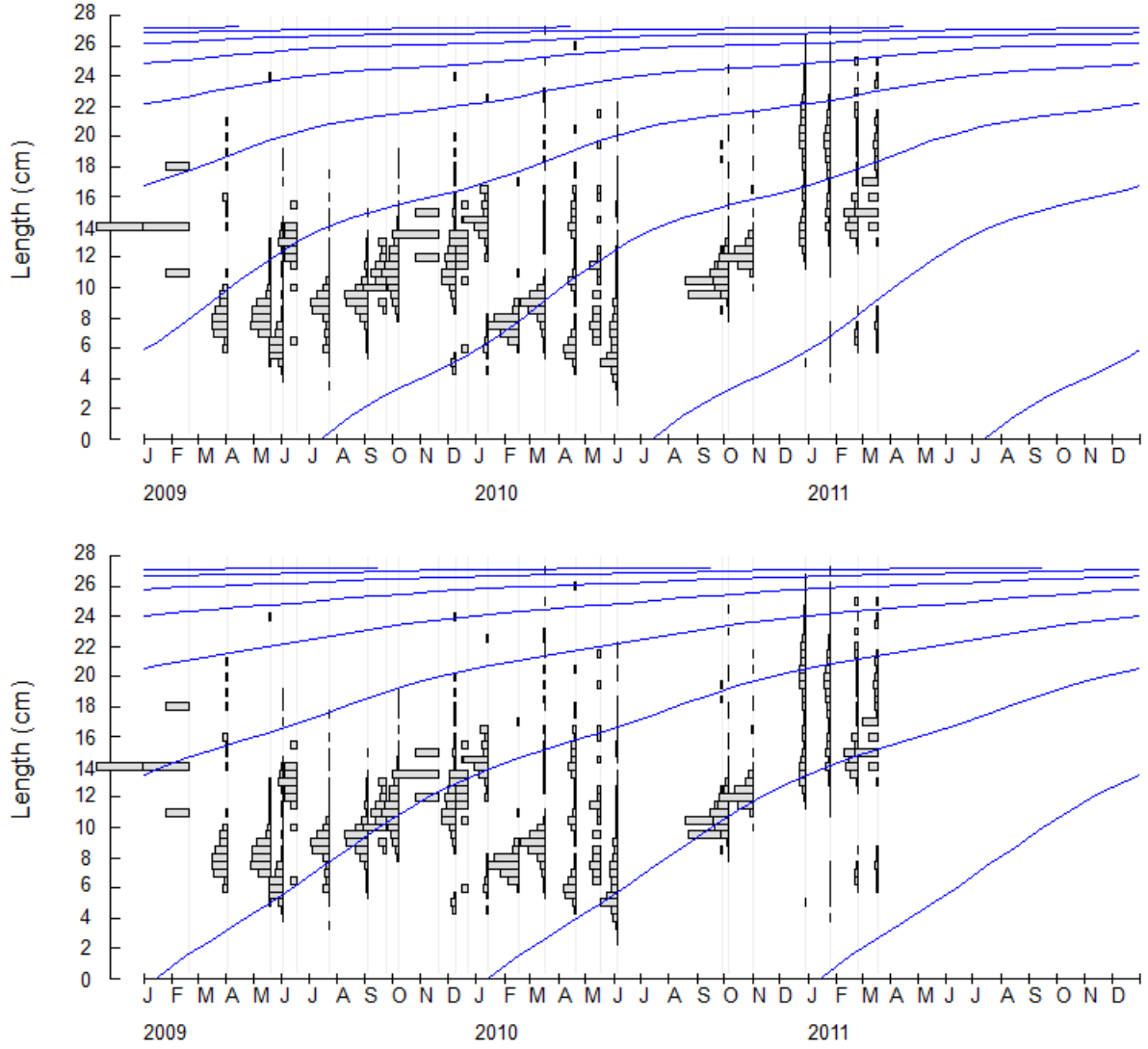
Bu türe ait aylık boy-frekans grafikleri ve bu seriye uygun büyüme eğrisi Şekil 130'de verilmiştir, büyüme fonksiyonunun parametreleri Çizelge 29'da sunulmuştur.



Şekil 130. *Engraulis encrasicolus* türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi

### İstavrit - *Trachurus mediterraneus*

*Trachurus mediterraneus* için yapılan büyüme analizlerinde bir yılda bu türe ait birden fazla tertip olduğu dikkat çekmiştir (Şekil 131). Bu grafiklere göre tertiplerden biri Aralık ayında diğeri ise Haziran ayında stokta görülmeye başlamaktadır. Bu durum GSI değerleri ile de uyumludur. Mart sonu Nisan başında atılan yumurtalardan çıkan genç bireylerin Haziran'da, Eylül sonunda atılan yumurtadan çıkan bireylerin de Aralık'ta stokta gözlenmesi son derece doğaldır. Her iki tertibe ait büyüme parametreleri Çizelge 29'da sunulmuştur.

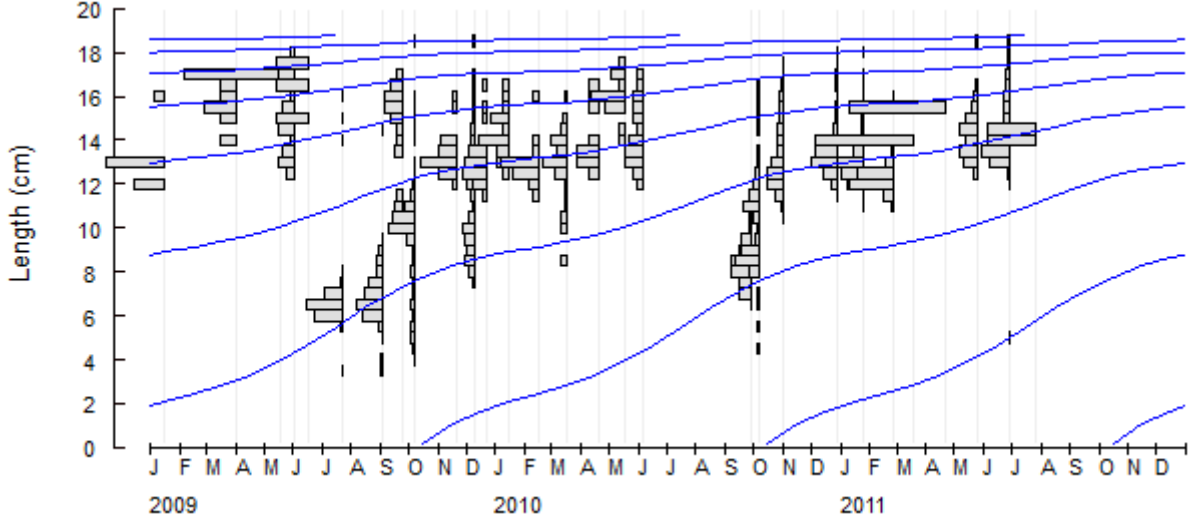


Şekil 131. *Trachurus mediterraneus* türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi

### Sivriburun sardalya - *Dussumieria elopsoides*

Bu türe ait boy-frekans dağılımları Şekil 132'de verilmiştir. Bu grafiklerden de görüleceği üzere bu türün genç bireyleri avda yaz ortasında görülmeye başlamaktadır. Bu durum GSI analiz sonuçları ile son derece uyumludur.

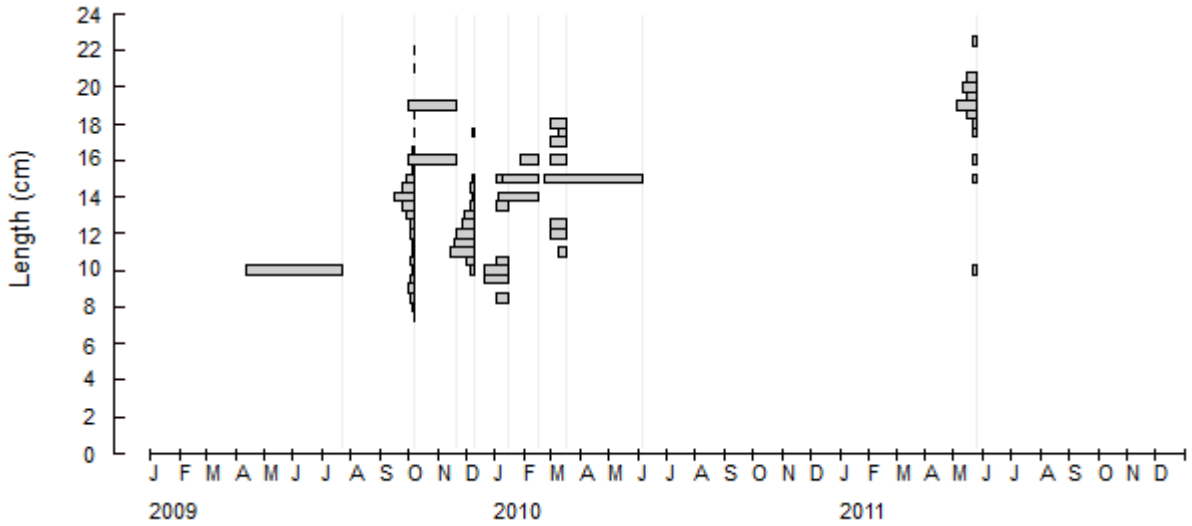
Bu bireylerin yaz sonunda çok hızlı büyüdükleri; ancak kışın başlaması ile birlikte büyümenin durma noktasına geldiği görülmektedir. Bu türe ait büyüme parametreleri Çizelge 29'da sunulmuştur.



Şekil 132. *Dussumieria elopsoides* türüne ait boy-frekans grafikleri ve mevsimsel salınımlı von Bertalanffy büyüme eğrisi

#### Denizanası tralı - *Alepes djadaba*

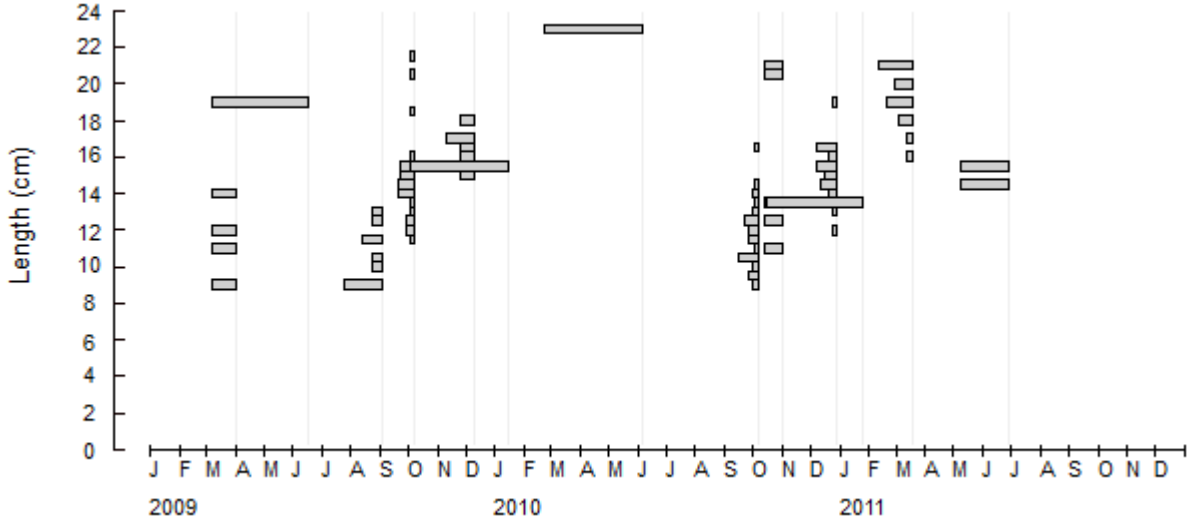
Bu tür bölgede dönem dönem görülen ve çok yüksek biokütle değerlerine ulaşan lesepasian denizanası *Rhopilema nomadica* ile birlikte artmaktadır. Onun dışında kalan dönemlerde ise çok az görülmektedir. Bu türe ait boy dağılımı Şekil 133'de verilmiştir. Bu veriler büyüme parametrelerinin hesaplanması için yeterli değildir.



Şekil 133. Tüm seferlerde örneklenen *Alepes djadaba* (Denizanası tralı) ait boy-frekans dağılımı

### Kambur tral - *Caranx crysos*

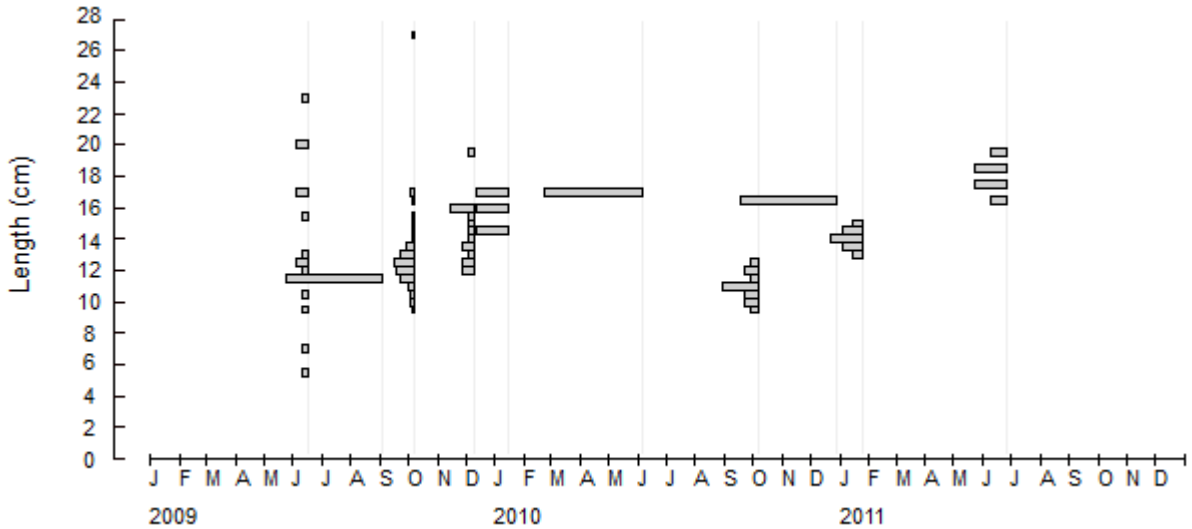
Hızla değişen kuzeydoğu Akdeniz ekosisteminde yeni türeyen türlerden biridir. Son yıllarda sayısında artma olmuştur. Özellikle Iskenderun Körfezinin dip kısımlarında *T. trachurus*'un yerini alabileceği düşünülmektedir. Trol örneklemelerinde büyük miktarlarda yakalanmamaktadır. Boy frekans dağılımı Şekil 134'da verilen bu tür için elde edilen veriler büyüme parametrelerinin hesaplanması için yeterli değildir.



Şekil 134. Tüm seferlerde örneklenen *Caranx crysos* - Kambur tral ait boy-frekans dağılımı

### Tral - *Caranx rhoncus*

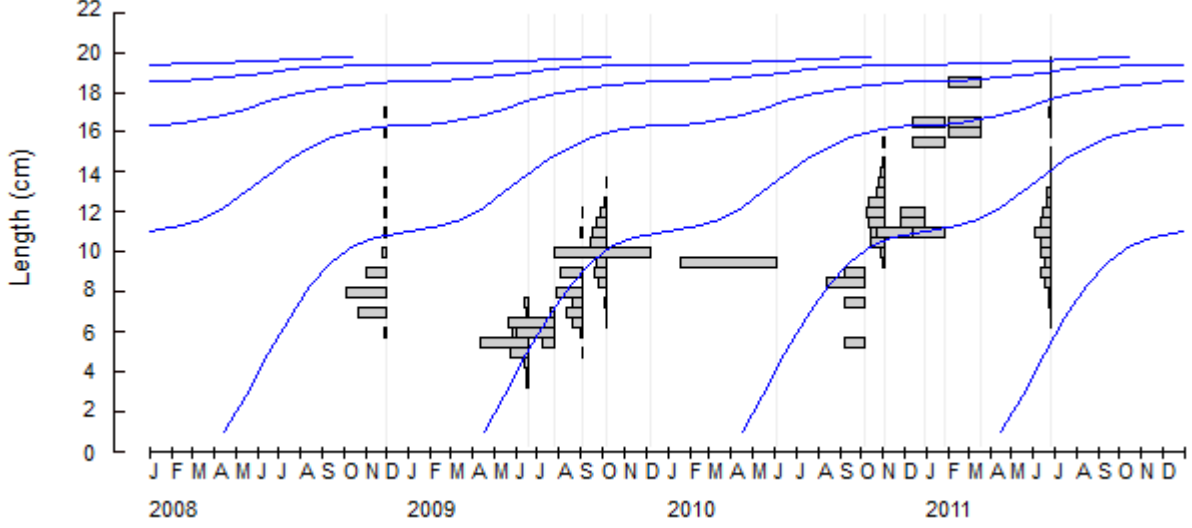
İstavrite çok benzeyen bu tür de örneklemelerde sık görülen ancak küçük miktarlarda bulunan bir türdür. Bu nedenle boy-frekans verilerinden sağlıklı sonuçlar elde edebilmek mümkün olmamıştır.



Şekil 135. Tüm seferlerde örneklenen *Caranx rhoncus* - Tral ait boy-frekans dağılımı

### İspanyol hamsisi - *Etrumeus teres*

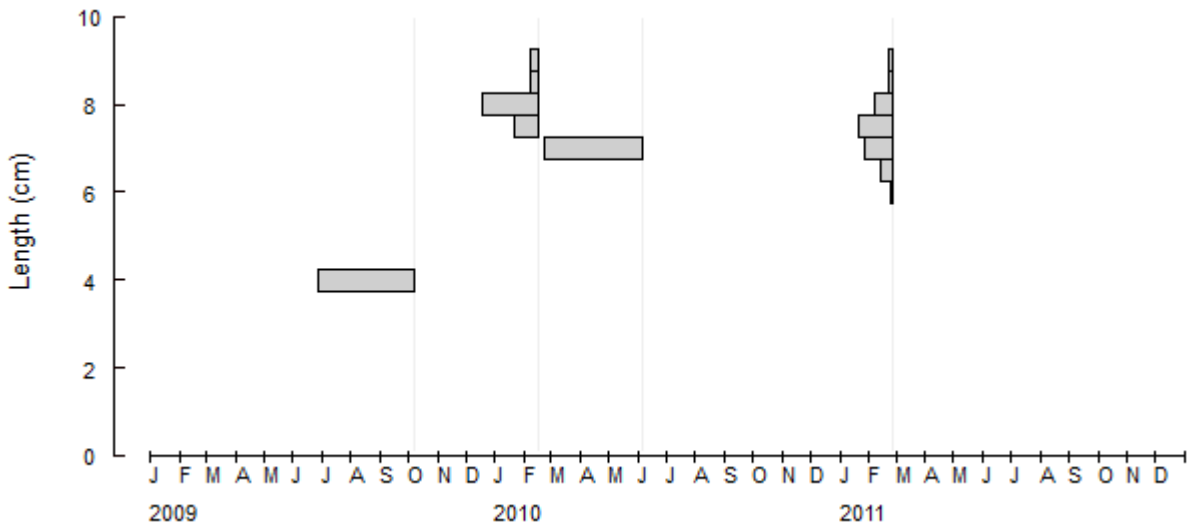
Lessepsian göçmeni olan bu tür kuzeydoğu Akdeniz'e iyi adapte olan balıklardandır. Avcılığı ticari ölçekte yapılmaktadır. Bölgedeki gırgır filusunun hedef türleri arasındadır. Bu türe ait elde edilen boy-frekans verileri Şekil 136'de bu verilerden hesap edilmiş büyüme parametreleri ise Çizelge 29'da sunulmuştur.



Şekil 136. Tüm seferlerde örneklenen *Etrumeus teres*-frekans dağılımı

### Benekli sardalya - *Herkloshytyis punctatus*

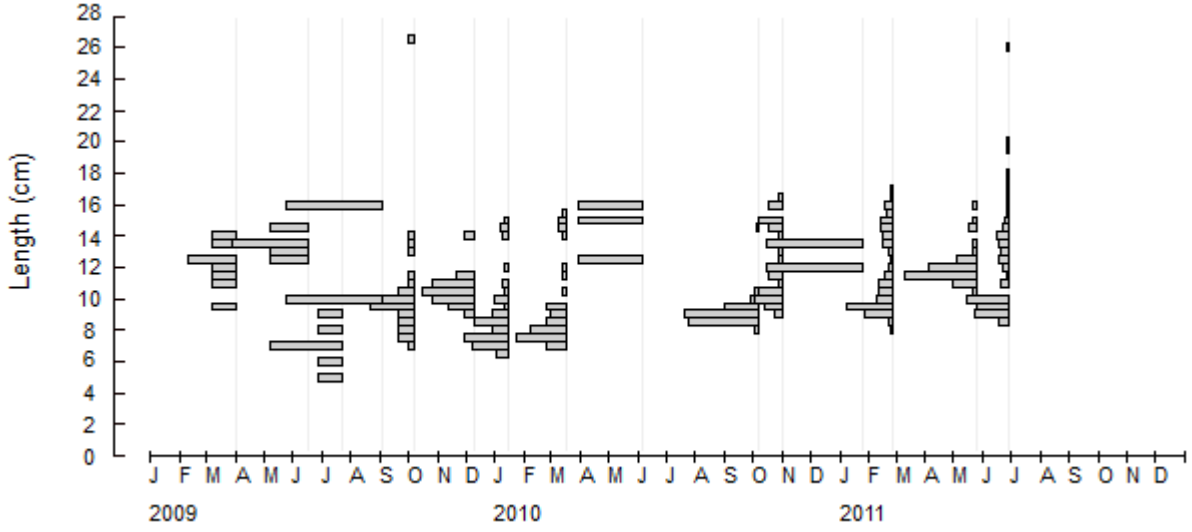
Diğer bir lessepsian tür olan benekli sardalya Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin etki alanında kalan bölgede nadir olarak örneklenebilmiştir. Aylık boy-frekans değişimleri Şekil 137'de verilmiştir. Bu veriler büyüme parametrelerinin çıkartılabilmesi için yeterli değildir.



Şekil 137. Tüm seferlerde örneklenen *Herkloshytyis punctatus* türüne ait aylık boy-frekans dağılımları

### Yassı sardalya - *Sardinella maderensis*

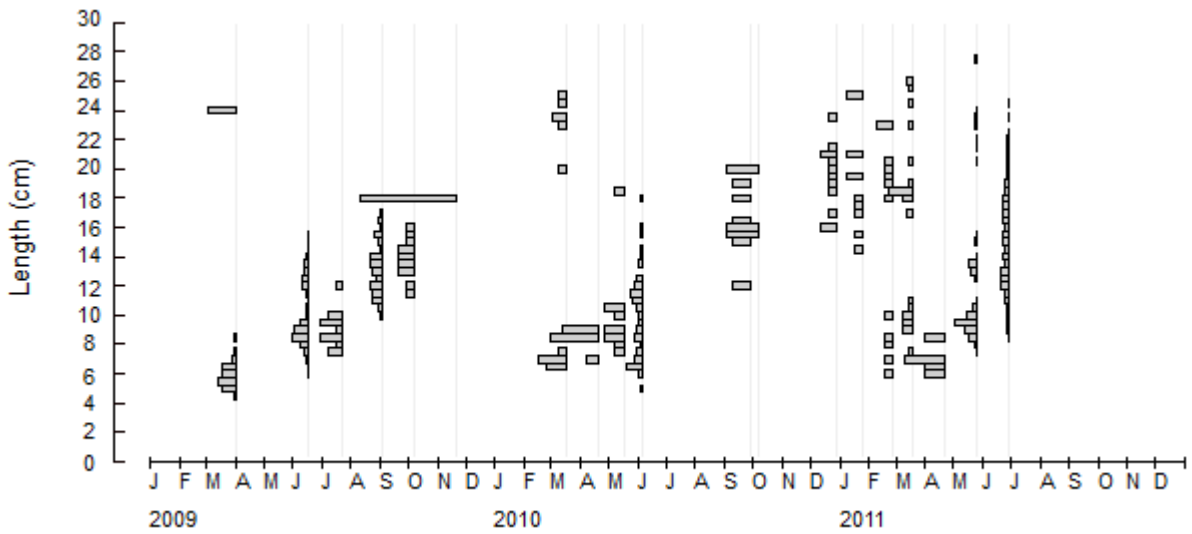
Bölgedeki ekolojik değişim içerisinde giderek önemini kaybeden türlerden biridir. Tüm yıl boyunca örnekleme verilerine rağmen boy-frekans verilerinden büyümenin takip edilmesi mümkün olmamıştır (Şekil 138).



Şekil 138. Tüm seferlerde örneklenen *Sardinella maderensis* türüne ait boy-frekans dağılımı

### Kolyoz - *Scomber japonicus*

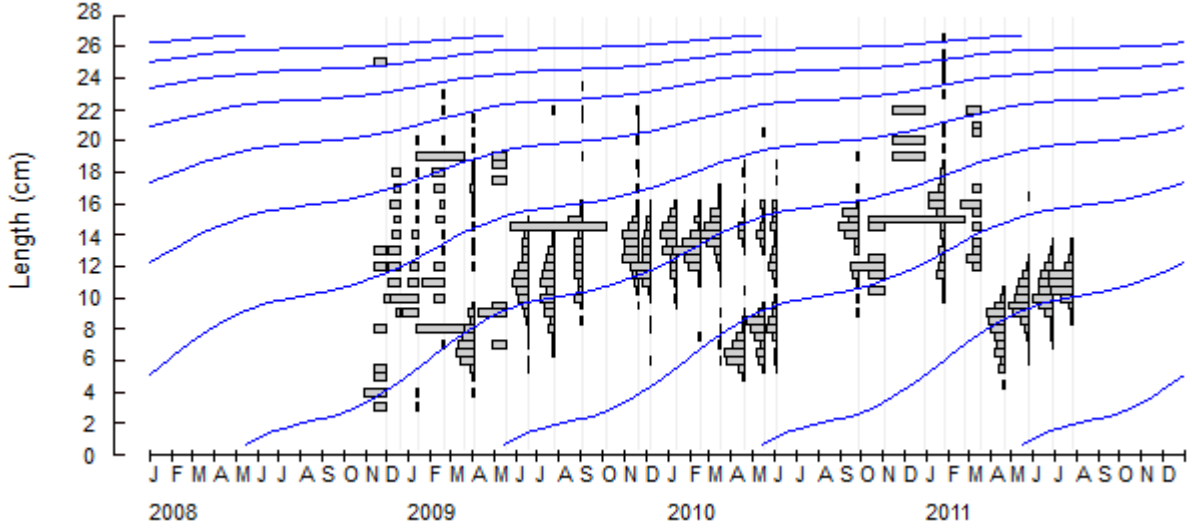
Bu türe ait elde edilmiş aylık boy-frekans grafikleri Şekil 139'de sunulmuştur. İlk bakışta genç bireylerin örnekleme boyunca ilk olarak Şubat-Mart aylarında görünmeye başladığı dikkat çekmektedir. İzleyen dönemlerde hızlı sayılabilecek bir büyüme dönemine girdikleri de grafiklerden anlaşılmaktadır. Ancak çok hızlı bir tür olan kolyoz balığının büyük boylu bireyleri yeterince örneklemediğinden boy-frekans verileri kullanılarak büyüme parametresi hesaplaması yapılması mümkün olmamıştır.



Şekil 139. Tüm seferlerde örneklenen *Scomber japonicus* türüne ait boy-frekans dağılımı

### Kıraça - *Trachurus trachurus*

Bu türe ait boy-frekans verileri Şekil 140'te bu grafikler üzerinden hesap edilmiş olan büyüme parametreleri ise Çizelge 29'da sunulmuştur.



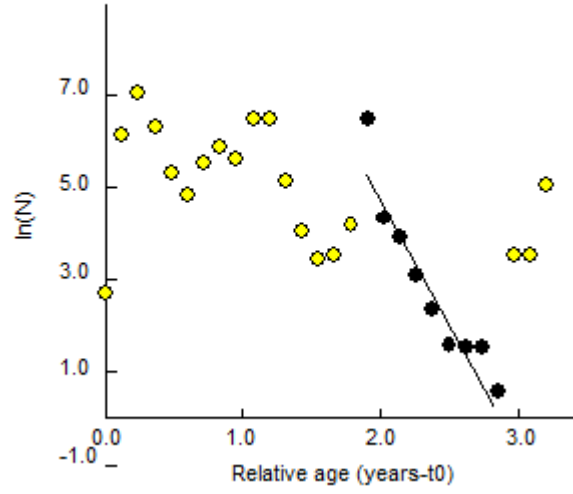
Şekil 140. Tüm seferlerde örneklenen *Trachurus trachurus* türüne ait boy-frekans dağılımı

### Mortalite

Mortalite hesaplamaları kullanılan boy-dağılımlarının stoğun tamamını temsil etmesi şartına dayalı olduğundan sadece mevsimlik seferlerde elde edilen balıklar dikkate alınmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar Çizelge 31'te verilmiştir. Söz konusu tablodan da görüleceği üzere tahmin edilen mortalite değerlerinin güven aralığı oldukça dardır. Sadece *Engraulis encrasicolus* türü için geniş bir güven aralığı gözlenmiştir. Bu türe ait av eğrisi Şekil 141'de verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere eğri beklenenden oldukça farklı olarak üç modlu bir dağılım göstermektedir. Genellikle çift modlu dağılımlar örnek içinde henüz stoğa katılımın tamamlanmamış olduğunu ve küçük boy gruplarının örneklerde tam temsil edilmediğini gösterir. Üç modlu dağılım ise ancak büyüme özellikleri farklı birden fazla türün bir arada ele alınmış olabileceğine işaret ediyor olabilir. Gerçekten de yukarıda da açıklandığı üzere çalışma alanında birbirinden morfolojik olarak farklı iki ayrı hamsi formu olduğu gözlenmiştir. Biyolojik özellikleri açısından da farklılık gösteren bu iki türün bir arada değerlendirilmiş olması av eğrisindeki beklenmedik dağılımın sebebi olabilir. Bunun dışındaki türler için böyle bir sorun bulunmamıştır.



Length-Converted Catch Curve



Şekil 141. *Engraulis encrasicolus* türü için boya dayalı av eğrisi

Çizelge 31. Önemli türler için hesaplanan mortalite değerleri

Tür	Z	95% CI	95% CI	M	F
<i>Sardina pilchardus</i>	2.63	1.74	3.52	1.1	1.53
<i>Engraulis encrasicolus</i>	5.37	3.79	6.94	1.4	3.97
<i>Trachurus mediterraneus</i>	1.81	1.70	1.92	1.3	0.51
<i>Sardinella aurita</i>	2.15	1.83	2.48	0.7	1.45
<i>Dussumieria elopsoides</i>	2.07	1.68	2.46	1.2	0.87
<i>Alepes djadaba</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Caranx crysos</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Caranx rhoncus</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Etrumeus teres</i>	2.31	1.23	3.40	1.7	0.61
<i>Trachurus trachurus</i>	1.66	1.24	2.08	0.75	0.91
<i>Trachurus picturatus</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Decapterus ruppelli</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	Örnekler sonuç elde etmeye uygun değil				
<i>Sardinella maderensis</i>					
<i>Scomber japonicus</i>					

### Stok yönetimine dair analizler

Deniz çalışmalarında “küçük pelajik” olarak sınıflanabilecek toplam 17 tür balık örneklenmiştir. Ancak bu türlerin tamamının stoklarının değerlendirilebilmesine olanak sağlayacak kalitede veri elde edilemediği gibi bu türlerin tamamının üzerinde de hedefli avcılık yoktur. Bu nedenle aşağıda sadece ticari ölçekte avcılığı yapılan türler için stok değerlendirmeleri sunulmuştur. Dikkate alınan türler için stoğa katılan birey başına göreceli ürün ve biokütle tahmin modelinde kullanılmak üzere hesaplanmış değişkenler Çizelge 32 ve de özetlenmiştir.

Çizelge 32. Stok değerlendirme modellerinde girdi olarak kullanılan değişkenler ve elde edilen sonuçlar

Tür	$L^\infty$	K	$L_c$	M	$E_{cur}$	$L_c/L^\infty$	M/K
<i>Sardina pilchardus</i> <sup>1</sup>	20.0	0.60	10	1.1	0.58	0.50	1.83
<i>Engraulis encrasicolus</i>	17.0	0.60	9	1.4	0.74	0.53	2.33
<i>Trachurus mediterraneus</i>	27.5	0.70	10	1.3	0.28	0.36	1.86
<i>Sardinella aurita</i>	25.0	0.25	10	0.7	0.67	0.40	2.80
<i>Dussumieria elopoides</i>	19.4	0.50	10	1.2	0.42	0.51	2.40
<i>Trachurus trachurus</i>	29.0	0.36	10	0.8	0.55	0.34	2.08
<i>Etrumeus teres</i>	20.0	0.9	10	1.7	0.26	0.5	1.89

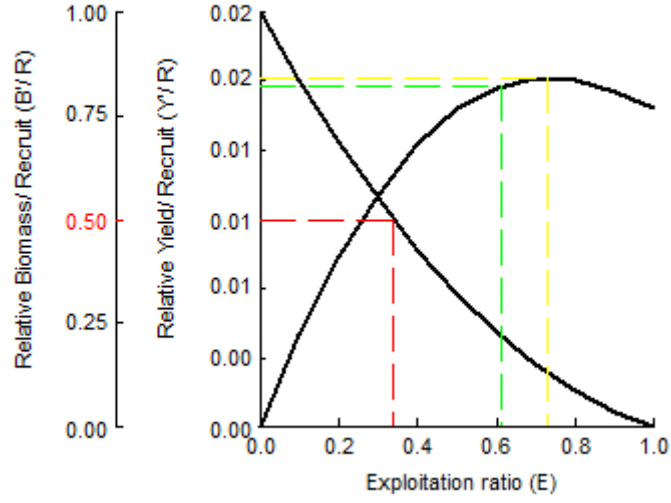
1-Listedeki diğer türlerden farklı olarak dağılımı termoklin altında yoğun olduğu için **M** hesaplamasında termoklin altı ortalama dikkate alınmıştır.

Çizelge 33. Stok değerlendirme modellerinde elde edilen sonuçlar

Tür	Y'/R	B'/R	$E_{10}$	$E_{50}$	$E_{max}$
<i>Sardina pilchardus</i>	0.034	0.213	0.66	0.34	0.77
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0.023	0.143	0.76	0.38	0.92
<i>Trachurus mediterraneus</i>	0.023	0.503	0.50	0.32	0.59
<i>Sardinella aurita</i>	0.014	0.113	0.61	0.34	0.73
<i>Dussumieria elopoides</i>	0.018	0.422	0.77	0.38	0.90
<i>Trachurus trachurus</i>	0.019	0.132	0.46	0.31	0.58
<i>Etrumeus teres</i>	0.023	0.542	0.67	0.37	0.78

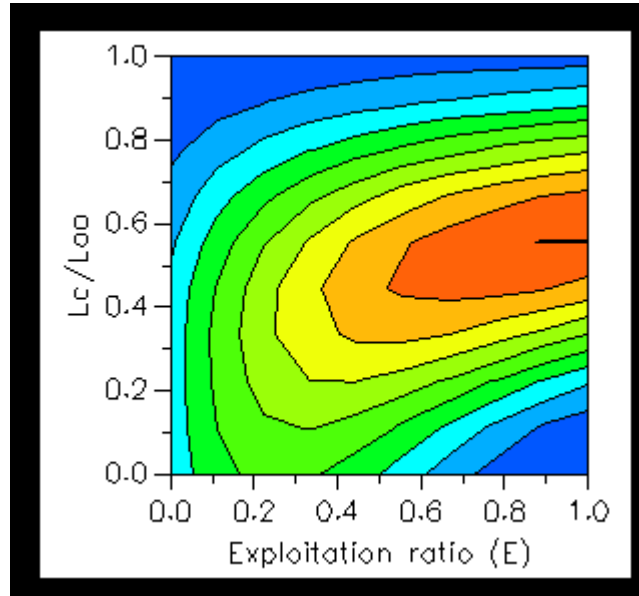
#### ***Sardinella aurita***

Bu türe ait tahminler Şekil 142'te verilmiştir. Buna göre stok üzerindeki balıkçılık baskısının mevcut durumda 0.67'lik sömürülme oranı ile avlandığı hesaplanmıştır. Bu değer Çizelge 32'dan da görülebileceği üzere  $E_{10}$  ile  $E_{max}$  arasındadır.  $E_{max}$  değeri yukarıda açıklandığı üzere en yüksek ürünü veren sömürme oranıdır. Ancak şekilde de görüleceği üzere ürün eğrisi en üst noktaya yavaş bir eğimle ulaşmakta, bu durum da  $E_{10}$  ile  $E_{max}$ 'ın ürün karşılıklarının birbirine çok yakın olmasına neden olmaktadır.



Şekil 142. *Sardinella aurita* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri

Diğer taraftan yapılan analizde pazar örneklemesine göre hesaplanmış  $L_c$  değeri (10 cm) kullanılmıştır. Bu değer ne derece toplam avı yansıttığı bilinmemektedir. O nedenle farklı  $L_c$  değerlerine göre durum değerlendirmesi yapabilmek için Şekil 143'te sunulan eşdeğer ürün çizelgesi hazırlanmıştır. Şekilden de görüleceği üzere  $L_c$  değerinin % 50 oranında artırılması ya da azaltılması durumunda bu değer  $L_\infty$  değerine yakın olmasının da etkisiyle üründe çok büyük değişimler gözlenmemektedir (0.015'ten 0.016'ya yükselmektedir). Aynı şekilde sömürme oranının (ya da balıkçılık şiddetinin) artırılması ise üründe çok büyük artış getirmeyeceğinden balıkçılık şiddetinin  $E_{max}$ 'a yaklaştırılması avcılık maliyetini karşılamayacağından akılcı bir yaklaşım olmayacaktır.

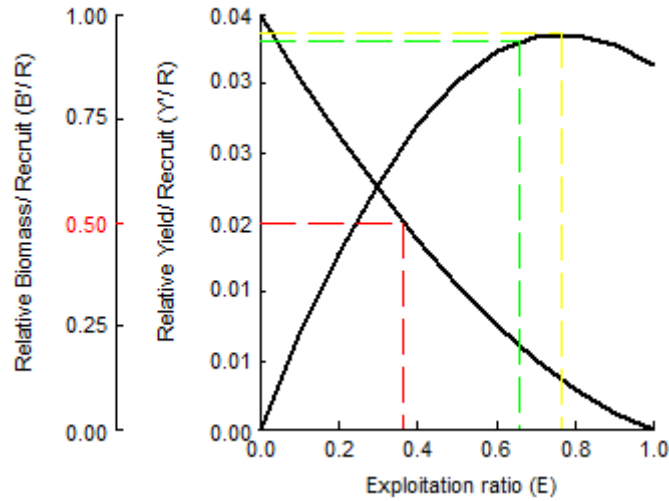


Şekil 143. *Sardinella aurita* için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.

Doğal ölüm parametresi olarak da oldukça yüksek bir değer hesaplandığı dikkate alındığında balıkçılık baskının düzenlenmesine yönelik önlem alınmasını gerektirecek bir durum görünmemektedir. Ancak bu değerlendirme türün çevre ve diğer türler ile ilişkisi göz ardı edilerek sadece stok-balıkçılık ilişkisi dikkate alınarak yapılmıştır.

### ***Sardina pilchardus***

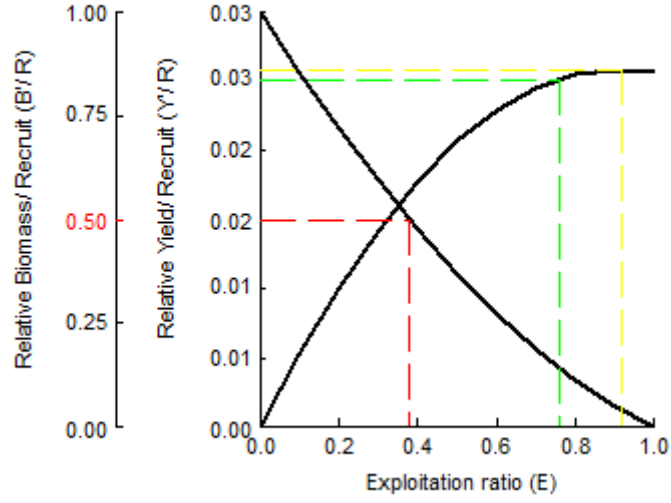
Göreceli stoğa katılıma karşı hesaplanan ürün ve biokütle değişimleri Şekil 144'de sunulmuştur. Buna göre mevcut sömürme oranı 0.58'dir. Bu değer stok için tahmin edilen  $E_{10}$  değerinin altındadır. Diğer bir deyişle stoktan elde edilebilecek en yüksek ürünü verecek sömürme oranınının %20 altındadır. Dolayısı ile bu türün üzerinde önemli bir balıkçılık baskısından bahsedilemez. Türün diğer sardalya türleri ile birlikte avlanması; ancak buna karşın dağılım alanınının yukarıda açıklandığı üzere özellikle *S. aurita*'dan farklı olması türün filonun hedef türleri arasında olmamasına neden olmuştur. Akustik sonuçlardan da görüldüğü üzere bu türün bölgenin küçük pelajik balıkları arasında önemli bir yeri yoktur. Bu nedenle de balıkçılığına dair ek bir öneriye de gerek yoktur.



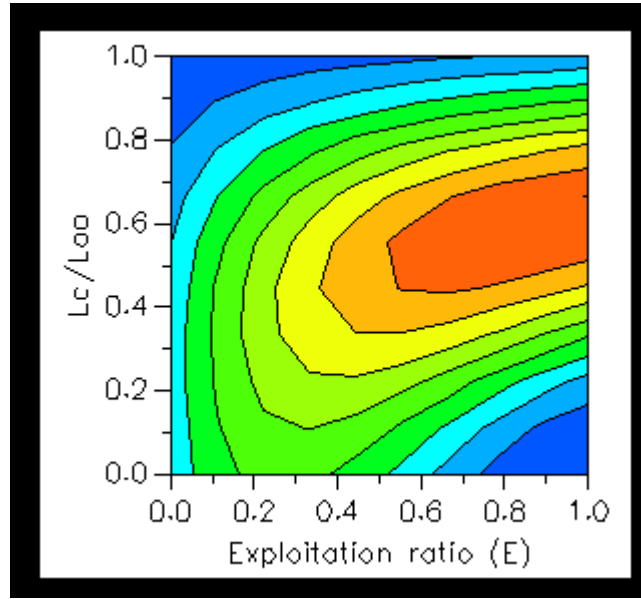
Şekil 144. *Sardina pilchardus* türü için farklı sömürülme oranınının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri

### ***Engraulis encrasicolus***

Bu başlık altında ele alınan balıklar morfolojik olarak birbirinden farklı 2 hamsi formunu içermektedir. Bu durum özellikle mortalite hesaplamasında sorun yaratmıştır. Bu durum göz ardı edildiğinde bu tür için elde edilen ürün grafiği Şekil 145'te sunulmuştur. Bu türün üzerindeki balıkçılık şiddetinin 0.74'lük bir sömürülme oranı verdiği; buna karşın  $E_{max}$  değerinin ise 0.92 olduğu hesaplanmıştır. Bu durum tahmin edilen mortalite değerinin çok yüksek olmasından ve dolayısı ile örnekler içinde biyolojik olarak birbirinden farklı 2 ayrı grubun bulunduğu göstermektedir.



Şekil 145. *Engraulis encrasicolus* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri



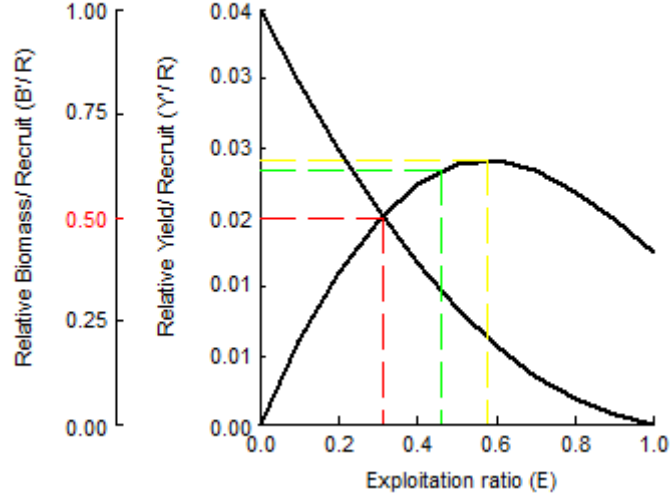
Şekil 146. *Engraulis encrasicolus* için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.

Bu durumda stoğun optimum şartlarda avlanmadığı diğer bir deyişle "kardan zarar" (growth over-fishing) edildiği ancak avcılık baskısının da stoğun kaldıramayacağı kadar yüksek olmadığı anlaşılmaktadır.

#### ***Trachurus mediterraneus***

Dağılım haritalarına dayanarak kıyı istavriti olarak da adlandırılabilen olan bu tür için avcılık şiddetinin 0.28'lik bir sömürülme oranına eşit olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 32). Bu stok için  $E_{50}$  değeri bile mevcut sömürülme oranından yüksektir (Şekil 147). Bu durum bu türün neredeyse avlanmadığını göstermektedir. Gerçekten de çok

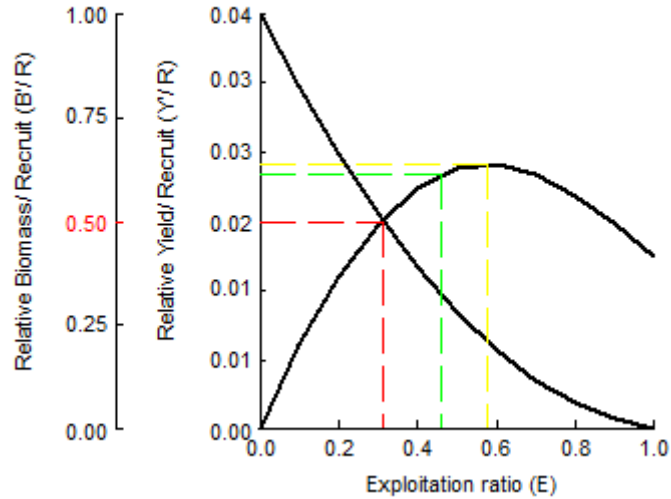
irileri hariç bu türün pazar değeri yoktur. Dolayısı ile bu tür için de balıkçılık şiddeti açısından önerilebilecek bir önlem yoktur.



Şekil 147. *Trachurus mediterraneus* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri

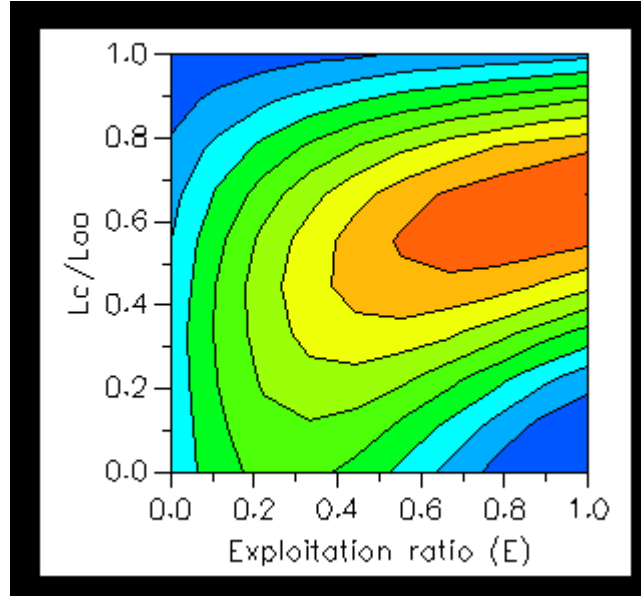
### *Trachurus trachurus*

Diğer istavrit türüne göre daha derinde bulunan bu tür daha büyük sürüler oluşturduğundan 200 metreden derinde karides avlayan dip trolleri ile yakalanmaktadır. Dolayısı ile de bu türün sömürülme oranı diğer istavrit türünden daha yüksek olarak 0.55 olarak hesap edilmiştir. Bu değer  $E_{max}$ 'a çok yakındır (Çizelge 32). Bu durumda söz konusu stoktan elde edilebilecek en yüksek ürünün zaten elde edildiği anlaşılmaktadır (Şekil 148).



Şekil 148. *Trachurus trachurus* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri

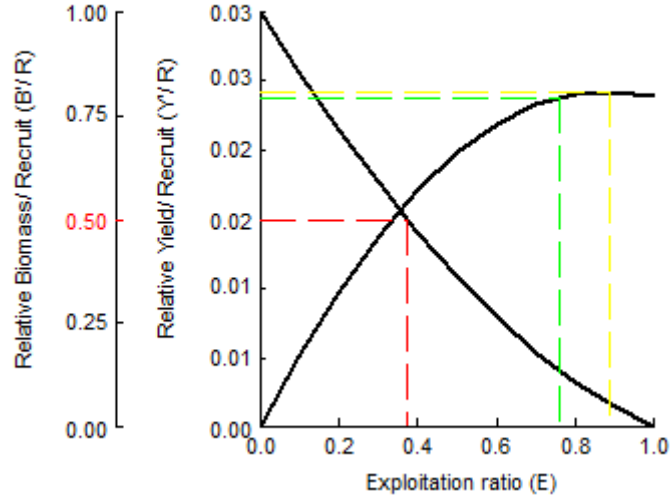
Diğer taraftan örneklere kullanılan trol ağının filonun kullandığı ağırlara göre çok daha dat gözlü olması nedeni ile  $L_c$  değeri sınırlı sayıda pazar örneğine dayanarak hesaplanmış ve 10 cm olduğu kabul edilmiştir. Bu değer gerçekte daha yüksek olabileceği düşünülerek aynı stok değişkenleri ile eşdeğer ürün çizelgesi hazırlanmıştır (Şekil 149). Buradan da görüleceği üzere 10 cm ( $L_c/L_{\infty} = 0.34$ ) olan ilk yakalanma boyunun 20 cm çıkartılması ve avcılık şiddetinin %50 oranında artırılması üründe %50 artış sağlayabilecektir. Diğer taraftan bu türün hedef tür olmaması özellikle pembe karides ve bakalyaro için avlanan dip trolü filusunda hedef dışı olarak yakalanan bu tür için böyle bir öneri yapmak doğru olmayacaktır.



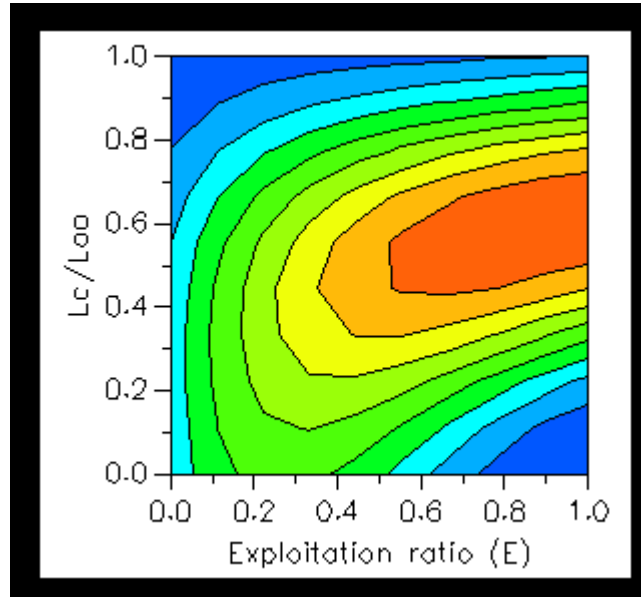
Şekil 149. *Trachurus trachurus* için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.

#### ***Dussumieria elopsoides***

Bölgede bol gözlenmesine rağmen ticari değeri yüksek olmayan ve dolayısı ile hedef dışı olarak avlanan bir tür olan *D. elopsoides*'in üzerindeki avcılık baskısı 0.42'lik bir sömürme oranı yarattığı hesaplanmıştır (Çizelge 32). Bu değer stok için hesaplanmış olan  $E_{10}$ 'a yakındır Şekil 150. Farklı  $L_c$  değerleri için ürünün değişimine bakıldığında av gücünün yanında ilk yakalanma boyunun artırılması ile üründe %5'lik bir artış sağlamak mümkün görünmektedir (Şekil 151). Ancak türün ticari değerinin düşük olması ve hedef türlerin yanında hedef dışı olarak avlanması nedeni ile böyle bir öneri anlamsız olacaktır.



Şekil 150. *Dussumieria elopsooides* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri



Şekil 151. *Dussumieria elopsooides* için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.

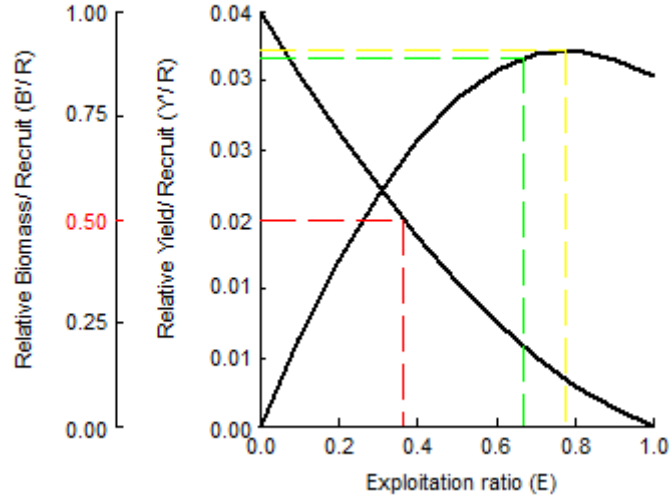
### ***Etrumeus teres***

Bu tür de lessepsian göçmenlerdendir. Kozmopolitan bir dağılımı olmasına karşın Suveyş kanalı yolu ile sonradan Akdeniz ekosistemine katıldığına inanılmaktadır. Bölgede ticari önemi en yüksek küçük pelajik balıklardandır. Ancak akustik çalışmalarda gözlemlendiği üzere dağılımı kıyı ötesinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca yine gerek ortasu örneklemelerinin ve gerekse akustik sonuçların göstermiş olduğu üzere yoğun ve büyük sürüler oluşturmaktadır. Bu durum türün avlanabilirliğini kolaylaştırdığından balıkçı filosunca kolay yakalanabilmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda da bu türün bölgedeki biyokütlesi ile avlanan miktarı arasındaki oran diğer küçük ve dağınık sürüler oluşturan türlere oranlar daha düşüktür.



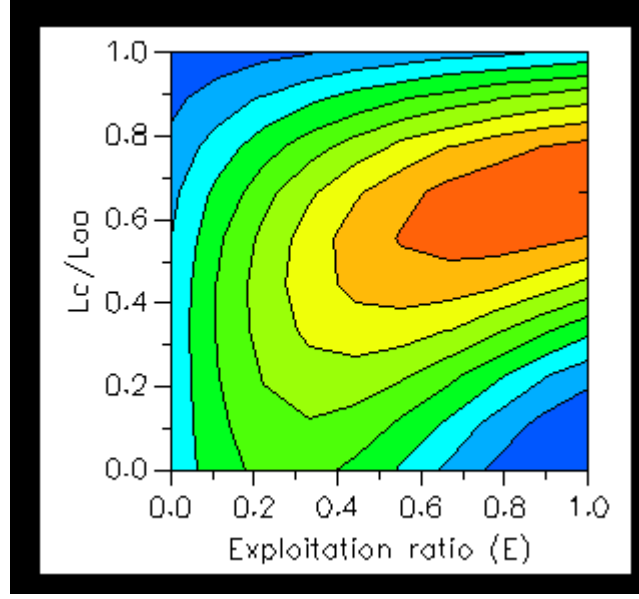
Hedef tür olarak sayılabilecek bu balık üzerindeki avcılık baskısı 0.26'lık bir sömürme oranı yarattığı hesaplanmıştır (Çizelge 32). Bu değer stok için bulunun 0.78'lik  $E_{max}$  değeri dikkate alındığında neredeyse hiç bir ticari değeri olmayan ve avcılığı yapılmayan türler üzerindeki orandan bile düşüktür. Bunun olası birkaç sebebinden ilki Çizelge 29'dan da görülebileceği üzere bu türün büyüme hızının (K) diğer türlere göre oldukça yüksek olmasıdır. Bu türün boy-frekans dağılımlarının aylık değişimlerine bakılacak olursa (Şekil 136) özellikle 2009 yılında stoğa katılan genç bireylerin sergiledikleri hızlı büyüme performansı hedef tür olmasına karşın yüksek sömürülme oranı vermemesini açıklamaktadır. Avcılık yolu ile stoktan çekilen miktar yüksek büyüme hızı sayesinde yenilenebilmektedir.

Ancak diğer taraftan dikkate alınması gereken bir başka nokta da bu tür için hesaplanan mortalite değerinin varyansının oldukça geniş olmasıdır. Yukarıda verilen hesaplamalarda kullanılan değer olan 2.3 mortalite değeri yerine hesaplamalardaki istatistiksel güven aralığının üst sınırının kullanılması durumunda sömürülme oranı iki katına çıkmaktadır. Her iki durumda da mevcut sömürülme olarak en yüksek ürünü verecek  $E_{max}$  değerinin altında kalsa da geniş mortalite aralığı bu türün balıkçılığının yönetilmesinde göz ardı edilmemesi gereken bir durumdur. Ayrıca Şekil 152 dikkate alındığında  $E_{10}$  ve  $E_{max}$  değerinin birbirine çok yakın ürün değerleri vermesi sömürülme oranının  $E_{max}$  civarında olması ekonomik olarak akılcı olmayacaktır.



Şekil 152. *Etrumeus teres* türü için farklı sömürülme oranının fonksiyonu olarak hesaplanmış stoğa katılan birey başına ürün ve biokütle değişimleri

Stoğa katılım başına göreceli ürün hesaplamasında kullanılan  $L_c$  değerinin hesaplamalara etkisine bakılacak olursa (Şekil 153) ve bu değer değiştirilecek olursa, örneğin 10 cm'lik tahmin değerini ( $L_c/L_\infty = 0.5$ ) 15 cm'e çıkartılması durumunda ( $L_c/L_\infty = 0.75$ ) ve avcılık şiddetinin değişmemesi durumunda yukarıda yapılan yorumun değişmediği görülmektedir.



Şekil 153. *Etrumeus teres* için eşdeğer ürün grafiği; yatay çizgi ilk yakalanma değerine göre; dikey çizgi mevcut balıkçılık baskısına göre stoğun konumunu göstermektedir.

## Tartışma / Sonuç

Kuzeydoğu Akdeniz genel olarak aşırı oligotrofik özelliği ile bilinirken (Salihoğlu ve ark., 1990) bölgeye boşalan Seyhan, Göksu, Ceyhan nehirleri ile Tarsus, Lamas gibi çayların geniş kıta sahanlığı üzerinde üretimin artmasına olanak sağladıkları, hatta bu alanlardaki besin tuzu (nütrient) konsantrasyonu, klorofil yoğunluğu ve birincil üretim dikkate alındığında su karakterinin ötrofik olarak sınıflandırılabilmesi vurgulanmaktadır (Tuğrul, 2011). Projede toplanan uydu verilerinin analizinden de bazı kıyasal alanlarda karasal girdilerin üretimi arttırdığı görülmektedir. Bu tip üretimin yüksek olduğu alanların başında ise Mersin Körfezi gelmektedir. Bu alandaki karasal girdiler Seyhan nehri ve Tarsus çayının yanında evsel atıklardan kaynaklanan yüksek nütrientdir. Yine uydu verileri ve seferler sırasında toplanan CTD verileri dikkate alındığından söz konusu nehir ve çayların ağızındaki düşük klorofil konsantrasyonuna rağmen nehir ağızlarının çevresindeki yüksek değerler üretimi tetikleyen nütrientin tatlısu kaynaklarından ziyade şehirsal atıklardan kaynakladığını göstermektedir (Şekil 28 - Şekil 42). Bu da Mersin şehrinin önündeki üretimin yıl boyunca yüksek olmasının sebebidir. Tüm çalışma alanı kapsayan uydu verilerinden elde edilen bulgulara göre yıl boyunca birincil üretimde meydana gelen dalgalanmalar kış aylarında yüzey suyundaki üretimin yaz aylarına göre çok yüksek olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan aylık olarak örneklenen dikey üretim profilleri su kolonundaki tabakalaşma nedeni ile yüzey ile dip arasında üretim açısından önemli farklar olduğuna işaret etmektedir (Şekil 42). Bu durum bölgede üretim açısından iki farklı yapı olduğunu göstermektedir. Biri yıllık ışık miktarı döngüsünce kontrol edilen ve mevsimlik salınım gösteren üretim; diğeri ise başta Mersin şehrinin atık suları olmak üzere karasal girdilerle kontrol edilen ve yıl boyunca yüksek olan yakın kıyadaki üretimdir. Sıcaklık açısından bakıldığında yine Mersin körfezinin bölgenin oşinografisinin bir sonucu olarak her zaman komşu alanlara oranla sıcak açısından farklı olduğu görülmektedir.

Balıkların dağılımlarına etki eden faktörler klorofilin (fluoresans) özellikle en yaygın tür olan *S. aurita*'nın dağılımında en önemli parametre olduğunu göstermektedir. Bunu sıcaklık izlemektedir. Yine bölgenin hidrografisine dönüşecek olursa klorofil ve sıcaklığın bölgedeki balıklar için farklı kombinasyonlar sunduğu görülmektedir. Örneğin Mersin şehrinin önü her zaman yüksek üretim sergileyen sıcak sulara sahipken hemen açığında termoklin tabakasının altında yine üretim açısından yüksek ancak fotosentezi sınırlayan ışık değişimleri nedeni ile mevsimsellik arzeden soğuk bir su kütlesi bulunmaktadır. Üretim açısından zengin yakın kıyı bölgesinin hemen çevresinde sıcaklık düşmektedir. Bu ara alan da yine üretim açısından yüksek fakat göreceli olarak soğuk bir su kütlesi sunmaktadır. Sonuç olarak coğrafik olarak dar sayılabilecek bu alanda balıkların biyolojik ihtiyaçları doğrultusunda seçebilecekleri farklı kombinasyonda su kütleleri mevcuttur.

Kuzeydoğu Akdeniz'in proje kapsamında çalışılmış olan bölümündeki en baskın türün *Sardinella aurita* olduğu görülmüştür. Yukarıda bahsedilen farklı su kütleleri içinde trofik değeri en yüksek olan alan hemen Mersin önündeki sıcak ve ötrofik alandır. Bu alanın sıcaksever *S. aurita* türünün biyolojik gereksinimlerine tam uyduğu anlaşılmaktadır. Türün aradığı optimum koşulların Mersin şehri önlerinde buluşması bölgedeki küçük pelajik balıklar arasında *S. aurita*'nın %50 ve üzerinde bir oranda temsil edilmesine olanak vermiştir. Bu türde gonad gelişiminin (Şekil 66) üretimin en yüksek olduğu dönemde başlaması (Şekil 44); somatik kondisyon ile büyüme grafiğindeki uyum (mevsimlik salınımın 0.8'lik WP değeri) ve bunlarında birincil üretim maksimumu ile bağıntısı türün bölgenin hidrografisinden nasıl avantaj sağladığını göstermektedir. Türün beslenirken üreyen tür olması, üreme döneminde yumurta bıraktığı alanda kendisi ve yumurtadan çıkacak yeni neslin besin endişe duymasına gerek olmayacak kadar bol besin bulunması ve diğer rakip türlere oranla hızlı büyümesi *S. aurita*'nın bölgedeki baskın tür olmasının temel nedenleridir. HSI'de düzenli dalgalanmaların olmaması ise yıl boyunca üretimin yüksek olduğu bu alanda besin endişesi duymadığını doğrulamakta ve dolayısı ile besin depolamak için gerekli olan enerjiyi diğer biyolojik aktivitelerde kullandığını göstermektedir. Bu türün sahiplendiği alanda sıcaklığın

göreceli olarak yüksek olması da başta *S. pilchardus* türü gibi rakip türlere karşı *S. aurita*'ya avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada stokların durumu değerlendirilmiş ve çalışmaya dahil edilen hiçbir tür için aşırı avcılığa işaret eden herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Türlerin akustik yöntemle hesaplanan biokütle değerlerine karşı (Çizelge 23) TÜİK (2010) tarafından sardalya (7 564 ton), istavrit (1 419 ton), kolyoz (762 ton) ve hamsi (152 ton) için verdiği tüm Akdeniz bölgesinden elde edilen av değerleri dikkate alındığında balıkçılık baskısının aşırı avcılığın hiçbir evresine erişebilmesi söz konusu değildir. Sonuçlar bölümünde ortaya konduğu üzere türlerin ilk üreme boyuna/ yaşına ilk yıl ulaşmaları, sergiledikleri hızlı büyüme performansları da eklendiğinde stokların en azından 2010 yılı itibarı ile balıkçılık nedeni ile baskı altında olduklarını söylemek mümkün değildir. Bunun yanında hem akustik hem de ortasu örnekleme yöntemine dayanarak hazırlanan dağılım haritalarına bakıldığında türlerin alanın üç farklı şekilde kullanıldığı görülmektedir. Birincisi ana tür olan *S. aurita*'nın seçtiği Mersin körfezinin en kuzeyidir. Bu alan yukarıda da bahsedildiği üzere türün tüm ihtiyaçlarını karşılayacak özelliktedir. Üreme, beslenme, büyüme gibi biyolojik devinimler ile bu alanın ekolojik özellikleri tam bir uyum içindedir. Ayrıca bu türün çok büyük sürüler oluşturmaması; onun yerine çok yoğun, ancak birbirine yakın parçalı sürüler şeklinde av sahasında dağılmış olması bu bölgede avlanacak büyük gırgır tekneleri için engel oluşturmaktadır. Dolayısı ile bu türün avcılığı uzatma ağları ve küçük el gırgırları ile yapılmaktadır. Bu yolla da bu tür üzerindeki av baskısı sınırlı kalmaktadır.

İkincisi *S. pilchardus*'un seçtiği kış aylarında açık, yazın termoklin altı soğuk sulardır. Bu türün üreme döneminde üretimin bol olduğu kıyısız alanın *S. aurita* tarafından işgal edilmiş olması, bu alanın dışında kalan açık sularda ise besin bolluğu ile türün üreme döneminin eş zamanlı olmaması türün bölgedeki bolluğunu etkileyen ana faktörler olmuştur. Türün dağılım gösterdiği sularda yoğun ve büyük sürüler oluşturmaması da balıkçılıktan kurtulmasına olanak sağlamıştır.

Son olarak da *S. pilchardus*'un dağılım alanının da dışında gözlenen *Etrumeus teres*'in kullandığı mersin körfezi dışı açık sulardır. Bu türün bölgede büyük sürüler oluşturduğu gözlenmiştir. Dağılımının bu proje kapsamında incelenen kıtasahanlığının ötesinde olabileceği ve çalışma alanının sadece belli dönemlerde kullandığı tahmin edilmektedir. Büyük sürü oluşturduğu için büyük gırgırlar ile avcılığının kolay olması nedeni hedef türlerdendir. Ancak bölgede dönem dönem bulunması üzerindeki av baskısını azaltmaktadır.

Diğer taraftan bölgede balıkçılığın düzenlenmesi amacıyla hazırlanan "TİCARİ AMAÇLI SU ÜRÜNLERİ AVCILIĞINI DÜZENLEYEN TEBLİĞ"de küçük pelajik balıkların avcılığına yönelik hiçbir balıkçılık düzenlemesi bulunmamaktadır. Buraya kadar verilen bulgular ve özellikle de stokların durumunu gösteren değerlendirmeler dikkate alındığında bölgedeki küçük pelajik balıklar üzerinden yapılan balıkçılık için düzenleme getirilmesini gerektirecek bir durum söz konusu değildir.

Diğer taraftan yapılan analizlerde klasik yöntem kullanılmıştır. Diğer bir deyişle stoklardaki kayıpların 2 nedenden kaynaklandığı; bunların balıkçılık ve doğal nedenler olduğu varsayılmıştır. Doğal mortalitenin yıldan yıla değişim göstermeyeceği ve sabit olduğu, besin ağı içindeki olası değişimlerden ya da yıldan yıla değişim gösterdiği bilinen sıcaklık gibi çevresel etkenlerden etkilenmediği kabul edilmiştir. Bu yaklaşım stokların sadece balıkçılık açısından ele alınması ve az baskısının düzenlenmesi gerektiğinde güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak bu projede de ortaya konduğu üzere bölgedeki küçük pelajik balıkların bolluk ve biyokütleleri önemli ölçüde sıcaklık, tuzluluk, besin vb zamana bağlı değişkenlerce kontrol edilmektedir. Ayrıca bölgede başta lessepsian

müdahaleler olmak üzere oluşan baskılar nedeni ile çok dinamik bir faunal yapı olması; ayrıca Akdeniz'in çıkmaz sokağı olarak da adlandırılan bu bölgenin iklim değişimlerinden en çok etkilenen bölgeler arasından geçmesi bu bölgedeki balık stoklarının sadece klasik yöntemlerle değerlendirilmesinin eksik olacağına işaret etmektedir. Örneğin genelde olduğu gibi bu bölgede de küçük pelajik balık türlerinin ekosistem içinde birincil üreticiler ile trofik seviyesi yüksek canlılar arasındaki enerji akışında önemli olduklarına dair bulgular da elde edilmiştir (Gücü, 1995). Bu da bu türlerin balıkçılık dışında ekosistem içinde önemli rol oynadığını göstermektedir. Dolayısı ile her ne kadar ürün denklemleri üzerinden yapılan hesaplamalar olumlu sonuçlar gösterse de bu türün üzerindeki avcılık baskısının çok yüksek olmaması baskının artırılması durumunda stoktan daha fazla ürün elde edilebileceği anlamına gelmemektedir. Dahası baskının artırılması ekosistem içindeki dengelerin değişmesine neden olacağından trofik seviyesi daha yüksek balıklara besin yolu ile akan enerji azalacaktır.

Özellikle lessepsian türlerden olan *Dussumieria elopsoides*'in ekolojik gereksinimlerine bakıldığında (GAM sonuçları) *S.aurita* ile benzer tercihler göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları türlerin ekolojik toleranslarının belirlenmesine olanak sağlamasa da *D. elopsoides*'in özellikle üreme dönemindeki dağılım alanının genişliği bu türün ekolojik toleransının daha geniş olabileceği göstermektedir. Bu durum *S. aurita* türü açısından 2 önemli tehdit oluşturmaktadır. Balıkçılık baskısının artması ve *S. aurita* stokları üzerindeki avcılık şiddetinin stoğun kendini yenileyememe seviyesine (recruitment over-fishing) ulaşması durumunda bu türün hüküm sürdüğü üretimce zengin ve görece sıcak suların rakip lessepsian türlerce istila edilmesi kaçınılmaz olacaktır. Şu an için *S. aurita*'nın yerini alabilecek en olası tür *D. elopsoides* gibi görünmektedir. Dahası besin zinciri içinde küçük pelajik balıklara yakın konumlanmış ve bölgede dönem dönem miktarları tehlikeli boyutlara ulaşan deniz anası, *Rhopilema nomadica* gibi türlere de yer açılması kaçınılmazdır. Durum balıkçılığın yönetilmesi açısından ele alınacak olursa mevcut av gücünün korunması gerekmektedir.

Bölgede yoğun olarak dip trolü ile avcılık yapıldığı ve demersal stoklar üzerindeki aşırı avcılık baskısının stokları önemli oranda yıpratmış olduğu dikkate alınacak olursa filonun sardalya ve benzeri balıklara yönelmesi de kaçınılmaz görünmektedir. Bu durumda avcı teknelere getirilen avcılık ruhsatı kısıtlamasının yararı olmayacaktır. Sardalya vb balıkların karaya çıkış noktaları belli olmadığından şu an için bu stoklar üzerindeki avcılık baskısını kontrol edilemesinde kota uygulamasının da bir faydası olmayacaktır. Mevcut durumda tek çözüm Sardalya avının serbest bırakıldığı dönemin baskıyı azaltacak şekilde değiştirilmesidir.

Diğer olası bir tehdit de iklim değişimleridir. *S. aurita*'nın bölgede başarılı olmasındaki temel nedenlerden biri de sıcaklıktır. Şu an için türün en yoğun olarak gözleendiği bölgedeki sıcaklık döngüsünün tür için son derece uygun olduğu görünmektedir. Bu döngüde meydana gelebilecek kaymaların ya da sıcaklıklardaki değişimlerin türün diğer türlerle rekabet gücünü azaltacağı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar sıcaklığın azalması durumunda başta *S. pilchardus* olmak üzere kuzeyli balıkların (*Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus*) *S. aurita*'nın yerine aday olacağını göstermektedir. Sıcaklığın artması durumunda ise şu an için yüksek miktarlarda gözlenmeyen ancak hızla artarak kendilerine ekosistem içinde yer yapmak üzere hazır bekleyen lessepsian türlerin avantajlı duruma geçecekleri kesindir. Bu durum Çizelge 21'de verilen türlerin yumurtlama dönemlerine ait tablodan da görülebilecektir. Şu an için üretimin yüksek olduğu dönemdeki sıcaklık *S. aurita* türü için uygun üreme şartlarını sağlarken, sıcaklıktaki olası bir artma durumu bu avantajın *D. elopsoides*'in; azalma durumu ise hamsi türlerinin lehine kaymasına neden olabilecektir.

Bölgede uygulanan balıkçılık düzenlemeleri tür ayrımı yapılmasızın hazırlanmış olup bu proje kapsamında ele alınan türlerin büyük bir bölümü "sardalya" olarak tek bir sınıf altında ele alınmaktadır. Uygulamada olan 2/1 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğde doğu Akdeniz'de 15 Nisan - 31 Ağustos tarihleri

arasında gırgır ağı ile sardalya avcılığı yasaktır. Yine aynı tebliğe göre uzatma ağı ile sardalya avcılığı tüm yıl boyunca serbesttir. Gırgıra getirilen yasağın uygulanmasındaki temel amaç üreme döneminde balıkların korunması olarak belirtilmektedir. Ancak Çizelge 21'den de görülebileceği üzere bu dönem bölgedeki balıkların ve özellikle de kış yumurtlayıcıları için çok da uygun bir seçim değildir. Diğer taraftan av sezonu yasağının üreme dönemi yerine genç bireylerin stoğa katılım öncesi dönemde yapılması henüz avlanabilir boya ulaşmamış bireylerin korunması açısından daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Bölgede sardalya avcılığının çoğunlukla uzatma ağı ve el gırgırı ile yapıldığı, uzatma ağlarının göz açıklığının (teknelerde çoğunlukla 16-18 mm göz açıklığında ağ kullanılmaktadır) genç sardalyaların kaçmasına olanak sağlayacak kadar geniş olması; el gırgırlarında ise reislerin kullandıkları sonarlar ile ticari değeri düşük "ince" (avlanma boyu altı) balığı ayırabilmeleri genç bireylerin korunmasına gerek bırakmamaktadır. Ancak diğer taraftan zaman yasağı stok üzerindeki baskıyı azaltması bakımından önemli ve son derece etkin bir uygulamadır. Bu nedenle yukarıda da açıklandığı üzere filonun diğer türlerdeki azalma üzerine sardalya benzeri balıklara yönelme riskine karşı sadece gırgır avcılığına değil uzatma ağları ile sardalya avcılığına da dönem yasağı getirilmesi uygun bir avcılık düzenlemesi olarak dikkate alınabilir.

Bu proje kapsamında kuzeydoğu Akdeniz'de dağılım gösteren türler, bunlar arasında baskın olanlar, dağılım alanları, alan tercihleri ve tercihlerde önemli olabilecek faktörler belirlenmiştir. Bazı önemli türlerin yumurtlama dönemleri, ilk üreme boyları, üreme stratejileri çıkartılmıştır. Ayrıca yine bazı önemli türler için stok parametreleri bulunmuş; stokların durumu değerlendirilmiştir. Bu çalışmalara ilave olarak bölgedeki küçük pelajik balık çeşitliliğine karşın bu balıkların oluşturdukları sürülerin akustik olarak tanımlanabilmesine olanak sağlayacak istatistik modeller hazırlanmıştır. Bu noktadan sonra yapılması gereken ise izleme çalışmalarının devam ettirilerek son derece dinamik bir yapı sergileyen küçük pelajik balıkların yıllar arası değişimlerinin izlenmesidir. Bu proje kapsamında 22 sefer ile 108 günlük deniz çalışması planlanmış; yıllar ve aylar arası farkın önemli olduğunun anlaşılmasının üzerine son dönem için 2 ayda bir olarak planlanan seferler aylık olarak düzenlenmiş ve çalışma süresi 133 güne çıkartılmıştır. Ancak yine de bölgenin değişken hidrografisinin küçük pelajik balıklar üzerine uzun dönemlerdeki etkisinin anlaşılmasına olanak verecek yeterli veri elde edilememiştir. Örnek verilecek olursa 2011 yılında çalışılan diğer yıllardakinden farklı olarak bölgede yoğun miktarda Atlantik suyu gözlenmiştir. Bunun üzerine Ekim 2011'de ek bir sefer düzenlenerek küçük pelajik balık stokları üzerine olası etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Plansız olması nedeni ile sınırlı bir alanın tarandığı bu çalışma sayesinde tür kompozisyonunda önemli değişimler olduğu gözlenmiştir. Atlantik suyunun kuzeydoğu Akdeniz'de gözlenmesi oldukça sık olarak yaşanan bir durum olup gözlenme sıklığının iklimsel olaylarla bağlantılı olduğu bilinmektedir. Bu ve buna benzer iklim ile ilintili hidrografik değişimlerin izlenmesi bunların küçük pelajik balık stokları üzerine etkilerinin net olarak ortaya konması balıkçılık düzenlemelerinin olası iklim değişikliklerine göre öngörülmesine olanak sağlayacaktır. Aksi takdirde halen uygulandığı şekli ile tüm küçük pelajik balıkları tek bir tür olarak ele alıp hatta düzenleme dışı bırakan bir politika ile ticari öneminden çok ekolojik önemi olan bu grubun zarar görmesine neden olacaktır.

## Referanslar

- ABAD R., Miquel M., Iglesias M., Alvarez F., Acoustic estimation of abundance and distribution of anchovy in the NW Mediterranean. *Scientia Marina.*, 62 (1 – 2) : 37 – 43, (1998a).
- ABAD R., Miquel, M., and Iglesias, M., Campanas de evaluacion por metodos acusticos se sardina, boqueron y ochavo en el Mediterraneo Occidental. *FAO Fisheries Report*, 537, p.191-193 (1996).
- ABAD R., Miquel, M., Iglesias M., AlvarezF., Acoustic estimation of abundance and distribution of sardine in the northwestern Mediterranean. *Fisheries Research*, 34, 239 – 245, (1998b).
- AVŞAR D., Kuzeydoğu Akdeniz'deki Yuvarlak Sardalyalar (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) Üzerine Bir Stok Değerlendirme Çalışması. I. Ulusal Deniz Bilimleri Konf., 30 Mayıs-2 Haziran 2000, Ankara, 6s., (2000).
- AZZALI M., De Felice A., Luna M., Cosimi G., Parmiggiani F., The state of the Adriatic Sea centered on the small pelagic fish populations. *Marine Ecology*, 23, Supplement 1, 78 – 91, (2002).
- BARANGE M., Acoustic identification, classification and structure of biological patchiness on the edge of the Agulhas Bank and its relationship to frontal features. *South African Journal of arine Science*, 14: 333–347, (1994).
- BAYHAN K. Doğu Akdeniz Bölgesindeki sardalya balıkları (*Sardinella aurita* – *Sardinella maderensis*)'in üreme dönemleri, yaş be büyüklük kompozisyonları. T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı İÇEL İl Müdürlüğü. Yayın No: 1. s6s., (1988).
- BEVERTON R., Holt S., On the dynamics of exploited. fish populations. The Blackburn Press, P.O. Box 287 Caldwell, New Jersey 07006, USA, 515 pp, (1957).
- BİNGEL F., Doğu Akdeniz'de kıyı balıkçılığı av alanlarında kantitatif balıkçılık – Ortasu troll balıkçılığı olanakları ve yeni av alnalarının araştırılması projesi. Proje No: 81 07 00 11, (1983).
- BİNGEL F., Balık populusyonlarının incelenmesi. Temel konular ve uygulama örnekleri. Baki Kitabevi. Seyan/Adana. 404 p (2002).
- BLAXTER J, Hunter JR. The biology of the clupeoid Wshes. *Adv Mar Biol* 20:1–123, (1982).
- BURGOS J. M., and Horne J. K., Characterization and classification of acoustically detected fish spatial distributions. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1235–1247, (2008).
- CABREIRA A.G., Tripode M., and Madirolas A. Artificial neural networks for fish-species identification. *ICES J. Marine Sci.*, 66 (2009), pp. 1119–1129, (2009).
- COLE J, McGlade J. Clupeoid population variability, the environment and satellite imagery in coastal upwelling. *Rev Fish Biol Fish* 8:445–471, (1998).
- DINER N., Correction on school geometry and density: approach based on acoustic image simulation *Aquat. Living Resour.* 14 (2001) 211–22. Extreme Climatic Events in the Peruvian Anchovy Fishery Sustainability 2011, 3, 823-846; doi:10.3390/su3060823 (2001).
- FOERSE R., Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241–253, (2006).
- FOOTE K. G., Quantitative fisheries research surveys, with special reference to computers. In: B.A. Megrey & E. Moksness. *Computers in fisheries research*. Chapman & Hall. 254 pp. 80-112, (1996).

- FOOTE K.G., Knudsen, H.P., Vesnes, G., MacLennan, D.N., Simmonds, E.J., Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. Cooperative Research Report, International Council for the Exploration of the Sea, p. 144, (1987).
- GANIAS K., Somarakis S., Kautsikopoulos C. and Machias K., Factors affecting the spawning period of sardine in two highly oligotrophic seas. *Mar Biol.* 151: 1559-1569, (2007)
- GIANNOULAKI, M., Machias, A., Koutsikopoulos, C., Haralabous, J., Somarakis, S., Tsimenides, N.,. Efectc of coastal topography on the spatial structure of the populations of small pelagic fish. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 265 : 243 – 253, (2003).
- GIANNOULAKI, M., Machias, A., Somarakis, S., Tsimenides, N.,. The spatial distribution of anchovy and sardine in the northern Aegean Sea in relation to hydrographic regimes. *Belg. J. Zool.*, 135(2) : 151 – 156 (2005).
- GÜCÜ A.C., A Box Model For The Basic Elements Of Northeastern Levant Sea (Mediterranean) Trawl Fisheries. *Israel J. of Zool.*, 41(4): 551-568, (1995).
- HANNACHI, M.S., Ben Abdallah, L., Marrakchi, O. Acoustic identification of small pelagic fish species: target strength analysis and school descriptor classification (English); In: Report of the Expert Consultation on Small Pelagic Fishes: Stock Identification and Oceanographic Processes Influencing their Abundance and Distribution, Salammbou, Tunisia, 1-3 October 2003; *MedSudMed Technical Documents (FAO/MedSudMed)*; / FAO, Mazara del Vallo (Italy). *MedSudMed Project*, p. 90-99, (2004).
- HAUGLAND E. K., and Misund, O. A. Evidence for a clustered spatial distribution of clupeid fish schools in the Norwegian Sea and off the coast of southwest Africa. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1088e1092, (2004).
- HEDGEPEETH J. B., Gallucci V. F., Thorne R. E., Campos J.,. The application of some acoustic methods for stock assessment for small-scale fisheries. In: Gallucci, V.F., S.B. Saila, J. Gustafson and B.J. Rothschild. (Eds.) 1996. *Stock Assessment: auintitative methods and applications for small-scale fisheries*. CRC Press. Lewis Publishers. 527 pp. 271-353, (1996).
- HOLDEN M,J ve Raitt, D.F.S., *Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigations and their application*. FAO., Rome (Italy). 214 pp, (1974).
- HUNTER JR, Leong RJH. The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish Bull* 79:215–230, (1981).
- İLHAN R. İkiz, R. Gülyavuz H. Antalya Körfezinden Avlanan *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)'nın Et Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 23 (1-2): 439-442, (2006).
- KOUTRAKÍS E, Tsikliras A, Kamidis N. On the biology of sardine *sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the Gulf of Kavala. In: *Proceedings of the 10th Panhellenic Conf Ichthyol*, Chania, Greece, pp 69–72, 2001.
- LE CLUS F., Size-specific seasonal trends in spawning of pilchard *Sardinops ocellatus* in the Northern Benguela system, 1973/74. *S Afr J Mar Sci* 8:21–31, (1989).
- LLEONART J., Maynou F Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Sci Mar* 67:37–49, (2003).
- LLEONART J., Overview of stock assessment methods and their suitability to Mediterranean fisheries. 5<sup>th</sup> session of the SAC – GFCM, Rome, 1 – 4 July, (2002).
- LOVE R.H., Target strength of an individual fish at any aspect. *Journal of the Acoustical Society of America*, 62: 1397-1403, (1977).



- MACKINSON S., Freeman S., Flatt R., Meadows B., Improved acoustic surveys that save time and money: integrating fisheries and ground-discrimination acoustic technologies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 305, 129 – 140, (2004).
- MANN K.H., Physical oceanography, food chains, and fish stocks: a review ICES. *J Mar Sci* 50:105–119, (1993)
- MATSUYAMA M, Adashi S, Nagahama Y, Kitajima C, Matsuura S., Annual reproductive cycle of the captive female Japanese sardine *Sardinops melanostictus*: relationship to ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones. *Mar Biol* 108:21–29, (1991).
- MCGARIGAL K., S. A. Cushman and S. G. Stafford., *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer-Verlag, New York, (2000).
- MISUND O. A., Underwater acoustics in marine fisheries and fisheries research. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7, 1 – 34, (1997).
- ÖZSOY E., Hecht A., Ünlüata Ü., Brenner S., Oğuz T., Bishop J., Latif M. A., Rosentroub, Z., A review of the Levantine Basin circulation and its variability During 1985-88. *Dynam. Atmos. Oceans*, 15, 421-456, (1991).
- PAULY D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 39(3): 175-192, (1980).
- PERTIERRA J. P., Leonart J., NW Mediterranean anchovy fisheries. *Scientia Marina*, 60 (Supl. 2) : 257 – 267, (1996).
- PERTIERRA J.P. and Castellón A., Evaluación por métodos acústicos de la sardina, *S. pilchardus* (Walbaum, 1972) y de la anchoa, *E. encrasicolus* (Linnaeus, 1758) de la mitad meridional de la costa catalana. Datos de las campañas Pelágicas I y Pelágicas II. *Invest. Pesqueras* 51 4, pp. 549–567, (1987).
- PETITGAS P. and Levenez, J. J. Spatial organization of pelagic fish: echogram structure, spatio-temporal condition, and biomass in Senegalese waters. – *ICES Journal of Marine Science*, 53: 147–153, (1996)
- PETITGAS P., A method for the identification and characterization of clusters of schools along the transect lines of fisheries-acoustic surveys. – *ICES Journal of Marine Science*, 60: 872–884, (2003).
- REID D., Scalabrin C., Petitgas P., Masse J., Aukland R., Carrera P., and Georgakarakos S., Standard protocols for the analysis of school based data from echo sounder surveys. *Fisheries Research*, 47: 125–136., (2000).
- ROBOTHAM H., P. Bosch J.C. Gutiérrez-Estrada J. Castillo and I. Pulido-Calvo., Acoustic identification of small pelagic fish species in Chile using support vector machines and neural networks. *Fish. Res.*, 102 (2010), pp. 115–122), (2010).
- SALİHOĞLU İ., C. Saydam, Ö. Bastürk, K.Yılmaz, D. Ediger, E. Hatipoğlu and A.Yılmaz., Transport and distribution of nutrients and chlorophyll-a by meso-scale eddies in the Northeastern Mediterranean, *Marine Chemistry*, 29, 375-390, (1990).
- SCHLITZER R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de> (2011).
- SCHREIBER M A, Ñiquen M., ve Bouchon M., Coping Strategies to Deal with Environmental Variability and Extreme Climatic Events in the Peruvian Anchovy Fishery Sustainability 3, 823-846; doi:10.3390/su3060823, (2011).
- SIMMONDS J. and D. MacLennan, *Fisheries Acoustics: Theory and Practice* : Wiley-Blackwell; 437 pages, (2006).

SOMARAKIS S, Ganias K, Siapatis A, Koutsikopoulos C, Machias A, Papaconstantinou C., Spawning habitat and daily egg production of sardine in the eastern Mediterranean. *Fish Oceanogr* 15(4):281–292, (2006).

SOMARAKIS S, Ganias K, Tserpes G, Koutsikopoulos C., On gonadal allometry and the use of the gonosomatic index: a case study in the Mediterranean sardine, *Sardina pilchardus*. *Mar Biol* 146:181–189, (2004).

SPARRE P., Computer programs for fish stock assessment. Length based fish stock assessment for Apple 2 computer. F.A.O. Fish. Tech. Pap. No. 101 Suppl. 2: 218p. (1987)

STERGIOU KI, Laskaratos A., Climatic variability and the anchovy/sardine ratio in hellenic waters. *Geojournal* 41:245– 254, (1997).

TICINA V., Katavic I., Dacic V., Grubisic L., Franicevic M., Emric Ticina V., Acoustic estimates of small pelagic fish stocks in the eastern part of Adriatic Sea: September 2004. GFCM – SAC – SCSA, Rome, 26 – 30. 09. 2005, (2005).

TUĞRUL S., Uysal Z., Erdoğan E., Yücel N. Kilikya Baseni (Kuzeydoğu Akdeniz) Sularında Ötrofikasyon indikatörü Parametrelerin (TP, DIN, Chl-a ve TRIX) Değişimi. *Ekoloji* 20, 80, 33-41 (2011).

TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu), Su Ürünleri İstatistikleri (2010)

<http://www.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp/balikkilik.zul>

WASSEF E., Ezzat A., Hashem T., Faltas S. Sardine fishery by purse-seine on the Egyptian Mediterranean coast *MEPS* 26:11-18, (1985).

WOOTTON R.J. *Ecology of Teleost Fishes* 2nd ed. Kluwer, London. 396 pp., (1998).

ZAR J.H. *Biostatistical analysis*. 2nd edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 130 pp., (1984).

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No:</b> 108O566
<b>Proje Başlığı:</b> Kuzeydoğu Akdeniz Küçük Pelajik Balık Stoklarının İzlenmesi
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü P.K. 28 Erdemli 33731 Mersin
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b>
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 15 Kasım 2008 – 15 Kasım 2011
<b>Öz (en çok 70 kelime)</b> Bu projenin temel amacı kuzeydoğu Akdeniz’de dağılım gösteren küçük pelajik türlerin biyoloji ve ekolojileri hakkında mümkün olduğunca çok veri toplamaktır. Bu amaç doğrultusunda aylık olarak 23 deniz çalışması düzenlenmiş ve denizde toplam 133 gün çalışılmıştır. Çalışma sonunda bölgede bulunan mevcut türler, bu türler arasında baskın olanlar, dağılım alanları, alan tercihleri ve tercihlerde önemli olabilecek faktörler belirlenmiştir. Buna göre bölgede örneklenen toplam 17 küçük pelajik balık türü içinde baskın türün <i>Sardinella aurita</i> olduğu belirlenmiştir.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Küçük pelajikler, Balıkçılık Akustiği, Üreme Stratejisi, Kuzey doğu Akdeniz, Genelleştirilmiş Eklemeli Modeller
<b>Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu?</b> Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu’nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> Gucu A. C., Ok M. and Sakınan S. 2010. Past and present of fish fauna in the NE Levant Sea and factors facilitating the colonization by lessepsian fishes. FAO-EastMed Working Document GCP/INT/041/EC-GRE-ITA/tD-04. Sakınan S. and Ak Orek Y. 2011. First record of Indo-Pacific Indian scad fish, <i>Decapterus russelli</i> , on the north-eastern Mediterranean coast of Turkey. Marine Biodiversity Records, Marine Biological Association of the United Kingdom, 4:1-3. doi:10.1017/S1755267210001132. Sakınan S. 2011. Recent occurrence of indopacific jellyfish <i>Rhopilema nomadica</i> in North-Eastern Levantine Sea. First National Workshop on Jellyfish and Other Gelatinous Species in Turkish Marine Waters, Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey, No:35, pp 73–77. Sempozyum Tebliğleri: Şahin E., Gücü A.C., Ok M., Sakınan S., Tüer M. Ve Pınar H., 2011. Kuzeydoğu Akdeniz Balıkçılık Ekosistemi – III: Lessepsian Balıkların Kuzeydoğu Akdeniz Ekosistemindeki Yerleri. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 25-27 Ekim 2011, Antalya. Karaş E., Gücü A.C., Sakınan S., Ve Ok M., 2011.Kuzeydoğu Akdeniz Balıkçılık Ekosistemi – V: Küçük pelajik balıklarda beslenme, üreme ve büyüme. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 25-27 Ekim 2011, Antalya.
<b>Ekte Bulunan “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”, “Kazanımlar” Bölümünde Belirtilen Kriterlere Göre Proje Çıktılarının Başarı Öyküsü Niteliği Taşındığını Düşünüyorsanız “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”nu doldurunuz.</b>