

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

134683

**İZMİR KÖRFEZİ BALIKLARINDA TROFİK
İLİŞKİLER VE BUNLARIN MODELLENMESİ**

Murat BİLECENOĞLU

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 504.01.01

Sunuş Tarihi: 23.09.2003

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat KAYA

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

134683

Bornova - İZMİR

III

Murat BİLECENOĞLU tarafından DOKTORA tezi olarak sunulan "**İzmir Körfezi Balıklarında Trofik İlişkiler ve Bunların Modellenmesi**" başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 23.09.2003 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Savaş MATER
Raportör Üye : Prof. Dr. Murat KAYA
Üye : Prof. Dr. Tufan KORAY
Üye : Prof. Dr. Baha BÜYÜKİŞİK
Üye : Prof. Dr. Hüseyin A. BENLİ

İmza

The image shows three handwritten signatures in black ink. The first signature is at the top, the second is in the middle, and the third is at the bottom. They are all written in a cursive style.

ÖZET

**İZMİR KÖRFEZİ BALIKLARINDA TROFİK İLİŞKİLER VE
BUNLARIN MODELLENMESİ**

BİLECENOĞLU, Murat

Doktora Tezi, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Murat KAYA

Eylül 2003, 155 sayfa

Bu çalışmada İzmir Körfezi'ne ait bir kütle dengeli ekosistem modeli, Ecopath yazılımı ile oluşturulmuştur. Çalışmaya toplam 16 fonksiyonel grup dahil edilmiştir: detritus, fitoplankton, zooplankton, zoobentos, Cephalopoda, *Diplodus annularis*, *Mullus barbatus*, *Gobius niger*, *Citharus linguatula*, planktivor pelajikler, diğer pelajikler, küçük demersaller, büyük demersaller, Chondrichthyes, Gadiformes ve yunuslar. Grupların trofik seviyeleri 1.0 (detritus) ile 4.82 (yunuslar) arasında değişmiştir. Pelajik ve demersal balıkların toplam biyokütleleri sırasıyla 13.906 t.km⁻² ve 13.181 t.km⁻²'dir. Biyokütle ve enerji akışları bakımından İzmir Körfezi'ndeki en belirgin gruplar, ilk iki trofik seviyede yer alan fitoplankton, zooplankton ve zoobentos'tur. Balıklar için bu çalışmada hesaplanan mortalite değerleri ile model tarafından hesaplanan değerler birbirleriyle uyuşmamaktadır ve bu farklılığın kullanılan av istatistiklerindeki yetersizlik olduğu düşünülmektedir. Gruplar arasındaki karmaşık trofik etkileşimler, balıkçılık faaliyetlerindeki muhtemel bir artışın diğer gruplar üzerinde olumsuz bir etkiye neden olacağını göstermektedir. İzmir Körfezi balıkçılık ekosistemi üzerinde yapılan bu ilk modelin, ileride yapılacak ekosistem çalışmalarına temel oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: İzmir Körfezi, Ecopath, ekolojik modelleme.

VII

ABSTRACT

MODELLING TROPHIC RELATIONSHIPS AMONG FISHES INHABITING IZMIR BAY

BİLECENOĞLU, Murat

Ph.D. in Faculty of Fisheries

Supervisor: Prof. Dr. Murat KAYA

September 2003, 155 pages

In this study, a mass-balanced ecosystem model of İzmir Bay is constructed, using the Ecopath software. A total of 16 functional groups was included: detritus, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, Cephalopoda, *Diplodus annularis*, *Mullus barbatus*, *Gobius niger*, *Citharus linguatula*, planktivor pelagics, other pelagics, small demersals, large demersals, Chondrichthyes, Gadiformes and dolphins. The trophic levels of the groups ranged from 1.0 (detritus) to 4.82 (dolphins). The total biomass of the pelagic and demersal fishes was 13.906 t.km⁻² and 13.181 t.km⁻², respectively. Most prominent groups in terms of biomass and energy flow in İzmir Bay was phytoplankton, zooplankton and zoobenthos, which were located in the first two trophic levels. The mortality rates of fishes estimated during the study and those estimated by the model were dissimilar, which probably stemmed from the insufficient fishery catch data used. Mixed trophic impacts examined among groups revealed that, a possible increase in fishery activities will have a negative effect on most of the other functional groups. This is the first fishery ecosystem model of İzmir Bay and thus may serve as a basis for future ecosystem studies.

Key words: İzmir Bay, Ecopath, ecological modelling.

IX

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunu bana öneren, tezimin çeşitli safhalarında bilgi ve birikimlerinden faydalandığım sayın Doç. Dr. Ali Cemal Gücü'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmadaki örneklemelerin önemli bir kısmı 1998/SÜF/008 no'lu araştırma fon saymalığı projesi esnasında gerçekleştirilmiş olup, başta proje yürütücüsü sayın Prof. Dr. Melahat Toğulga'ya; bana gerek veri temininde, gerekse fikir alışverişleriyle destek olan sayın Yrd. Doç. Dr. Okan Özaydın, Prof. Dr. Baha Büyükkışık, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Özbilgin, Yrd. Doç. Dr. Zafer Tosunoğlu, Ömer Faruk Kara, Araş. Gör. Halit Filiz, Yrd. Doç. Dr. Tuncay M. Sever, Prof. Dr. Savaş Mater, Yrd. Doç. Dr. Alp Salman, Araş.Gör. Tülin Çoker, Araş. Gör. Bahar Bayhan, Araş. Gör. Yeşim Ak, Araş.Gör. Dr. Dilek Uçkun, Araş. Gör. Sencer Akalın ve Harun Güçlüsoy'a içtenlikle teşekkür ederim. Manevi desteğini her an hissettiğim eşim Özlem Bilecenoğlu'na minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XVII
1. GİRİŞ	1
1.1. Ecopath Modeli.....	5
1.2. İzmir Körfezi Ekosistemine Genel Bakış	7
1.2.1. Genel Özellikler.....	7
1.2.2. İzmir Körfezinde Balıkçılık Durumu.....	11
1.3. Çalışmanın Amacı.....	13
2. MATERYAL VE METOT	15
2.1. Örneklemeler	15
2.2. Populasyon Dinamiği Parametrelerinin Hesaplanması	16
2.2.1. Büyüme	16
2.2.2. Mortalite	19
2.2.3. Boy-Ağırlık İlişkileri	24
2.2.4. Balıkların Yıllık Besin Tüketimlerinin Tahmini (Q/B)	24
2.2.5. Mide İçeriği Analizi	27
2.2.6. Biyokütle Tahmini	29

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.3. Ecopath Modelinin Yapısı	30
2.4. Modelde Kullanılan Gruplar	36
2.4.1. Detritus.....	36
2.4.2. Fitoplankton.....	37
2.4.3. Zooplankton	38
2.4.4. Zoobentos.....	40
2.4.5. Cephalopoda.....	42
2.4.6. Balıklar	45
2.4.7. Yunuslar	54
2.5. Avcılık Verileri	55
3. BULGULAR	58
3.1. Detritus.....	58
3.2. Fitoplankton	58
3.3. Zooplankton	58
3.4. Zoobentos.....	59
3.5. Cephalopoda.....	59
3.6. Demersal Balıklar.....	59
3.6.1. Chondrichthyes	67
3.6.2. Küçük Demersaller.....	68
3.6.3. <i>Citharus linguatula</i>	78
3.6.4. <i>Diplodus annularis</i>	82
3.6.5. <i>Mullus barbatus</i>	84
3.6.6. Gadiformes	86
3.6.7. Büyük Demersaller.....	88
3.7. Pelajik Balıklar.....	90

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.7.1. Planktivor Pelajikler.....	90
3.7.2. Diğer Pelajikler.....	91
3.8. Yunuslar.....	92
3.9. Ecopath Modelinin Oluşturulması.....	94
3.10. Predatör ve Av Örtüşmesi.....	103
3.11. İzmir Körfezindeki Trofik Etkileşimler.....	109
3.12. İzmir Körfezindeki Enerji Akışları.....	112
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	116
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	132
ÖZGEÇMİŞ.....	155

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil

Sayfa

1.1. Modelin karmaşıklığı ile elde edilecek bilgi arasındaki ilişki	2
1.2. İzmir Körfezi'ne ait bölümler.....	8
2.1. <i>Diplodus annularis</i> türüne ait av eğrisi grafiği.....	23
2.2. Balıklardaki kaudal yüzgeçe ait A değerinin hesap yöntemi	27
3.1. Demersal balık türlerinin istasyonlara göre dağılımları (Jaccard benzerlik analizi).....	65
3.2. Balık türlerine ait boy gruplarının karşılaştırılması	66
3.3. Chondrichthyes grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.....	67
3.4. Küçük demersaller grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.....	69
3.5. Küçük demersaller grubundaki türlerin boy-ağırlık ilişkisi grafikleri.....	70
3.6. Küçük demersaller grubundaki türlerin yaş-total boy ilişkisi grafikleri.....	72
3.7. <i>A.laterna</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği	73
3.8. <i>G.niger</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.....	75
3.9. <i>P.acarne</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.....	76
3.10. <i>S.hepatus</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.....	77
3.11. <i>C. linguatula</i> türünün boy – ağırlık ilişkisi grafiği.....	79
3.12. <i>C. linguatula</i> türünün yaş – total boy grafiği	79
3.13. <i>C.linguatula</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği	80
3.14. <i>D. annularis</i> türünün boy – ağırlık ilişkisi grafiği.....	82
3.15. <i>D. annularis</i> türünün yaş – total boy grafiği.....	83
3.16. <i>D.annularis</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği	84
3.17. <i>M.barbatus</i> türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.....	85
3.18. Gadiformes grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.....	87
3.19. Büyük demersaller grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.....	89

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

3.20. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların predatör ve av örtüşme indeksi	103
3.21. <i>T.truncatus</i> (A) ve <i>M.barbatus</i> (B) türlerinin tükettikleri besinlerin trofik seviyelere göre dağılımı.....	108
3.22. İzmir Körfezi'ndeki karmaşık trofik etkileşimler	110
3.23. İzmir Körfezi ekosistemindeki akış diagramı.....	113



ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇizelgeSayfa

1.1. Modellerin sınıflandırılması	3
1.2. İzmir Körfezi'nin alt bölümlerine ait alan, hacim ve derinlik verileri	9
1.3. İzmir Limanına bağlı avcılık yapan teknelerin özeti.....	13
2.1. Yaygın Copepoda türlerinin beslenme rejimi	39
2.2. Orta Körfezde saptanan zoobentik organizma gruplarının biyokütleleri.....	40
2.3. Bazı zoobentik organizma gruplarına ait Q/B değerleri.....	41
2.4. Zoobentosu oluşturan bazı grupların genel beslenme rejimleri.....	42
2.5. İzmir Körfezinde dip trolüyle elde edilen Cephalopoda türleri ve mevsimlere göre oranları (%ağırlık)	43
2.6. Cephalopoda grubuna dahil olan türlerin beslenme rejimleri.....	44
2.7. Çeşitli demersal türlere ait boy-ağırlık ilişkileri	46
2.8. Çeşitli demersal türlerin büyüme parametreleri	47
2.9. Çeşitli Chondrichthyes türlerinin beslenme rejimleri.....	48
2.10. <i>M.merlangus</i> ve <i>T.minutus</i> türlerinin beslenme rejimleri.....	48
2.11. Planktivör pelajik türlere ait boy-ağırlık ilişkileri.....	50
2.12. Planktivör pelajik türlere ait büyüme parametreleri.....	51
2.13. Diğer pelajik türlere ait boy-ağırlık ilişkileri.....	52
2.14. Diğer pelajik türlere ait büyüme parametreleri	52
2.15. Diğer pelajik türlerin beslenme rejimleri	53
2.16. Modelde kullanılan gruplara ait tahmini av miktarı verileri.....	56
3.1. Çeşitli araştırmacılara göre İzmir körfezi dip trol av kompozisyonu.....	60
3.2. Trol av kompozisyonu karşılaştırması	63
3.3. Chondrichthyes grubu için hesaplanan Ecopath parametreleri.....	68
3.4. Küçük demersaller grubundaki türlerin boy-ağırlık ilişkileri	69

XVIII

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

3.5. Küçük demersaller grubundaki türlerin büyüme parametreleri.....	71
3.6. <i>A.laterna</i> türünün ağırlıklı besin kompozisyonu	74
3.7. <i>S.hepatus</i> türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.....	77
3.8. Küçük demersaller grubu için hesaplanan Ecopath parametreleri	78
3.9. <i>C. linguatula</i> türünün ağırlıklı besin kompozisyonu	81
3.10. <i>M. barbatus</i> türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.....	86
3.11. Gadiformes grubuna ait türlerin Ecopath parametreleri	88
3.12. Büyük demersal türlere ait Ecopath parametreleri.....	90
3.13. <i>E. encrasicholus</i> ve <i>S. aurita</i> türlerinin büyüme parametreleri.....	90
3.14. Planktivor pelajik türlere ait Ecopath parametreleri.....	91
3.15. Diğer pelajik türlere ait Ecopath parametreleri.....	91
3.16. <i>T. truncatus</i> popülasyonunun biyokütlesi.....	93
3.17. Ecopath modeli için girilen ilk temel parametreler.....	95
3.18. Model için oluşturulan predatör/av matriksi.....	96
3.19. Modelin ilk yürütme sonuçları	97
3.20. Modelin ikinci yürütme sonuçları.....	99
3.21. Model için oluşturulan predatör/av matriksi (modelin ikinci yürütmesi için)	100
3.22. Modelin üçüncü yürütme sonuçları.....	102
3.23. Av örtüşme matriksi.....	104
3.24. Predatör örtüşme matriksi	105
3.25. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların omnivorluk seviyeleri.....	107
3.26. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların, trofik seviyelere göre mutlak enerji akışları ($t.km^{-2}.y^{-1}$) ve biyokütleleri ($t.km^{-2}$).....	114
4.1. Büyüme parametrelerinin daha önceki çalışmalarla karşılaştırılması.....	117

XIX

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

4.2. İzmir Körfezindeki grupların besin tüketim (Q) miktarları	121
4.3. Model tarafından hesaplanan mortalite değerleri.....	125
4.4. Modele girilen av verileri ile F değerini karşılayabilecek av verilerinin karşılaştırılması.....	127



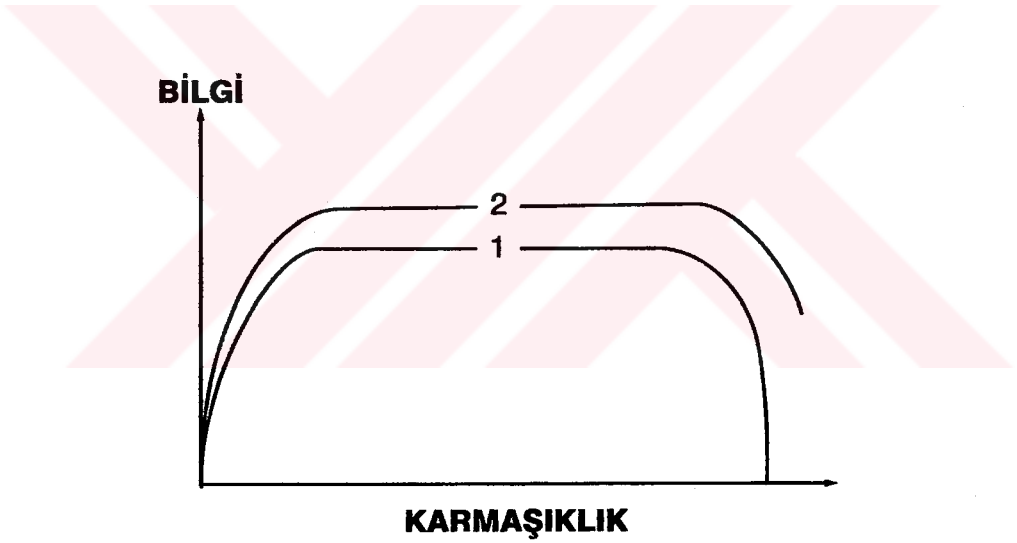
1. GİRİŞ

Ekosistemler, bugün sahip olduğumuz bilgi ve teknoloji seviyesi dahilinde, içerdikleri bütün organizmalar ve populasyonlar göz önüne alınarak analiz edilmesi imkansız derecede karmaşık bir yapı oluştururlar. Bununla birlikte, ekosistem özellikleri hakkında bir sonuca varabilmek için holistik (bütüncül, yani tüm sisteme ait) bir yaklaşım sergilenmesi kaçınılmazdır (Jørgensen, 1992). Dolayısıyla ekosistem analizinin temel hedefi, bütün sistemi temsil edebilecek bileşenlerin biyolojik üretim ve türler arası ilişkiler gibi fonksiyonel özelliklerinin ortaya konması, ayrıca, ekosistemin biyokütle ve canlı/cansız bileşenleri arasındaki enerji akışlarına dayanan bir besin zinciri oluşturulması olmalıdır (Heymans and Baird, 2000).

Karmaşık ekosistemlerin işleyişini anlayabilmek için, basite indirgenerek modellenmesi gereklidir. Model sözcüğünün pek çok anlamı vardır, ancak biyologlar için modeller, incelenen sistemin (fonksiyonunu anlayabilmek için gerekli) belirli özelliklerini yansıtan birbiriyle uyumlu tanımlamalardır (Christensen et al., 2000). Modeller, parametreleri bir durumu veya oranı (örneğin büyüme, mortalite, besin tüketimi, vb.) ifade eden basit veya karmaşık denklemler içerir. Balıkçılık biyolojisinde sıklıkla kullanılan boy-ağırlık ilişkisi denklemi bile bir model olarak kabul edilebilir.

Bir modelleme çalışması yapmak için iki temel neden vardır (Gjøsæter and Dalpadado, 1985): 1) ekosistemdeki en önemli bileşenleri seçip (dolayısıyla geri kalanları ihmal ederek) doğayı anlayabilmek, 2) tahminlerde bulunabilmek. Bu işi gerçekleştirirken modelin olabildiğince basit, anlaşılır, gerçeği mümkün olduğunca yansıtabilir ve genel olması

beklenir. Holistik ekosistem analizinde tatminkar sonuçlar elde edebilmek için tüm detayları göz önünde tutmak zorunluluğu yoktur. Ayrıca %100 güvenilir model kavramı da henüz mevcut değildir. Günümüze değin oluşturulan modellerin en az %50'sinin güvenilirliği teyit edilmemiştir ve genel kanının aksine, modelin karmaşıklığı elde edilebilecek bilgi miktarını arttırmamaktadır (Jørgensen, 1992) (Şekil 1.1). Yüksek sayıda parametre kullanımı modelin karmaşıklığını artırır ve belli bir noktadan sonra sunacağı bilgi artmadığı gibi ortaya çıkan belirsizliğe bağlı olarak azalır. Kaliteli veri grupları daima daha yüksek bilgi eldesine neden olur.



Şekil 1.1. Modelin karmaşıklığı ile elde edilecek bilgi arasındaki ilişki. (2. eğri, 1. eğriden daha yüksek kaliteli veri grubunu ifade etmektedir) (Jørgensen'den 1992).

Jørgensen (1992), binlerce farklı model tipinden bahsetmektedir. Bunlardan belirleyici (deterministik), bilimsel (araştırma) ve yönetim modelleri en yaygın kullanılan modellerdir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Modellerin sınıflandırılması (Jørgensen'den 1992).

Model Tipleri	Özellik
Araştırma Modelleri	Araştırma amaçlı kullanılır
Yönetim Modelleri	Yönetim amaçlı kullanılır
Belirleyici Modeller	Tahmin edilen değerler aynen hesaplanır
Stokastik Modeller	Tahmin edilen değerler olasılık dağılımına dayanır
Kompartman Modelleri	Sistemi tanımlayan değişkenler zamana bağlı diferansiyel denklemlerle tespit edilir
Matriks modelleri	Matematiksel formüller matrikslere dayanır
Statik Modeller	Sistemi tanımlayan değişkenler zamana bağlı değildir
Dinamik modeller	Sistemi tanımlayan değişkenler zamanın bir fonksiyonudur

Balıkçılık biyolojisi çalışmalarında da farklı model tiplerinden bahsedilebilir: analitik, belirleyici (deterministik), büyüme, stok modelleri vb. (Gjøsaeter and Dalpadado, 1985). Günümüze kadar çoğunlukla tek türe dayanan analitik ve holistik model yaklaşımı hakim olmuştur. Holistik modeller belli bir ekosistemde tüm balık stoklarının bir bütün halinde yaşadığını dikkate alır; az veriye ve parametreye ihtiyaç duyar. Taranan alan yöntemiyle biyokütle tahmini veya aşırı üretim modelleri holistik çalışmalara verilebilecek belirgin örneklerdir (Sparre and Venema, 1992).

Analitik modeller ise stoka ait daha detaylı veriye gereksinim duyar (örneğin yaş dağılımları), ve mortalite, büyüme gibi çalışma konularını

kapsar (Gjøsæter and Dalpadado, 1985; Sparre and Venema, 1992). Tek türe dayalı analitik balık stok çalışmaları ilk defa Beverton and Holt (1957) öncülüğünde başlamıştır. Türler arası ilişkilerin dikkate alınmadığı bu söz konusu metodun bazı eksiklikleri, teknolojik gelişmelere (örneğin bilimsel araştırmalarda bilgisayar kullanımına) bağlı olarak zaman içerisinde fark edilmiş ve 1970'li yıllarda çok türlü yaklaşımın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Pollusyon ve aşırı avcılık gibi sistem üzerinde ciddi etkileri olan etmenler sadece türlerin değil, ekosistemlerin bir bütün olarak etkilendiği gerçeğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla kaynak yönetimi için sistemdeki ilişkilerin anlaşılmasının önemi açığa çıkmıştır. Andersen and Ursin (1977, in Pauly, 1998) öncülüğündeki ilk çok türlü modelleme çalışmasını takiben, 1980'li yıllar ekolojik model kavramının gelişmeye başladığı bir dönem olmuştur (bkz. Jørgensen, 1992). 1984 yılında Polovina, Hawaii'deki mercan resifi balıklarını inceleyerek Ecopath modelini bilim dünyasına tanıtmıştır. Christensen and Pauly (1992), Ecopath yaklaşımını daha da geliştirmişler ve modeli bir bilgisayar yazılımı sayesinde oldukça kolay kullanılabilir hale sokmuşlardır.

Yukarıda bahsi geçen model tipleri birbirlerinden bağımsız ve farklı gibi görünselerde, pek çoğu oldukça benzer bir felsefe ve yaklaşıma sahiptir. Balıkçılık araştırmalarında artık vazgeçilmez bir uygulama sahası olarak karşımıza çıkan ekosistem modelleri, sadece doğayı analiz etmekle kalmayıp, insanoğlunun da doğayla olan etkileşimini incelemekte, dolayısıyla etkin bir doğal kaynak yönetiminin planlanmasına katkıda bulunmaktadır. Balıkçılık modellerinin gelişimine ve içerdiği kategorilere bakıldığında, balıkçılığın sadece biyolojik değil, sosyo-ekonomik bileşenlerden de oluştuğu açıkça anlaşılmaktadır (Lackey, 1975).

1.1. Ecopath Modeli

Ecopath, 1984'de Polovina tarafından sucul bir ekosistemdeki türlerin biyokütle ve besin tüketimlerini tahmin etmek için sunulan bir yaklaşım üzerine kurulmuştur (Christensen and Pauly, 1992). Model, belli bir dönemi kapsamak üzere (genellikle yıl, veya mevsim), birbirleriyle trofik açıdan ilişkili biyokütle havuzları arasındaki etkileşimleri ortaya koymayı hedeflemektedir (biyokütle havuzları ile kasıt, tek bir tür veya ekolojik bakımdan benzer türlerin oluşturduğu gruplardır). Veri ihtiyacı, diğer Karmaşık ekolojik model yaklaşımlarına göre oldukça kısıtlıdır ve stok çalışmalarından, ekolojik analizlerden veya diğer yayınlanmış makalelerden elde edilebilmektedir. Model, biri üretim, diğeri tüketim olmak üzere iki temel ekolojik denkleme dayanır (bu bileşenlerin ayrıntılı açıklaması ilerleyen bölümlerde verilecektir):

Üretim = Av miktarı + Predasyon + Net Göç + Biyokütle Değişimi + Diğer Mortalite

Tüketim = Üretim + Solunum + Sindirilemeyen Besin

Güncel çalışmalarda Ecopath, ekolojik problemlerin ortaya konmasında ve analiz edilmesinde, balıkçılığın ekosistem üzerindeki etkilerinin saptanmasında, ve kaynak yönetimi seçeneklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ecopath modeli, ilk ortaya çıkışının üzerinden kısa bir süre geçmesine rağmen araştırmacılar tarafından çabuk kabul görmüş ve geniş uygulama alanı bulmuştur. Halen 120 farklı ülkeden 2000'inin üzerinde bilimadamı modelin aktif kullanıcısı durumdadır ve bugüne kadar konuyla ilgili 150'nin üzerinde bilimsel makale üretilmiştir (bkz. www.ecopath.org). Ecopath yardımıyla yapılan

alışmalar esas olarak sucul ekosistemler üzerinde yoğunlaşmış olsa da, istisnai olarak tarım alanları gibi karasal ortamlarda da uygulanmıştır.

Türkiye'de Ecopath uygulamaları sadece Karadeniz ekosisteminde gerçekleştirilen  çalışmadan ibarettir. Gücü & Oğuz (1998), Karadeniz'in dört farklı periyodunu (1960'lar, jelatinsi organizmaların sisteme katılış öncesi ve sonrası dönem, ve günümüz) oluşturulan ktledengeli modellerle karşılaştırmışlar ve ekosistemi temsil eden organizma gruplarının zaman içindeki biyoktle değişimlerini incelemişlerdir. rek vd. (2000), Gücü & Oğuz (1998)'dan farklı olarak Karadeniz'in farklı periyotlarını karşılaştırmamışlar, fakat özellikle hamsi popülasyonundaki azalmanın meydana geldiği 1989 yılından sonraki döneme ait bir model çalışması gerçekleştirmişlerdir. Yapılan en ayrıntılı ve son çalışmada Gücü (2002), Karadenizdeki son 30 yıllık dönemin farklı periyotlarını karşılaştırmalı olarak incelemiş, ve genel kanının aksine, 1990'lı yıllarda pelajik balıkların biyokütlesinin azalmasında jelatinsi organizmaların (rneğin *Mnemiopsis leidyi*) ok az rol oynadığını, fakat balık stoklarındaki çöküşün doğrudan doğruya aşırı avcılıktan kaynaklandığını ortaya koymuştur. Aynı çalışmada, 1980'li yıllardaki jelatinsi organizma popülasyonundaki artışın, tamamen eutrofikasyona bağlı olarak aşırı plankton üretiminden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Ecopath modelinin daha önce uygulandığı önemli çalışmalar, ele alındıkları ekosistemlere göre (deniz, gl, lagün, mercan resifi ve karasal ortam) aşağıda verilmektedir:

Deniz: Wolff, 1994 (Tongoy Körfezi, Kuzey şili); Arreguin-Sanchez and Chavez, 1995 (Meksika Körfezi); Christensen and Pauly, 1998 (batı Pasifik okyanusu; kuzey Meksika Körfezi); Jarre-Teichmann et al., 1998 (güney Benguela Körfezi, Namibya); Arreguin-Sanchez and

Manickhand, 1998 (Meksika Körfezi); Christensen, 1998 (Tayland Körfezi); Shannon and Jarre-Teichmann, 1999 (kuzey Benguela Körfezi); Shannon et al., 2000 (güney Benguela Körfezi); Sandberg et al., 2000 (Baltık Denizi); Sparks et al., 2001 (kuzey Benguela Körfezi); Vasconsellos and Gasalla, 2001 (Brezilya kıyıları); Bundy and Pauly, 2001 (San Miguel Körfezi, Filipinler).

Göl: Mavuti et al., 1996 (Naivasha Gölü, Kenya; Ihema Gölü, Rwanda); Kitchell et al., 2000 (Superior Gölü, ABD).

Lagün: Reyes and Martens, 1994 (Laguna de Bay, Filipinler); Wolff et al., 1996 (Golfo Duce, Kosta Rika); Rosado-Solorzano and Proo, 1998 (Tampamachoco Lagünü, Meksika); Wolff et al., 1998 (Golfo de Nicoya, Kosta Rika); Lin et al., 1999 (Chiku Lagünü, Tayvan); Carrer and Opitz, 1999 (Venice Lagünü, İtalya); Wolff et al., 2000 (Caeta Lagünü, Brezilya); Vega-Cendejas and Arreguin-Sanchez, 2001 (Yucatan, Meksika).

Mercan Resifi: Arias-Gonzalez, 1994 (Moorea Adası, Fransız Polinezyası); Arias-Gonzalez et al., 1998 (Moorea Adası, Fransız Polinezyası); Van Rooij et al., 1998 (Bonaire, Hollanda Antilleri).

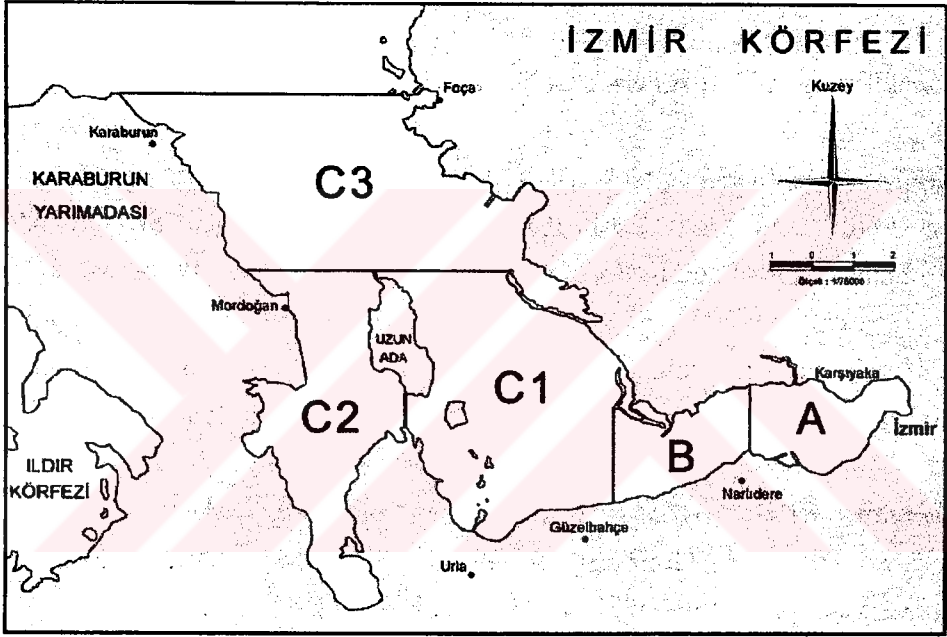
Karasal ortam (tarım alanları): Dalsgaard et al., 1995 (Filipinler).

1.2. İzmir Körfezi Ekosistemine Genel Bakış

1.2.1. Genel Özellikler

İzmir Körfezi, Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarında yer alır ve hemen hemen bir "L" harfi şeklindedir. Ege Denizinin en büyük körfezlerinden

biridir. Yukarı kısmı 40 km. uzunluğunda ve 20 km. genişliğinde, alt ve uç kısmı ise 24 km. uzunluğunda ve 5 km. genişliğindedir. İzmir Körfezi, iç körfez, orta körfez ve dış körfez olarak genellikle 3 alt bölümde incelenir (Uslu, 1986; Cihangir et al., 1999) (Şekil 1.2). Alt bölümlere ait alan, hacim ve derinlik verileri Çizelge 1.2'de sunulmuştur.



Şekil 1.2. İzmir Körfezi'ne ait bölümler. A: İç Körfez; B: Orta Körfez; C: Dış Körfez (C1: Dış Körfez 1; C2: Dış Körfez 2; C3: Dış Körfez 3) (Cihangir et al.'den 1999).

Karaburun yarımadası ile Gediz Deltası arasında kuzeybatı - güneydoğu doğrultusunda uzanan daha geniş ve daha derin kesim Dış Körfez olarak adlandırılır. Dış Körfezin batı kıyısında birbirine paralel adalar serisi yer alır (Uzunada, Hekim Adası, Nergis Adası olarak da bilinen Akçaada, Yassıcaada ve Pırnallıada); Urla iskelesinin karşısında ise Yollucaada bulunur. Dış Körfez, güneyde daha sığ olan Gülbahçe

Körfezi ile sona erer. Dış Körfezin güneydoğusunda uzanan Orta Körfez, Güzelbahçe'den başlar ve İnciraltı Pelikan Burnu'nda sona erer. İç Körfez ise Pelikan Burnu'ndan Salhane önlerine kadar ulaşmaktadır. Geçmişte Körfezin bugün nehir deltasının işgal ettiği alanın içine uzandığı bilinmektedir. Zamanla Gediz nehrinin taşıdığı alüvyon körfezin giriş ağzını daraltmış, bu nedenle İzmir limanı dolma tehlikesiyle karşılaşmıştır. 1886 yılında Gediz nehrinin yatağı açık deniz yönüne doğru değiştirilerek iç körfezin dolması kısmen kontrol altına alınmıştır (Uslu, 1986).

Çizelge 1.2. İzmir Körfezi'nin alt bölümlerine ait alan, hacim ve derinlik verileri (Uslu'dan 1999).

Alt Bölümler	Alan (km ²)	Hacim (10 ⁶ m ³)	Ortalama Derinlik (m)	Maksimum Derinlik (m)
İç Körfez	57	407.7	7.2	21
Orta Körfez	70	703.8	10.0	40
Dış Körfez 1	168	4862.7	28.9	
Dış Körfez 2	136	2007.7	14.8	71
Dış Körfez 3	235	8383.5	35.7	
Toplam	666	16365.4	24.6	

İzmir Körfezinin esas tatlısu kaynağı, 401 km uzunluğa ve yaklaşık 17500 km²'lik havzaya sahip olan Gediz Nehridir. Bunun dışında, körfeze doğrudan dökülen ve yaklaşık toplam havzaları 730 km² olan pek çok küçük dere de mevcuttur. İzmir Körfezine Gediz ve diğer havzalardan kaynaklı yıllık 182 milyon m³ tatlısu girişi olmaktadır (Uslu, 1999). Körfeze dökülen nehir ve derelerin esas önemleri tatlısu girişinden

çok kirletici taşımalarıdır. Ayrıca havzalarındaki yüksek erozyon potansiyelinden ötürü körfezin sığlaşma olgusunu giderek hızlandırmaktadırlar.

İç Körfezin 128 kanal ve 10 dere vasıtasıyla maruz kaldığı günde 105000 m³ endüstriyel ve 308000 m³ lağım deşarjı yükü (Bizsel and Bizsel, 2001), Gediz ve diğer dereler tarafından taşınan zirai kimyasal maddeler (pestisit, doğal ve yapay gübreler), liman faaliyetleri ve deniz trafiği kaynaklı kirleticiler, İzmir Körfezindeki eutrofikasyonun temel nedenleri olarak sayılabilir (Uslu, 1986; Cihangir et al., 1999; Bizsel and Bizsel, 2001; Bizsel et al., 2001). Körfez'de zaman zaman görülen ani fitoplankton artışının neden olduğu aşırı fitoplankton üremesi (red-tide) olgusu (Koray ve Büyükkışık, 1988; Koray vd., 1992; DBTE, 1999; Bizsel and Bizsel, 2001), ortamın aşırı besin bulundurma özelliğinin (eutrofikasyon) bir göstergesidir (Büyükkışık et al., 1997). Diğer taraftan ortamın aşırı plankton üretimi, Körfez genelinde balıkların bolluk ve dağılımını da arttırıcı bir özellik olarak görülmektedir; ancak, yakın tarihte Çiğli arıtma tesisinin büyük ölçüde devreye girmesiyle, İç Körfez'deki evsel ve endüstriyel atık girdisinin önüne geçilmiştir (Koray ve Cihangir, 2002).

İzmir Körfezinde termoklin (sıcaklığın en hızlı değiştiği derinlik) oluşumu bahar sonları ile yaz başından itibaren belirmeye başlar ve bu derinlik yaz aylarında 20-25 m'ye, güz aylarında ise daha derinleşerek 30-35 m'yi bulur (DBTE, 1999). Körfezdeki yüzey suyu sıcaklıkları Şubat ayında minimum 10.7 C° ile Temmuz ayında maksimum 26.2 C° arasında (ortalama 18.38 C°); ölçülen salinite değerleri ise ‰23.03-44.34 arasında (ortalama değeri ‰39.13) değişmektedir (Uslu, 1999).

1.2.2. İzmir Körfezinde Balıkçılık Durumu

Körfezdeki balıklarla ilgili bilinen ilk çalışmada Valenciennes (1836, in Hureau and Monod, 1973), *Blennius smyrnensis* (= *Salaria basilisca*) türünü İzmirden topladığı örnekler sayesinde tanımlamıştır. Bu tarihten sonra, esasen Marmara Denizi balıklarını inceleyen Ninni (1923), bazı ekonomik türlerin İzmir Körfezindeki varlığına ve balıkçılık durumlarına değinmiştir. Körfezdeki ilk ayrıntılı biyolojik çalışmalar 1960'lı yılların sonuna doğru başlamıştır. İlk tür kompozisyonu çalışması Geldiay (1969) tarafından yayınlanmış, büyüme ve üremeye yönelik araştırmalar Mater (1968) öncülüğünde gerçekleşmiştir. Balıkçılık alanları ve trol av kompozisyonu hakkındaki mevcut ilk veriler ise Artüz ve Korkmaz (1976)'a aittir. Araştırmacılar Dış Körfezde (Uzunada ve Mordoğan açıklarında) trol çekimleri gerçekleştirerek bölge için önemli balıkları tespit etmişlerdir.

Ege Denizi'nin en çok araştırma yapılan bölgelerinden biri olmasına rağmen, İzmir Körfezindeki balık biyolojisi çalışmaları, içerdiği tür sayısı (yaklaşık 300) göz önüne alındığında oldukça düşük kalmaktadır. Populasyon dinamiğine yönelik çalışmalar 1990'lı yıllardan sonra hız kazanmış, ve günümüze kadar sadece (gri literatür hariç tutularak) 16 balık türü için yaş ve büyüme parametreleri tespit edilmiş olup, bunlar sırasıyla: *Mullus barbatus* (Toğulga, 1977; Toğulga ve Mater, 1992; Akyol vd., 2000; Kınacıgil et al., 2001); *Mullus surmuletus* (Akyol ve Özekinci, 2000); *Sparus aurata* (Mater, 1976); *Merluccius merluccius* (Uçkun et al., 2000); *Pagellus erythrinus* (Tosunoğlu vd., 1997; Akyol ve Özekinci, 2000); *Pagellus acarne* (Tosunoğlu vd., 1997; Akyol ve Özekinci, 2000), *Diplodus annularis* (Mater, 1968; Tosunoğlu vd., 1997; Akyol ve Özekinci, 2000; Kınacıgil and Akyol, 2001);

Diplodus vulgaris (Akyol ve Özekinci, 2000); *Pagrus pagrus* (Akyol ve Özekinci, 2000); *Cepola rubescens* (Kaya et al., 2001); *Sardinella aurita* (Mater vd., baskıda); *Sardina pilchardus* (Cihangir, 1991; Akyol vd., 1996); *Solea solea* (Hoşsucu et al., 1999); *Liza saliens* (Akyol, 1999; Kaya et al., 2000); *Mugil cephalus* (Akyol, 1999); *Lepidotrigla cavillone* (Toğulga et al., 2000)'dan oluşur. Ayrıca çok az miktardaki türün beslenme özellikleri ve üremesi hakkında çalışılmalar da mevcuttur. Körfezde ticari veya ekolojik bakımdan çok önemli olan *Sparus aurata*, *Boops boops*, Gobiidae, *Spicara spp.*, Triglidae, *Arnoglossus spp.*, *Citharus linguatula*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber spp.*, *Scyliorhinus canicula*, *Mustelus mustelus*, *Raja spp.* vb. pek çok tür/familya hakkında biyolojik veri eksikliği bulunmaktadır. Trol av kompozisyonu hakkında tür bazında liste veren sadece 5 çalışma mevcuttur, ve bunların içinden Metin et al. (2000) dışında toplam avın kalite ve kantitesi hakkında bilgi veren çalışma bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasındaki modelin kapsadığı 1999 - 2000 periyodunda, İzmir Körfezinin evsel ve endüstriyel atıkların etkisiyle ileri derecede kirletilmiş olan İç Körfez dahilinde her türlü balıkçılık faaliyeti, ayrıca Ardıç Burnu (38° 31' 58" N - 26° 37' 22" E) ile Deveboynu'nu (38° 39' 24" N - 26° 43' 42" E) birleştiren hattın güneydoğusunda kalan kısımda her türlü dip trolü avcılığı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na yasaklanmış durumdadır (Anonim, 1999; 33/1 numaralı sirküler). Bununla birlikte, gırgır, pareketa, uzatma ağları ve kıyı sürütme ağları (Çilazmak burnu-Güzelbahçe hattının doğusu hariç), İzmir Körfezi balıkçılık faaliyetlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Ekonomik değeri yüksek demersal balıkların mevcudiyeti nedeniyle, illegal avcılığın yapıldığı da bilinmektedir (Metin et al., 2000; Cihangir, 2002, sözlü görüşme). Bölgedeki esas balıkçılık faaliyetleri ise pelajik balık stokları (sardalya, hamsi, istavrit vb.) üzerine kuruludur (Cihangir et al., 1999).

İzmir Körfezinde avlanan balık miktarına ait kesin bilgiler, resmi ve özel istatistik çalışmaları yapılmadığı için bulunmamaktadır. Bununla birlikte İzmir Limanına bağlı toplam 2256 tekne, Kara ve Gurbet'e (1999) göre Körfez ve çevresinden yılda 20000 ton'a yakın balık avlamaktadır (Çizelge 1.3). Ege Denizindeki balıkçılık sahaları göz önüne alındığında, toplam üretimin yaklaşık %25-30'u Kuzey Ege (Çanakkale, Ayvalık), %35-40 Güney Ege (Didim, Bodrum, Marmaris) ve %30-35'i de İzmir Körfezi ve yakın çevresinden (Orta Ege) elde edilmektedir.

Çizelge 1.3. İzmir Limanına bağlı avcılık yapan teknelerin özeti (Kara ve Gurbet'den 1999).

Parametreler	Gırgır	Trol	Kıyı sürükleme	Küçük balıkçı	Toplam
Tekne adedi	66	61	118	2011	2256
Groston	3352	1984	1100	9048	15484
HP	17594	13430	12385	32705	76114
Personel	1188	305	472	4358	6323
Üretim (ton/yıl)	16335	976	887.7	1608.8	19807.5
Birim Av Gücü (ton/gün)	1.65	0.1	0.0405	0.005	1.7955

1.3. Çalışmanın Amacı

Dünya deniz balıkçılığı hakkındaki güncel değerlendirmeler, antropojenik (insan kaynaklı) etkilere bağlı olarak stokların tehlike

anları aldığını göstermektedir (Vasconsellos and Gasalla, 2001). En önemli balık stoklarının %60'ından fazlası ya aşırı derecede avlanmış durumdadır, ya da halen artan balıkçılık baskısına bağlı olarak aşırı sömürülür hale gelmiştir (Garcia and Newton, 1997). Ayrıca yaklaşık 27 milyon ton istenmeyen balık ve omurgasız "iskarta" olarak kullanımdışı kalmaktadır (Alverson et al., 1994). Üstelik güncel sömürü şekli "alt trofik seviyelere kayan balıkçılık" (fishing down marine food web) fenomeni ile sonuçlanmakta (Pauly et al., 1998), yani balıkçılık uzun ömürlü ve yüksek trofik seviyedeki piskivor balıklardan, kısa ömürlü ve düşük trofik seviyedeki omurgasızlara ve planktivor pelajik balıklara (dolayısıyla düşük ekonomik değerli türlere) kaymaktadır.

İzmir Körfezinde bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar, sistemin bütüncül bir görünümünü veya canlı/cansız grupların birbirleriyle etkileşimlerini ortaya koyamamıştır. Bu çalışmadaki amaç, ilk defa olarak İzmir Körfezindeki temel fonksiyonel grupları belirleyerek ktle dengeli bir ekosistem modeli oluşturmaktır. Böylece körfezdeki biyoktleleri hakkında hiç bir bilginin bulunmadığı pelajik balıkların, tanımlanan sistemde bulunması gereken miktarları bu çalışma ile ortaya konmaya çalışılacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Örneklemeler

Bu çalışmada incelenen balık örnekleri, Temmuz 1999 ve Temmuz 2000 tarihleri arasında mevsimsel gerçekleştirilen dip trolü çalışmaları ile toplanmıştır. Trol çalışmalarında, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine ait 16.5 m boy, 150 HP ve 18 groston kapasiteli R/V Hippocampus araştırma teknesi kullanılmıştır. Ayrıca ilave balık örnekleri yine Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 27 m boy, 463 HP ve 110 groston kapasiteli R/V Egesüf araştırma gemisiyle toplanmıştır. Örneklemeler Gülbahçe Koyu, Uzun Ada ve Hekim Adası açıkları olmak üzere toplam üç farklı bölgede gerçekleştirilmiştir.

Trol av kompozisyonun belirlenmesinde ve biyokütle hesaplamalarında sadece R/V Hippocampus örneklemeleri dikkate alınmış ve toplam 12 adet trol çekimi değerlendirilmiştir. Trol çekimleri 60 dakika süre ile sınırlandırılmış ve 2 mil/saat çekim hızında yürütülmüştür. Tür tayinleri trol çekimleri sonrasında gerçekleştirilmiş, birey sayıları ve ağırlıkları bazen gemide ve çoğunlukla laboratuvarda kaydedilmiştir.

Laboratuvarda incelenen balık örneklerinin total boy ölçümleri ± 1 mm hassasiyetli balık ölçüm cetveli ile yapılmış, ağırlıklar 0.01 g hassasiyetli Scaltec marka terazi ile kaydedilmiştir.

Yaş tayini yapabilmek amacıyla, incelenen her taze örnekten otolitler çıkarılmış, üzerlerindeki fazla dokular ve organik artıklar suyla yıkandıktan sonra kuru şekilde muhafaza edilmiştir. Yine taze örneklerden alınan mideler, toplam ağırlıkları alındıktan sonra %4-6

formalin ile fiks edilmiş ve daha sonra etiketlenerek film kutularında saklanmışlardır.

2.2. Populasyon Dinamiği Parametrelerinin Hesaplanması

2.2.1. Büyüme

Balıklarda büyümenin incelenmesi ve buna ilişkin değerlerin belirlenmesi, gerek populasyon dinamiği, gerekse ekolojik model çalışmalarında çok büyük önem arz etmektedir. Balıkçılıkla ilgili modellerin en önemli girdi ve çıktısı, balıklardaki büyümeye bağlı artış ve ölümlere bağlı azalıştır (Bingel, 2002). Özellikle Ecopath ve benzeri modelleme uygulamalarında, balıkların toplam ölüm (Z), doğal ölüm (M), yıllık besin tüketimi vb. parametreleri, ancak büyüme parametreleri mevcut olduğunda hesaplanabilmektedir (Christensen et al., 2000). En yaygın kullanımıyla balıklarda büyüme, von Bertalanffy denklemiyle ifade edilmektedir:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Bu denklemde; t = yıl, t_0 = balığın doğumdan önceki yaşı (kuramsal değer), K = vücudun büyüme katsayısı ve L_{∞} = asimptotik boy (balığın sonsuz zamanda ulaşabileceği kuramsal sonuçmaz uzunluk)'dur.

Yukarıdaki denklemde verilen parametrelerin hesaplanması, farklı yöntemlerle yapılabilir. Bunlar arasından en yaygın kullanılanları yaş tayini (otolit, pul, vb. kemiksi yapılardan) yöntemi ve boy-frekans analizleri'dir (Sparre and Venema, 1992).

Froese & Binohlan (2000), hiç bir verinin bulunmadığı durumlarda, von Bertalanffy denklemindeki asimptotik boyun hesabına yönelik aşağıdaki denklemi önermektedir:

$$\log L_{\infty} = 0.044 + 0.9841 * \log(L_{\max})$$

Söz konusu denklem ile asimptotik boyun örneklerdeki maksimum total boyun yaklaşık %5 fazlası olduğu ortaya konmuştur ($L_{\infty} \approx L_{\max}/0.95$). Büyüme verileri hakkında hiç bir çalışmanın bulunmadığı bazı türler için (örneğin bazı kıkırdaklı balıklar), örneklerdeki maksimum boy verisi kullanılarak asimptotik boy tahmin edilmiştir.

2.2.1.1. Yaş Tayini Yöntemi

İçinde su bulunan bir petri kabına yerleştirilen otolitler siyah bir arka fon üzerinde, üstten ışık kullanılarak çeşitli büyütmelerle ($\times 7$, $\times 14$ ve $\times 20$) stereobinoküler mikroskop altında incelenmiştir. Otolitlerdeki bir yaz (geniş ve opak zon) ve bir kış (dar ve şeffaf zon) halkası "1 yaş" olarak değerlendirilmiştir. Yaş halkalarının üstten aydınlatma ile net görülemediği durumlarda, alttan aydınlatma da kullanılmıştır.

Yaş tayinleri yapıldıktan sonra her bir yaş grubu için ortalama total boy hesaplanmış, daha sonra von Bertalanffy denklemine ait parametrelerin hesaplanmasında regresyon tekniği kullanılmıştır (bkz. Sparre and Venema, 1992; Bingel, 2002). Yetersiz örnekleme nedeniyle büyüme parametreleri hesaplanamayan balık türleri için, (İzmir Körfezi öncelikli olmak üzere) daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarına başvurulmuştur.

2.2.1.2. Boy Frekansı Yöntemi

Yaş tayini yöntemi, çevresel faktörlerde (örneğin su sıcaklığı) önemli değişimlerin yaşanmadığı bölgelerde oldukça zor uygulanmaktadır; zira yaz ve kış halkalarını birbirinden ayırt etmek zorlaşmakta ve "yanlış halkalar" nedeniyle hatalı sonuçlara varılabilmektedir (Sparre and Venema, 1992). Buna karşın boy frekans yöntemi, herhangi bir kemiksi yapı incelenmeden sadece belli bir boy (total, standart, çatal boy) ölçülerek büyüme parametrelerinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada bazı türlerin büyüme parametreleri boy frekans verileri kullanılarak FISAT-II (v.0.3.2) bilgisayar programında yer alan ELEFAN-I rutini ile hesaplanmıştır (Gayanilo et al., 2002). ELEFAN-I, von Bertalanffy denkleminin mevsimsel salınımı temel alan versiyonunu kullanmaktadır:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)} + S_{ts} + S_{t_0}]$$

Bu denklemde;

$$S_{ts} = (CK/2\pi) * \sin(2\pi(t-t_s))$$

$$S_{t_0} = (CK/2\pi) * \sin(2\pi(t_0-t_s))$$

Yukarıdaki denklemlerde, (mevsimsel salınımı göz ardı eden) standart von Bertalanffy denkleminde bulunmayan iki parametre mevcuttur. Bunlardan C (eğrinin salınım genliği) belli bir boy-frekans verisinden kolaylıkla gözlemlenebilir (Pauly, 2002 in Froese and Pauly). ELEFAN-I'de C=0 olarak girilmesi durumunda, program büyüme parametrelerini standart von Bertalanffy denklemine göre hesaplar. C =

0.5, bir balığın büyümesinin, büyüme mevsiminde (yani büyümenin en üst seviyeye ulaştığı zaman) %50 daha arttığını ifade eder. Diğer parametre olan t_s , $t=0$ zamanı ile sinüzoid büyüme eğrisinin salınımı başladığı zaman arasındaki farktır. Kış noktası (WP, büyümenin en yavaş olduğu zaman), $t_s + 0.5$ olarak ifade edilebilir. Program, içerdiği farklı rutinlerle en iyi büyüme parametrelerinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Bu amaçla, R_n adı verilen ve 0-1 arasında değişen bir skor fonksiyonu kullanılmaktadır (Sparre and Venema, 1992; Gayanilo et al., 2002). Farklı büyüme parametre serilerinden en yüksek R_n değerine sahip olanı, von Bertalanffy denklemine en uygun veri olarak değerlendirilmiştir. ELEFAN-I, von Bertalanffy büyüme parametrelerinden t_0 'ı hesaplamamaktadır. Bu parametrenin hesabı için Froese et al. (2002), aşağıdaki formülü önermektedir:

$$\log(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \cdot \log(L_\infty) - 1.038 \cdot \log(K)$$

Büyüme parametrelerinin geçerliliğinin test edilmesi, balıkçılık biyolojisinde oldukça önemli bir yer tutar. Pauly and Munro (1984) tarafından önerilen fi üssü (ϕ') testi, günümüzde bu amaç için son derece yaygın kullanılan bir testtir. Büyüme performansının belli bir tür için veya o türün farklı stokları için sabit olduğu varsayımı üzerine kurulan fi üssü testi, aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$\phi' = \ln(K) + 2 \cdot \ln(L_\infty)$$

2.2.2. Mortalite

Mortalite (ölüm), popülasyonun belli bir zaman aralığında ağırlıkça ve sayıca azalması olarak ifade edilir (Bingel, 2002). Beverton and Holt

(1957), doğal (M) ve balıkçılık (F) kaynaklı ölümlerin toplam ölüme (Z) eşit olduğunu ifade etmiştir ($Z=F+M$). Ecopath modelinin önemli parametrelerinden biri olan total mortalitenin tahmininde kullanılan pek çok yöntem mevcuttur.

2.2.2.1. Doğal Mortalite (M)

Çevre koşullarıyla doğrudan ilintili olan doğal mortalite'nin bağımsız kestirimi çok güçtür ve yapılan yayınlarda yer verilen tahmin yöntemlerinin çoğu "sayısallaştırılmış önsezi"den öteye gidememektedir (Bingel, 2002). Mevcut pek çok hesaplama yöntemi arasından Pauly (1980) tarafından önerilen denklem, en geçerli ve gerçekçi sonuçları vermektedir (Sparre and Venema, 1992):

$$\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \cdot \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \ln(K) + 0.463 \cdot \ln(T)$$

Bu denklemde L_{∞} ve K von Bertalanffy büyüme parametreleri ve T yıllık ortalama yüzey suyu sıcaklığıdır (C°).

Pauly'nin doğal mortalite denkleminde üç temel sonuç çıkarılabilir (Pauly, 1980; Sparre and Venema, 1992): 1) Küçük boylu balıklar yüksek doğal mortaliteye sahiptirler, 2) Hızlı büyüyen (yani yüksek K değerine sahip) balıklar yüksek doğal mortaliteye sahiptirler, 3) Ortalama yüzey suyu sıcaklığı arttıkça doğal mortalite artar.

Pauly (1980) tarafından sadece balık stokları için ortaya konulan doğal mortalite formülü, hiç bir omurgasız hayvan için uygulanamamaktadır.

Doğal mortalite tahmini için gereken "K" değerinin bilinmemesi durumunda (örneğin bazı kıkırdaklı balıklar için), Pauly'nin denkleminin modifiye edilmiş bir versiyonu da kullanılmıştır (Froese and Pauly, 2002):

$$M = 10^{(0.566 - 0.718 \cdot \log(L_{\infty}) + 0.02 \cdot T)}$$

Yukarıdaki denklem, hakkında sadece sonuçmaz boy verisinin bulunduğu bazı kıkırdaklı balık türleri için kullanılmıştır.

2.2.2.2. Total Mortalite (Z)

Toplam mortalite'nin hesaplanmasında kullanılabilecek değişik yöntemler mevcuttur (bkz. Sparre and Venema, 1992). Bu çalışmada, hesaplamaların büyük kısmı av eğrisi yöntemiyle (eğer hem büyüme parametreleri mevcut ve boy frekans verileri yeterli ise), geriye kalan az bir kısmı ise yaşama oranı yöntemi (Ricker, 1975) ve Hoenig (1982) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Av Eğrisi Yöntemi: Bu yöntem, ilerleyen yaş gruplarında balık sayısındaki üssel azalma prensibi üzerine kurulmuştur. Sabit boy aralığına sahip boy-frekans verileri girildiğinde, balık sayılarının doğal logaritmaları, denk geldikleri yaş gruplarına göre plot edilmekte ve (işareti değiştirilmek kaydıyla) eğim "b", total mortaliteyi (Z) vermektedir (Sparre and Venema, 1992). Boy gruplarına ait yaşların hesaplanabilmesi için L_{∞} ve K değerlerinin de girilmesi gereklidir (t_0 değerinin de eklenmesi mutlak yaşı vermektedir, ancak Z tahmininde bir zorunluluk değildir ve sonucu değiştirmemektedir). Büyümenin

mevsimsel salınım göstermediği varsayıldığında ($C=0$), av eğrisi aşağıdaki denklemle ifade edilir (Gayanilo et al., 2002):

$$\ln(N_i/\Delta t_i) = a + b \cdot t_i$$

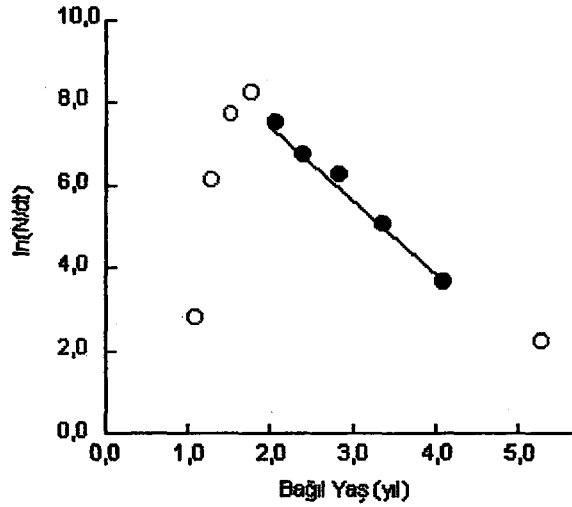
Bu denklemde N : i . boy sınıfındaki balık sayısı, Δt : balığın i . boy sınıfı boyunca büyümesi için gereken zaman, t : i . boy sınıfına denk gelen yaş ($t_0=0$ girildiğinde bağlı yaş) ve b : (negatif olan işareti değiştirilmek kaydıyla) total mortalitedir. Δt değeri ise aşağıda verilen denklemle bulunmaktadır:

$$\Delta t = (\ln(L_{\infty}-L_1 / L_{\infty}-L_2))/K$$

Denklemde L_1 ve L_2 , i . boy sınıfının alt ve üst limitidir.

Av eğrisi yönteminde, boy gruplarındaki frekans değerlerinin logaritması alınarak oluşturulan grafikteki eğrinin sol tarafı daha eğimli, sağ tarafı daha yatık bir çan şeklindedir. Total mortalite hesaplanırken (yani eğimin geçeceği noktalar saptanırken) dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Çan şeklindeki eğrinin sol (yükselen) kanadı, stoka tam katılmamış küçük boylu bireylerden oluşmaktadır ve kesinlikle kapsam dışında bırakılmalıdır. Dolayısıyla seçilecek ilk nokta, en tepedeki noktanın hemen sağındaki (alçalan sağ kanattaki) ilk noktadır (Şekil 2.1).

Av eğrisindeki son boy grubu (veya grupları) genellikle az sayıda bireyden oluşur ve analize dahil edilmemelidir. Ayrıca, söz konusu yöntemde, asimptotik boya oldukça yakın olan son boy grubunun yaşı güvenilir olmaktan çıkmaktadır (Sparre and Venema, 1992).



Şekil 2.1. *Diplodus annularis* türüne ait av eğrisi grafiği. [Analize dahil edilmeyen noktalar açık renkle, eğimin ($Z = -b$) geçirildiği noktalar siyahla gösterilmiştir (orijinal)].

Yaşama oranı yöntemi (Ricker, 1975): Bu yöntem yaşayanların payının birbirini izleyen yaşlardaki yaşayan balık sayıları ile karşılaştırılması prensibi üzerine kurulmuştur. $S = N_{t+1}/N_t$ ve $Z = -\ln(S)$ denklemleriyle ifade edilen bu eşitlikler çalışmamızda kullanılmış olup, denklemde "N", stoku temsil edebilecek örnekte bulunan "t" yaşındaki balık sayısıdır.

Hoenig (1982) yöntemi: Bu yöntemde, belli bir stokta gözlenen maksimum yaş (t_{max} , yıl), total mortalite ile ilişkilendirilmektedir ve $\ln(Z) = 1.44 - 0.984 * \ln(t_{max})$ formülü ile ifade edilmektedir (Gayanilo et al., 2002).

Eğer, örnekleme ait t_c (ortalama ilk avlanma yaşı) ve N (t_{max} değerinin hesaplandığı birey sayısı) verileri mevcutsa; $Z = 1 / (c1 * (t_{max} - t_c))$ formülü ile total mortalite hesaplanabilmektedir. Burada $c1$, N

değerinin bir fonksiyonu olarak FISAT-II programı tarafından bazı tablo değerleri esas alınarak hesaplanmaktadır (Gayanilo et al., 2002).

2.2.3. Boy-Ağırlık İlişkisi

Balıklardaki boy ve ağırlık arasındaki ilişki $W = aL^b$ denklemi ile ifade edilmektedir. Bu denklemde ağırlık, boyun bir kuvveti şeklinde değişmektedir. Denklemde W ağırlık (g), L boy (cm), ve "a" ve "b" regresyon analizinden elde edilen sabitlerdir.

Büyüme parametrelerinden L_{∞} değerinin denkleme boy olarak girilmesi ile W_{∞} (asimptotik ağırlık) değeri bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışmada boy-ağırlık ilişkisi hakkında bilgi sahibi olunmayan balık grupları için, sadece örneklemdaki maksimum ağırlık verisi kullanılarak $W_{\infty} = W_{\max}/0.86$ eşitliği ile asimptotik ağırlık hesaplanmıştır (Pauly, 1984).

2.2.4. Balıkların Yıllık Besin Tüketimlerinin Tahmini (Q/B)

Besin tüketimi (Q), bir canlı grubu tarafından belli bir süre içerisinde (Ecopath için yıl⁻¹) tüketilen besin miktarını ifade eder. Tüketim/biyokütle (Q/B) oranı, bir ekosistemdeki trofik ilişkileri modelleyebilmek için bilinmesi gereken en önemli veri olarak nitelendirilmiştir (Palomares and Pauly, 1998).

Q/B oranının hesaplanmasında kullanılan iki yaklaşım (analitik ve holistik yöntemler) mevcuttur. Analitik yöntemler, canlının günlük besin

tüketiminin laboratuvar koşullarında incelenmesi ya da doğadan örneklenen canlıların mide içeriklerinin ortaya konması (veya her iki yöntemin ortak kullanılması) esasına dayanır. Holistik yöntemlerde ise bir canlı grubuna ait Q/B oranının empirik formüller ve kolay elde edilebilir populasyon parametreleri yardımıyla hesaplanması amaçlanır (Christensen et al., 2000).

Ecopath modellerinde genellikle Palomares and Pauly (1998) tarafından önerilen Q/B hesap yöntemi kullanılmaktadır. Söz konusu yöntemde asimptotik ağırlık (W_{∞} , g), habitattaki ortalama su sıcaklığı (T_c , °C), morfolojik bir değişken ve besin tipi verileri yardımıyla empirik bir Q/B formülü ortaya konmuştur. Tahmin denkleminin Palomares and Pauly (1989) tarafından önerilen ilk versiyonu, güncel Ecopath modellerinde kullanılmamaktadır (Christensen et al., 2000). Pauly et al. (1990) tarafından önerilen Q/B formülü, belirgin bir kaudal yüzgeci olmayan balıklara uygulanabilmektedir (örneğin *Dasyatis spp.*, *Raja spp.*). Bu çalışmada Q/B'nin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmektedir:

$$Q/B = 3.06 * W_{\infty}^{-0.2018} * T_c^{0.6121} * A^{0.5156} * 3.53^{HD} \text{ (Palomares and Pauly, 1989)}$$

$$\log(Q/B) = 7.964 - 0.204 \log W_{\infty} - 1.965 T_c + 0.083 A + 0.532 h + 0.398 d \text{ (Palomares and Pauly, 1998)}$$

$$Q/B = 10^{6.37} * 0.0313^T * W_{\infty}^{-0.168} * 1.38^P * 1.89^{HD} \text{ (Pauly et al., 1990)}$$

Bu formüllerde;

W_{∞} : asimptotik (sonuşmaz) ağırlık (g),

T_c : habitattaki ortalama su sıcaklığı (°C),

T.C. YÖNETİM KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
MÜHÜR

T: habitattaki yıllık ortalama su sıcaklığı $[1000/(T_c+273.1)]$

A: kaudal yüzgeçe ait bir oran,

HD: beslenme tipi (karnivorlar için 0, herbivor ve detritivorlar için 1)

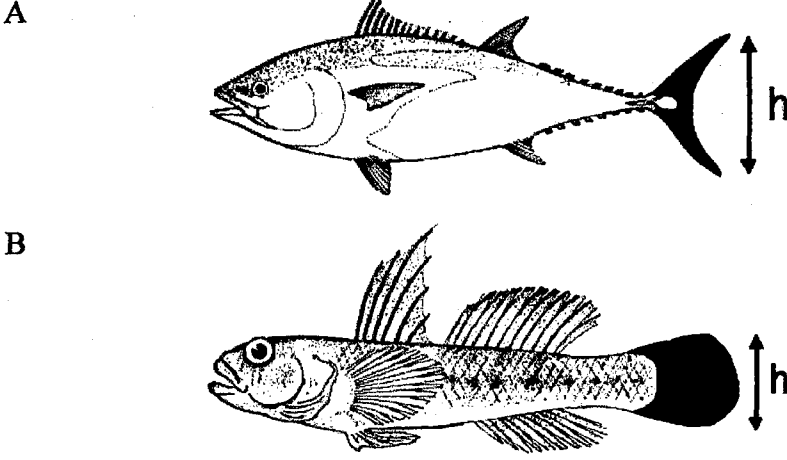
h: beslenme tipini ifade eden tanımlayıcı bir kod (herbivorlar için 1, ve detritivorlar ve karnivorlar için 0), ve

d: besin tipini tanımlayan diğer bir tanımlayıcı kod (detritivorlar için 0, ve herbivorlar ve karnivorlar için 1).

P: beslenme tipi değişkeni (apeks ve/veya pelajik predatörler ve/veya zooplanktivorlar için 1, diğer beslenme tipleri için 0)'dir.

Bir balığa ait "A" oranı genellikle 0.5 – 10 değerleri arasında değişir ve her bir tür için (yaklaşık olarak) sabittir. "A" değeri, balığın kaudal yüzgeç yüksekliğinin (h) karesinin, kaudal yüzgeç alanına (s) bölümüyle bulunabilir ($A = h^2/s$). Söz konusu değişken, balıklardaki metabolik aktivite seviyesi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır; örneğin ton balığı gibi yüksek hareket kabiliyetli türlerin kaudal yüzgeçleri de yüksek "A" değerine ($A=8.2$) (Şekil 2.2A) ve dolayısıyla yüksek Q/B değerine sahiptir (ya da tam tersi durum geçerlidir, örneğin kayabalgı, $A=1.1$, Şekil 2.2B). "A" değeri, sadece kaudal yüzgecini esas hareket organı olarak kullanan balık türleri için hesaplanabilir. Belirgin bir kaudal yüzgeçe sahip olmayan veya kaudal yüzgeci esas hareket organı olarak görev yapmayan balık türlerinde $A=1$ olarak kabul edilebilir (Palomares and Pauly, 1998), ya da Pauly et al. (1990)'nin formülü uygulanabilir.

Bu çalışmada kuyruk yüzgeç alanı, taze balık örneklerine ait kaudal yüzgeçlerin milimetrik kağıt üzerinde çizilmesi ve söz konusu alandaki karelerin sayılmasıyla bulunmuştur.



Şekil 2.2. Balıklardaki kaudal yüzgece ait A değerinin hesap yöntemi [h: kuyruk yüzgeç yüksekliği, s: yüzgeç alanı (siyah renkli bölge)].

2.2.5. Mide İçeriği Analizi

Her trol çekiminde, 8 türe ait rastgele boylarda seçilen balık örnekleri derhal laboratuvara getirilerek (boy ve ağırlıkları saptandıktan sonra) dissekte edilmiş ve mide örnekleri etiketlenmiş film kutularında %4-6 formalin ile fikse edilerek saklanmıştır. Toplam 1217 adet balığın midesi incelenmiştir [*Arnoglossus laterna* (n=176), *Gobius niger* (n=157), *Serranus hepatus* (n=185), *Pagellus acarne* (n=67), *Citharus linguatula* (n=182), *Mullus barbatus* (n=205), *Diplodus annularis* (n=133), *Merluccius merluccius* (n=92), *Trigla lucerna* (n=20)]. Uygulamada yemek borusu ve bağırsaklar değerlendirmeye alınmamıştır.

Farklı büyütmelemlerle stereo binoküler mikroskop altında incelenen mide içerikleri, mümkün olan en alt taksonda tayin edilmiştir. Küçük

boy lu besinler (örneğin Amphipoda, Euphasiacea, Mysidaceae, vs.), ağırlığı önceden belirlenen 25 cm² lik bir zooplankton bezi (göz açıklığı 200 µm) üzerine alınmış, daha sonra bir kurutma kağıdı yardımıyla fazla sudan arındırılarak ağırlıkları 0.01 g hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. Tüm besin spektrumunda çok az rastlanan bazı küçük besinlere ait tartım işlemi gerçekleştirilememiştir. Büyük boy lu besinler, üzerlerindeki fazla sudan kurutma kağıdı ile arındırıldıktan sonra doğrudan tartılmıştır. Bir besin kategorisinin toplam ağırlığı, bütün mide içeriği ağırlığı ile oranlanarak ifade edilmiştir.

Bir türe ait beslenme rejimi saptandıktan sonra, boya bağılı besin farklılaşmasının olup olmadığı Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak hiyerarşik kümelendirme analizi (cluster analysis) ile incelenmiştir. Analizler, Biodiversity Pro (v.2) bilgisayar yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Tür içinde farklı boylara sahip bireyler kümelendirme eğilimde ise, her biri alt grup olarak değerlendirilmiş ve gerek söz konusu türün fonksiyonel gruptaki oranı, gerekse oluşan alt grupların, türe ait örneklemdaki sayısal ve ağırlık oranları göz önüne alınarak ağırlıklı besinler aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (orijinal):

$$\%P_q = \frac{\sum_j \sum_i Y_{ijq} \cdot \%W_{ij} \cdot \%T_i \cdot 100}{\sum_q \sum_j \sum_i Y_{ijq} \cdot \%W_{ij} \cdot \%T_i}$$

$\%P_q$: q besin maddesinin, besin grubundaki yüzdesi

$\%Y_{ijq}$: i türünün j boy grubundaki q besin maddesinin yüzdesi

$\%W_{ij}$: i türünün j boy grubundaki ağırlıkça yüzdesi

$\%T_i$: i türünün fonksiyonel gruptaki sayıca yüzdesi

Yukarıdaki denklemde verilen %W oranı, standart boy-ağırlık ilişkisi denklemi ile ilişkilendirilerek şu formülle hesaplanmıştır:

$$\%W_{ij} = \frac{a_i L_{ij}^{bi} \cdot \sum \%F_{ij}}{\sum (a_i L_{ij}^{bi} \cdot \sum \%F_{ij})}$$

$\%F_{ij}$: i türünün j boy grubundaki sayıya yüzdesi.

%W oranı, bize besin farklılaşması gösteren bir alt grubun, toplam örneklem içindeki ağırlık oranını ifade etmektedir.

Çalışma sırasında beslenme rejiminin tahmin edilebilmesi için yeterli veri elde edilemeyen türler (Chondrichthyes, Gadiformes, Büyük demersal balıklar, pelajik balıklar) mevcut literatüre sadık alınarak uyarlanmıştır (bkz. Bölüm 2.4.6).

2.2.6. Biyokütle Tahmini

Biyokütle tahminleri, taranan alan yöntemiyle (Sparre and Venema, 1992) yapılmıştır:

$$B = Cw/a$$

$$a = V.t.h.X2$$

Bu denklemlerde;

B: Biyokütle (kg/km²),

Cw: Birim zamanda çekilen trolün av miktarı (kg),

a: Birim zamanda taranan alan (km²),

V: Trol çekim hızı (km/saat),

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ

t: Trol çekim süresi (saat),

h: Trol ağının yaka uzunluğu (m),

X2: sabit ($h \cdot X2$ trol ağının horizontal ağız açıklığını verir)'tir.

Bu çalışmada kullanılan trol ağının kurşun yaka uzunluğu 19.50 m ölçülmüş, trol çekim hızı 3.7 - 4.6 km/saat ve trol çekim süresi 60 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. X2 sabiti, Pauly (1980 in Sparre and Venema, 1992)' ye göre 0.5 olarak kabul edilmiştir. Trol çekimlerindeki avın ağırlığının taranan alana (a) bölünmesiyle, birim alandaki av miktarı bulunmuştur. Elde edilen bu değerin avlayabilirlik katsayısına (X1) bölünmesiyle birim alandaki biyokütle saptanmıştır. X1 katsayısı 1 olarak, yani trol ağının önüne gelen tüm balıkları efektif şekilde yakaladığı varsayılmıştır. Bu sayede ilgili türlerin biyokütlesi "en alt düzeyde" tahmin edilmiştir.

2.3. Ecopath Modelinin Yapısı

Polovina (1984, in Christensen and Pauly, 1992) tarafından tanımlanan ilk Ecopath yaklaşımı, modellenecek ekosistemin düzenli durumda (steady-state) olduğu varsayımını kullanılırken, modelin güncel versiyonundaki hesaplamalar, çalışılacak ekosistemin en azından belli bir zaman süreci (genellikle yıl veya mevsim) içinde kütle dengeli (mass balance) olduğu varsayımı üzerine kurulmuştur (Pauly et al., 2000).

Ecopath, biri üretimi, diğeri ise her bir grubun enerji dengesini tanımlayan iki temel denklemi kullanmaktadır. İlk denklem, toplam üretim miktarının çeşitli kompartmanlara ayrılabilceğini ifade etmektedir:

Üretim = Av miktarı + Predasyon mortalitesi + Biyokütle akümülasyonu
+ Net göç + Diğer mortalite;

ya da formülle ifade etmek gerekirse:

$$P_i = Y_i + B_i \cdot M2_i + E_i + BA_i + P_i \cdot (1 - EE_i)$$

Bu denklemde P_i : (i)'nin toplam üretimini, Y_i : (i)'nin toplam avcılık miktarını, B_i : (i)'nin biyokütlesini, $M2_i$: (i)'nin predasyon kaynaklı ölümlerini, E_i : (i)'nin net göç oranını (sistem dışına göç - sistem içine göç), BA_i : (i)'nin biyokütle değişim (artış veya azalış) oranını, EE_i : (i)'nin ekotrofik verimliliğini, $P_i \cdot (1 - EE_i)$: diğer ölümleri (=M0; hastalık veya yaşlılık kaynaklı ölümleri) ifade etmektedir.

Yukarıda verilen denklem, aşağıdaki gibi farklı bir şekilde de formüle edilebilir:

$$B_i \cdot (P/B)_i - \sum_{j=1}^n B_j \cdot (Q/B)_j \cdot DC_{ji} - (P/B)_i \cdot B_i \cdot (1 - EE_i) - Y_i - E_i - BA_i = 0$$

veya

$$B_i \cdot (P/B)_i \cdot EE_i - \sum_{j=1}^n B_j \cdot (Q/B)_j \cdot DC_{ji} - Y_i - E_i - BA_i = 0$$

Yukarıdaki denklemlerde P/B_i : üretim/biyokütle oranını, Q/B_j : tüketim/biyokütle oranını, ve DC_{ji} : (j) predatörünün ortalama besini içinde (i) avının oranını ifade etmektedir.

Bu denklemlere dayanarak, n grup içeren bir sistem için n adet doğrusal denklemler verilebilir,

$$B_1 \cdot (P/B)_1 \cdot EE_1 - B_1 \cdot (Q/B)_1 \cdot DC_{11} - B_2 \cdot (Q/B)_2 \cdot DC_{21} \dots - B_n \cdot (Q/B)_n \cdot DC_{n1} - Y_1 - E_1 - BA_1 = 0$$

$$B_2 \cdot (P/B)_2 \cdot EE_2 - B_1 \cdot (Q/B)_1 \cdot DC_{12} - B_2 \cdot (Q/B)_2 \cdot DC_{22} \dots - B_n \cdot (Q/B)_n \cdot DC_{n2} - Y_2 - E_2 - BA_2 = 0$$

:

$$B_n \cdot (P/B)_n \cdot EE_n - B_1 \cdot (Q/B)_1 \cdot DC_{1n} - B_2 \cdot (Q/B)_2 \cdot DC_{2n} \dots - B_n \cdot (Q/B)_n \cdot DC_{nn} - Y_n - E_n - BA_n = 0$$

Ecopath modelini optimal hale getirebilmek için, bazı bilinmeyen parametrelerin hesaplanmasına olanak sağlayan algoritmalar bulunmaktadır (bkz. Christensen et al., 2000). Bu algoritmalar sayesinde Ecopath programı daha hızlı ve etkin çalışmaktadır. Bununla birlikte, modelin oluşturulabilmesi için kesinlikle karşılanması gereken temel parametreler söz konusudur. Bu yüzden, Ecopath modelinin gereksinim duyduğu 4 temel parametreden (B_i , P/B_i , Q/B_i veya EE_i) en az üç tanesinin her bir grup için bilinmesi gerekmektedir. Ekosistemdeki av miktarı verisi ve besin kompozisyonu matrisi daima mevcut olmalıdır.

Ecopath modellerinde kullanılan temel parametreleri ve analizleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

1) Biyokütle (B , t/km^2): Ecopath modelinde, taksonomik veya ekolojik benzerlik gösteren her fonksiyonel grup için, birim alandaki toplam ağırlık cinsinden ortalama bir biyokütle değeri kullanılmaktadır. Modele, çalışılan habitat alanının 1 olarak girilmesi, söz konusu grubun tüm alanda dağılım gösterdiği anlamına gelmektedir.

2) Üretim/Biyokütle oranı (P/B , yl^{-1}): Kütle-dengeli ekosistemlerde toplam ölüm oranının (Z), yaklaşık olarak P/B oranına eşit olduğu

bilinmektedir (Allen, 1971). Dolayısıyla, Ecopath modelinde $Z \cong P/B$ eşitliği kullanılmaktadır.

3) Tüketim/Biyokütle oranı (Q/B , yıl^{-1}): Bölüm 2.2.4'te ayrıntıları verilmiştir.

4) Trofik Mod (TM): Canlılarda üç temel trofik mod ayırtedilir; heterotroflar (dışarıdan besin alarak beslenen organizmalar), ototroflar (kendi besinlerini fotosentez yoluyla oluşturan organizmalar) ve fakültatif (seçimli) tüketiciler (besinin bir kısmını dışarıdan alan, diğer kısmını da fotosentezle oluşturan organizmalar; örneğin mercanlar) (Christensen et al., 2000). Ecopath modelinde bu üç trofik mod "0" (ototroflar) ile "1" (heterotroflar) arasında değişir; seçimli (fakültatif) tüketiciler ise bu değerler arasında yer alır. Dolayısıyla TM değeri heterotrofluk derecesini ifade eden bir değerdir.

5) Trofik Seviye: Ekosistemdeki trofik seviyelerin varlığı ilk defa Lindeman (1942) tarafından bahsedilmiştir. Ecopath modelindeki trofik seviyeler, Lindeman (1942)'in önerdiği tam sayıların (1, 2, 3, ...) yanısıra kesirli sayılar da olabilir (örneğin 1.3, 2.7 vb.). Trofik seviye üreticiler ve detritus için 1'den başlayarak tüketicilere doğru 1+ değerleriyle (besinin trofik seviyesinin ağırlıklı ortalaması olarak) tanımlanır:

$$\text{Trofik Seviye (TL)} = 1 + \sum_{j=1}^n DC_{ij} * TL_j$$

Denklemden TL_j : j avının trofik seviyesi; DC_{ij} : i predatörünün besin kompozisyonundaki j avının oranı anlamına gelmektedir (Pauly and Palomares, 2000).

Bu yaklaşıma göre, besininin %40'ını bitkiler (trofik seviye=1) ve %60'ını herbivorlar (trofik seviye=2) oluşturan bir tüketicinin trofik seviyesi $1 + [0.4*1 + 0.6*2] = 2.6$ olacaktır. Doğadaki pek çok tüketicinin (örneğin balıklar, memeliler vs.) trofik seviyesi 2.0 - 5.0 arasında değişmektedir (Cortes, 1999; Pauly et al., 1998).

6) Ekotrofik verimlilik (EE): Ekotrofik verimlilik, üretimin (P) besin zincirine geçen (predatörler tarafından tüketim) kısmı veya üretimin dışa kayıpları (balıkçılık, göç) olarak tanımlanabilir. EE hesaplamasının doğrudan yapılabilmesi çok mümkün değildir; bu parametre 0 – 1 arasında değişir ve genellikle üzerinde yaygın bir tüketici baskısı olan (çok tüketilen) gruplar için 1'e yakın sonuçlar beklenir. Temel Ecopath denkleminin farklı bir yazımıyla EE hesabı aşağıdaki formülle bulunmaktadır:

$$EE_i = \frac{Y_i + E_i + B A_i + M 2_i . B_i}{P_i}$$

7) Üretim/Tüketim oranı (P/Q): "Toplam besin dönüşme verimliliği" olarak adlandırılan P/Q oranı normal koşullar altında 0.05 - 0.3 arasında değişir (yani, pek çok grubun besin tüketimleri, üretim miktarlarının 3 - 10 katı fazladır) (Christensen and Pauly, 1992; Christensen et al., 2000). Bu değer, deniz memelilerinde daha düşük oranlara, veya çok hızlı büyüyen balık larvaları, nauplii gibi gruplarda daha yüksek oranlara sahip olabilir. P/Q verisi, eğer P/B ve/veya Q/B parametreleri modele girilmezse eklenebilir. Eğer P/Q, P/B ile birlikte modele girilirse, Q/B oranı (P/B)/(P/Q) eşitliğinden çözülür.

8) Sindirilemeyen besin: Ecopath modelinde, karnivor balıkların tükettikleri besinin %80'lik kısmının fizyolojik olarak kullanılabilir

olduğu, geriye kalan kısmın (idrar ve feces halinde) detritusa gittiği kabul edilmektedir. Bu değer, herbivorlar için daha yüksek bir orana ulaşabilir. Sindirilemeyen besin oranı, modeldeki bütün fonksiyonel gruplar için %20 olarak, fakat sadece zooplankton için %40 şeklinde girilecektir (Parsons et al., 1977; Christensen et al., 2000).

9) Omnivorluk: Bir türün veya grubun kaç farklı trofik seviyedeki av ile beslendiği, Ecopath modellerinde omnivorluk indeksi (OI) ile saptanmaktadır (Christensen et al., 2000).

$$OI_i = \sum_{j=1}^n (TL_j - (TL_i - 1))^2 \cdot DC_{ij}$$

Denklemden TL_j : j avın trofik seviyesi; TL_i : i predatörünün trofik seviyesi; ve DC_{ij} : i predatörünün besinindeki j avının oranıdır. Omnivorluk indeksinin sıfır olması, belli bir tüketicinin çok özelleşmiş beslendiğini, yani sadece bir trofik seviyedeki avları tükettiğini göstermektedir. Sıfırdan büyük değerler, tüketicinin farklı trofik seviyeler üzerinde beslendiği anlamına gelmektedir. Omnivorluk indeksinin üst sınırı yoktur.

10) Niş örtüşmesi: Modele predatör/av matrisi girildikten sonra, türlerin veya grupların kaynak kullanımı (av) bakımından benzerlikleri saptanabilmektedir. Ecopath, Pianka (1973)'nin niş örtüşme indeksinin modifiye edilmiş bir versiyonu ile hesaplama yapmaktadır:

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{ji} \cdot P_{ki})}{\sum_{i=1}^n (P_{ji}^2 + P_{ki}^2) / 2}$$

Denklemden P_{ji} ve P_{ki} , sırasıyla j ve k türü tarafından kullanılan i kaynağının oranlarını ifade etmektedir. İndeks değerleri 0-1 arasında değişir; sıfır değeri iki türün kaynak kullanımı bakımından örtüşmediği, 1 değeri ise tamamen örtüştüğü anlamına gelmektedir. Ara değerler, kaynak kullanımı bakımından kısmi bir örtüşmeye işaret eder.

11) Balıkçılık: Ecopath, yılda birim alanda yakalanan av miktarı verisine ihtiyaç duymaktadır. Ancak burada av ile kasıt, sadece karaya çıkarılan miktarla sınırlı olmayıp ıskarta edilen av verisini de kapsamaktadır.

2.4. Modelde Kullanılan Gruplar

Çalışmanın temelini modelde kullanılan gruplar oluşturmaktadır. Bu gruplara ait parametrelerin bir kısmı çalışma kapsamında elde edilmeye çalışılmıştır. Ancak çalışma kapsamında elde edilemeyen bazı parametrelerde literatür bilgisine başvurulmuştur. Aşağıdaki alt bölümlerde, modelde kullanılan gruplara ait çalışma dışındaki kaynaklardan alınan parametreler ve uygulanan yöntemler verilmiştir.

2.4.1. Detritus

Jeoloji biliminden ekolojiye geçen detritus terimi (Latince *deterere* = çürüme, bozulma, parçalanma), ölü organizmaların ayrışması ve parçalanması sonucu oluşan bütün organik maddeye (çözünmüş ve patrikül) işaret eder (Odum, 1971). Detritus, yani çürümekte olan organik madde üzerinden başlayan besin zinciri, doğada çeşitli şekillerde gözlenebilir ve pek çok makrobentik (Polychaeta, Mollusca) ve planktonik form detritus ile beslenirler (Geldiay ve Kocataş, 1998). Bütün Ecopath modellerinde bulunmak zorunda olan detritus,

tanımlanacak fonksiyonel gruplar içindeki tek "ölü" gruptur. Modelde detritus grubuna ait sadece biyokütle (t/km^2) verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Pauly et al. (1993) detritus biyokütlesini hesaplayabilmek için aşağıdaki denklemi önermektedir:

$$\log_{10}D = -2.41 + 0.954 \cdot \log_{10}(PP) + 0.863 \cdot \log_{10}(E)$$

Burada "PP" birincil üretimi ($gC.m^{-2}.yıl^{-1}$) ve "E" eufotik derinliği (m) ifade etmektedir. Eufotik derinlik, esas fotosentetik zonun en alt limitidir (Odum, 1971). E (m) değeri, seki disk derinliği (D_s) yardımıyla bulunabilir. Bunun için öncelikle ışık soğurulma katsayısı (k') hesaplanmalıdır (Riley, 1946; Parsons et al., 1977):

$$k' = 1.7/D_s$$

$$E = 4.6/k'$$

Açık denizler ve okyanuslar için geçerli olan 1.7 katsayısı yerine İzmir Körfezi için modelde 1.44 katsayısının kullanılmasının daha uygun sonuçlar verdiği bulunmuştur (B.Büyükışık, şahsi görüşme). İzmir Körfezi'nde seki disk derinliği 4.50 - 19.80 m arasında değişmektedir (Uslu, 1999); bu çalışmada ortalama 12 m seki derinliği kullanılmıştır.

2.4.2. Fitoplankton

Çalışma kapsamında gerekli parametreleri elde edilemeyen bir grup da fitoplankton'dur. İzmir Körfezi'nde 5 sınıfa ait 211 türün varlığı bildirilmektedir (1 tür Cyanophyceae; 104 tür Dinophyceae; 3 tür Dictyochophyceae; 63 tür Bacillariophyceae; 40 tür Ciliata) (Cihangir et al., 1999). Ege Denizi genelinde kıyasal fitoplanktonda diatom'lar (kış

veya ilkbahar) baskın durumdadır, yaz ve/veya sonbaharda dinoflagellatlarda belirgin artış görüldüğü rapor edilmektedir (Stergiou et al., 1997).

Bu çalışmada Uslu (1999) tarafından verilen yıllık üretim miktarı ($300 \text{ gC.m}^{-2}.\text{y}^{-1}$) kullanılarak, karbon:yaş ağırlık çevrim faktörü (1:9, Pauly and Christensen, 1995) ile yaş ağırlık $2700 \text{ g.m}^{-2}.\text{y}^{-1}$ hesaplanmıştır. Ainsworth et al. (2001) fitoplankton "turnover" (populasyonun dönüşüm) zamanının yaklaşık 3 gün olduğunu [bu değer İzmir Körfezi için ortalama 2.8 - 3.4 aralığında değişmektedir (T.Koray, şahsi görüşme)] ve P/B oranının 100 y^{-1} olarak kabul edilebileceğini belirtmektedir.

2.4.3. Zooplankton

Özel ve Aker (2001) İzmir Körfezi zooplanktonu için 77 kopepod ve 6 kladoser türünü listelemişlerdir. Birey sayısı bakımından körfez zooplanktonunda Copepoda ve Cladocera dominanttır (DBTE, 1999). *Acartia clausi* türü, kantitatif açıdan Copepoda'nın %90'lık bir kısmını oluşturur (Özel ve Aker, 2001). Toplam zooplankton içinde Copepod'lar, Ege Denizinde %99'lara varan oranlara ulaşabilirler (Stergiou et al., 1997), ancak genellikle bu oran yıllık %50.8-95.16 (ortalama %72.69) arasında değişir (Balopoulos et al., 1999).

Çalışma kapsamında elde edilemeyen zooplankton biyokütlesi, mortalitesi veya besin tüketimi verileri hakkında Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarında veya İzmir Körfezi'nde yayınlanmış herhangi bir bilgi de bulunmamaktadır. Bu çalışmada kullanılan biyokütle verisi (987 mgC.m^{-2}), Siokou-Frangou et al. (2002) tarafından Yunanistan'ın Ege kıyılarında

gerçekleştirilen çalışmadan alınmıştır. Pauly and Christensen'in (1995) karbon:yaş ağırlık çevrim faktörü ile (1:9) 8.883 t.km⁻² biyokütle değeri elde edilmiştir.

Zooplankton'u oluşturan türlerin Ege Denizi'ndeki beslenme rejimleri hakkında ayrıntılı bilgiler mevcut değildir. Daha önceki çalışmalar ergin Copepoda üyelerinin, türlere göre değişiklik göstermekle beraber, temel olarak fitoplankton, diğer küçük boylu zooplankton ve detritus ile beslendiklerini ortaya koymaktadır (Parsons et al., 1977). Copepoda içindeki en yaygın türlerin herbivor oldukları bilinmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Yaygın Copepoda türlerinin beslenme rejimi.

Türler (Copepoda)	Dominant Besin
<i>Acartia clausi</i> ^{1,2}	Fitoplankton (Chlorophyceae, Diatome)
<i>Oithona similis</i> ²	Fitoplankton
<i>Paracalanus parvus</i> ²	Fitoplankton
<i>Pseudocalanus sp.</i> ²	Fitoplankton
<i>Temora longicornis</i> ¹	Fitoplankton (Dinoflagellata, Diatome)
<i>Euterpina acutifrons</i> ¹	Fitoplankton (Dinoflagellata)
<i>Centropages typicus</i> ³	Zooplankton, Fitoplankton, Detritus
<i>Temora stylifera</i> ³	Zooplankton, Detritus
<i>Oithona nana</i> ^{1,4}	Fitoplankton (Diatome, Chlorophyceae), Zooplankton
Küçük Zooplankton ⁵	Detritus

¹ Guisande et al. (2002); ² Beşiktepe ve Ünsal (2000); ³ Mackinson (2001); ⁴ B. Büyük-ışık (yayınlanmamış veri); ⁵ Ainsworth et al. (2001) [Cladocera, Mollusca larva, vb.]

Farklı ortamlarda zooplanktonun besin kompozisyonu değişebilir. Örneğin mesopelajik ve batipelajik zonlardaki kısıtlı besinden dolayı, çoğu Copepod için birincil besin, üretken eufotik sulardan dibe doğru çöken detritik materyal olmaktadır (Schnetzer and Steinberg, 2002). Bu bilgiler ışığında, zooplankton grubu için modele girilecek beslenme rejiminin, Çizelge 2.1 de göz önüne alınarak şu şekilde kullanılması uygun bulunmuştur: %70 fitoplankton, %25 detritus, %5 zooplankton.

2.4.4. Zoobentos

Daha önce yapılan çalışmalarda, İzmir Körfezi genelinde 650 civarında zoobentos türü saptanmıştır (DBTE, 1999). Bunlar arasından Polychaeta (303 tür), Crustacea (156 tür) ve Mollusca (132 tür), gerek tür sayıları, gerekse birey sayıları bakımından en üst sıralarda yer almaktadır. Zoobentik organizmaların biyokütlesi hakkında yayınlanmış tek çalışma Orta Körfezde gerçekleştirilmiştir (Uslu vd., 1999). Söz konusu çalışmada saptanan tahmini biyokütle değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir. Bu çizelgede yer alan veriler dikkate alınarak modelde toplam zoobentos biyokütlesi 3.089 g.m^{-2} olarak kullanılmıştır.

Çizelge 2.2. Orta Körfezde saptanan zoobentik organizma gruplarının biyokütleleri (Uslu vd.'den 1999).

Gruplar*	B (g.m^{-2})	Gruplar*	B (g.m^{-2})
Anthozoa	0.0015	Isopoda	0.0027
Gastropoda	0.3362	Amphipoda	0.0007
Bivalvia	0.0068	Ascidacea	0.0019
Polychaeta	2.0018	Asteriodea	0.6737
Decapoda	0.0638		

* (Cephalopoda ve Osteichthyes dahil edilmemiştir).

Zoobentik canlıların Q/B değerleri hakkında yayınlanmış fazla bir veri bulunmamaktadır. Bugüne kadar oluşturulan Ecopath modellerinde çoğunlukla varsayıma dayalı değerler kullanılmıştır. Bu çalışmada, İzmir Körfezi ile aynı/benzer iklim kuşağında yer alan bölgelere ait veri gruplarına ulaşılammış, dolayısıyla, daha önceki orijinal araştırmaların sonuçları kullanılmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Bazı zoobentik organizma gruplarına ait Q/B değerleri.

Grup	Q/B	Referans
Gastropoda, Bivalvia	35 - 60	Wolff et al., 2000
<i>Penaeus spp.</i>	19 - 25	Lin et al., 1999; Wolff et al., 2000
Polychaeta	24.2	Riddle et al., 1990
Amphipoda	33	Riddle et al., 1990

Çizelge 2.3'e dayanarak, ilgili verilerin aritmetik ortalaması dikkate alınmış ve zoobentos için $Q/B = 32$ değerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Zoobentik organizmaların beslenme özellikleri olağanüstü çeşitlilik göstermektedir. Pek çok grup hakkında sadece genel besin kompozisyonu bilgisi mevcuttur. Kaba bir yaklaşımla, zoobentosun esas besininin detritus olduğu belirtilmekte (Christensen, 1995; Bundy and Pauly 2001) ve daha önce yapılan çalışmaların sonuçları bu ifadeyi desteklemektedir (Çizelge 2.4). Zoobentos için kullanılacak besin kompozisyonunun Çizelge 2.4. göz önüne alınarak %70 detritus, %20 fitoplankton, %5 zooplankton ve %5 zoobentos olarak kabul edilmesi uygun bulunmuştur.

Çizelge 2.4. Zoobentosu oluşturan bazı grupların genel beslenme rejimleri.

Grup/Tür	Besin Kompozisyonu (Önem Sırasına Göre)
Gastropoda ^{1,2}	Detritus, Diatom, Diğer Gastropoda ve Bivalvia, Poliket
Bivalvia ²	Detritus, Zooplankton, Fitoplankton
Polychaeta	
<i>Capitella capitata</i> ³	Detritus
<i>Hediste diversicolor</i> ⁴	Detritus
Glyceridae ⁵	Detritus
Nereidae ⁵	Detritus, Diatom, Diğer Omurgasızlar
Spionidae ⁵	Detritus, Zooplankton, Fitoplankton
Syllidae ⁵	Detritus, Diatom, Diğer Omurgasızlar
Brachyura	
<i>Liocarcinus depurator</i> ⁶	Crustacea, Mollusca, Polychaeta, Echinodermata
Amphipoda ^{7,8}	Detritus
Isopoda ^{7,8}	Detritus
Penaeidae ⁹	Poliket, Crustacea, Detritus
Echinodermata ¹⁰	Diğer Omurgasızlar, Detritus

¹ Fretter and Graham (1962); ² Fischer et al. (1987); ³ Mendez et al. (2001); ⁴ Scaps (2002); ⁵ Fauchald and Jumars (1979); ⁶ Freire (1996); ⁷ Vizzini et al. (2002); ⁸ Mancinelli and Rossi (2002); ⁹ Kocataş vd. (1991); ¹⁰ Çağlar (1974)

2.4.5. Cephalopoda

Körfez genelinde 10 kafadanbacaklı türünün varlığı bilinmektedir (DBTE, 1999). İzmir Körfezindeki trol av kompozisyonunda cephalopod türlerinin av miktarı hakkındaki en ayrıntılı bilgi Akyol ve Metin (2001) tarafından verilmiştir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. İzmir Körfezinde dip trolüyle elde edilen Cephalopoda türleri ve mevsimlere göre oranları (% ağırlık).

Türler	Bahar	Yaz	Güz	Kış	Toplam
<i>Eledone moschata</i>	60.61	54.03	48.50	52.15	53.43
<i>Loligo vulgaris</i>	32.18	33.26	31.53	14.38	30.32
<i>Sepia officinalis</i>	4.87	0.63	13.52	27.00	9.10
<i>Octopus vulgaris</i>	-	9.29	3.48	4.11	4.45
<i>Alloteuthis media</i>	2.34	2.74	2.28	2.33	2.44
<i>Sepia elegans</i>	-	-	0.30	-	0.11
<i>Illex coindetii</i>	-	-	0.38	-	0.13
<i>Sepietta sp.</i>	-	0.06	0.01	0.03	0.03

Bu çalışmada, İzmir Körfezi ekosisteminde bulunan cephalopoda türlerinden en yaygın olan 4'ü modelin kapsamına alınmıştır (*E.moschata*, *L.vulgaris*, *S.officinalis* ve *O.vulgaris*). Gruba ait biyokütle değeri (0.724 t.km⁻²) Uslu vd. (1999)'den elde edilmiştir.

Cephalopoda için maksimum ortalama yaşın 1.5-3 yıl arasında olduğu ve P/B değerinin türlere göre 0.22 - 2.89 arasında değiştiğini belirtilmektedir (Guenette and Morato, 2001). Söz konusu çalışma dışında, kafadanbacaklıların P/B değeri hakkında veri sunan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada P/B, Brey (1999) tarafından kafadanbacaklılar için oluşturulan yıllık üretim (P) miktarı tahmin formülü ile hesaplanmıştır:

$$\log(P) = 0.240 + 0.96 \cdot \log(B) - 0.21 \cdot \log(W) + 0.03 \cdot T - 0.16 \cdot \log(D+1)$$

Denklemden B: biyokütle (g kuru ağırlık.m⁻²), W: Maksimum birey ağırlığı (g kuru ağırlık), T: Ortalama yüzey suyu sıcaklığı (°C) ve D: Su derinliğidir (m).

Cephalopoda için modele girilen beslenme rejimi verileri diğer çalışmalardan derlenmiştir. *L.vulgaris*, grup içerisinde balıklar (özellikle pelajik balıklardan *Trachurus spp.*, *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* ve demersal balıklardan Gobiidae) üzerinde en yoğun beslenen türdür (Coelho et al., 1997). Geri kalan türlerin ağırlıklı besinlerini zoobentos (Brachyura, Natantia, Polychaeta, Mollusca) ve küçük pelajik balıklar oluşturmaktadır. *E.moschata* haricindeki cephalopod türlerinde, birbirine benzer oranlarda (%5 - %10) kannibalizme rastlanmaktadır. Bu veriler ışığında modele girilen besin matriksi Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Cephalopoda grubuna dahil olan türlerin beslenme rejimleri.

Av Grubu	Loligo ¹	Sepia ²	Eledone ³	Octopus ⁴	Ortalama
<i>E. encrasicolus</i>	8.71		30.00	15.00	19.87
<i>S. pilchardus</i>	4.98		30.00	15.00	18.71
<i>Trachurus sp.</i>	34.21	0.41			10.70
<i>S. scombrus</i>	4.35				1.36
<i>Diplodus sp.</i>	6.22				1.94
<i>Trigla sp.</i>	4.98				1.55
Gobiidae	19.28	12.41			7.17
Mullidae		0.41			0.04
Gadiformes		33.10			3.10
Soleidae		1.66			0.15
Heterosomata	1.87				0.58
Zoobentos	8.0	47.00	40.00	60.00	31.59
Cephalopoda	7.4	5.00		10.00	3.23

¹ Coelho et al. (1997); ² Pinczon du Sel et al. (2000); ³ Boletzky and Hanlon (1983); ⁴ Mangold (1983).

2.4.6. Balıklar

2.4.6.1. Demersal Balıklar

Modelleme çalışmasındaki ana hedef, ekosistemi temsil edebilecek nitelikteki türlerin seçimi üzerine kuruludur. Bu seçimi belirli istatistiksel yöntemlerle destekleme şansı, İzmir Körfezi gibi fazla çalışılmamış bölgelerde oldukça düşüktür. Yeterli veri bulunmaması nedeniyle modele girdi olarak kullanılacak uygun balık türlerinin seçimi konusunda çok aşamalı bir yaklaşım tercih edilmiştir.

1. Aşama: Varlık-yokluk matrisi şeklinde sıralanan türler, gözlenme sıklıklarına göre toplam bir skor ile ifade edilmiştir. Araştırmacıların en az 3/5'ünün (= %60) av kompozisyonunda rastladığı türler ikinci aşamadaki analiz için korunmuş, daha düşük orandaki türler "tesadüfi av" olarak değerlendirilerek çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır

2. Aşama: Tesadüfi olanlar haricindeki türlerin trol avındaki ağırlık oranları, ekolojik ve ticari önemleri göz önünde tutulmuş; orijinal trol verileri, karşılaştırma yapabilmeye uygun tek çalışma olan Metin et al. (2000) ile bir arada değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışmalarda ortak olmayan türler mevcuttur (*Raja miraletus*, *Scyliorhinus canicula*, *Blennius ocellaris*, *Conger conger*, *Merlangius merlangus*, *Scorpaena porcus* ve *Uranoscopus scaber*).

3. Aşama: Orijinal trol verileri, Metin et al. (2000)'in verileriyle toplam avdaki sayısal ve ağırlık oranları göz önünde tutularak karşılaştırılmıştır. Temel strateji olarak, toplam avdaki ağırlık oranı %0.5'in altında olan türler tesadüfi av olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamına dahil edilen demersal balıkların tamamına ait boy-ağırlık ilişkisi, büyüme ve beslenme rejimi verilerini saptamak mümkün olmamış, dolayısıyla model için önem arz eden bu veriler daha önceki çalışmalardan elde edilmiştir. Çeşitli demersal türlere ait boy-ağırlık ilişkileri Çizelge 2.7'de, büyüme parametreleri ise Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Çeşitli demersal türlere ait boy-ağırlık ilişkileri.

Türler	n	Minimum-Maksimum		a	b	r ²
		TL (cm)	W (g)			
<i>D. pastinaca</i> ¹	256	20.0 - 88.0	***	0.0014	3.310	0.940
<i>M. mustelus</i> ²	24	38.3 - 97.5	116 - 3170	0.0008	3.326	0.974
<i>S. canicula</i> ²	82	17.5 - 52.5	15 - 473	0.0016	3.180	0.979
<i>Torpedo spp.</i> ²	20	9.6 - 36.0	23 - 570	0.0488	2.693	0.958
<i>Raja spp.</i> ²	31	20.5 - 99.0	28 - 2614	0.0016	3.291	0.934
<i>M. aquila</i>	-	37.5 - 76.5	*** - 1500	-	-	-
<i>M. merlangus</i> ³	101	16.0 - 31.7	30.3 - 229.4	0.0092	2.944	0.963
<i>M. merluccius</i> ³	501	12.3 - 47.0	13.1 - 810	0.0050	3.154	0.976
<i>T. minutus</i> ³	158	12.1 - 19.9	17.4 - 86.2	0.0067	3.176	0.936
<i>P. acarne</i> ³	335	8.6 - 14.5	9.8 - 52.2	0.006	3.383	0.952
<i>P. erythrinus</i> ³	226	9.0 - 25.2	12 - 285	0.0193	2.979	0.986
<i>L. mormyrus</i> ⁴	125	19.4 - 37.6	72 - 670	0.0094	3.063	0.969
<i>S. aurata</i> ³	72	15.3 - 28.0	60.4 - 365	0.0110	3.164	0.973
<i>T. lucerna</i> ³	470	12.7 - 34.4	20.6 - 491.5	0.0051	3.248	0.978
<i>S. solea</i> ⁵	335	11.0 - 34.5	10.6 - 337	0.0051	3.135	0.815

¹ İşmen (2003); ² Filiz (2000); ³ Özaydın and Taşkavak (baskıda); ⁴ Kraljevic et al. (1996), ⁵ Hoşsucu (1995).

Çizelge 2.8. Çeşitli demersal türlerin büyüme parametreleri.

Türler	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	t_{max}	ϕ'
<i>D. pastinaca</i> ¹	121.5	11436	0.089	-1.615	10	3.12
<i>M. mustelus</i> ²	145.0	12353	0.12	-2.140	17	3.40
<i>S. canicula</i> ³	88.8	2512.3	0.13	-1.330	9	2.99
<i>Torpedo spp.</i>	37.6	757.8	-	-	-	-
<i>Raja spp.</i> ⁴	118.0	10536	0.14	-	12	3.29
<i>M. aquila</i>	79.0	1744.2	-	-	-	-
<i>M. merlangus</i> ⁵	41.0	507.4	0.164	-1.700	13	2.440
<i>M. merluccius</i> ⁶	81.7	5371.8	0.085	-1.155	7	2.751
<i>T. minutus</i> ⁵	32.3	416.2	0.179	-	5	2.271
<i>L. mormyrus</i> ⁷	40.05	761.9	0.20	-0.945		2.51
<i>S. aurata</i> ⁸	59.80	3008.1	0.15	-1.710		2.51
<i>T. lucerna</i>	***	589.7	***	***		***
<i>S. solea</i> ⁹	34.75	345.5	0.28	-1.109		2.53

¹ İşmen (2003); ² Goosen and Smale (1997); ³ Rodriguez-Cabello et al. (1998); ⁴ ICES (1997, in Froese and Pauly, 2002); ⁵ Stergiou et al. (1997); ⁶ Uçkun et al. (2000); ⁷ Kraljević et al. (1996); ⁸ Kraljevic and Dulcic (1997); ⁹ Hoşsucu et al. (1999).

Çalışmada ele alınan bazı türlerin beslenme rejimi hakkındaki veriler çeşitli araştırmacılara göre derlenerek modelde kullanılmıştır. Bu çalışmada her bir türe ait toplam beslenme rejimi, troldeki biyokütleleriyle orantılı hesaplanmıştır. Kıkırdaklı balıklara ait mide içeriği verileri Çizelge 2.9'da, Gadiformes takımından 2 türe (*M. merlangus* ve *T. minutus*) ait veriler ise Çizelge 2.10'da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Çeşitli Chondrichthyes türlerinin beslenme rejimleri.

Av Grubu	Dasy ¹	Raja ¹	Myl ²	Torp ³	Must ¹	Scyl ⁴
Zooplankton			5			
Zoobentos	75.82	71.79	60	2.25	50.21	47.87
Cephalopoda		15.11		12.45	0.36	5.20
Gadiformes		13.10		12.16		18.60
<i>M. barbatus</i>				16.91	16.88	
<i>D. annularis</i>				23.68	8.65	
Gobiidae	24.18		35	13.80	18.93	11.56
<i>Serranus sp.</i>				4.68		
Soleidae				5.62		
Clupeidae				8.44	4.97	9.18
<i>E. encrasicholus</i>						2.90
<i>Trachurus sp.</i>						4.70
Toplam	100	100	100	100	100	100

¹ Filiz (yayınlanmamış veri); ² Compagno et al. (1989, in Froese & Pauly, 2002); ³ Abdel-Aziz (1994); ⁴ Cihangir vd. (1997). (Dasy: *D. pastinaca*; Raja: *Raja spp.*; Myl: *M. aquila*; Torp: *Torpedo spp.*; Must: *M. mustelus*; Scyl: *S. canicula*).

Çizelge 2.10. *M. merlangus* ve *T. minutus* türlerinin beslenme rejimleri.

Av Grubu	<i>M. merlangus</i> ¹	<i>T. minutus</i> ²
Zooplankton	3.95	2.07
Zoobentos	17.97	67.28
Gobiidae	5.86	16.55
<i>E. encrasicholus</i>	4.66	1.53
Clupeidae	41.65	
Gadiformes	25.91	1.93
Cephalopoda		10.65
Toplam	100	100

¹ İşmen ve Bingel (2000), ² Morte et al. (2001).

Çalışma kapsamında mide içeriği verilerine ihtiyaç duyulan diğer demersal türler arasında *P.erythrinus*, *L.mormyrus*, *S.aurata* ve *S.solea* yer almaktadır.

Daha önceki çalışmalar, *P. erythrinus* türünün ağırlıklı olarak zoobentik organizmalar (Crustacea, Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata) ile beslendiğini ortaya koymaktadır (Ardizzone and Messina, 1983; Rosecchi, 1983; Ghannudi, 1984; Caragitsou and Papaconstantinou, 1988; Benli et al., 2001). Çalışma kapsamında incelenebilen az sayıdaki bireyin mide içeriklerinde Brachyura ve Polychaeta türlerine, ayrıca sadece bir midede *Gobius sp.* türüne rastlanmıştır. Modelde kullanılan beslenme verisi (%90.9 zoobentos, %5.2 cephalopoda, %3.9 Gobiidae) Caragitsou and Papaconstantinou (1988)'dan alınmıştır.

L. mormyrus türünün beslenme spektrumu tamamen zoobentik organizmalardan (Bivalvia, Gastropoda, Decapoda, Polychaeta) oluşmaktadır (Frogia, 1977; Stergiou and Karpouzi, 2002).

Stergiou and Karpouzi (2002), *S. aurata* türünün beslenmesinin tamamen zoobentos'tan oluştuğunu belirtmektedir. Ancak mide içeriğinde düşük miktarda cephalopoda ve teleostei bulunduğu bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Wassef and Eisawy, 1985; Rosecchi, 1987). Modelde kullanılan besin kompozisyonu Wassef and Eisawy (1985)'den alınmıştır (%96.1 zoobentos, %2.8 *M. barbatus*, %1.1 cephalopoda).

Molinero and Flos (1991) ve Cabral (2000), *S.solea* türünün beslenmesinin tamamen zoobentik organizmalardan (Polychaeta, Bentik Crustacea ve Bivalvia) oluştuğunu belirtmektedirler.

2.4.6.2. Pelajik Balıklar

İzmir Körfezi'nde varlığı bilinen, balıkçılık açısından önemli pelajik ve semipelajik türler *Boops boops*, *Engraulis encrasicolus*, *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus*, *Scomber japonicus*, *Scomber scombrus*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Trachurus mediterraneus* ve *Trachurus trachurus*'dur. Ticari değerleri, ekolojik ilişkileri ve beslenme kompozisyonlarındaki benzerlikler göz önünde bulundurularak, pelajik türler Planktivor pelajikler (*B.boops*, *E.encrasicolus*, *S.pilchardus*, *S. aurita*, *Spicara spp.*) ve Diğer pelajikler (*Trachurus spp.*, *Scomber spp.*) olarak iki grup altında incelenecektir.

2.4.6.2.1. Planktivor Pelajikler

Boy-Ağırlık İlişkisi: Toplam 6 türden oluşan gruba ait türlerin boy-ağırlık ilişkileri Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Planktivor pelajik türlere ait boy-ağırlık ilişkileri.

Türler	n	Min. - Maks.		a	b	r ²
		TL (cm)	TW (g)			
<i>B. boops</i> ¹	171	12.5-25.5	25.1-174.4	0.0066	3.190	0.914
<i>E. encrasicolus</i> ²	513	10.5-14.9	9.1-23.6	0.0116	2.839	0.939
<i>S. pilchardus</i> ²	388	9.2-14.0	10.0-34.0	0.0076	3.189	0.885
<i>S. aurita</i> ²	677	13.0-24.2	30.1-170.7	0.0248	2.768	0.903
<i>S. smaris</i> ²	163	8.3-16.8	6.8-62.9	0.0154	2.935	0.958
<i>S. maena</i> ²	765	8.3-18.0	8.8-74.6	0.0250	2.773	0.897

¹ Kurt (2002); ² Özaydın and Taşkavak (baskıda).

Büyüme Parametreleri: Planktivor pelajiklere ait literatürden derlenen büyüme parametreleri Çizelge 2.12'de verilmiştir.

Çizelge 2.12. Planktivor pelajik türlere ait büyüme parametreleri.

Türler	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	t_{max}	ϕ'
<i>B. boops</i> ¹	30.2	347.4	0.320	-0.751	4	2.465
<i>S. pilchardus</i> ²	16.61	59.2	0.383	-2.212	4	2.024
<i>S. smaris</i> ³	20.05	102.1	0.440	-0.010	5	2.248
<i>S. maena</i> ⁴	24.82	184.4	0.532	-0.089	6	2.516

¹ Kurt (2002)'un yaş-boy verilerinden hesaplandı; ² Akyol vd. (1996); ³ İşmen (1995); ⁴ Dulcic et al. (2000)

Beslenme Rejimi: Gruptaki türlerin tamamı planktivor türlerden oluşmaktadır. *E. encrasicholus* (Tudela and Palomera, 1997; Uçkun vd., baskıda), *S. pilchardus* (T.M. Sever, şahsi görüşme), *S. aurita* (Bowman et al., 2000), *S. maena* (Mytilineou, 1987 in Stergiou and Karpouzi, 2002) ve *S. smaris* (Petrakis et al., 1993 in Stergiou and Karpouzi, 2002) türlerinin besininin tamamını zooplankton oluşturmaktadır. *B. boops* türü esasen zooplankton ile beslenmekle birlikte, az miktarda fitoplankton tükettiği de bilinmektedir (Stergiou and Karpouzi, 2002). Benzer şekilde önceki çalışmalarda *S. pilchardus* midesinde de fitoplanktona rastlanılmıştır (Demirhindi, 1961). Yukarıdaki mevcut veriler doğrultusunda, planktivor pelajikler grubu için ortalama beslenme kompozisyonunun %98 zooplankton ve %2 fitoplanktondan oluştuğu kabul edilmiştir.

2.4.6.2.2. Diğer Pelajikler

Boy-Ağırlık İlişkisi: Diğer pelajik türlere ait boy-ağırlık ilişkileri Çizelge 2.13'de verilmiştir.

Büyüme Parametreleri: Gruptaki türlerin büyüme parametreleri, önceki çalışmalarda derlenerek Çizelge 2.14'de verilmiştir.

Çizelge 2.13. Diğer pelajik türlere ait boy-ağırlık ilişkileri.

Türler	n	Min. - Maks.		a	b	r ²
		TL (cm)	TW (g)			
<i>S. japonicus</i> ¹	129	12.5-26.0	17.6-157	0.0115	2.939	0.977
<i>S. scombrus</i> ¹	50	19.0-28.5	64 - 271	0.001	3.727	0.910
<i>T. mediterraneus</i> ²	259	10.3-23.5	12.4-145	0.0072	3.160	0.974
<i>T. trachurus</i> ²	200	10.3-24.4	12.6-136	0.0213	2.875	0.982

¹ Özyaydın and Taşkavak (baskıda), ² Şahinoğlu (1996)

Çizelge 2.14. Diğer pelajik türlere ait büyüme parametreleri.

Türler	L _∞	W _∞	K	t ₀	t _{max}	ø'
<i>S. japonicus</i> ¹	44.10	782.9	0.326	-	-	2.802
<i>S. scombrus</i> ²	42.00	1121.6	0.370	-0.500	8	2.815
<i>T. mediterraneus</i> ³	25.74	206.5	0.165	-2.760	7	2.039
<i>T. trachurus</i> ³	24.82	217.9	0.206	-2.027	7	2.103

¹ Hernandez and Ortega (2000), ² Sinovcic (1995), ³ Şahinoğlu (1996)

Beslenme Rejimi: *S. japonicus* ve *S. scombrus* türleri belirgin bir fırsatçı beslenme özelliği gösterirler. Her iki türün besini yaklaşık %20 zooplanktonik organizmalardan (Copepoda, Mysidacea, Euphasiacea), %60 balıklardan (ağırlıklı olarak *E. encrasicholus*, Clupeidae, *Trachurus spp.*, Gobiidae), %15 zoobentik organizmalardan (Amphipoda, Decapoda) ve %5 cephalopodlardan oluşmaktadır (Nalbandoğlu, 1957; Tuğgaç, 1957; Studholme et al., 1999; Hernandez and Ortega, 2000; Bowman et al., 2000; Sever et al., yayınlanmamış veri). Benzer bir beslenme özelliği *Trachurus spp.*'de de gözlenir. Ağırlıklı besinlerini pelajik ve bentik Crustacea oluşturmakla beraber (Mysidacea, Copepoda, Amphipoda, Isopoda), cephalopoda ve küçük pelajik ve demersal türleri de tükettikleri bilinmektedir (Olaso et al., 1998b; Sever ve Bayhan, 1999; Stergiou and Karpouzi, 2002). Gruptaki türlerin beslenme rejimleri Çizelge 2.15'de verilmiştir.

Çizelge 2.15. Diğer pelajik türlerin beslenme rejimleri.

Av Grubu	<i>Scomber spp.</i> ¹	<i>Trachurus spp.</i> ²	Ortalama
Zooplankton	22.50	60.00	41.25
Zoobentos	14.82	15.00	14.91
Gobiidae	4.67	7.50	6.09
<i>Trachurus sp.</i>	4.78		2.39
<i>E. encrasicholus</i>	18.32		9.16
Clupeidae	28.63	12.50	20.56
<i>M. barbatus</i>	2.00		1.00
Cephalopoda	4.28	5.00	4.64
Toplam	100	100	100

¹ Sever et al. (yayınlanmamış veri); Studholme et al., 1999; Hernandez and Ortega, 2000; Bowman et al., 2000; ² Olaso et al., 1998b; Sever ve Bayhan (1999), Stergiou and Karpouzi, 2002

İzmir Körfezinde *S. scombrus* larvalarına Şubat-Ağustos, *S.japonicus* larvalarına ise Haziran-Ekim ayları arasında rastlanmaktadır; cinsin yumurtaları ise Ocak-Eylül döneminde elde edilmiştir (T.Çoker, şahsi görüşme). Kış aylarında *Scomber spp.*'nin derin sulara göç ettiği bilinmektedir (Demir ve Acara, 1955); benzer bir bilgiyi bölge balıkçıları da ifade etmişlerdir. Dolayısıyla, besin verileri modele girilirken import %25 olarak tanımlanmış, yani grubun beslenme aktivitesinin %75'inin körfezde gerçekleştiği kabul edilmiştir.

2.4.7. Yunuslar

İzmir Körfezinde üç yunus türünün (*Tursiops truncatus*, *Stenella coerulealba* ve *Delphinus delphis*) varlığı bilinmektedir (H.Güçlüsoy, şahsi görüşme). Bu türlerden *T.truncatus* körfezdeki baskın yunus türü olup, diğer iki tür sadece zaman zaman Dış Körfez civarlarına kadar girmektedir Dolayısıyla modelde sadece *T.truncatus* değerlendirmeye alınmıştır.

48 ticari balıkçı ile görüşmeler yapılarak, yunusların İzmir Körfezinin farklı bölgelerindeki (Foça, Bostanlı, Güzelbahçe, Urla, Gülbahçe, Mordoğan ve Karaburun) varlıkları hakkında bilgiler edinilmeye çalışılmıştır. Balıkçılara körfezde ne zaman (ay veya mevsim), hangi bölgede yunusları gözlemledikleri, ayrıca sürünün yaklaşık kaç bireyden oluştuğu, bireylerin yaklaşık maksimum boyları ve vücut renkleri hakkında sorular yöneltilmiştir.

Yunusların günlük besin tüketimleri Innes et al. (1987)'in önerdiği $R = 0.1 \cdot W^{0.8}$ denklemi ile hesaplanmıştır. Burada R = besin tüketimi (kg/gün) ve W = ortalama vücut ağırlığı (kg)'dir. Innes et al (1987)'in denkleminde yer alan ortalama vücut ağırlığının tahmini, Trites and

Pauly (1998)'nin maksimum total boy ve ağırlık ilişkisine ait aşağıdaki denklemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

$$\ln W_{\text{ort}} (\text{erkek bireyler}) = -8.702 + 2.383 * \ln L_{\text{max}}$$

$$\ln W_{\text{ort}} (\text{dişi bireyler}) = -9.003 + 2.432 * \ln L_{\text{max}}$$

Bu eşitliklerde;

W_{ort} = populyasyondaki bütün bireylerin ortalama ağırlığı (kg)

L_{max} = populyasyondaki en büyük boylu birey (cm)'dir.

Ecopath modeli için gereken yunuslara ait total mortalite oranı, Trites and Heines (1996)'dan alınmıştır ($Z \approx P/B = 0.07 \text{ y}^{-1}$).

Pauly et al. (1998)'e göre *T.truncatus* türünün beslenme rejimi %25 cephalopoda, %15 küçük pelajik balıklar ve %60 diğer demersal balıklardan oluşmaktadır. Hem Blanco et al. (2001), hem de Santos et al. (2001), mevcut balık besininin en az %80'inin demersal türlerden oluştuğunu belirtmekte, Gadiformes takımından özellikle *M. merluccius* türünün *T.truncatus* besininde çok önemli bir yere sahip olduğu vurgulanmaktadır. Türün tercih ettiği diğer balık besinleri arasında *P.erythrinus*, *Trachurus spp.*, Clupeidae ve *E. encrasicolus*; tüketilen Cephalopoda içinde ise *O. vulgaris*, *Eledone spp.* ve *L. vulgaris* yer almaktadır (Blanco et al., 2001). Modeldeki besin kompozisyonunda bu grup için import değeri %50 girilmiş, yani beslenme aktivitesinin yarısının İzmir Körfezi ekosistemi dışında gerçekleştiği kabul edilmiştir.

2.5. Avcılık Verileri

Modelde kullanılan avcılık verileri Kara ve Gurbet'ten (1999) alınmıştır (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16. Modelde kullanılan gruplara ait tahmini av miktarı verileri.

Grup	Tür	Av (ton/yıl)
Zoobentos	Karides	60.34
Cephalopoda	Octopus (+Eledone)	90.33
	<i>L. vulgaris</i>	157.66
	<i>S. officinalis</i>	17.65
	<i>D. annularis</i>	1.4
	<i>M. barbatus</i>	268.92
	<i>C. linguatula</i>	7.01
Planktivor Pelajikler	<i>Boops boops</i>	841.7
	<i>E. encrasicholus</i>	1475.8
	<i>Sardinella + Sardina</i>	5608.4
	<i>Spicara spp.</i>	57.72
Diğer Pelajikler	<i>Trachurus spp.</i>	188.8
	<i>S. japonicus</i>	78.34
	<i>S. scombrus</i>	46.1
Küçük Demersaller	<i>P. acarne</i>	26
Büyük Demersaller	<i>S. aurata</i>	61
	<i>T. lucerna</i>	1.8
	<i>Solea sp.</i>	5.47
	<i>P. erythrinus</i>	35.56
	<i>L. mormyrus</i>	35.86
Chondrichthyes	Köpekbalığı	6.75
	Vatoz	5.1
Gadiformes	<i>M. merluccius</i>	73
	<i>Merlangius + Trisopterus</i>	1.31

Kara ve Gurbet (1999) tarafından yapılan çalışmada, toplam 307 balıkçı ile bire bir görüşülerek gerçekleştirilen anket sonuçları değerlendirilmiş, ve İzmir limanına bağlı ticari ve küçük balıkçı teknelerinin avcılığına dair pelajik ve demersal balıklar ile cephalopod ve crustacea av verileri sunulmuştur.

Balıkçılarla yapılan görüşmelerden, İzmir Körfezinde yaklaşık 30 gırgır ve 30 trol teknesinin avcılık yaptığı öğrenilmiştir; dolayısıyla, avcılık verileri bu rakamlarla oranlanarak modelde kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Detritus

İlgili veriler denklemlere konularak ışık soğurulma katsayısı (k') = 0.12 ve eufotik derinlik (E) = 38.3 m olarak bulunmuştur. İzmir Körfezindeki birincil üretim $300 \text{ gC.m}^{-2}.\text{yıl}^{-1}$ olarak bildirilmektedir (Uslu, 1999). Ecopath programında girdi olarak kullanılan “detritus biyokütlesi” Pauly and Christensen (1995) tarafından verilen ağırlık çevirim faktörü de kullanılarak ($1 \text{ gC} = 9 \text{ g yaş ağırlık}$) 187.8 t/km^2 olarak hesaplanmıştır.

3.2. Fitoplankton

Mevcut veriler ışığında İzmir Körfezindeki fitoplankton biyokütlesi 27 t.km^{-2} olarak hesaplanmıştır.

3.3. Zooplankton

Yıllık besin tüketim verisi (Q/B), toplam zooplankton içindeki dominant tür olan *A. clausi* için hesaplanmıştır. Parsons et al. (1977), *A. clausi* türünün günde vücut ağırlığının %73'ü kadar besin tükettiğini, Broekhuizen et al. (1995) ise *A. clausi*'nin ortalama vücut ağırlığının $5.84 \text{ } \mu\text{gC}$ olduğunu belirtmektedirler. Bu veriler ışığında $Q/B = 266.45$ olarak hesaplanmıştır. Zooplankton için biyolojik bakımdan geçerli olan $P/Q = 0.20$ (Christensen, 1995) oranı kullanıldığında, $P/B = 53.29$ olarak hesaplanmaktadır. Zaten Parsons et al. (1977), zooplankton için P/B oranının 6.2 - 88 (genellikle 10 - 40) arasında değiştiğini belirtmektedir.

3.4. Zoobentos

Zoobentos için P/Q değerinin 0.20 olduğu rapor edilmiştir (Bundy and Pauly, 2001; Vasconcellos and Gasalla, 2001). P/Q değerinin Q/B (32 y^{-1}) ile çarpılması sonucunda $P/B = 6.4$ olarak hesaplanmaktadır.

3.5. Cephalopoda

Cephalopoda için geçerli olan yaş ağırlık:kuru ağırlık çevrim faktörü (1:0.203) (Brey, 2001), ve Akyol ve Metin (2001)'den elde edilen türler için maksimum birey ağırlıkları kullanılarak (180 - 2300 g), yıllık üretim miktarının $0.226\text{-}0.385 \text{ g.m}^{-2}$ (kuru ağırlık), P/B değerinin ise 1.537-2.619 (ağırlıklı ortalama 2.376) arasında değiştiği hesaplanmıştır. Pascual (1978) ve Koueta et al. (2002), laboratuvar koşullarında inceledikleri *S. officinalis* türü için P/Q değerinin 0.3 (0.2-0.4) olduğunu belirtmektedir. Söz konusu verilerden yola çıkarak $Q/B = 7.92$ olarak hesaplanmıştır.

3.6. Demersal balıklar

İzmir Körfezi'ndeki trol av kompozisyonu hakkındaki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Genel bir değerlendirme neticesinde, toplam 60 (11 kıkırdaklı ve 49 kemikli) balık türünün trolle yakalanabildiği ortaya çıkmaktadır (bu sayılara pelajik türler dahil edilmemiştir) (Çizelge 3.1). Trol çalışmalarında çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilen tür sayısı 30 - 49 arasında değişmektedir.

Modelde kullanılacak olan demersal balıkların gruplandırılması için uygulanan 3. aşamalı analizin sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Aşama: İzmir Körfezi dip trol avı ile yapılan örneklemelerde elde edilen türlerin varlık-yokluk matrisi ve skor değerleri Çizelge 3.1’de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Çeşitli araştırmalara göre İzmir körfezi dip trol av kompozisyonu.

Türler	A	B	C	D	E	Skor	%Skor
Kıkırdaklı balıklar							
<i>Dasyatis pastinaca</i>	1	0	1	1	1	4	80
<i>Gymnura altavela*</i>	1	0	0	0	1	2	40
<i>Mustelus mustelus</i>	1	0	1	1	1	4	80
<i>Myliobatis aquila</i>	1	0	0	1	1	3	60
<i>Raja asterias*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Raja clavata</i>	1	0	1	1	1	4	80
<i>Raja miraletus**</i>	1	1	1	0	1	4	80
<i>Raja radula</i>	1	0	0	1	1	3	60
<i>Scyliorhinus canicula</i>	1	1	1	0	1	4	80
<i>Torpedo nobiliana</i>	0	0	1	1	1	3	60
<i>Torpedo marmorata</i>	1	1	1	1	1	5	100
Kemikli balıklar							
<i>Argentina sphyraena*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Arnoglossus laterna</i>	0	1	1	1	1	4	80
<i>Aspitrigla cuculus*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Blennius ocellaris**</i>	1	1	1	0	1	4	80
<i>Callionymus lyra*</i>	0	0	0	1	1	2	40
<i>Capros aper*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Cepola rubescens</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Conger conger**</i>	1	0	1	0	1	3	60
<i>Citharus linguatula</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Dentex macrophthalmus*</i>	0	0	1	0	0	1	20

Çizelge 3.1. (devam)

Türler	A	B	C	D	E	Skor	%Skor
<i>Diplodus annularis</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Diplodus vulgaris</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Eutrigla gurnardus*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Gobius niger</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Lepidopus caudatus*</i>	0	0	1	0	0	1	20
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	0	0	1	1	1	3	60
<i>Lesueurigobius friesii*</i>	0	0	1	0	1	2	40
<i>Lithognathus mormyrus</i>	0	1	1	1	1	4	80
<i>Lophius piscatorius**</i>	1	1	1	0	0	3	60
<i>Macroramphosus scolopax*</i>	1	0	1	0	0	2	40
<i>Merlangius merlangus</i>	0	1	1	0	1	3	60
<i>Merluccius merluccius</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Microchirus variegatus</i>	1	0	0	1	1	3	60
<i>Mullus barbatus</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Mullus surmuletus*</i>	0	0	1	1	0	2	40
<i>Pagellus acarne</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0	0	1	1	1	3	60
<i>Pagellus erythrinus</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Pagrus pagrus*</i>	0	0	0	1	0	1	20
<i>Platichthys flesus*</i>	1	1	0	0	0	2	40
<i>Sarpa salpa*</i>	0	1	0	0	0	1	20
<i>Scorpaena notata*</i>	0	0	1	0	1	2	40
<i>Scorpaena porcus**</i>	1	0	1	0	1	3	60
<i>Scorpaena scrofa*</i>	1	1	0	0	0	2	40
<i>Serranus hepatus</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Serranus cabrilla</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Serranus scriba</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Solea solea</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Sparus aurata</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Spicara maena</i>	0	0	1	1	1	3	60

Çizelge 3.1. (devam)

Türler	A	B	C	D	E	Skor	%Skor
<i>Spicara smaris</i>	1	1	0	1	1	4	80
<i>Symphodus tinca</i> *	0	0	0	0	1	1	20
<i>Trachinus draco</i>	1	1	1	1	1	5	100
<i>Trigla lucerna</i>	0	1	1	1	1	4	80
<i>Trigla lyra</i> *	0	1	1	0	0	2	40
<i>Trigloporus lastoviza</i> *	0	0	1	0	0	1	20
<i>Trisopterus minutus</i>	1	0	1	1	1	4	80
<i>Uranoscopus scaber</i> **	1	0	1	0	1	3	60
<i>Zeus faber</i>	1	1	1	1	1	5	100
Toplam	36	30	49	35	44		

A - Kara ve Kınacıgil, 1990; B - Tokaç vd., 1991; C -DBTE, 1999; D - Metin et al., 2000; E - Bu çalışma. (1.Aşama'da elimine edilen türler *, 2.Aşama'da elimine edilen türler ** ile belirtilmiştir).

Bu aşamada düşük skora sahip 2 kıkırdaklı balık (*G. altavela* ve *R. asterias*) ve 18 kemikli balık (*A. sphyraena*, *A. cuculus*, *C. lyra*, *C. aper*, *D. macrophthalmus*, *E. gurnardus*, *L. caudatus*, *L. friesii*, *M. scolopax*, *M. surmuletus*, *P. pagrus*, *P. flesus*, *S. salpa*, *S. notata*, *S. scrofa*, *S. tinca*, *T. lyra* ve *T. lastoviza* ekolojik olarak önemsiz, tesadüfi türler olarak belirlenmiş ve modele dahil edilmemiştir.

2. Aşama: Analizin 2. aşamasında esas habitatı kayalık zeminler olan *C. conger* ve *S. porcus* (Whitehead et al., 1984-1986), ve İzmir Körfezinde geniş bir alanda yayılıyor olmalarına rağmen ekolojik/ticari önem arz etmeyen, ayrıca çok düşük biyokütleyle sahip *R. miraletus*, *B. ocellaris* ve *U. scaber* (Kara ve Kınacıgil, 1990; Tokaç vd., 1991) türleri de çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Orijinal trol verilerinde mevcut olan fakat Metin et al. (2000) tarafından elde edilemeyen *S. canicula* ve *M.*

merlangus, ekolojik ve ticari önemleri (Cihangir vd., 1997; Kara ve Gurbet, 1999; Gurbet, 2001) nedeniyle listede tutulmuştur. Ayrıca önceki çalışmalarda İzmir Körfezindeki varlığı belirtilen *L. piscatorius* türü, çoğunlukla derin sularda (maksimum bolluk >100 m derinlikte, Tserpes et al., 1999; Ungaro et al., 2002) yaşayan bir tür olması nedeniyle (İzmir Körfezinde maksimum ortalama derinlik = 72 m) kapsam dışında bırakılmıştır.

3. Aşama: Bu aşamada yapılan karşılaştırmada (Çizelge 3.2) İzmir Körfezi balıkçılık ekosisteminde biyokütle bakımından önem arz etmeyen *C. rubescens*, *D. vulgaris*, *L. cavillone*, *M. variegatus*, *P. bogaraveo*, *S. cabrilla*, *S. scriba*, *T. draco* ve *Z. faber* çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Söz konusu türlerin, avdaki sayısal oranları da %0.5'in altında bulunmaktadır

Çizelge 3.2. Trol av kompozisyonu karşılaştırması.

	Bu Çalışma		Metin et al. (2000)	
	%n	%w	%n	%w
Kıkırdaklı balıklar				
<i>D. pastinaca</i>	0.101	2.120	0.014	2.419
<i>M. mustelus</i>	0.110	3.553	0.109	2.405
<i>M. aquila</i>	0.042	0.646	0.036	1.078
<i>Raja spp.</i>	0.076	1.726	0.017	1.097
<i>S. canicula</i>	0.110	1.536	-	-
<i>Torpedo spp.</i>	0.152	0.583	0.051	0.294
Kemikli balıklar				
<i>A. laterna</i>	3.155	0.584	11.076	2.824
<i>C. rubescens***</i>	0.127	0.123	0.230	0.251
<i>C. linguatula</i>	4.649	3.404	0.008	0.019

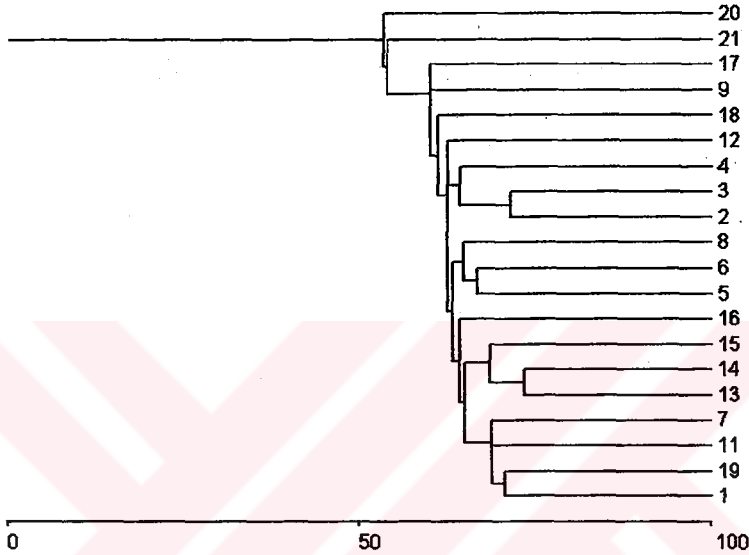
Çizelge 3.2. (devam)

	Bu Çalışma		Metin et al. (2000)	
	%n	%w	%n	%w
<i>D. annularis</i>	49.802	37.899	45.316	43.012
<i>D. vulgaris</i> ***	0.337	0.232	0.208	0.389
<i>G. niger</i>	1.131	0.639	4.149	3.109
<i>L. cavillone</i> ***	0.059	0.078	0.022	0.028
<i>L. mormyrus</i>	0.042	0.178	0.107	0.601
<i>M. merlangus</i>	0.532	1.054	-	-
<i>M. merluccius</i>	7.011	14.966	0.191	2.920
<i>M. variegatus</i> ***	0.042	0.028	0.500	0.233
<i>M. barbatus</i>	19.455	18.063	26.242	28.181
<i>P. acarne</i>	3.510	1.879	1.867	2.033
<i>P. bogaraveo</i> ***	0.017	0.016	0.006	0.004
<i>P. erythrinus</i>	3.721	2.570	0.859	2.114
<i>S. cabrilla</i> ***	0.059	0.071	0.039	0.054
<i>S. hepatus</i>	2.059	0.548	3.434	1.280
<i>S. scriba</i> ***	0.034	0.055	0.003	0.003
<i>S. solea</i>	0.380	1.080	0.008	0.057
<i>S. aurata</i>	0.397	1.250	0.118	0.752
<i>S. maena</i>	1.215	0.774	0.834	0.802
<i>S. smaris</i>	-	-	4.363	3.002
<i>T. draco</i> ***	0.017	0.018	0.017	0.025
<i>T. lucerna</i>	0.962	3.197	0.084	0.556
<i>T. minutus</i>	0.641	0.838	0.073	0.136
<i>Z. faber</i> ***	0.059	0.293	0.020	0.320
Toplam	100	100	100	100

*** Elimine edilen türler.

İzmir Körfezi genelindeki en kapsamlı trol av verileri, iç körfez hariç olmak üzere toplam 21 istasyona ait tür dağılımı sunan Kara ve Kınacıgil'e (1990) aittir. Pelajik türler hariç tutularak, demersal balıkların

istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde, çalışma bölgesindeki tür dağılımının oldukça benzer olduğu ve alt bölgelere ayrılmadığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.1).

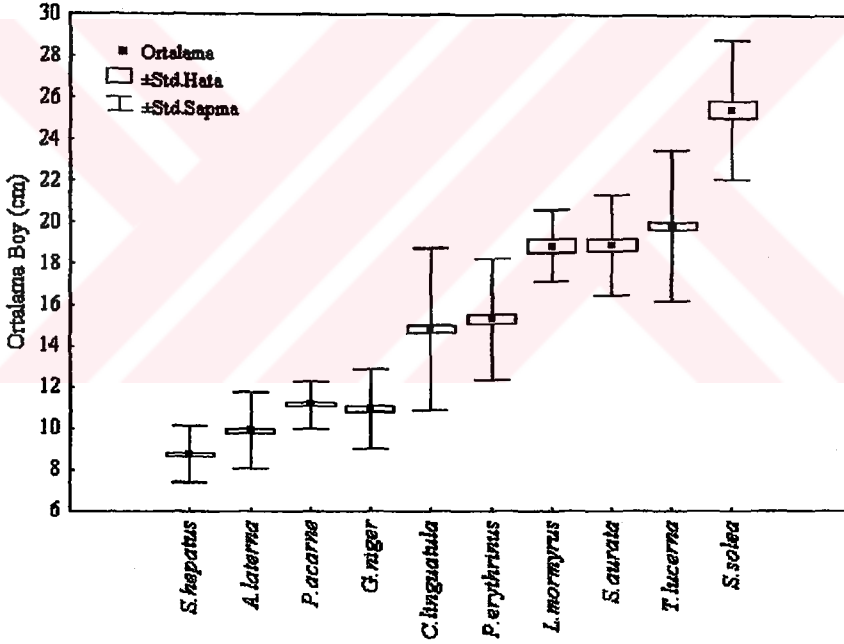


Şekil 3.1. Demersal balık türlerinin istasyonlara göre dağılımları (Jaccard benzerlik analizi).

Bu çalışmada trol av kompozisyonundaki türlerin gruplandırması yapılırken birden fazla faktör göz önünde tutulmuştur. Bunlar sırasıyla: 1) Benzer boy dağılımına sahip olan türler, 2) Benzer beslenme özelliklerine sahip türler, 3) Ekolojik önem arz eden türler, 4) Ticari önem arz eden türler.

Ticari bakımdan Ege Denizi'nde ve İzmir Körfezi'nde en önemli türler *S. aurata*, *S. solea*, *M. barbatus*, *T. lucerna*, *Pagellus spp.*, *M. merluccius*, *D. annularis*, *L. mormyrus*, *M. merlangus*, *T. minutus* ve *C. linguatula* olarak sıralanabilir (JICA, 1993; Kara ve Gurbet, 1999; DİE,

2000). Bu ticari türler arasından biyokütle bakımından önem arzeden *D. annularis* ve *M. barbatus* ayrı birer grup olarak değerlendirilmiştir. Ekolojik ve taksonomik olarak birbirleriyle ilişkili olan *M. merluccius*, *M. merlangus* ve *T. minutus* "Gadiformes" adı altında bir grupta toplanmıştır. Kıkırdaklı balıkların tümü, Chondrichthyes grubu altında değerlendirilmiştir. Geriye kalan türler, boy dağılımları göz önüne alınarak analiz edilmiştir (Şekil 3.2). Beslenme özellikleri bakımından trol kompozisyonundaki diğer demersal türlerden farklı olan *Spicara spp.*, planktivor pelajik ve semipelajik türlerle birlikte ele alınacaktır.



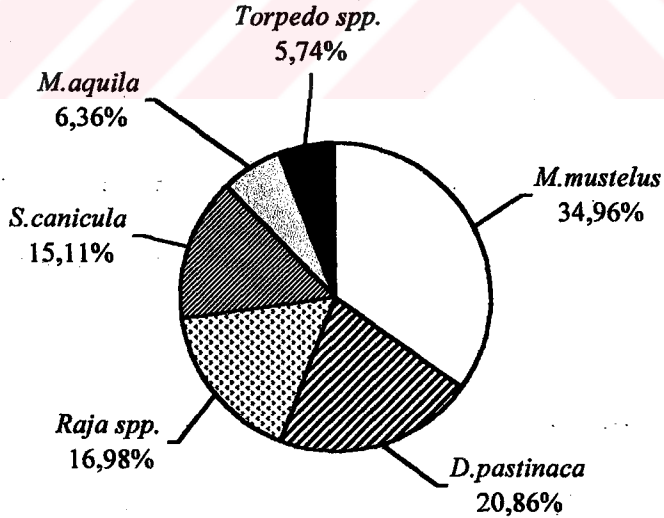
Şekil 3.2. Balık türlerine ait boy gruplarının karşılaştırılması.

Şekil 3.2'den de görülebileceği gibi ortalama boyları bakımından benzer olan *S. hepatus*, *A. laterna*, *P. acarne* ve *G. niger* türlerini "küçük demersaller" olarak bir grup altında toplamak mümkündür. Her ne kadar *C. linguatula* ve *P. erythrinus* türleri benzer ortalama boylara sahip olsalar

da; *P.erythrinus* üzerindeki av baskısından dolayı ortalama boyunun düştüğü ve bu iki türü ayrı ayrı değerlendirmenin uygun olacağı düşünülmektedir. Ege Denizi'nde *P.erythrinus* üzerine daha önce yapılan çalışmalarda saptanan yüksek boy değerleri bu düşüncüyü desteklemektedir (bkz. Jica, 1993). Dolayısıyla, beslenmesi büyük oranda balıklar üzerine olan *C. linguatula*, zoobentos ağırlıklı beslenen *P.erythrinus*, *L.mormyrus*, *T. lucerna* ve *S.solea* (büyük demersaller) türlerinden ayrılarak tek grup altında incelenmiştir.

3.6.1. Chondrichthyes

M. mustelus, Chondrichthyes grubunda biyokütle bakımından ilk sırada yer almaktadır, bu türü *D. pastinaca*, *Raja spp.*, *S. canicula*, *M. aquila* ve *Torpedo spp.* izlemektedir (Şekil 3.3). Bu grubun taranan alan yöntemi ile hesaplanan toplam biyokütlesi 1.067 t.km^{-2} dir.



Şekil 3.3. Chondrichthyes grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.

Beslenme Rejimi: Çizelge 2.9'da sunulan mide içeriği verileri doğrultusunda, grup için kullanılacak ortalama besin kompozisyonu şu şekildedir: Zoobentos (%56.74), Gobiidae (%16.43), *M.barbatus* (%6.87), Gadiformes (%5.73), *D.annularis* (%4.38), Cephalopoda (%4.19), Clupeidae (%3.61), *Trachurus sp.* (%0.71), *E.encrasicholus* (%0.44), Soleidae (%0.32), Zooplankton (%0.32), *Serranus sp.* (%0.27).

Ecopath Parametreleri: Chondrichthyes grubuna ait model için hesaplanan Z, M, Q/B ve B verileri Çizelge 3.3'de verilmektedir.

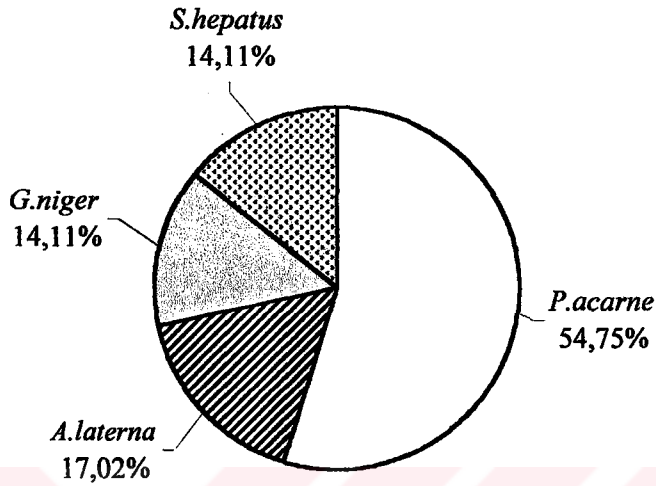
Çizelge 3.3. Chondrichthyes grubu için hesaplanan Ecopath parametreleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir).

Türler	Z*	M	Q/B ¹	A	Q/B ²	B
<i>D. pastinaca</i>	0.438	0.204	3.0	1.00	4.6	0.233 (0.044)
<i>M. mustelus</i>	0.260	0.236	3.3	1.63	4.6	0.390 (0.097)
<i>S. canicula</i>	0.486	0.279	4.6	1.63	5.9	0.169 (0.029)
<i>Torpedo spp.</i>	-	0.635	5.2	1.00	7.3	0.060 (0.018)
<i>Raja spp.</i>	0.366	0.276	3.1	1.00	4.7	0.145 (0.009)
<i>M. aquila</i>	-	0.372	4.4	1.00	6.4	0.071 (0.026)
Ortalama	0.317	0.274	3.579		5.083	1.067

* Hoenig modeline göre hesaplandı (Gayanilo et al., 2002). Q/B¹ Palomares and Pauly (1998)'e göre, Q/B² Pauly et al. (1990)'a göre hesaplandı. Kaudal yüzgeç A değerleri Froese & Pauly'e (2002) göre kullanıldı.

3.6.2. Küçük Demersaller

Dört türden oluşan küçük demersaller grubunda, ağırlık oranı bakımından *P. acarne* ilk sırayı almaktadır; bu türü *A. laterna*, *G. niger* ve *S. hepatus* izlemektedir (Şekil 3.4).

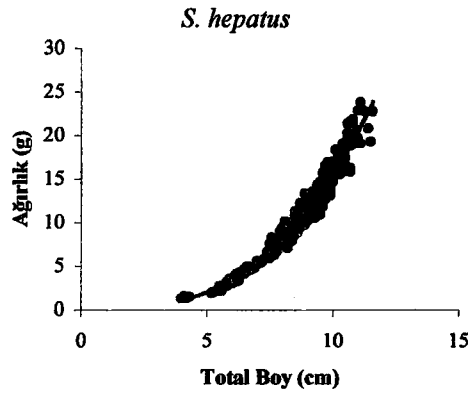
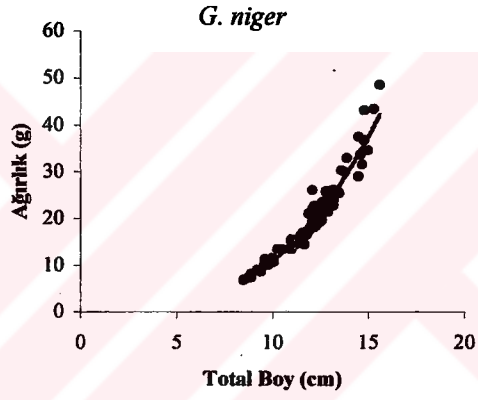
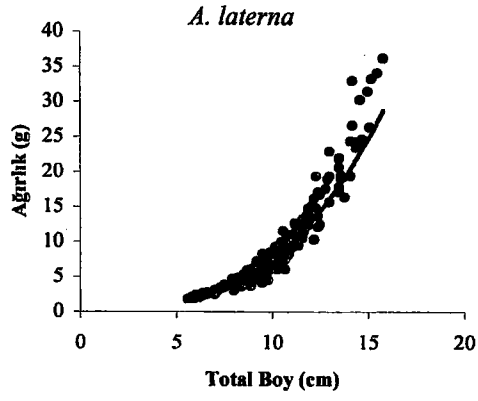


Şekil 3.4. Küçük demersaller grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.

Boy-Ağırlık İlişkisi: Küçük demersaller grubundaki türlere ait boy-ağırlık ilişkisi denklemleri Çizelge 3.4'de, boy-ağırlık ilişkisi grafikleri ise Şekil 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Küçük demersaller grubundaki türlerin boy-ağırlık ilişkileri.

Türler	n	Minimum-Maksimum		a	b	r ²
		TL (cm)	W (g)			
<i>A. laterna</i>	312	5.6 - 15.8	1.8 - 36.1	0.008	2.968	0.933
<i>G. niger</i>	157	6.6 - 15.6	3.5 - 48.6	0.010	3.040	0.961
<i>S. hepatus</i>	432	4.0 - 11.5	1.3 - 23.8	0.019	2.918	0.974



Şekil 3.5. Küçük demersaller grubundaki türlerin boy-ağırlık ilişkisi grafikleri.

Büyüme Parametreleri: Gruptaki türlerin yaşları otolit incelemeleri ile saptanarak, her yaş grubundaki ortalama boy verileri ile büyüme parametreleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.5). Türlerle ait yaş – total boy arasındaki ilişkinin grafikleri Şekil 3.6’da verilmiştir. *P. acarne* türüne ait von Bertalanffy parametreleri boy-frekans yöntemiyle saptanmıştır.

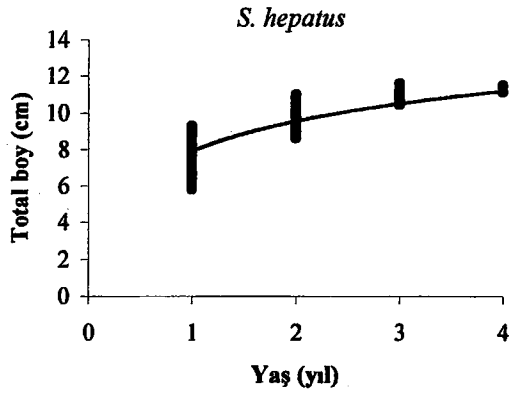
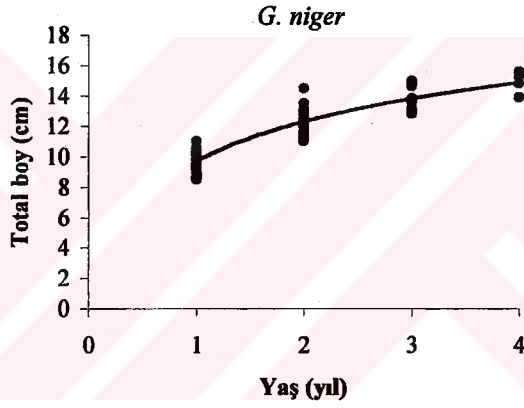
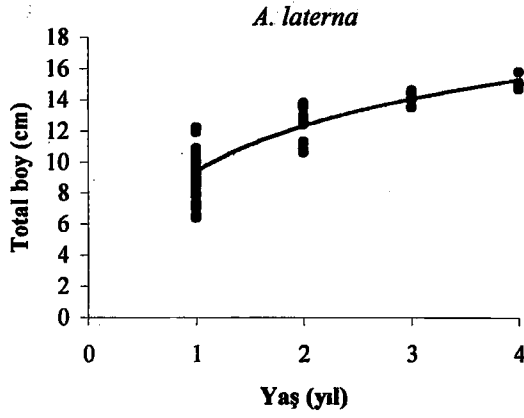
Çizelge 3.5. Küçük demersaller grubundaki türlerin büyüme parametreleri.

Türler	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	t_{max}	ϕ'
<i>A. laterna</i>	16.24	31.34	0.55	-0.661	4	2.16
<i>G. niger</i>	16.63	51.47	0.59	-0.367	4	2.21
<i>P. acarne</i> *	18.00	112.92	0.60	-0.311	-	2.29
<i>S. hepatus</i>	12.38	29.33	0.49	-1.050	4	1.88

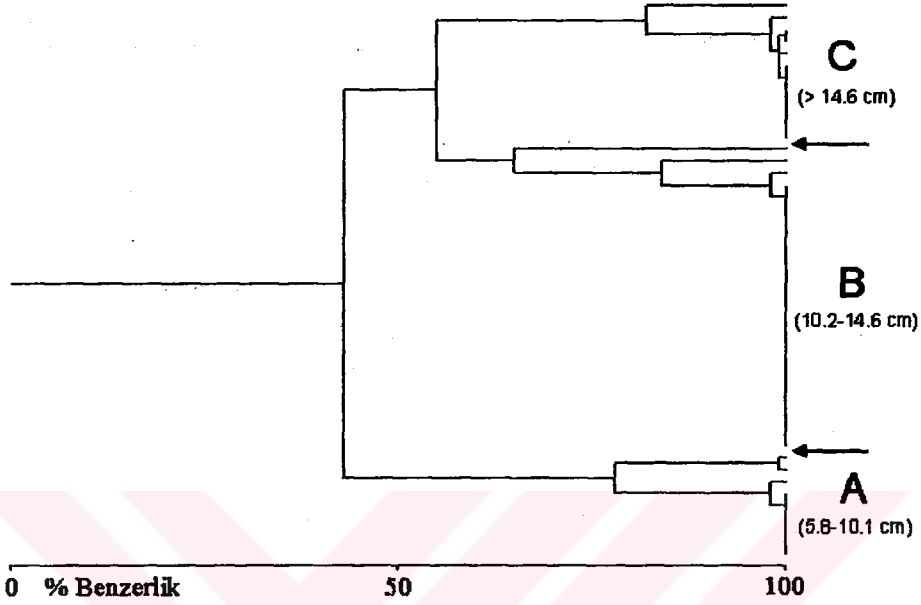
* Elefan-I ile hesaplandı, $R_n=0.687$ ($C=0$).

Beslenme Rejimi:

1) *A. laterna*: İncelenen midelerin %60.8’i dolu bulunmuştur. Bu türün mide analizleri sonucunda, sırasıyla zooplankton (Mysidacea, Euphasiacea, Decapoda larvası, Mollusca larvası ve Balık larvası), zoobentos (Brachyura, Natantia, Isopoda, Amphipoda, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda ve tanımlanamayan diğer Crustacea) ve balık (ağırlıklı olarak Gobiidae) örneklerine rastlanılmıştır. Beslenme rejimindeki boya bağlı farklılıkların ortaya konabilmesi için Bray-Curtis benzerlik indeksi ile hiyerarşik kümelenme analizi yapılmış ve sonuçlar bir dendrogram halinde Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.6. Küçük demersaller grubundaki türlerin yaş-total boy ilişkisi grafikleri.



Şekil 3.7. *A. laterna* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

A. laterna türünün genel besin spektrumunda 3 farklı boy grubunun (boyları 10.1 cm'e kadar olan küçük bireyler; boyları 10.2-14.6 cm arasındaki orta boylu bireyler ve boyları > 14.6 cm olan büyük boylu bireyler), beslenme rejimleri bakımından yaklaşık %50 benzerlik seviyesinde farklı olduğu bulunmuştur. Boy gruplarına göre besin tercihleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

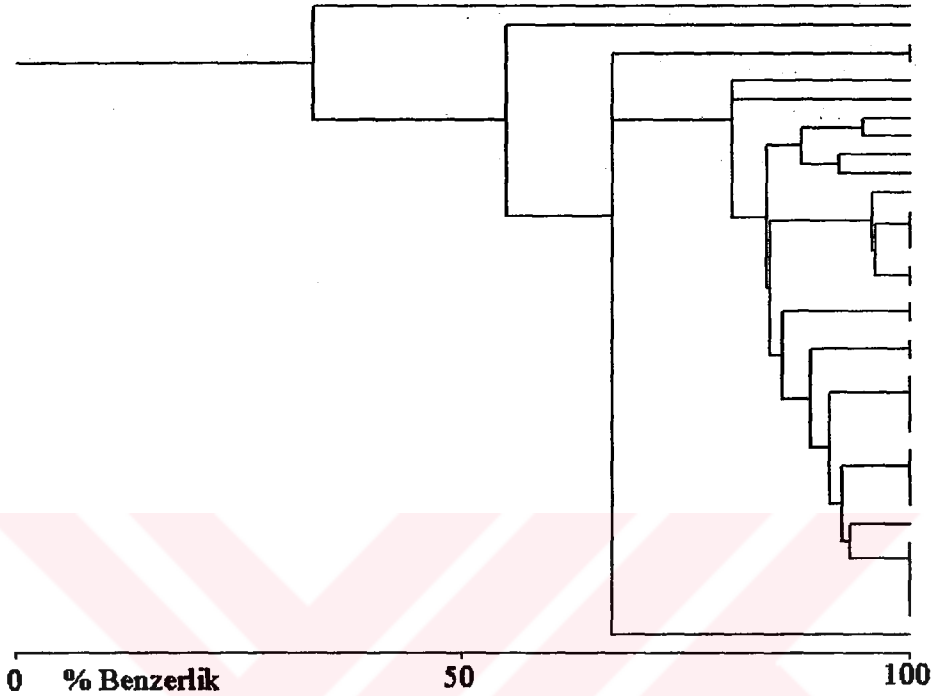
2) *G. niger*: İncelenen midelerin %42.68'i dolu bulunmuştur. Bu türün mide analizinde rastlanan av grupları şöyle sıralanabilir: zooplankton (Mysidacea, Balık yumurta ve larvaları), zoobentos (Brachyura ve Natantia ağırlıklı olmak üzere, Amphipoda, Mollusca, Polychaeta, Echinodermata ve diğer Crustacea) ve balık (*G. niger*). Çalışmaların sonuçları, türün az da olsa kannibalistik bir beslenme özelliği

sergilediğini ortaya koymaktadır (sadece bir midede *G.niger*'e rastlanılmıştır). Mide içeriğinde rastlanan yumurta ve larvalar da *G. niger* türüne aittir. Hiyerarşik kümelenme analizi sonucunda oluşturulan dendrogram, türün %50 benzerlik seviyesinde boy gruplarına bağlı bir beslenme farklılığı sergilemediğini göstermektedir (Şekil 3.8). Genel beslenme spektrumu %4.50 zooplankton, %2.57 Gobiidae ve %92.93 zoobentos'tan oluşmaktadır. Küçük demersaller grubunun ağırlık bakımından %14.1'lik kısmını oluşturan *G. niger*'e ait ağırlıklı besin oranları şu şekilde hesaplanmıştır: %0.635 zooplankton, %13.112 zoobentos, %0.362 Gobiidae.

Çizelge 3.6. *A.laterna* türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.

	Boy Grupları (cm)			
	A	B	C	
	(5.8 - 10.1)	(10.2 - 14.6)	(>14.6)	
$\bar{L}$ (cm)	8.88	11.68	15.22	
%F*	66.35	31.73	1.92	
%W**	45.00	48.60	6.40	
<i>Av Grupları</i>				
Zooplankton	38.05	0.31	0.41	
Zoobentos	61.95	34.29	14.94	
Gobiidae	-	65.40	84.65	
<i>Modele Girecek Veri</i>			Σ	
Zooplankton	2.915	0.026	0.004	2.945
Zoobentos	4.745	2.833	0.164	7.743
Gobiidae	-	5.404	0.929	6.333

* %F: Söz konusu boy grubunun toplam av içindeki sayısal yüzdesi; ** %W: söz konusu boy grubunun toplam av içindeki ağırlık yüzdesi.

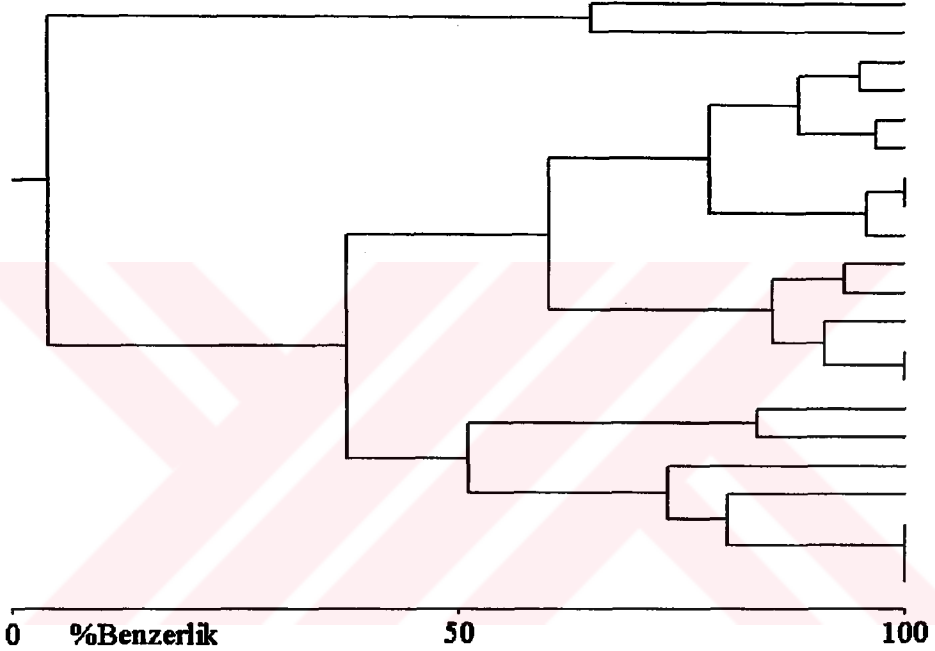


Şekil 3.8. *G.niger* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

3) *P. acarne*: İncelenen midelerin %31.34'ü dolu bulunmuştur. Türün beslenme rejiminde en büyük kısmı zoobentos (Natantia, Brachyura, Bivalvia, Polychaeta, Echinodermata ve diğer Crustacea) oluşturmakta, bunu teleostlar (*Arnoglossus sp.* ve *Gobius sp.*) ve çok düşük bir oranda zooplankton takip etmektedir.

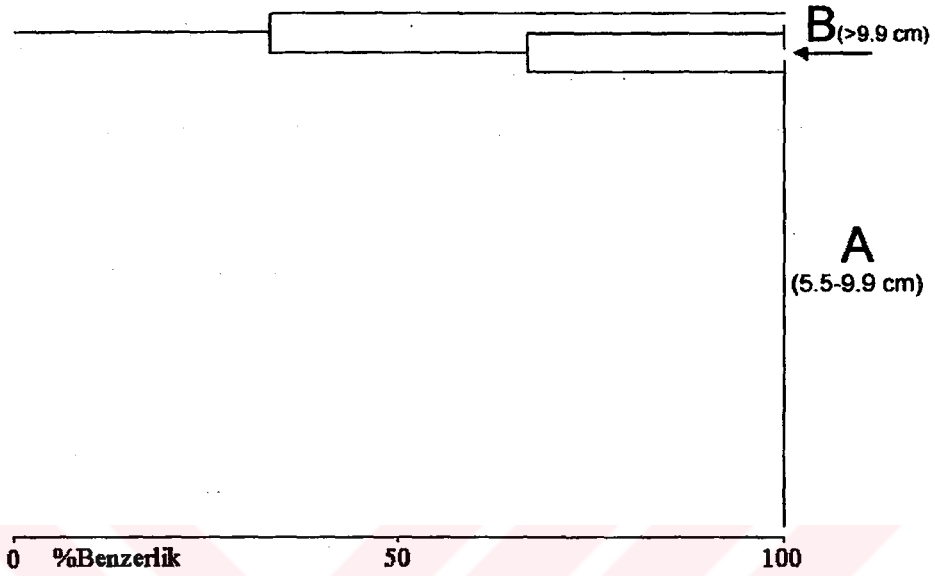
Şekil 3.9'da, %50 benzerlik seviyesinde farklı grupların olduğu görülmektedir. Ancak, bu gruplardaki boy dağılımları kendi aralarında çakıştığı için belirgin bir gruplandırma yapılamamış, ve boya bağlı besin farklılığının oluşmadığı sonucuna varılmıştır. *P. acarne* türünün genel beslenme rejiminin %0.50 zooplankton, %4.48 *Arnoglossus sp.*, %16.02

Gobiidae ve %79.00 zoobentos'tan oluştuğu bulunmuştur. Küçük demersaller grubunun %54.7'lik kısmını oluşturan türün ağırlıklı besin oranları şöyle hesaplanmıştır: %0.274 zooplankton, %2.451 *Arnoglossus sp.*, %8.763 Gobiidae ve %43.229 zoobentos.



Şekil 3.9. *P. acarne* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

4) *S. hepatus*: İncelenen midelerin %56.76'sı dolu bulunmuştur. Gruptaki diğer 3 türden farklı olarak, *S. hepatus* oldukça seçici bir beslenme özelliği sergilemektedir. Mide analizinde rastlanan başlıca besin grupları Decapod crustacea, Polychaeta, Ophiuroidea, Amphipoda ve Gobiidae olarak sıralanabilir. Şekil 3.10'da verilen dendrogramdan da görülebileceği gibi, bireylerin çok büyük bir kısmı %100 benzer bir beslenme rejimine sahiptir. Boya göre beslenme rejimi Çizelge 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.10. *S. hepatus* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

Çizelge 3.7. *S. hepatus* türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.

	Boy Grupları (cm)		
	A (5.5 - 9.9)	B (>9.9)	
$\bar{L}$ (cm)	8.52	10.49	
%F	83.69	16.31	
%W	73.66	26.34	
<i>Av Grupları</i>			
Zoobentos	93.91	69.47	
Gobiidae	6.09	30.53	
<i>Modele Girecek Veri</i>			
			Σ
Zoobentos	9.774	2.586	12.360
Gobiidae	0.634	1.136	1.770

Küçük demersaller grubundaki 4 türün ağırlıklı beslenme rejimleri, yukarıda sunulan beslenme verilerine göre %3.854 zooplankton, %76.454 zoobentos ve %19.68 küçük demersallerden oluşmaktadır.

Ecopath Parametreleri: Model için hesaplanan ve küçük demersaller grubunu oluşturan 4 türe ait Z, M, Q/B ve B verileri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Küçük demersaller grubu için hesaplanan Ecopath parametreleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir).

Türler	Z*	M	Q/B	A	B
<i>A. laterna</i>	1.37	1.18	10.5	1.234	0.064 (0.006)
<i>G. niger</i>	2.14	1.22	9.2	1.095	0.053 (0.008)
<i>P. acarne</i>	2.48	1.21	9.7	2.195	0.206 (0.054)
<i>S. hepatus</i>	1.66	1.18	12.8	2.214	0.053 (0.005)
Ortalama	2.127	1.202	10.204		0.376

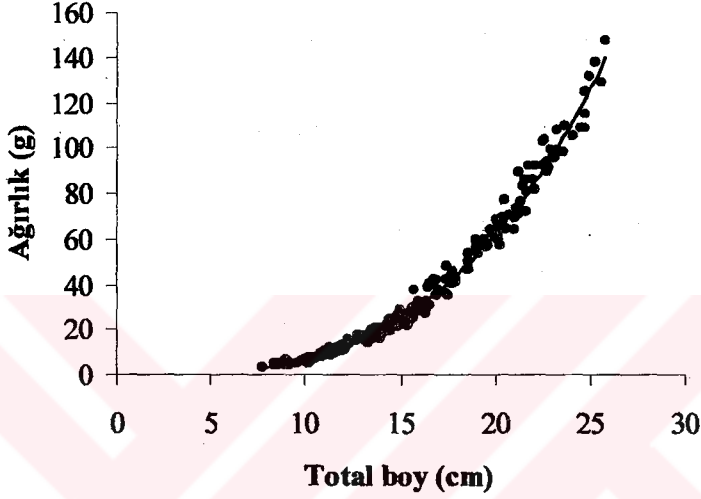
* Av eğrisi yöntemi.

3.6.3. *Citharus linguatula*

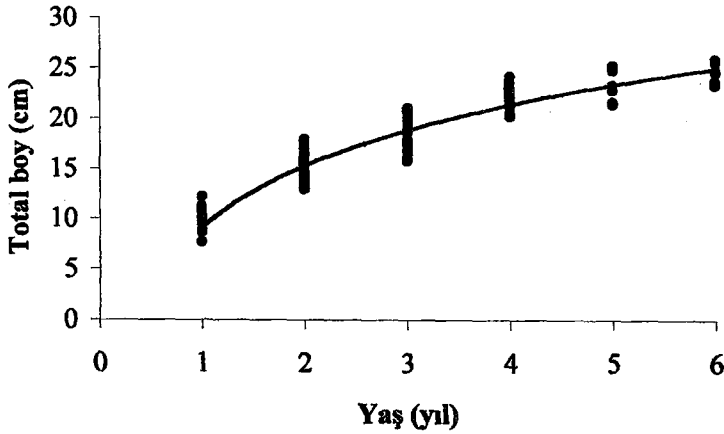
Boy-Ağırlık İlişkisi: Örneklemdeki total boylar 7.7 - 25.8 cm, ağırlıklar 3.34 - 147.41 g arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W = 0.0045L^{3.178}$ ($n = 385$, $r^2 = 0.993$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.11).

Büyüme Parametreleri: Otolitlerden saptanan yaşlar ve her yaştaki ortalama total boy verileri ile hesaplanan von Bertalanffy denklemi

parametreleri şu şekildedir: $L_{\infty} = 28.01$ cm, $K = 0.377$, $t_0 = -0.308$, $t_{\max} = 6$, $W_{\infty} = 178.97$ g. Fi üssü değeri (ϕ') 2.471 olarak bulunmuştur. Türe ait yaş – total boy grafiği Şekil 3.12’de verilmiştir.

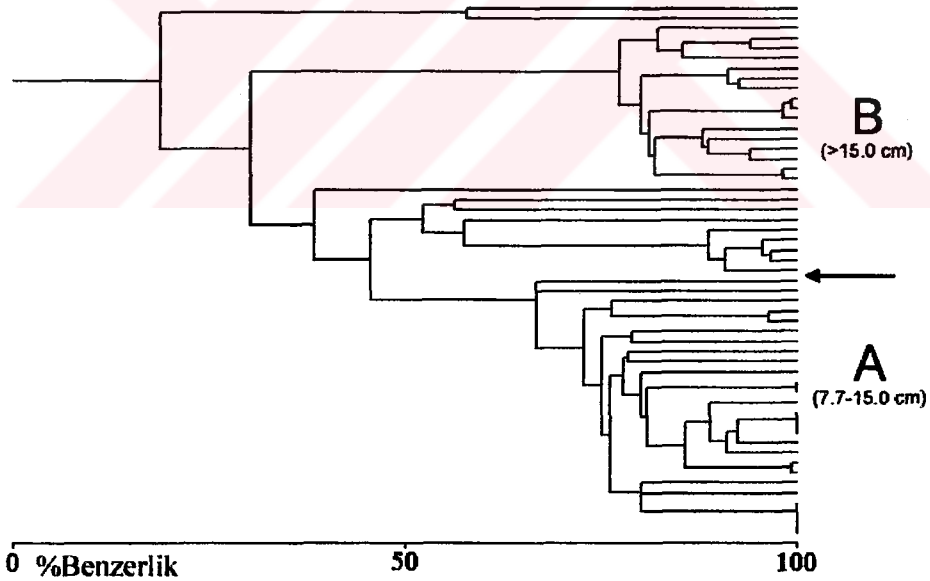


Şekil 3.11. *C. linguatula* türünün boy – ağırlık ilişkisi grafiği.



Şekil 3.12. *C. linguatula* türünün yaş – total boy grafiği.

Beslenme Rejimi: İncelenen midelerin %59.34'ü dolu bulunmuştur. Türün beslenme spektrumunda zooplankton, zoobentos ve balıklar (*M. barbatus*, Gobiidae, *E. encrasicholus* ve Clupeidae) yer almaktadır. Hiyerarşik kümelendirme analizi, %50 benzerlik seviyesinde iki farklı boy grubunun beslenme farklılığı gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 3.13, Çizelge 3.9). Boyları 15 cm'ye kadar olan bireylerin beslenmesi büyük oranda zoobentos üzerinde olup, mide içeriklerinde hiçbir teleost aya rastlanmamıştır. Boyları 15 cm'den büyük bireylerde ise zoobentos önemini yitirmekte, fakat belirgin bir piskivor beslenme alışkanlığı göze çarpmaktadır. Tüketilen teleost avların ağırlıkça önemli kısmı demersal türler üzerine olup (Gobiidae ve *M. barbatus*), bunu pelajik balıklar (Clupeidae ve *E. encrasicholus*) izlemektedir.



Şekil 3.13. *C. linguatula* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

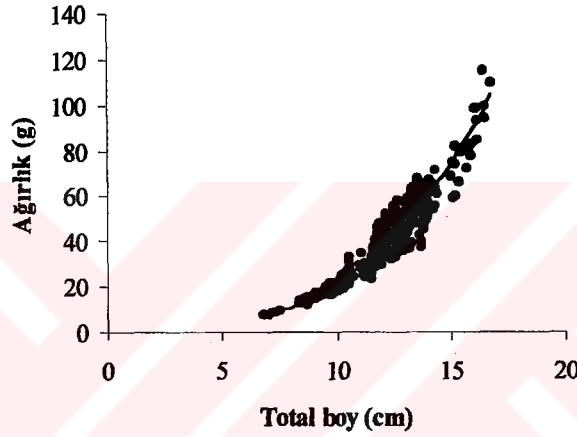
Ecopath Parametreleri: Av eğrisi yöntemiyle $Z = 1.066$ bulunmuştur. Pauly (1980) denklemi kullanılarak doğal mortalite 0.795 olarak hesaplanmıştır. Yıllık besin tüketimi (Q/B), kaudal yüzgeç ($A = 1.725$) oranı ile 8.1 olarak hesaplanmıştır. *C.linguatula* türünün taranan alan yöntemiyle hesaplanan biyokütle değeri 0.128 t/km^2 (std. sapma = 0.016) şeklindedir.

Çizelge 3.9. *C. linguatula* türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.

	Boy Grupları (cm)	
	A (7.7 - 15.0)	B (>15.0)
$\bar{L}$ (cm)	13.15	19.69
%F	37.50	62.50
%W	14.26	85.74
Av Grupları		
Zooplankton	31.46	
Zoobentos	68.54	4.85
<i>M. barbatus</i>		9.43
Gobiidae		60.35
<i>E. encrasicholus</i>		11.30
Clupeidae		14.07
Modele Girecek Veri		Σ
Zooplankton	4.487	4.49
Zoobentos	9.775	4.158
<i>M. barbatus</i>		8.086
Gobiidae		51.743
<i>E. encrasicholus</i>		9.689
Clupeidae		12.063
		12.06

3.6.4. *Diplodus annularis*

Boy-Ağırlık İlişkisi: İncelenen bireylerin total boyları 6.8 - 16.8 cm ve ağırlıkları 7.65 - 115.12 g arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W = 0.0198L^{3.038}$ ($n = 438$, $r^2 = 0.931$) şeklindedir (Şekil 3.14).

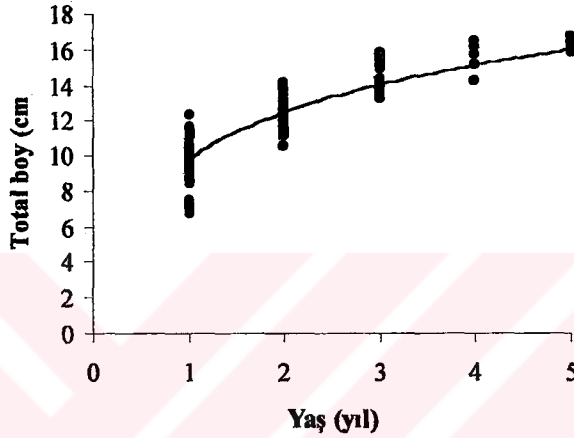


Şekil 3.14. *D. annularis* türünün boy – ağırlık ilişkisi grafiği.

Büyüme Parametreleri: Otolit incelemeleriyle saptanan yaşlar doğrultusunda, büyüme parametreleri şu şekilde hesaplanmıştır: $L_{\infty} = 18.00$ cm, $K = 0.396$, $t_0 = -0.954$, $t_{max} = 5$ ve $W_{\infty} = 128.88$ g. Fi üssü değeri (ϕ') 2.108 olarak bulunmuştur. Türe ait yaş – total boy grafiği Şekil 3.15’de verilmiştir.

Beslenme Rejimi: İncelenen midelerin %63.91’i dolu bulunmuştur. *D.annularis* türünün ağırlıklı olarak zoobentik organizmalar ile beslendiği saptanmıştır. Av gruplarından zooplanktonda Copepoda baskındır, zoobentik organizmalardan ise Polychaeta, Gastropoda,

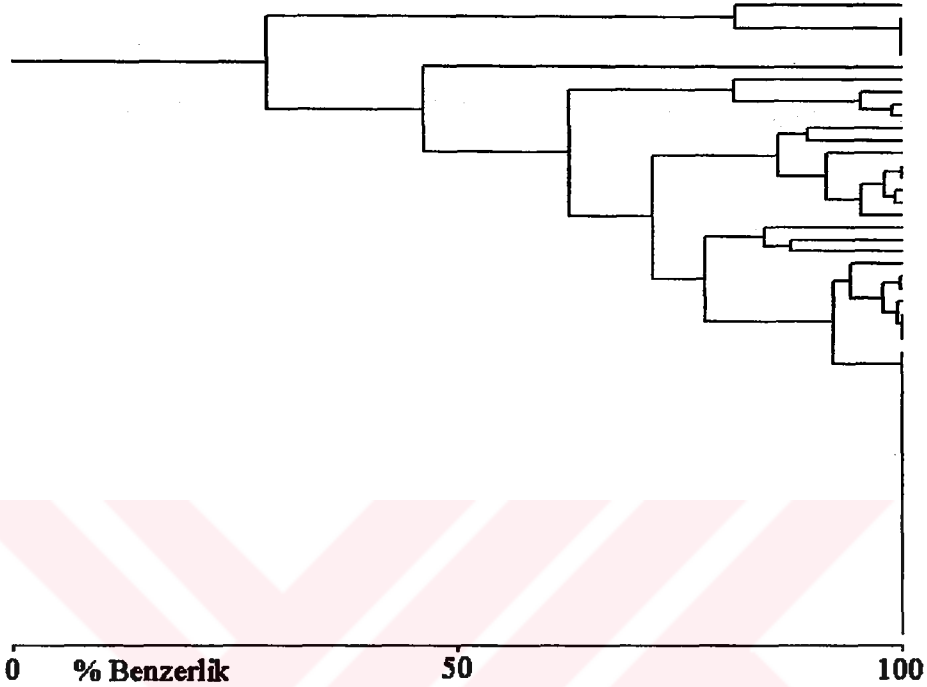
Bivalvia ve Echinodermata önem arz etmektedir. Mide analizlerinde az miktarda balık larvalarına da rastlanmıştır. Kümelenme analizi, boya bağı bir beslenme farklılığının olmadığını ortaya koymuştur (Şekil 3.16).



Şekil 3.15. *D. annularis* türünün yaş – total boy grafiği.

Türün genel beslenme rejimi %11.69 zooplankton, %87.22 zoobentos ve %1.09 balık larvasından oluşmaktadır. Mide içeriği analizlerinde rastlanan oldukça düşük miktardaki alg parçaları, kapsam dışında bırakılmıştır.

Ecopath Parametreleri: Av eğrisi yöntemiyle $Z = 1.55$, Pauly (1980) formülüyle doğal mortalite 0.930 olarak hesaplanmıştır. Kaudal yüzgeç A oranı 1.925 kullanılarak, $Q/B = 9.0$ olarak bulunmuştur. Türün biyokütlesi 3.883 t.km^{-2} 'dir (std. sapma = 0.167).



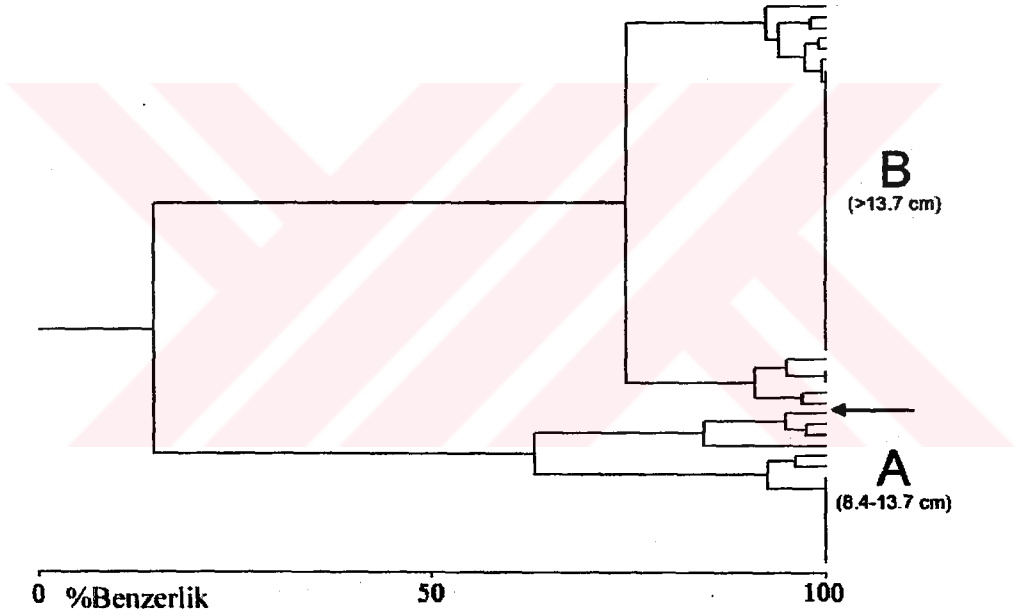
Şekil 3.16. *D.annularis* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

3.6.5. *Mullus barbatus*

Boy-Ağırlık İlişkisi: Çatal boyları 7.5 - 16.5 cm, ağırlıkları 5.57-85.95 g arasında değişen bireylerden elde edilen boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W = 0.008L^{3.283}$ ($n=338$, $r^2 = 0.971$) şeklindedir (Toğulga vd., 2002).

Büyüme Parametreleri: Boy frekans verileri yardımıyla hesaplanan büyüme parametreleri şu şekildedir: $L_{\infty} = 21.80$ cm, $K = 0.550$ ($C=0.4$, $WP=0.5$, $R_n=0.625$), $t_0 = -0.323$, $W_{\infty} = 198.26$ g. Fi üssü değeri (ϕ') 2.42 olarak bulunmuştur.

Beslenme Rejimi: İncelenen midelerin %55.12'si dolu bulunmuştur. *M. barbatus*, ağırlıklı olarak Polychaeta ve Decapod Crustacea üzerine beslenen bir türdür. Besin analizi sonucunda, %50 benzerlik seviyesinde iki belirgin grup oluşmuştur (Şekil 3.17). Birinci grup (A), zooplankton ağırlıklı beslenen küçük boylu (<13.7 cm) bireyleri; ikinci grup (B) zoobentos ağırlıklı beslenen büyük boylu (>13.7 cm) bireyleri içermektedir. Türün boy gruplarına bağlı beslenme rejimi Çizelge 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.17. *M. barbatus* türünün boy gruplarına bağlı besin benzerliği.

Ecopath Parametreleri: Av eğrisi yöntemiyle $Z = 2.13$ bulunmuştur. Doğal mortalite değeri 1.086'dır. Kaudal yüzgeç A değeri 1.615 olan türün Q/B değeri 7.7'dir. Biyokütle değeri 1.968 t.km^{-2} (std. sapma = 0.298) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.10. *M. barbatus* türünün ağırlıklı besin kompozisyonu.

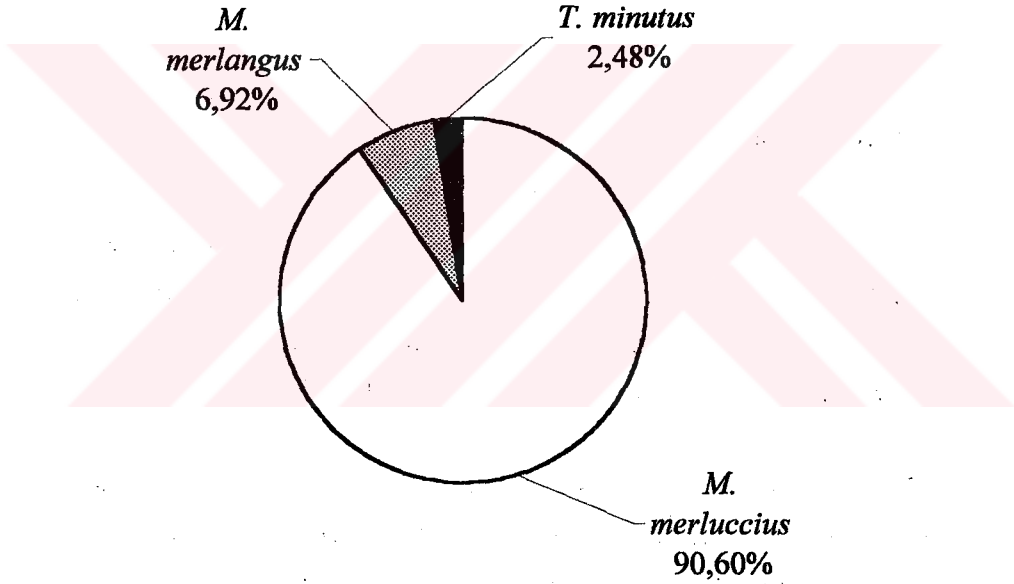
	Boy grupları (cm)		
	A (8.4-13.7)	B (>13.7)	
$\bar{L}$ (cm)	12.49	15.78	
F%	41.10	58.89	
W%	24.47	75.53	
<i>Av Grupları</i>			
Zooplankton	63.29	7.39	
Zoobentos	36.71	91.93	
Gobiidae		0.68	
<i>Modele Girecek Veri</i>		Σ	
Zooplankton	15.48	5.58	21.07
Zoobentos	8.98	69.44	78.42
Gobiidae		0.51	0.51

3.6.6. Gadiformes

Üç türden oluşan Gadiformes grubunda, trol av kompozisyonundaki ağırlık oranı bakımından *M. merluccius* ilk sırada yer almakta, bu türü *M. merlangus* ve *T. minutus* takip etmektedir (Şekil 3.18).

Beslenme Rejimi: Gruptaki türlerden sadece *M. merluccius* türünün mide analizi yapılmıştır. İncelenen midelerin %66.30'u dolu bulunmuştur. Boyları 17.7 – 40.5 cm arasında değişen bireylerin besin kompozisyonu şu şekilde saptanmıştır: Clupeidae (%31.22), Gobiidae (%24.09), *E. encrasicolus* (%14.85), Zoobentos (%13.14), *Spicara spp.* (%8.75), *M. barbatus* (%3.07), Cephalopoda (%2.58), *S. hepatus* (%2.30).

Örneklemdaki bireyler dar bir boy spektrumuna sahip olduğundan, boya bağlı beslenme farklılığının olup olmadığı incelenememiştir. *T.minutus* ve *M.merlangus* türleri ile ilgili mide verileri de göz önüne alındığında (bkz. Bölüm 2.4.6), grup için ağırlıklı ortalama besin kompozisyonu şu şekilde modele girilecektir: Zooplankton (%0.32), Zoobentos (%14.82), Gobiidae (%22.64), *E.encrasicholus* (%13.81), Clupeidae (%31.17), *Spicara spp.* (%7.93), *M.barbatus* (%2.78), *S.hepatus* (%2.08), Gadiformes (%1.84), Cephalopoda (%2.60).



Şekil 3.18. Gadiformes grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.

Ecopath Parametreleri: Model için gerekli olan Gadiformes grubundaki türlere ait Z, M, Q/B ve biyokütle verileri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Gadiformes grubuna ait türlerin Ecopath parametreleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir).

Türler	Z	M	Q/B	A	B
<i>M. merlangus</i>	0.93 ¹	0.412	5.6	0.903	0.145 (0.016)
<i>M. merluccius</i>	0.98 ²	0.221	3.7	1.231	1.891 (0.323)
<i>T. minutus</i>	0.87 ¹	0.466	6.4	1.428	0.052 (0.003)
Ortalama	0.974	0.240	3.898		2.088

¹ Stergiou et al. (1997); ² Uçkun et al. (2000)'dan hesaplandı

3.6.7. Büyük Demersaller

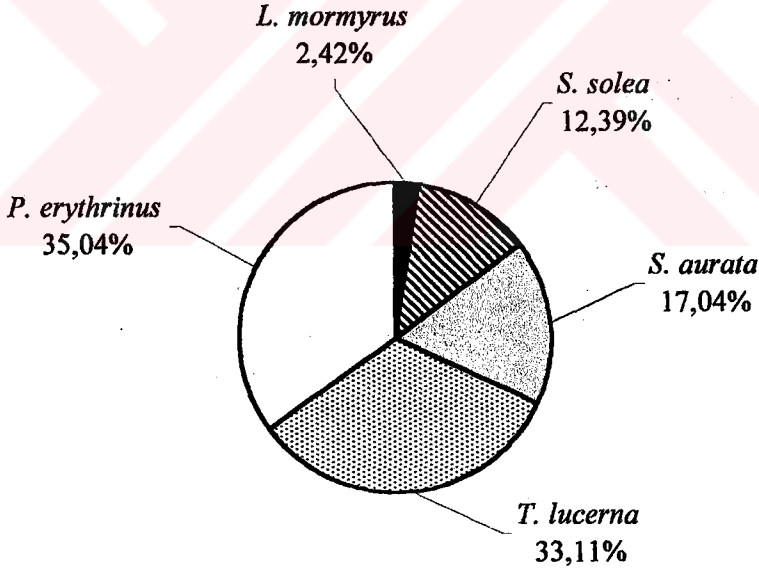
Toplam 5 adet türden oluşan Büyük demersaller grubunda, ağırlık bakımından en büyük yüzdeyi Sparid'ler oluşturmaktadır. Grubun trol kompozisyonundaki dominant türü *P. erythrinus* olup, bunu *T. lucerna*, *S. aurata*, *S. solea* ve *L. mormyrus* takip etmektedir (Şekil 3.19).

Büyüme Parametreleri: Büyük demersaller grubuna ait türlerden sadece *P. erythrinus*'a ait büyüme parametreleri bu çalışmada saptanabilmektedir (boy-frekans yöntemi, $L_{\infty} = 27.50$ cm, $W_{\infty} = 374.4$ g, $K = 0.28$, $t_0 = -0.610$, $\phi' = 2.33$, $C=0$, $R_n=0.896$).

Beslenme Rejimi: Mide analizi, gruptaki türler arasından sadece *T. lucerna* için gerçekleştirilebilmiştir. Oldukça az sayıda mide incelenebilmiş olmasına rağmen (mide doluluk oranı %70), elde edilen bulgular Colloca et al. (1994)'in verileriyle örtüşmektedir ve dolayısıyla modelde aynen kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. İncelenen

T.lucerna bireyleri 14.1 – 32.4 cm arasında boylara sahip olup, besin kompozisyonu şu şekilde saptanmıştır: Natantia (%69.00), Brachyura (%0.76), *E.encrasicholus* (%15.68), Gobiidae (%14.57). Gruba ait diğer türlerin mide içeriği verileri de göz önünde bulundurularak (bkz. Bölüm 2.4.6.), büyük demersallerin biyokütleleriyle orantılı toplam besin kompozisyonu şu şekilde modele girilmiştir: %86.14 Zoobentos, %2.01 Cephalopoda, %5.19 *E.encrasicholus*, %6.18 Gobiidae, %0.48 *M. barbatus*.

Ecopath Parametreleri: Model için hesaplanan büyük demersal türlere ait Ecopath parametreleri Çizelge 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.19. Büyük demersaller grubundaki türlerin %ağırlık dağılımları.

Çizelge 3.12. Büyük demersal türlere ait Ecopath parametreleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir).

Türler	Z	M	Q/B	A	B
<i>P.erythrinus</i>	1.17 ¹	0.654	7.1	1.870	0.282 (0.051)
<i>L.mormyrus</i>	0.77 ²	0.472	7.7	3.010	0.019 (0.006)
<i>S. aurata</i>	0.40 ³	0.349	4.8	1.970	0.137 (0.018)
<i>T. lucerna</i>	0.59 ⁴	0.220 ⁴	6.2	1.632	0.266 (0.041)
<i>S. solea</i>	0.81 ⁵	0.612	6.1	0.940	0.099 (0.010)
Ortalama	0.792	0.449	6.301		0.803

¹ Av eğrisi yöntemi, ² Kraljevic et al. (1996), ³ Kraljevic & Dulcic (1997)'e dayanarak Hoenig yöntemine göre hesaplandı, ⁴ Stergiou et al. (1997); ⁵ Hoşsucu et al. (1999)'nun verilerine dayanarak yaşama oranından hesaplandı.

3.7. Pelajik Balıklar

3.7.1. Planktivor Pelajikler

Büyüme Parametreleri: Bu çalışmada, gruptaki 6 türden ikisi (*E. encrasicholus* ve *S. aurita*) için büyüme parametreleri hesaplanmıştır (boy frekansı yöntemi, her iki tür için $R_n=1$, $C=0$) (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. *E. encrasicholus* ve *S. aurita* türlerinin büyüme parametreleri.

Türler	L_{∞}	W_{∞}	K	t_0	θ'
<i>E. encrasicholus</i>	16.00	30.4	0.82	-0.530	2.322
<i>S. aurita</i>	24.80	179.6	0.72	-0.534	2.646

Ecopath Parametreleri: Model için gerekli olan Ecopath parametreleri Çizelge 3.14'de verilmiştir. Planktivor pelajikler grubunun İzmir Körfezindeki biyokütlesi, EE=0.95 değeri girilerek en alt düzeyde tahmin edilmesi amacıyla modele bırakılmıştır.

Çizelge 3.14. Planktivor pelajik türlere ait Ecopath parametreleri.

Türler	Z	M	Q/B	A
<i>B. boops</i>	2.03 ²	0.695	9.3	3.175
<i>E. encrasicholus</i>	2.60 ²	1.536	10.9	1.420
<i>S. pilchardus</i>	2.35 ¹	0.924	10.7	1.994
<i>S. aurita</i>	2.57 ²	0.801	8.3	1.992
<i>S. smaris</i>	1.58 ⁴	0.959	10.1	2.320
<i>S. maena</i>	1.34 ⁵	1.024	9.3	2.510
Ortalama	2.078	0.990	9.76	

¹ Yaşama oranı yöntemi ² Av eğrisi yöntemi ³ Hoenig yöntemi ⁴ İşmen (1995) ⁵ Stergiou et al. (1997)

3.7.2. Diğer Pelajikler

Ecopath Parametreleri: Diğer pelajik türlere ait modele girilecek Ecopath parametreleri Çizelge 3.15'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Diğer pelajik türlere ait Ecopath parametreleri.

Türler	Z	M	Q/B	A
<i>S.japonicus</i>	1.266 ¹	0.633	9.5	4.310
<i>S. scombrus</i>	1.394 ¹	0.697	8.6	4.010
<i>T. mediterraneus</i>	0.749 ²	0.471	10.2	3.122
<i>T. trachurus</i>	0.754 ²	0.550	9.9	3.046
Ortalama	1.041	0.587	9.55	

¹ Total mortalite (=P/B), Ainsworth et al. (2001) ve Stanford et al. (2001) takip edilerek M≈F varsayımıyla hesaplandı, ² Şahinoğlu (1996).

3.8. Yunuslar

İzmir Körfezi'ndeki balıkçılarla yapılan görüşmeler doğrultusunda, bir seferde gözlenen yunus bireyi sayısının genellikle 10-20 arasında değiştiği öğrenilmiştir. Her seferinde en az 3, en fazla 50 bireyden oluşan sürülere rastlanmaktadır (Foça'lı balıkçılar İzmir Körfezi çıkışında 100 bireyden oluşan sürülerden bahsetmektedir; H.Güçlüsoy, şahsi görüşme). Görüşmeler, yunusların İzmir Körfezinin hemen hemen tamamında gözlenebildiğini ortaya koymakla birlikte, en yoğun Dış Körfezde bulundukları balıkçılarca belirtilmiştir. Yapılan görüşmelerden, yunusların yılın özellikle ilkbahar ve yaz mevsimlerinde körfeze girip çıktıkları ve büyük olasılıkla körfezi sadece beslenme amacıyla kullandıkları anlaşılmıştır. Ayrıca Hekim Adası açıklarında ve Gülbahçe Körfezinde çok küçük sürülerin (<20 birey) yıl boyunca gözlemlendiği ifade edilmiştir.

Görüşlerine başvuru alan balıkçılar, İzmir Körfezindeki toplam *T.truncatus* populasyonu hakkında birbirinden çok farklı yorumlarda bulunmuşlardır. İfade edilen birey sayıları 100 - 3000 arasında değişmektedir. Toplam 50 balıkçıdan elde edilen bu verilerin medyan (ortanca) değeri 1000 birey olup, biyokütle hesapları bu değere dayanılarak gerçekleştirilecektir.

T. truncatus türünün ergin boylu bireyleri 190 - 380 cm arasında değişen boylara sahiptir ve erkekler dişilerden daha büyük boyludur (dişi $L_{max}=367$ cm, erkek $L_{max}=381$ cm) (Jefferson et al., 1994; Trites and Pauly, 1998). İzmir Körfezinde avlanan balıkçılar, boyu en fazla 300 cm civarında olan bireyleri gözlemlemişlerdir; ancak kesin bir boy verisi mevcut değildir. Her iki cinsiyet için 300 cm'lik maksimum birey

uzunluğundan hareketle popülasyondaki bireylerin ortalama ağırlığı (W_{ort}) ve biyokütlesi hesaplanmıştır (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16. *T. truncatus* popülasyonunun biyokütlesi.

	L_{max} (cm)	W_{ort} (kg)	Birey sayısı*	Biyokütle (kg)
Erkek	300	130.138	500	65069
Dişi	300	132.212	500	66106
				$\Sigma = 131175$

* Dişi ve erkek yunusların popülasyondaki oranları 1:1 olarak kabul edilmiştir (Trites and Pauly, 1998)

Innes et al. (1987)'e ait empirik formülü yardımıyla yunusların günlük besin tüketimleri 4.915 kg (dişi) ve 4.978 kg (erkek) olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Kastelein et al. (2002) tarafından *T.truncatus* türünün günlük besin tüketimi çalışması sonuçlarıyla örtüşmektedir (ergin bireyler için 4.5 - 6 kg besin tüketimi/gün). Günlük besin tüketimi 365 ile çarpılarak yıl bazına dönüştürülmüş, ve bu değer ortalama birey ağırlığına bölünerek popülasyonun ortalama Q/B değeri (dişi: 13.785, erkek: 13.742) 13.763 olarak bulunmuştur.

Yunuslara ait biyokütlenin tahmin edilebilmesi için, W_{ort} değerinin ekosistemdeki tahmini birey sayısı ile çarpılması gereklidir (Trites and Pauly, 1998). Tahmini olarak 1000 *T.truncatus* bireyinin körfezde 180 gün (yani kabaca yılın yarısı) bulunduğu varsayıldığında, toplam biyokütle 65.58 ton ($0.1077 \text{ t.km}^{-2}.\text{y}^{-1}$) şeklinde hesaplanmaktadır (bkz. Çizelge 3.16).

3.9. Ecopath Modelinin Oluşturulması

Ekosistemi temsil eden gruplara ait elde edilen veriler doğrultusunda, Ecopath modeli için girilen biyokütle, P/B ($\cong Z$), Q/B ve avcılık parametreleri Çizelge 3.17'de, predatör/av matriksi ise Çizelge 3.18'de verilmiştir.

İzmir Körfezi ekosistemi, 15 grupta temsil edilmiştir. Modelin ilk yürütmesinde öncelikli olarak EE değerleri, sistemdeki fonksiyonel grupların birbirleri arasındaki dengeleri değerlendirebilmek amacıyla dikkatle incelenmiştir. Eğer herhangi bir grup, tanımlanan ekosistem içinde "dengesiz" ise, yani EE değeri 1'den büyükse, söz konusu grubun biyokütle veya P/B verilerinin modele düşük girildiği, veya o grup üzerinde diğer grupların predasyonunun fazla girildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla şüpheli görülen biyokütle, P/B veya besin kompozisyonu verilerinin, sistemdeki kütle-dengelerini sağlayacak biçimde tekrar verilmesi gerekmektedir (Dalsgaard and Pauly, 1997; Okey and Pauly, 1998). Ancak yapılacak bu değişimler ilave problemlere yol açabilir. Sistemde tanımlanan grupların herbiri çoklu bir etkileşim içinde bulunduğundan, örneğin bir predatöre ait verinin değiştirilmesi, besin olarak tükettiği avlar üzerinde belli derecede değişime neden olacaktır.

Modelin ilk yürütmesinde, küçük demersaller (EE=6.872), Cephalopoda (EE=1.044) ve Zoobentos (EE=3.120) gruplarının ekotrofik verimlilik değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Özetle bu grupların, üretimlerinden daha fazla miktarda tüketildiği ($Q>P$) görülmektedir (Çizelge 3.19), ve bu durum denge halinde olduğu varsayılan bir ekosistemde teorik olarak olanaksızdır.

Çizelge 3.17. Ecopath modeli için girilen ilk temel parametreler.

Gruplar	B (t.km ⁻²)	P/B (yıl ⁻¹)	Q/B (yıl ⁻¹)	EE	Av (t.km ⁻² .yıl ⁻¹)
1.Yunuslar	0.108	0.070	13.763	***	
2.Gadiformes	2.088	0.974	3.898	***	0.122
3.Chondrichthyes	1.067	0.317	3.579	***	0.019
4.Büyük Demersaller	0.803	0.792	6.301	***	0.229
5.Küçük Demersaller	0.376	2.127	10.204	***	0.043
6.Planktivor Pelajikler	***	2.078	9.760	0.950	13.109
7.Diğer Pelajikler	***	1.041	9.550	0.950	0.514
8. <i>C. linguatula</i>	0.128	1.066	8.100	***	0.012
9. <i>M. barbatus</i>	1.968	2.130	7.700	***	0.442
10. <i>D. annularis</i>	3.883	1.550	9.000	***	0.002
11.Cephalopoda	0.724	2.376	7.920	***	0.436
12.Zoobentos	3.089	6.400	32.000	***	0.099
13.Zooplankton	8.883	53.290	266.450	***	
14.Fitoplankton	27.000	100.000		***	
15.Detritus	187.800			***	

*** Model tarafından hesaplanacak veriler.

Çizelge 3.18. Model için oluşturulan predator/av matrisi.

Av\Predatör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.Yunuslar													
2.Gadiformes	30.00	1.84	5.73								3.10		
3.Chondrichthyes													
4.Büyük Demersaller	0.75		0.32								1.70		
5.Küçük Demersaller		24.72	16.70	6.18	19.68		4.57	51.74	0.51		7.75		
6.Planktivor Pelajikler	5.00	52.91	4.05	5.19			22.29	21.75			38.58		
7.Diğer Pelajikler	1.75		0.71				1.79				12.06		
8.C.linguabula													
9.M.barbatulus		2.78	6.87	0.48			0.75	8.09			0.04		
10.D.amularis			4.38								1.94		
11.Cephalopoda	12.50	2.60	4.19	2.01			3.48				3.23		
12.Zoobentos		14.82	56.74	86.14	76.46		11.18	13.93	78.42	87.22	31.59	5.00	
13.Zooplankton		0.32	0.32		3.85	98.00	30.94	4.49	21.07	12.78		5.00	5.00
14.Fitoplankton						2.00						20.00	70.00
15.Detritus												70.00	25.00
Import	50						25						

Diğer bir problem, küçük demersaller'de grup içi kanibalizmin oldukça yüksek olmasıdır (%19.68). Ecopath modellerinde grup-içi kanibalizm %10'u geçtiği durumda, "tüketim>üretim" sonucuna yol açmakta ve dolayısıyla yüksek EE değerlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Christensen et al., 2000).

Çizelge 3.19. Modelin ilk yürütme sonuçları*

Gruplar	Trofik Seviye	B (t.km ⁻²)	P/B (yıl ⁻¹)	Q/B (yıl ⁻¹)	EE	P/Q
1.Yunuslar	4.86	0.108	0.070	13.763	0.000	0.005
2.Gadiformes	4.01	2.088	0.974	3.898	0.546	0.250
3.Chondrichthyes	3.66	1.067	0.317	3.579	0.056	0.089
4.Büyük Demersaller	3.27	0.805	0.792	6.301	0.550	0.126
5.Küçük Demersaller	3.35	0.377	2.127	10.204	6.872	0.208
6.Planktivor Pelajikler	3.03	11.967	2.078	9.760	0.950	0.213
7.Diğer Pelajikler	3.54	1.541	1.041	9.550	0.950	0.109
8. <i>C. linguatula</i>	4.03	0.128	1.066	8.100	0.088	0.132
9. <i>M. barbatus</i>	3.10	1.968	2.130	7.700	0.277	0.277
10. <i>D. annularis</i>	3.10	3.883	1.550	9.000	0.047	0.172
11.Cephalopoda	3.89	0.724	2.376	7.920	1.044	0.300
12.Zoobentos	2.11	3.089	6.400	32.000	3.120	0.200
13.Zooplankton	2.05	8.883	53.290	266.450	0.529	0.200
14.Fitoplankton	1.00	27.000	100.000		0.622	
15.Detritus	1.00	187.800			0.298	

* Model tarafından hesaplanan veriler koyu renkle ifade edilmiştir. Çerçeve içindeki veriler, problemli ekotrofik verimlilik değerlerine işaret etmektedir.

Daha önceki ekolojik çalışmalarda oluşturulan Ecopath modellerinde (bkz. Bölüm 1.1.), araştırmacılar çoğunlukla sistemdeki kütle-dengesini sağlayabilmek amacıyla predatör/av matriksinde ve problemli grupların tüketim (Q/B) değerlerinde değişiklik yoluna gitmişlerdir. Ancak, güncel çalışmalarda, biyokütle veya üretim değerlerinin uygun şekilde düzenlenmesinin daha akılcı bir yol olduğu belirtilmektedir (Okey and Pauly, 1998). Çünkü:

- 1) Biyokütle değerlerinin düşük hesaplanmış olma ihtimali, yüksek hesaplanmış olma ihtimalinden fazladır,
- 2) Besin tüketim (Q/B) değerlerinin modifiye edilmesi, sadece dengesiz durumdaki problemli grubu değil, sistemde tanımlanan bütün av gruplarını etkilemektedir,
- 3) Besin kompozisyonu verilerinin değiştirilmesi, sadece hedeflenen grubu değil, bütün fonksiyonel grupları etkilemekte, dolayısıyla modelin gerçekçiliğini azaltmaktadır. Bu yaklaşımdan hareketle, sunulan çalışmada besin matriksinin oluşturulmasına öncelikli önem verilmiştir. Populasyonu oluşturan bireyler arasındaki besin ihtiyacı farklılıklarından dolayı, grupları oluşturan türlerin besin ihtiyaçlarının gruplandırma sonucu anlamlı sonuç verebilmesi için pek çok faktör (örneğin standardizasyon) göz önüne alınmıştır.

İlk aşamada karşı karşıya kalınan küçük demersaller grubundaki kanibalizm problemi, grubu (av-avcı veya ergin-jüvenil bireyler şeklinde) ikiye bölmek suretiyle çözülebilir (Christensen et al., 2000). Bir "av" organizma durumundaki *G. niger* türü, modelin ikinci yürütmesinde küçük demersaller grubundan ayrılmıştır. Söz konusu değişiklikle beraber, modelin ilk yürütmesinde kullanılan predatör/av matriksi,

ayrıca ilgili P/B, Q/B ve biyokütle verileri tekrar ele alınmıştır. Modelin ikinci yürütme sonuçları Çizelge 3.20'de, tekrar düzenlenen predatör/av matriksi Çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Modelin ikinci yürütme sonuçları*.

Gruplar	Trofik Seviye	B (t.km ⁻²)	P/B (yıl ⁻¹)	Q/B (yıl ⁻¹)	EE	P/Q
1. Yunuslar	4.82	0.108	0.070	13.763	0.000	0.005
2. Gadiformes	3.96	2.088	0.974	3.898	0.546	0.250
3. Chondrichthyes	3.62	1.067	0.317	3.579	0.056	0.089
4. Büyük Demersaller	3.26	0.803	0.792	6.301	0.550	0.126
5. Küçük Demersaller	3.34	0.323	2.127	10.204	0.516	0.208
6. Planktivor Pelajikler	3.03	11.967	2.078	9.760	0.950	0.213
7. Diğer Pelajikler	3.53	1.541	1.041	9.550	0.950	0.109
8. <i>C. linguatula</i>	3.92	0.128	1.066	8.100	0.088	0.132
9. <i>M. barbatus</i>	3.10	1.968	2.130	7.700	0.277	0.277
10. <i>D. annularis</i>	3.10	3.883	1.550	9.000	0.047	0.172
11. <i>G.niger</i>	3.13	0.053	2.137	9.200	45.380	0.232
12. Cephalopoda	3.87	0.724	2.376	7.920	1.044	0.300
13. Zoobentos	2.11	3.089	6.400	32.000	3.117	0.200
14. Zooplankton	2.05	8.883	53.290	266.450	0.529	0.200
15. Fitoplankton	1.00	27.000	100.000		0.622	
16. Detritus	1.00	187.800			0.298	

* Model tarafından hesaplanan veriler koyu renkle ifade edilmiştir. Çerçeve içindeki veriler, problemli ekotrofik verimlilik değerlerine işaret etmektedir.

Çizelge 3.21. Model için oluşturulan predator/av matrisi (modelin 2. yürütmesi için).

Av\Predatör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.Yunuslar														
2.Gadiformes	30.00	1.84	5.73									3.10		
3.Chondrichthyes														
4.Büyük Demersaller	0.75		0.32									1.70		
5.Küçük Demersaller		2.08	0.27		2.86							0.58		
6.Planktivor Pelajikler	5.00	52.91	4.05	5.19			22.29	21.75				38.58		
7.Diğer Pelajikler	1.75		0.71				1.79					12.06		
8.C. longicirata														
9.M. barbatus		2.78	6.87	0.48			0.75	8.09				0.04		
10.D. annularis			4.38									1.94		
11.G. niger		22.64	16.43	6.18	19.64		4.57	51.74	0.51		2.57	7.17		
12.Cephalopoda	12.50	2.60	4.19	2.01			3.48					3.23		
13.Zoobentos		14.82	56.74	86.14	73.75		11.18	13.93	78.42	87.22	92.93	31.59	5.00	
14.Zooplankton		0.32	0.32		3.75	98.00	30.94	4.49	21.07	12.78	4.50		5.00	5.00
15.Fitoplankton						2.00							20.00	70.00
16.Detritus													70.00	25.00
Import	50						25							

Çizelge 3.20'de de görüldüğü gibi, küçük demersaller grubunun EE değeri, *G.niger* türü ayrıldıktan sonra 6.872'den 0.516'ya düşmüştür; tanımlanan 0.323 t.km⁻²'lik biyokütle, modelin kütle-dengesini sağlamakta artık yeterli olmaktadır. Buna karşın, üzerinde yoğun bir predasyon mortalitesi mevcut olan ve pek çok grup/tür tarafından besin kompozisyonunun önemli kısmını oluşturan *G.niger* için EE = 45.380 çıkmıştır. Tür için modele girilen 0.053 t.km⁻²'lik biyokütle değeri, açıkça diğer predatör canlı gruplarını "beslemekte" yetersiz kalmaktadır. Belli bir sistemdeki türlerin biyokütlelerini güvenilir şekilde hesaplayabilmek oldukça zordur; ne kadar ayrıntılı bir çalışma gerçekleştirilse de, biyokütle tahmini en fazla %70 oranında güvenilir olabilmektedir (Christensen et al., 2000). Küçük boylu demersal balıkların, trol avcılığında etkin yakalanmadığı göz önüne alındığında (Tosunoğlu vd., 2002) gerek küçük demersallerin, gerekse *G.niger* türünün biyokütle değerlerinin yeterince güvenilir hesaplanamadığı anlaşılabılır. Dolayısıyla modelin üçüncü yürütmesinde, bu grupların yanısıra zoobentos'a ve cephalopoda'ya ait EE değerleri 0.95 olarak girilerek en alt düzeydeki biyokütle tahmini modele bırakılacaktır.

Yüksek ekotrofik verimliliğe (EE>1) sahip grup ve türler için EE=0.95 değeri girilerek, modelin 3. yürütmesi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.22). Modelin bu son yürütmesiyle birlikte İzmir Körfezi ekosistemine ait kütle dengeli bir model oluşturulmuştur.

Kütle dengeli modelde pelajik balık biyokütlesi 12.248 t.km⁻²'si planktivor pelajiklerden ve 1.658 t.km⁻²'si diğer pelajiklerden oluşmak üzere toplam 13.906 t.km⁻² olarak tahmin edilmiştir. Demersal balıkların toplam biyokütlesi ise 13.181 t.km⁻²'dir. Fonksiyonel grupların trofik seviyesi 1.00 ile 4.82 arasında değişmekte olup, en yüksek değere

yunuslar sahiptir. Balık grupları arasından en yüksek trofik seviye Gadiformes grubunda (3.96) gözlenmiştir.

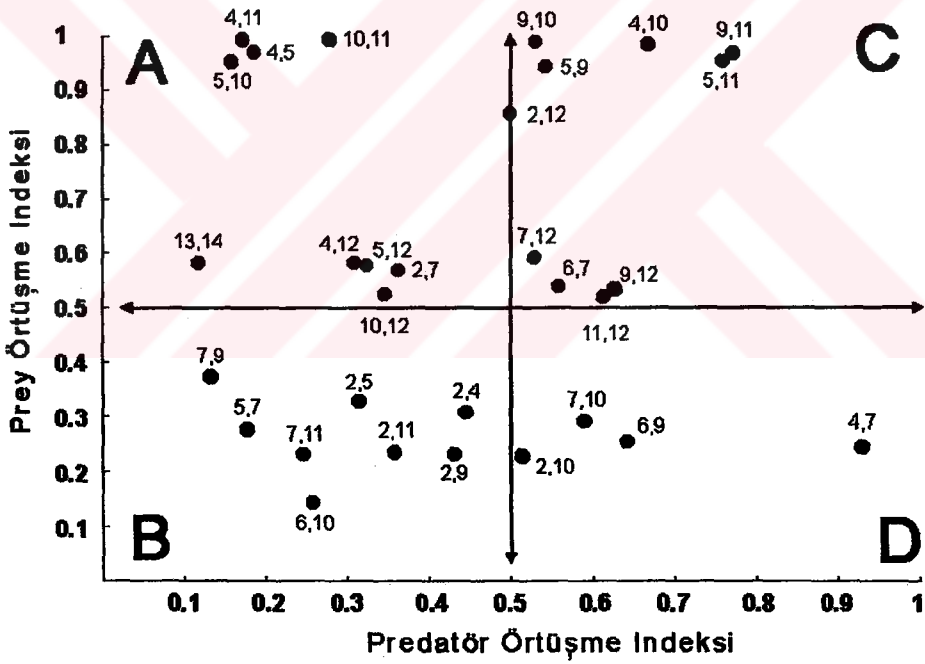
Çizelge 3.22. Modelin üçüncü yürütme sonuçları.

Gruplar	Trofik Seviye	B (t.km ⁻²)	P/B (yıl ⁻¹)	Q/B (yıl ⁻¹)	EE	P/Q
1.Yunuslar	4.82	0.108	0.070	13.763	0.000	0.005
2.Gadiformes	3.96	2.088	0.974	3.898	0.558	0.250
3.Chondrichthyes	3.62	1.067	0.317	3.579	0.056	0.089
4.Büyük Demersaller	3.26	0.805	0.792	6.301	0.571	0.126
5.Küçük Demersaller	3.34	0.323	2.127	10.204	0.522	0.208
6.Planktivor Pelajikler	3.03	12.248	2.078	9.760	0.950	0.213
7.Diğer Pelajikler	3.53	1.658	1.041	9.550	0.950	0.109
8. <i>C. linguatula</i>	3.92	0.128	1.066	8.100	0.088	0.132
9. <i>M. barbatus</i>	3.10	1.968	2.130	7.700	0.279	0.277
10. <i>D. annularis</i>	3.10	3.883	1.550	9.000	0.049	0.172
11. <i>G.niger</i>	3.13	2.919	2.137	9.200	0.950	0.232
12.Cephalopoda	3.87	0.824	2.376	7.920	0.950	0.300
13.Zoobentos	2.11	18.205	6.400	32.000	0.950	0.200
14.Zooplankton	2.05	8.883	53.290	266.450	0.589	0.200
15.Fitoplankton	1.00	27.000	100.000		0.658	
16.Detritus	1.00	187.800			0.444	

* Model tarafından hesaplanan veriler koyu renkle ifade edilmiştir.

3.10. Predatör ve Av Örtüşmesi

İzmir Körfezi ekosistemi için tanımlanan fonksiyonel gruplar, kaynak kullanımları bakımından karşılaştırılmıştır. Ecopath, grupların "av örtüşme" ve "predatör örtüşme" indekslerini birarada ele almaktadır. Çizelge 3.23 ve Çizelge 3.24'de fonksiyonel gruplar, predatör ve av benzerliği bakımından gösterilmektedir. Ayrıca %50 benzerlik seviyesi dikkate alınarak, gruplar kendi içlerinde ayrı ayrı, fakat tek bir grafik halinde de değerlendirilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların predatör ve av örtüşme indeksi.

Çizelge 3.24. Predatör örtüşme matrisi (koyu renkli değerler %50'nin üzerindeki benzerliğe işaret etmektedir).

Grup	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.Yunuslar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.Gadiformes	-	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.Chondrichthyes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.Büyük Demersaller	-	0.445	-	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.Küçük Demersaller	-	0.314	-	0.186	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.Planktivor Pelajikler	-	0.355	-	0.378	0.676	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.Diğer Pelajikler	-	0.363	-	0.930	0.177	0.598	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
8.Clinguafula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.M. barbatus	-	0.432	-	0.070	0.543	0.642	0.133	-	1.000	-	-	-	-	-	-
10.D. annularis	-	0.515	-	0.668	0.159	0.259	0.590	-	0.531	1.000	-	-	-	-	-
11.G.niger	-	0.358	-	0.172	0.758	0.774	0.247	-	0.771	0.279	1.000	-	-	-	-
12.Cephalopoda	-	0.500	-	0.309	0.325	0.819	0.530	-	0.627	0.346	0.613	1.000	-	-	-
13.Zoobentos	-	0.037	-	0.038	0.051	0.057	0.046	-	0.061	0.053	0.219	0.071	1.000	-	-
14.Zooplankton	-	0.000	-	0.000	0.000	0.017	0.010	-	0.010	0.000	0.011	0.023	0.119	1.000	-
15.Fitoplankton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.032	0.649	1.000

Şekil 3.20'de A, B, C ve D kümeleriyle gösterilen gruplar şu şekilde değerlendirilebilir:

A) Tükettikleri av organizmalar bakımından birbirleriyle %50 ve daha yüksek seviyede benzerlik gösteren, fakat predatörleri bakımından %50'den daha düşük seviyede benzerlik gösteren fonksiyonel grup çiftleri: Bu gruptaki en yüksek av benzerliği %99.3 ile 4 ve 11. gruplara aittir (Büyük demersaller ve *G. niger*); her iki türü de tüketen predatörler sadece %17.2 benzerdir;

B) Hem tükettikleri av organizmalar bakımından, hem de predatörleri bakımından %50'den daha düşük seviyede benzerlik gösteren fonksiyonel grup çiftleri: Bu gruptaki en düşük benzerlik (%14.4 av ve %25.9 predatör olmak üzere) 6 ve 10. gruplara aittir (Planktivor pelajikler ve *D. annularis*);

C) Hem tüketilen av organizmalar, hem de fonksiyonel grupları tüketen predatörler bakımından birbirleriyle %50 ve daha yüksek seviyede benzerlik gösteren grup çiftleri: Bu gruptaki en yüksek benzerlik 9 ve 11. gruplara (*M. barbatus* ve *G. niger*) aittir. *M. barbatus* ve *G. niger*, %77.1 oranında benzer predatörler tarafından tüketilmekte ve %96.8 oranında benzer avlar üzerinde beslenmektedir. Bu grupları 5 ve 11 (Küçük demersaller ve *G. niger*) nolu grup izlemektedir. "C" kümesinde yer alan grup çiftleri, İzmir Körfezinde benzer ekolojik işlevlerinden dolayı önem arz etmektedir;

D) Tükettikleri av organizmalar bakımından %50'den daha düşük seviyede benzerlik gösteren, fakat predatörleri bakımından birbirleriyle %50'den daha yüksek seviyede benzerlik gösteren grup çiftleri: Bu gruptaki en yüksek predatör benzerliği %93.0 ile 4 ve 7. gruplara aittir

(Büyük demersaller ve Diğer pelajikler). 4 ve 7. grupların tükettikleri besinler sadece %24.5 benzerdir.

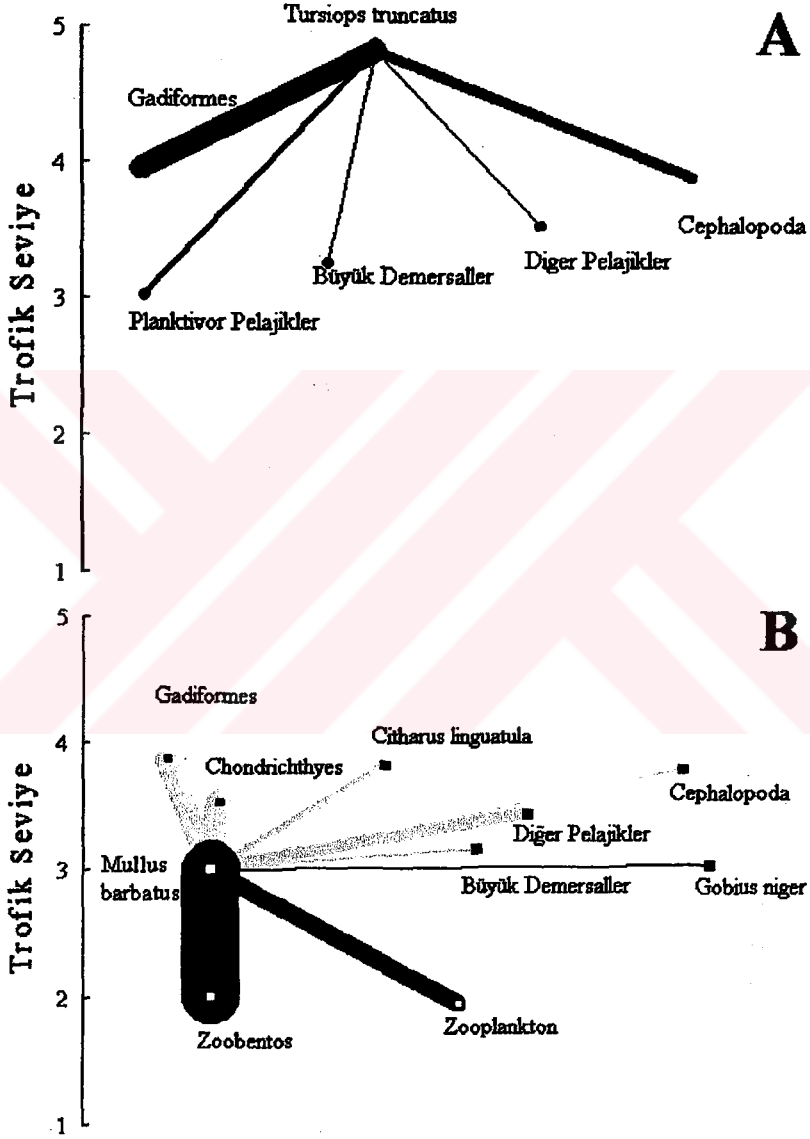
Sistemdeki omnivorluk seviyesi: Belli bir fonksiyonel grubun kaç farklı trofik seviyedeki avlarla beslendiğini ifade eden omnivorluk indeksi sonuçları Çizelge 3.25'de verilmiştir.

Çizelge 3.25. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların omnivorluk seviyeleri.

Gruplar	Omnivorluk İndeksi
Yunuslar	1.863
Gadiformes	0.163
Chondrichthyes	0.403
Büyük Demersaller	0.153
Küçük Demersaller	0.195
Planktivor Pelajikler	0.022
Diğer Pelajikler	0.550
<i>C. linguatula</i>	0.154
<i>M. barbatus</i>	0.006
<i>D. annularis</i>	0.012
<i>G. niger</i>	0.027
Cephalopoda	0.325
Zoobentos	0.105
Zooplankton	0.053

Buna göre *T.truncatus*, en yüksek sonucu elde etmiştir; zira tükettiği avlar farklı trofik seviyelerde bulunmaktadır (Şekil 3.21A). Benzer şekilde, sadece bir trofik seviyedeki avlar ile beslenen *M. barbatus*, son derece düşük bir omnivorluk değerine sahiptir (Şekil

3.21B). Üst limiti olmayan bu indeksin sıfır veya sıfıra yakın olması, beslenme alışkanlıklarında "özelleşmeyi" ifade etmektedir.



Şekil 3.21. *T. truncatus* (A) ve *M. barbatus* (B) türlerinin tükettikleri besinlerin trofik seviyelere göre dağılımı. [Mavi çizgilerin kalınlığı tercih edilen besine göre değişmektedir. Kırmızı çizgiler predatörler tarafından tüketimi ifade etmektedir].

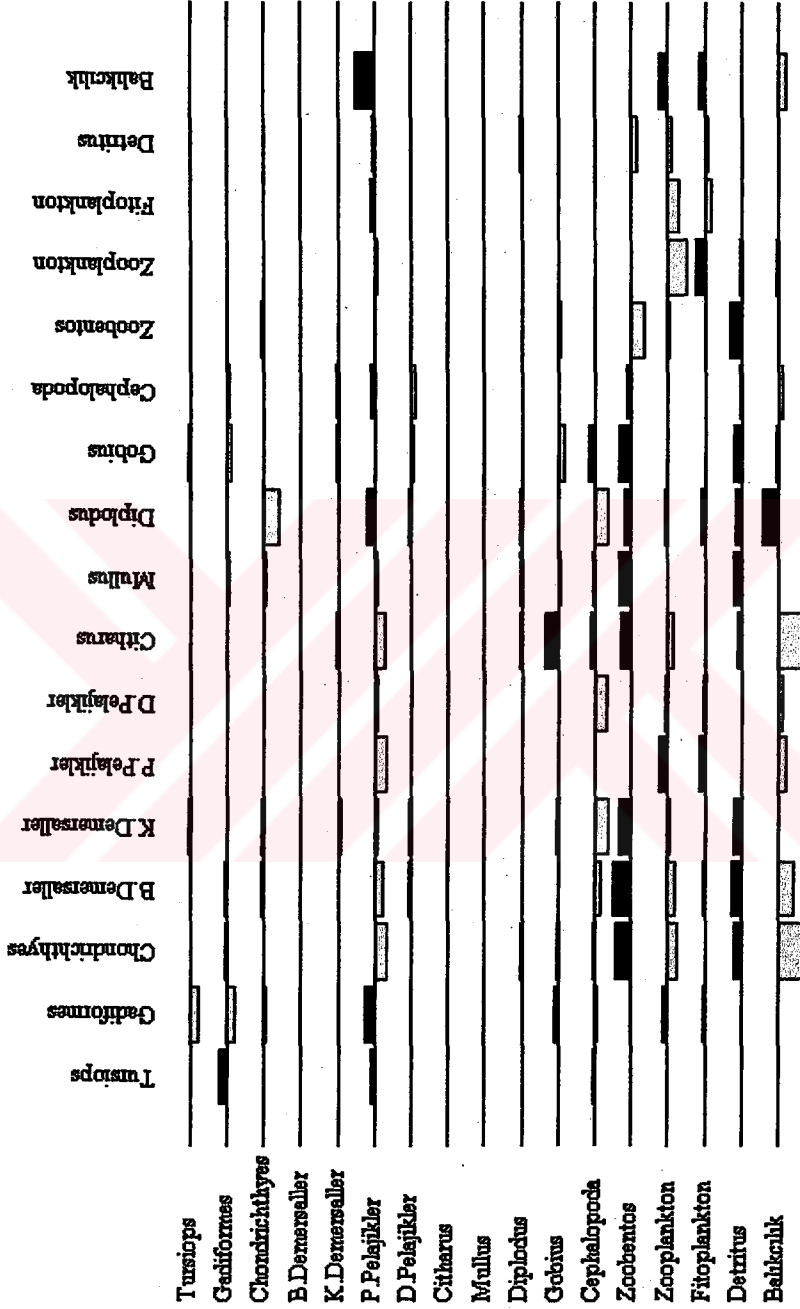
3.11. İzmir Körfezindeki Trofik Etkileşimler

Kütle dengeli bir ekosistem modelini etkin bir şekilde anlayabilmek için, fonksiyonel grupların birbirleriyle olan trofik ilişkilerini incelemek gereklidir. Ecopath yaklaşımında "karmaşık trofik ilişki" olarak adlandırılan bu analiz, farklı grupların birbirleri üzerinde olumlu veya olumsuz nasıl ve ne şiddette bir etki yarattığını ortaya koymaktadır (Şekil 3.22).

Şekil 3.22'de, histogramların solundaki (Y-ekseni, etkileyenler) grupların biyokütlelerindeki çok küçük bir artışın, histogramların üst kısmındaki (X-ekseni, etkilenenler) gruplar üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri gösterilmektedir. Yukarı dönük (siyah renkli) barlar olumlu etkileri, aşağı dönük (gri renkli) barlar olumsuz etkileri ifade etmektedir. Etkiler "mutlak" değerler olmayıp, sadece gruplar arasındaki bağıl etkileşimleri göstermektedir.

T.truncatus populasyonundaki çok küçük bir artış, türün önemli avlarından "Gadiformes" grubunun doğrudan olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Buna karşın, av grubunun (yani gadiformes) biyokütlesinin azalması, *T.truncatus* türünün "avının avının" (yani küçük demersaller ve *G.niger*) dolaylı olarak olumlu etkilenmesine yol açmaktadır; zira, ortamda belli bir predatörün biyokütlesinin azalması, avlarının populasyon artışına neden olmaktadır. Bu tarz bir etkileşime ekolojide "trofik çağlayan" (trophic cascade) adı verilmektedir (Pace et al., 1999; Polis et al., 2000).

ETKİLENEN GRUPLAR



ETKİLEYEN GRUPLAR

Şekil 3.22. İzmir Körfezindeki karmaşık trofik etkileşimler.

Grup içi besin rekabetinden ve kanibalizmden dolayı, hemen hemen bütün gruplar kendi üzerlerinde olumsuz bir etkiye sahiptirler. Genellikle predatör biyokütlelerindeki artış, av gruplar üzerinde negatif bir baskı yaratmaktadır. Benzer şekilde av grupların ortamda bollaşması, bu grupları besin olarak tüketen predatörleri olumlu yönde etkilemektedir.

Şekil 3.22 incelendiğinde, büyük demersaller, *C. linguatula* ve *M. barbatus* gruplarının, diğer gruplar üzerlerinde belirgin bir trofik etkilerinin olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde küçük demersaller, diğer pelajikler ve *D. annularis*, diğer grupları sadece düşük ölçüde etkilemektedir.

Gerek ekonomik ve gerekse ekolojik önemleri nedeniyle planktivor pelajikler, besin zinciri içinde çok önemli bir yere sahiptirler. Bu grup, diğer gruplar üzerinde hem doğrudan, hem de dolaylı etkilere yol açmaktadır. *T. truncatus*, Gadiformes ve Cephalopoda gibi predatörler, pelajik balıkların biyokütle artışından olumlu yönde etkilenirken; balıkçılığın artışına ve dolayısıyla kıkırdaklı balıkların azalışına bağlı olarak *D. annularis* dolaylı olumlu bir etkiye maruz kalmaktadır. Kendi üzerinde olumsuz olan planktivor pelajikler zooplanktonu doğrudan olumsuz, ve fakat fitoplanktonu dolaylı olumlu etkilemektedir.

Cephalopoda grubundaki artıştan *T. truncatus* ve Chondrichthyes doğrudan etkilenmektedir. Bu iki predatör biyokütlesindeki olumlu değişim, Gadiformes'i negatif etkilemekte, ve dolayısıyla diğer av grupların (*G. niger*, *M. barbatus*) artışına neden olmaktadır.

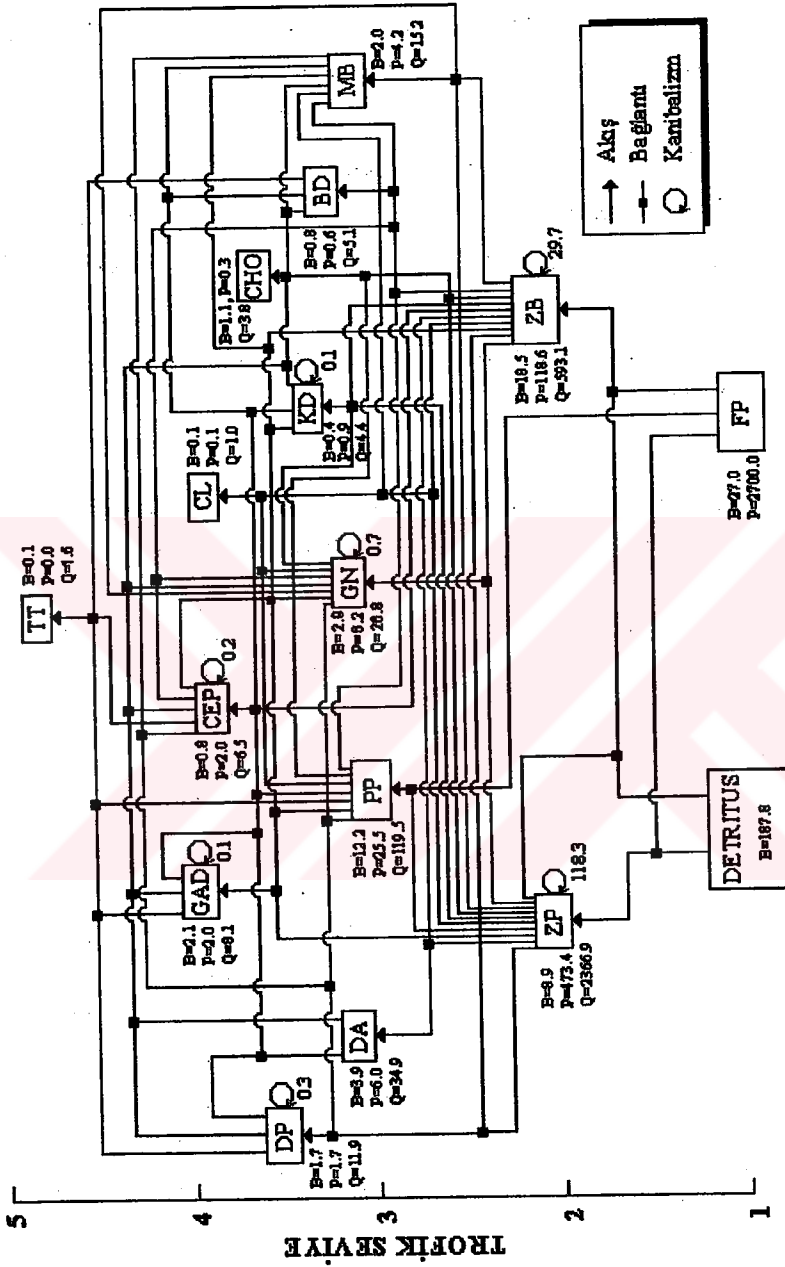
Sistem genelinde en ciddi değişimler Zoobentik organizmalardan kaynaklanmaktadır. Zoobentos'un biyokütle artışı, predatörlerini

doğrudan ve büyük ölçüde olumlu yönde etkilemektedir. İzmir Körfezi için tanımlanan bütün fonksiyonel grupların yaklaşık %80'inin besin kompozisyonunda zoobentos'un rastlanması, bu grubun besin zincirindeki yerini ve önemini belirgin şekilde ortaya koymaktadır.

Karmaşık trofik ilişkiler incelenirken, balıkçılık aktivitesi bir predatör olarak nitelendirilmektedir. Beklenildiği gibi balıkçılık aktivitelerindeki artış, hemen hemen bütün ekonomik gruplar üzerinde ciddi bir negatif baskı yaratmaktadır. Buna karşın, istisnai olarak avcılığın artışı, 3 fonksiyonel grubun biyokütlelerinde dolaylı artışın meydana gelmesine neden olmaktadır (*D.annularis*, *G.niger* ve Zooplankton). Kıkırdaklı balıklar dünyadaki en yaygın ıskarta organizmalardan biridir ve özellikle trol avcılığı nedeniyle populasyonlarında çok ciddi azalmaların meydana geldiği bilinmektedir (Camhi et al., 1998; Carbonell et al., 2003). Balıkçılık aktivitelerindeki çok küçük boyutlu artışa bile Chondrichthyes grubu şiddetli olumsuz bir etki vermekte, hem buna ve hem de Cephalopoda grubundaki azalışa bağlı olarak *D. annularis* biyokütlesi çok belirgin şekilde dolaylı, fakat olumlu bir pik yapmaktadır.

3.12. İzmir Körfezindeki Enerji Akışları

Trofik seviyeleri 1 (fitoplankton ve detritus) ve 4.82 (yunuslar) arasında değişen gruplar arasındaki enerji akışları Şekil 3.23'de verilmiştir. Her bir kutuya giren akışlar, o grubun tükettiği besini; kutudan çıkan akışlar ise o grup üzerindeki tüketimi ifade etmektedir.



Şekil 3.23. İzmir Körfezi ekosistemindeki akış diagramı. B: biyokütle (t/km^2), P: üretim ($t/km^2/yıl$), Q: tüketim ($t/km^2/yıl$) [TT: *T. truncatus*; DP: Diğer Pelajikler; GAD: Gadiformes; Cep: Cephalopoda; CL: *C. linguatula*; CHO: Chondrichthyes; DA: *D. annularis*; PP: Planktivor pelajikler; GN: *G. niger*; KD: Küçük demersaller; BD: Büyük Demersaller; MB: *M. barbatus*; ZP: Zooplankton; ZB: Zoobentos; FP: Fitoplankton].

İzmir Körfezi ekosistemindeki toplam enerji akışı miktarı 8145 t.km⁻².y⁻¹'dir [Σ tüketim: 3191.11 + Σ export (avcılık+göç): 1264.49 + Σ solunum 1440.21 + Σ detritusa katılım 2248.96]. Mevcut enerji akışlarının %60.75'i I.trofik seviyede, %35.86'sı II trofik seviyede, %2.99'u III.trofik seviyede, %0.3'ü IV.trofik seviyede ve %0.021'i V.trofik seviyede gerçekleşmektedir (Çizelge 3.26). I ve II. trofik seviyelerdeki biyokütle yoğunlaşması, mercan resifleri, kıyasal sığ sular ve kıta sahanlığı gibi pek çok ekosistem için geçerli olan bir özelliktir (Shannon et al., 2003).

Çizelge 3.26. İzmir Körfezindeki fonksiyonel grupların, trofik seviyelere göre mutlak enerji akışları (t.km⁻².y⁻¹) ve biyokütelleri (t.km⁻²).

Gruplar	I	II	III	IV	V
Yunuslar			0.003	0.474	0.984
Gadiformes			1.309	6.673	0.155
Chondrichthyes			2.073	1.399	0.340
B.Demersaller			4.219	0.823	0.017
K.Demersaller			2.500	0.763	0.033
P.Pelajikler		2.391	117.150		
D.Pelajikler			9.516	6.254	0.061
<i>C. linguatula</i>			0.188	0.818	0.031
<i>M. barbatus</i>			14.451	0.699	0.004
<i>D. annularis</i>			32.343	1.604	
<i>G. niger</i>			25.504	1.348	
Cephalopoda			2.423	3.972	0.130
Zoobentos		551.885	30.660		
Zooplankton		2366.875			
Fitoplankton	2700.000				
Detritus	2248.964				
Total	4948.109	2921.151	243.339	24.827	1.755
Toplam Biyokütle	27.000	26.374	24.470	4.015	0.239

I.trofik seviyedeki akışların %54.57'si fitoplankton ve %45.43'ü detritus'tan; II.trofik seviyedeki akışların %81.02'si zooplankton, %18.89'u zoobentos ve %0.09'u planktivor pelajiklerden kaynaklanmaktadır. III.trofik seviyedeki enerji akışlarının büyük kısmı planktivor pelajiklere dayanmakta (%48.14) ve bu grubu *D. annularis*, Zoobentos ve *G. niger* takip etmektedir. Üç predatör grup olan Gadiformes, diğer pelajikler ve Cephalopoda, IV.trofik seviyedeki enerji akışlarının yaklaşık %70'inden sorumludur. V.trofik seviyedeki en önemli grup olan *T. truncatus*, Chondrichthyes, Cephalopoda ve Gadiformes tarafından takip edilmekte ve enerji akışlarının yaklaşık %90'ı bu dört gruptan kaynaklanmaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ecopath uygulamalarında gruplandırma oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Az sayıda tür içeren ekosistemlerde her bir tür başlı başına grup olarak değerlendirilebilir, ancak tür sayısının çok olduğu durumlarda gruplandırma kaçınılmazdır. Belli bir sistemdeki gruplar ekolojik ve/veya taksonomik olarak ilgili türlerden oluşabildiği gibi, aynı boy/yaş grubundaki türler de aynı grup altında toplanabilir; oluşan bu gruplar "fonksiyonel grup" olarak adlandırılır (Christensen et al., 2000). Temel birim olarak tek bir türü kullanmanın belirgin avantajları vardır, zira söz konusu tür hakkında daha önce yayınlanmış veriler (örneğin mortalite, besin kompozisyonu, vs.) doğrudan kullanılabilir. Diğer taraftan çok tür içeren bir grup, eğer tüm bileşenleri hakkında bilgi mevcutsa, türler arasında (biyokütleleriyle orantılı) ortalama alınarak analiz edilebilir.

Belli bir ekosistemin hangi gruplarla temsil edileceğine dair genelleme yapmak pek mümkün değildir ve bu görev tamamıyla modelcinin yaklaşımına ve sahip olduğu orijinal/yayınlanmış veri miktarına bağlıdır. Ancak, bütün bir sucül ekosistem düşünüldüğünde, Ecopath için girilmesi gereken bazı zorunlu canlı ve cansız gruplar mevcuttur (detritus, fitoplankton, zooplankton, meio/makrobentoz, herbivor balıklar, planktivor balıklar, predatör balıklar, vs.) (Christensen et al., 2000). Çeşitli Ecopath uygulamaları incelendiğinde grup sayılarının büyük değişiklik gösterdiği görülmektedir. Örneğin 10 (Christensen and Pauly, 1992), 12 (Polovina and Ow, 1985), 16 (Bundy and Pauly, 2001); 20 (Solorzano and Guzman del Proo, 1998); 24 (Heymans and Baird, 2000), 29 (Christensen, 1995) ve 48 (Okey and Pauly, 1998). Ancak Christensen et al. (2000), balıkçılık filosu'da dahil olmak üzere, 10-12 fonksiyonel grubun yeterli olacağını belirtmektedir.

İzmir Körfezi ekosistemi, toplam 16 fonksiyonel grup oluşturularak incelenmiştir. Bunların arasından *C.linguatula*, *M.barbatus*, *D.annularis* ve *G.niger* türleri başlı başına birer grup olarak ele alınmıştır. Grupların oluşturulmasında pek çok faktör etken olduğundan, grup sayısının diğer çalışmalarla karşılaştırılabilmesi mümkün değildir. Daha önce Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında Ecopath kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda Gücü & Oğuz (1998) ve Gücü (2002) 6 fonksiyonel grup, Örek vd. (2000) ise 16 fonksiyonel grup oluşturmuşlardır.

Bu çalışmada *A.laterna*, *G.niger*, *P.acarne*, *S.hepatus*, *C.linguatula*, *D.annularis*, *M.barbatus*, *P.erythrinus*, *E.encrasicholus* ve *S.aurita* türlerinin büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmalar ile karşılaştırılmış (Çizelge 4.1) ve önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.1. Büyüme parametrelerinin daha önceki çalışmalarla karşılaştırılması.

Türler	L_{∞}	K	ϕ'	Lokalite
<i>A.laterna</i>	15.8	0.57	2.15	Adriyatik Denizi ¹
	16.0	0.66	2.23	Mersin ²
	16.5	0.68	2.27	İskenderun Körfezi ²
	16.2	0.55	2.16	İzmir Körfezi*
<i>G.niger</i>	18.5	0.30	2.01	Adriyatik Denizi ³
	16.7	0.34	1.98	Portekiz ⁴
	16.6	0.59	2.21	İzmir Körfezi*
<i>P.acarne</i>	32.1	0.17	2.23	Evvoikos Körfezi ⁵
	30.0	0.27	2.39	Kanarya Adaları ⁶
	21.0	0.17	1.87	İzmir Körfezi ⁷
	18.0	0.60	2.29	İzmir Körfezi*
<i>S.hepatus</i>	15.2	0.36	1.92	Ege Denizi ⁸
	12.4	0.49	1.88	İzmir Körfezi*

Çizelge 4.1. (devam)

Türler	L_{∞}	K	σ'	Lokalite
<i>C.linguatula</i>	25.9	0.26	2.24	Ege Denizi ⁵
	28.0	0.52	2.61	Mersin ²
	31.2	0.41	2.60	İskenderun Körfezi ²
	28.0	0.38	2.47	İzmir Körfezi*
<i>D.annularis</i>	22.5	0.16	1.91	İzmir Körfezi ⁷
	20.9	0.25	2.04	İzmir Körfezi ⁹
	20.4	0.54	2.35	İspanya ¹⁰
	18.0	0.39	2.11	İzmir Körfezi*
<i>M.barbatus</i>	23.5	0.51	2.45	Saronikos Körfezi ⁵
	20.8	0.16	1.84	İzmir Körfezi ¹¹
	27.0	0.18	2.12	İzmir Körfezi ¹²
	24.2	0.63	2.56	Mersin ²
<i>P.erythrinus</i>	25.1	0.43	2.43	İskenderun Körfezi ²
	21.8	0.55	2.42	İzmir Körfezi*
	35.7	0.10	2.11	İzmir Körfezi ⁷
	32.6	0.15	2.20	Ege Denizi ⁵
<i>E.encrasicolus</i>	24.4	0.50	2.47	Mersin ²
	25.5	0.70	2.66	İskenderun Körfezi ²
	27.8	0.32	2.39	Ege Denizi ¹³
	27.5	0.28	2.33	İzmir Körfezi*
<i>S.aurita</i>	19.4	0.57	2.33	Adriyatik Denizi ¹⁴
	16.8	0.32	1.96	Karadeniz ¹⁵
	16.0	0.82	2.32	İzmir Körfezi*
<i>S.aurita</i>	25.7	0.37	2.39	İzmir Körfezi
	29.0	0.50	2.62	Ege Denizi ¹⁶
	24.8	0.72	2.65	İzmir Körfezi*

¹ Giovanardi and Piccinetti (1983), ² Gücü (1991), ³ Fabi and Giannetti (1985), ⁴ Silva and Gordo (1997), ⁵ Stergiou et al. (1997), ⁶ Pajuelo and Lorenzo (2000), ⁷ Tosunoğlu vd. (1997), ⁸ Labropoulou et al. (1998), ⁹ Kınacıgil and Akyol (2001), ¹⁰ Gordo and Moli (1997), ¹¹ Toğulga and Mater (1992), ¹² Akyol et al. (2000), ¹³ Somarakis and Machias (2002), ¹⁴ Sinovic (1988), ¹⁵ Erkoyuncu and Özdamar (1989), ¹⁶ Ananiades (in Froese and Pauly, 2002), * Bu çalışma

Ecopath modelinde gruplara ait biyokütle, P/B, Q/B, besin kompozisyonu ve av istatistiği verilerinin kökenleri son derece önemli bir yer tutmaktadır. Lokal ve örneklemeyle dayanan veriler, bir kural olarak daima daha yüksek güvenilirlikte sonuçlar vermektedir. Ecopath yazılımında yer alan pedigree (soyağacı) indeksi, modele girilen verileri kökenlerine göre incelemekte ve 0.0 – 1.0 arasında değişen bir skor ile modelin kalitesi hakkında bilgiler vermektedir (Christensen et al., 2000). Teorik olarak, az sayıda grup içeren çalışmalar nispeten yüksek pedigree indeks skoruna sahip olmakta, fakat çok sayıda grup içeren çalışmalar, her grup için lokal ve örneklemeyle dayalı verileri elde etmekteki zorluklardan dolayı düşük skorlar elde edebilmektedir. Bugüne kadar az sayıda Ecopath çalışmasında pedigree skorları verilmiş olmakla beraber, 0.463 – 0.676 arasında değişen değerler söz konusudur (bkz. www.ecopath.org). İzmir Körfezinde gerçekleştirilen çalışmada elde edilen 0.626 pedigree skoru, modelde kullanılan verilerin iyi bir kaliteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir türün beslenme rejimi, ekolojik bakımdan kaynak paylaşımı, türü ve türler arası etkileşimler (örneğin rekabet), av seçimi, predatör (avcı) ve av arasındaki boy ilişkisi, ontogenetik (boya bağlı) besin değişikliği, habitat tercihi ve türlerin trofik seviyeleri gibi sonuçların elde edilmesinde anahtar rol oynar (Stergiou and Karpouzi, 2002). Bu maddelerin dışında, mide analizleri ekosistem modellerinin oluşturulmasında ve yetiştiriciliği yapılabilecek potansiyel türlerin besin ihtiyaçlarının ortaya konmasında da önemli bir yer tutar (Froese and Pauly, 2002). Günümüze kadar mide içeriği analizleri çok farklı yöntemlerle gerçekleştirilmiştir (numerik, volumetrik ve gravimetrik metotlar) (Hyslop, 1980). Ancak, çok yaygın kullanılan numerik ve bulunuş ile ilgili yöntemler, belli bir av grubunun bir popülasyonun besin rejimine ne oranda katkıda bulunduğunu iyi ifade etmemektedir;

dolayısıyla mide analizlerinde sonuçlar mutlaka avın hacim ve ağırlığı temel alınarak verilmelidir (Stergiou and Karpouzi, 2002). Bugüne kadar İzmir Körfezindeki balık türlerinin beslenme rejimleri üzerine son derece az çalışma gerçekleştirilmiştir; mevcut olanlar ise av gruplarının genellikle sayısal varlığı hakkında bilgiler vermektedir. Bu çalışmada *A.laterna*, *G.niger*, *S.hepatus*, *P.acarne*, *C.linguatula*, *M.barbatus*, *D.annularis*, *M.merluccius* ve *T.lucerna* türlerinin mideleri incelenmiş ve elde edilen sonuçların Akdenizin diğer bölgelerindeki çalışmalarla uyumlu olduğu gözlenmiştir (bkz. Stergiou and Karpouzi, 2002).

İzmir Körfezindeki toplam enerji akışlarının yaklaşık %39.2'lik bölümünü besin tüketimi (Q) oluşturmaktadır. Tükettikleri besin miktarı bakımından en üst sırayı zooplankton almaktadır; körfezde tüketilen bütün av organizmaların %74'lük kısmından zooplankton sorumludur (Çizelge 4.2). Bu grubu zoobentos ve planktivor pelajik balıklar takip etmektedir. Besin tüketiminin toplam enerji döngüsündeki oranı ekosistemlere göre ciddi değişiklikler göstermektedir. Örneğin bu oranı Rosado-Solorzano & Proo (1998) %15.75 (Meksika), Lin et al. (1999) %45.01 (Tayvan), Wolff et al. (2000) %35.48 (Brezilya), Arreguin-Sanchez et al. (2002) %52.29 (California) ve Shannon et al. (2003) %45.37 (Güney Afrika) olarak tespit etmişlerdir. Konu hakkında Türkiye kıyılarındaki tek bilgi Gücü & Oğuz (1998) tarafından verilmiş, ve Karadenizin farklı periyotlara göre toplam besin tüketiminin toplam enerji döngüsü içinde %56.29 – 59.13 arasında değiştiği vurgulanmıştır. Bu oran genellikle biyokütle bakımından fitoplanktonun dominant olduğu ortamlarda yüksek, fakat detritus'un ağırlıklı olduğu ortamlarda (dolayısıyla eutrofik ortamlarda) daha düşük olmaktadır (Rosado-Solorzano and Proo, 1998).

Çizelge 4.2. İzmir Körfezindeki grupların besin tüketim (Q) miktarları.

Gruplar	Q (t.km ⁻² .yıl ⁻¹)	%Q
Yunuslar	1.486	0.047
Gadiformes	8.139	0.255
Chondrichthyes	3.819	0.120
Büyük Demersaller	5.06	0.159
Küçük Demersaller	3.296	0.103
Planktivor Pelajikler	119.541	3.746
Diğer Pelajikler	15.83	0.496
<i>C. linguatula</i>	1.037	0.032
<i>M. barbatus</i>	15.154	0.475
<i>D. annularis</i>	34.947	1.095
<i>G. niger</i>	26.852	0.841
Cephalopoda	6.526	0.205
Zoobentos	582.546	18.255
Zooplankton	2366.876	74.171
Toplam	3191.109	100.000

Genel olarak değerlendirildiğinde, İzmir Körfezi'ndeki fonksiyonel grupların çok büyük bir kısmı oldukça özelleşmiş bir beslenme özelliğine sahiptirler; yani belirli bir trofik seviyedeki avlar ile beslenmektedirler (bkz. Çizelge 3.25). Ekosistemin genel omnivorluk indeksi (0.137) bu bulguyu desteklemektedir. *T. truncatus*, kıkırdaklı balıklar, diğer pelajikler (*Scomber spp.* ve *Trachurus spp.*) ve Cephalopoda gruplarında elde edilen yüksek omnivorluk indeks değerleri, bu türlerin besin spektrumlarının diğer gruplara göre daha fazla trofik seviyeden av içerdiğini göstermektedir.

İzmir Körfezindeki karmaşık trofik etkileşimler, balıkçılık faaliyetlerindeki bir artışın sistemdeki pek çok grup üzerinde ciddi ve kötü yönde etkide bulunacağını ortaya koymaktadır. Doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı trofik etkileşimlerin, yani trofik çağılayan olgusunun da belirgin şekilde gözlemlendiği körfezde, belli bir predatörün biyokütlesindeki azalma, avlarının biyokütle artışına neden olmaktadır. Şekil 3.22’de sunulan model sonuçları, *D.annularis* türünün çalışma ortamındaki aşırı popülasyonunun tamamen balıkçılık faaliyetlerindeki artma ve dolayısıyla türün predatörlerindeki azalmaya bağlı olduğunu göstermektedir. Büyük demersaller, *C.linguatula*, *M.barbatus*, *D.annularis* gibi trol av kompozisyonunun önemli avlarındaki olası bir biyokütle artışı, sistemdeki diğer grupları son derece zayıf etkilemektedir. İzmir Körfezi’ndeki en ciddi etkileşimler zoobentik canlılar ve esas besinleri olan detritustan kaynaklanmaktadır. Düşük trofik seviyedeki bu fonksiyonel gruplar, önemli besin kaynağı olmaları nedeniyle diğer canlı gruplar üzerinde oldukça olumlu etkilerde bulunmaktadır. Kıyısız ortamlarda detritus artışının detritivorları desteklediği ve bunun daha üst trofik seviyelere olumlu yansıdığı bilinmektedir (Manickchand-Heileman et al., 1998; Arreguin-Sanchez et al., 2002).

Model kapsamına alınan demersal balık türlerinin toplam biyokütlesi 13.181 t.km^{-2} ’dir (kütle-dengesi sağlanmadan önce girilen orijinal biyokütle toplamı = 10.316 t.km^{-2}). Mevcut bulguyu, İzmir Körfezi’nde daha önce yapılmış iki farklı çalışma ile karşılaştırmak mümkün olmuştur. Kara ve Kınacıgil’in (1990) Ağustos ve Eylül 1990 tarihlerinde yaptıkları stok tespit çalışmaları değerlendirildiğinde, toplam demersal balık biyokütlesinin 15.744 t.km^{-2} olarak hesaplandığı görülmektedir. Tokaç vd. (1991), dış körfez 1 ve 2’de gerçekleştirdikleri çalışmada, toplam demersal balık biyokütlesini 10.263 t.km^{-2} şeklinde

tahmin etmişlerdir. Söz konusu veriler, bu çalışmada elde edilen değerle karşılaştırıldığında güvenilir ve gerçekçi olarak nitelenebilir. İzmir Körfezindeki biyokütleleri hakkında yayınlanmış bir verinin bulunmadığı Pelajik balıklar grubu (planktivor pelajikler ve diğer pelajik balıklar) için ilgili tahmin modele bırakılmış ve toplam 13.906 t.km^{-2} 'lik bir değer elde edilmiştir. Ege Denizi'ndeki hamsi stoku üzerine yapılmış başlıca iki çalışmada, 1993 yılı için toplam biyokütle 6.21 t.km^{-2} (Samorakis and Tsimenides, 1997), 1999 yılı için 1.558 t.km^{-2} olarak hesaplanmıştır (Samorakis et al., 2002). *S. pilchardus* türünün Ege Denizindeki biyokütlesi ise 4.058 t.km^{-2} şeklinde tahmin edilmiştir (ICES, 2002). Kaba bir değerlendirmeye, sadece hamsi ve sardalya biyokütlesi Ege Denizinde, yıllara göre değişmekle birlikte toplam $5 - 10 \text{ t.km}^{-2}$ aralığında değişmektedir. Dolayısıyla model tarafından hesaplanan bu türlere ait biyokütle değerlerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Avrupa'yı çevreleyen denizlerdeki pelajik balıkların demersal balıklara göre biyokütle oranlarını (P/D) inceleyen Leiva Moreno et al. (2000), 1979 – 1988 yılları arasındaki verilere dayanarak, ortalama P/D oranını tüm Ege Denizi için 1.04 olarak hesaplamışlardır. Her ne kadar bütün Ege Denizi için hesaplanan bu değeri eutrofik karakterli ve oldukça küçük İzmir Körfezi ile karşılaştırmak zor olsa da, Ecopath modelinin 3. yürütmesinde elde edilen biyokütle değerleri incelendiğinde P/D oranının 1.06 olduğu görülmektedir ve bu değer Leiva Moreno et al. (2000)'nun bulgularıyla son derece uyumludur.

Zoobentos için modele girilen orijinal 3.089 t.km^{-2} 'lik veri, körfezdeki kütle-dengesinin sağlanabilmesi için 5.89 kat arttırılarak 18.205 t.km^{-2} 'ye yükseltilmiştir. Kullanılan ilk veri ile ilgili olarak Uslu vd. (1999), bentosun rastgele kümeleşmeler göstererek yayılması, ayrıca olumsuz hava koşulları nedeniyle örneklenen zoobentik biyokütlerdeki 11 kata varan değişimler nedeniyle hesaplamalarındaki oldukça büyük

varyansa dikkat çekmektedir. Modelin hesapladığı biyokütle, Thessaloniki Körfezi (20.891 t.km^{-2}) (Stergiou et al. (1997) ve Güney Ege'de ($17.509\text{-}30.208 \text{ t.km}^{-2}$) (Tselepides et al., 2000) elde edilen sonuçlar ile son derece uyumludur.

Cephalopoda grubu için modelin ilk yürütmesinde kullanılan 0.724 t.km^{-2} 'lik biyokütle verisi, $\%13.7$ 'lik artışla 0.824 t.km^{-2} 'ye yükseltilmiştir. Uslu vd. (1999), cephalopoda için tahmin edilen verinin $\%79$ 'luk bir sapma gösterebileceğini belirtilmişlerdir; dolayısıyla kütle-dengesini sağlamak için gerekli olan biyokütle değerinin tanımlanan güven aralığında olduğu görülmektedir.

Modelin sağlamasının yapılmasında çok önemli yer tutan EE değerleri, Ecopath modelinin dayandığı başlıca varsayım olan kütle dengesi durumunda mutlak suretle 0-1 arasında olmalıdır. 3.yürütmedeki sonuçlar bu gerekliliği sağlamaktadır. Apeks predatörlerde (üst trofik seviyedeki avcı türler) EE değerlerinin sıfıra yakın olması beklenir; zira bu türleri besin olarak tüketen başka organizma ve/veya balıkçılık baskısı yoktur. Yunuslar ($EE=0$) ve Chondrichthyes ($EE=0.056$) grupları konu hakkında iyi birer örnektir. Aksi şekilde, sistemde besin olarak tüketilen ve/veya ticari avcılığı yapılan türlerde daha yüksek değerler beklenmelidir. Modele, belli bir grubun sistemde bulunması gereken biyokütle tahmini için girilen değerler ($EE=0.95$) hariç tutulduğunda, bütün fonksiyonel gruplar içinde en yüksek ekotrofik verimlilik değeri fitoplankton için 0.658 bulunmuştur (yıllık üretimin yaklaşık $\%66$ 'sı sistemde kullanılmaktadır). *D. annularis* ve *M. barbatus* türleri, beklenenden çok daha düşük EE değerlerini almışlardır (sırasıyla 0.049 ve 0.279).

Modelin hesapladığı balıkçılık mortalitesi değerleri (F) ile bu çalışmada saptanan değerler arasında (planktivor pelajikler hariç) büyük farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Model tarafından hesaplanan mortalite değerleri.

Gruplar	P/B	F ¹	F ²	M2	M0
Yunuslar	0.070	-	0.000	0.000	0.070
Gadiformes	0.974	0.734	0.058	0.484	0.431
Chondrichthyes	0.317	0.043	0.018	0.000	0.299
Büyük Demersaller	0.792	0.343	0.284	0.167	0.341
Küçük Demersaller	2.127	0.925	0.133	0.978	1.016
Planktivor Pelajikler	2.078	1.088	1.070	0.904	0.104
Diger Pelajikler	1.041	0.454	0.310	0.679	0.052
<i>C. linguatula</i>	1.066	0.271	0.094	0.000	0.972
<i>M. barbatus</i>	2.130	1.044	0.225	0.371	1.535
<i>D. annularis</i>	1.550	0.620	0.001	0.076	1.474
<i>G. niger</i>	2.137	0.917	0.000	2.030	0.107
Cephalopoda	2.376	-	0.529	1.728	0.119
Zoobentos	6.400	-	0.005	6.075	0.320
Zooplankton	53.290	-	0.000	31.361	21.929
Fitoplankton	100.000	-	0.000	65.767	34.233

* P/B $\approx$ Z (Total mortalite); F: balıkçılık mortalitesi (F¹: orijinal veri, F²: Ecopath hesabı); M2: predasyon mortalitesi; M0: diğer mortalite

Söz konusu farklılığın temel nedenlerinden biri, bu çalışmada kullanılan av istatistiklerinin sadece pazarlanabilir boydaki karaya

çıkarılan balık miktarına dayalı olmasıdır (mevcut durum, isparoz ve barbun balıklarının düşük EE değerlerini de açıklamaktadır). Ecopath modelinde "av", hem ticari, hem hedeflenmeyen av ve hem de ıskarta balıkları kapsamaktadır; ancak İzmir Körfezi'nde gerçekleştirilen avcılıktaki ıskarta miktarı hakkında hiç bir bilimsel veri bulunmamaktadır.

İskarta kelimesi, bir balıkçılık aktivitesinde yakalanan ve tekrar denize atılan türler olarak tanımlanabilir. Güntümüzdeki balıkçılık yönetiminin en büyük belirsizlik kaynağı olan ıskarta türler (Machias et al., 2001), balıkçılık biyologları tarafından artık son derece üzerine durulan bir konu haline gelmiştir. Karaya çıkarılan av ile gerçek av miktarı arasındaki farkın, stok değerlendirme çalışmalarını ne kadar önemli bir şekilde etkilediği güncel çalışmalarda defalarca ifade edilmiştir (Alverson et al., 1994; Clucas, 1997; Machias et al., 2001). Pauly and Christensen (1995), dünya okyanus ve denizlerindeki toplam av miktarının yaklaşık %20 - %50'sinin ıskarta olarak tekrar denize atıldığını belirtmektedir. Ege Denzinde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları da, trol avcılığında toplam avın %45'inin hedeflenmeyen ve ıskarta avdan oluştuğunu göstermektedir (Stergiou et al., 1997). Yine Ege Denzinde yapılan bir araştırmaya göre ise, karaya çıkarılan av, gerçek av miktarının sadece %30'unu oluşturmaktadır (Labropoulou et al., 2003). Dolayısıyla, modelde kullanılan avcılık verilerinin aslında oldukça düşük tahminlerden oluştuğu açıkça anlaşılmaktadır.

Çalışmada kullanılan toplam (Z) ve doğal mortalite (M) değerlerinin güvenilir olduğu varsayımından yola çıkıldığında; örneğin, Gadiformes grubunun balıkçılık mortalite değerinin 0.734 olabilmesi için, körfezdeki avcılık miktarının $1.53 \text{ t.km}^{-2}.\text{yıl}^{-1}$ (933 ton/yıl) olması gerekmektedir (Çizelge 4.4). Bu durumda, grubun EE değeri 1.249 gibi

geçerli olmayan bir değer almaktadır (yani 2.088 t.km⁻²'lik biyokütle, yılda 933 ton avcılık miktarını desteklememektedir). Söz konusu av miktarı ve balıkçılık mortalitesini karşılayabilmek için, Gadiformes grubunun biyokütlesi en az 2.8 t.km⁻² olmak durumundadır; fakat bu predatör biyokütlesinin artışına bağlı olarak, av konumundaki küçük demersaller, planktivor pelajikler ve *G. niger* gruplarının da biyokütlelerinin arttırılmaları gerekmektedir. Çizelge 4.3'de verilen ve bu çalışma kapsamında hesaplanan balıkçılık mortalitelerini sağlayabilecek av miktarları Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Modele girilen av verileri ile F değerini karşılayabilecek av verilerinin karşılaştırılması.

Gruplar	F ¹	C ¹	C ²	EE*
Gadiformes	0.734	0.122	1.532	1.249
Chondrichthyes	0.043	0.019	0.045	0.133
Büyük Demersaller	0.343	0.229	0.276	0.644
Küçük Demersaller	0.925	0.043	0.393	1.338
Planktivor Pelajikler	1.088	13.109	13.326	0.958
Diger Pelajikler	0.454	0.514	0.752	1.088
<i>C. linguatula</i>	0.271	0.012	0.035	0.257
<i>M. barbatus</i>	1.044	0.442	2.054	0.664
<i>D. annularis</i>	0.620	0.002	2.407	0.449
<i>G. niger</i>	0.917	-	2.746	1.379

F¹: Çalışmada hesaplanan balıkçılık mortalitesi, C¹: Kara ve Gurbet (1999)'in avcılık verileri (t.km⁻².y⁻¹), C²: F¹'in geçerli olduğu varsayıldığında olması gereken av miktarı (t.km⁻².y⁻¹). * Koyu renkli veriler, kütle dengeli modelde teorik olarak geçersiz olan değerleri (EE>1) ifade etmektedir.

Arazi alışmaları sonucunda ve model tarafından ayrı ayrı hesaplanan balıkçılık mortalitesi değerlerinin farklılığı, daha önce Gücü (1995) tarafından da av istatistiklerindeki hatalarla ilişkilendirilerek ifade edilmiştir. Bölgesel ve ulusal istatistiklerde bile, en az $\pm$ %30 - 50 hata payının bulunduğu bilinmektedir (Christensen et al., 2000). Modelin düşük F hesaplamasının diğer bir nedeni, mortalite hesaplanırken kullanılan dolaylı yöntemler olabilir. Toplam mortalite, balıkçılık ve doğal kaynaklı ölümlerin bileşiminden oluşmaktadır ($Z=F+M$) (Sparre and Venema, 1992) ve bu çalışmada söz konusu eşitlikten faydalanılmıştır. Ancak Ecopath, balıkçılık mortalitesini Av/Biyokütle eşitliğinden hesaplamakta ve doğal mortaliteyi M0 (diğer mortalite) ve M2 (predasyon mortalitesi) olarak iki komponent halinde incelemektedir (Christensen et al., 2000). Bu farklı yaklaşımdan dolayı, rneğin *Gobius niger* türü için $Z=F+M$ denklemi belli bir avılık miktarına işaret ederken, Ecopath, ticari olarak avlanmayan bu tür için ($Av=0$ olduğundan dolayı) F değerini "0" şeklinde hesaplamaktadır. Oysa *G. niger* gerek Ege Denizi genelinde (Stergiou et al., 1997) ve gerekse İzmir Körfezi'ndeki (Metin ve Ulaş, 2001) yaygın ıskarta balıklardan biridir ve ekonomik değere sahip olmasa bile üzerinde bir balıkçılık baskısının bulunması kaçınılmazdır. Çalışmada hesaplanan mortalite değerlerinin bir kısmı arazi çalışmalarından elde edilen rneklemelelere dayanırken, diğer bir kısmı, daha önce yayınlanmış araştırma makale sonuçlarından alınmıştır. Ayrıca, fonksiyonel grupların oluşturulması esnasında pek çok türün mortalite değerleri ağırlıklı ortalamaları alınarak tek bir değere indirgenmiştir, ve bu yaklaşım başlı başına belli bir hata payını içermektedir. Empirik, yani dolaylı yollardan tahmin edilen total mortalite değerleri de, en az $\pm$ %50 hata payına sahiptir (Christensen et al., 2000). Güncel bir araştırmada, dolaylı yollarla hesaplanan doğal mortalitenin (rneğin Pauly, 1980 yöntemi gibi), gerçek değeri yansıtmaktan uzak olduğu, ve elde edilen değerlerin kaçınılmaz bir

şekilde total mortalite hesaplarının da yanlış sonuçlar vermesine yol açtığı belirtilmektedir (Macpherson et al., 2000).

İzmir Körfezinde bugüne kadar gerçekleştirilen araştırmaların en büyük eksiklerinden biri, incelenen türlerin mortalite değerlerinin saptanmamış olmasıdır. Konu hakkında karşılaştırma yapabilmeye uygun tek bilgi, Akyol ve Özekinci (2000) tarafından kıyı sürütme ağlarıyla elde edilen bazı türlere aittir. Araştırmacılara göre bazı ekonomik türlerin balıkçılık ve total mortalite değerleri şu şekildedir: *M. barbatus* ($F=1.32$, $Z=1.67$), *D. annularis* ($F=1.33$, $Z=1.67$), *P. acarne* ($F=1.40$, $Z=1.67$) ve *P. erythrinus* ($F=1.09$, $Z=1.43$). Görülebileceği gibi Akyol ve Özekinci (2000)'nin hesapladığı balıkçılık mortalitesi değerleri (F) ile bu çalışmada saptanan değerler oldukça benzerdir. Yukarıdaki açıklamalara ek olarak, taranan alan yöntemiyle hesaplanan biyokütle değerlerinin de oldukça büyük bir sapma gösterebildiğini belirtmek gereklidir. Modele girilen biyokütler "bilinmeyen" olarak bırakılıp $EE=0.95$ olarak girildiğinde, model orijinal verilerden çok daha düşük biyokütlerle ve dolayısıyla daha yüksek F değerleri bulacaktır. Fakat daha öncede belirtildiği gibi, biyokütle değerlerinin düşük hesaplanmış olma ihtimali, yüksek hesaplanmış olma ihtimalinden fazladır (Okey and Pauly, 1998). Özetle, arazi çalışmalarına dayalı olarak hesaplanan biyokütle, P/B , F vb. parametrelerin, Ecopath tarafından hesaplanandan çok daha güvenilir olduğu, fakat asıl problemin ıskarta türleri ihmal etmekten ve çok fazla güvenilir olmayan av istatistiklerini kullanmaktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yaklaşımı destekleyebilecek en belirgin örnek *D. annularis* türüdür. İzmir Körfezi'nin gerek kalitatif ve gerek kantitatif açıdan en baskın türü olan isparoz, modelde kullanılan av istatistiklerine göre yılda sadece 1.8 ton avlanmaktadır. Oysa, İzmir balıkhaline av mevsimi boyunca ve sadece körfezden avlanan günde 50-100 kasa isparoz (kaba bir hesaba 500-1000 kg) gelmektedir. Düşük bir tahminle,

ayda en az 18 ton *D.annularis* (modele girilen verinin 10 katı) balıkhanede pazarlanmaktadır. Bu miktarın sadece ekonomik boydaki (>13-14 cm) bireyleri kapsadığı ve trol avının yaklaşık %60 oranında olgunlaşmamış (dolayısıyla ıskarta) isparozdan oluştuğu (Tosunoğlu vd., 2002) göz önüne alınırsa, karşılaşılan temel problemin yetersiz av istatistiklerinden kaynaklandığı açıkça anlaşılmaktadır.

Ecopath modeli sistemde 5 trofik seviyenin varlığını göstermiştir. Fonksiyonel grupların ve türlerin sayıca büyük kısmı 3. trofik seviye civarında yoğunluk göstermektedir (Şekil 3.23) ve en belirgin av rekabeti de bu seviyede gözlenmektedir. Sonuç olarak, sistemdeki en kuvvetli etkinin alt trofik seviyelerdeki gruplardan (özellikle zoobentos) ve ayrıca kısmen balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklandığı ileri sürülebilir. Zaten, sistemdeki toplam enerji döngüsünün çok büyük bir kısmı 1. ve 2. trofik seviyelerde gerçekleşmektedir (Çizelge 3.26). Eutrofik karakterdeki İzmir Körfezi (Uslu, 1999), bu özelliği ile diğer kıyusal ekosistemlere büyük benzerlikler göstermektedir. Zira dünyadaki pek çok sığ kıyusal sularda enerji akışları ve canlı grupların biyokütlesi, ilk 2 trofik seviyedeki yoğunlaşmaktadır (Shannon et al., 2003).

Dünyada oldukça geniş uygulama alanı bulan Ecopath modelinin Akdeniz ekosisteminde örneklerinin bulunmaması son derece büyük bir eksiklik olarak karşıya çıkmaktadır. Ege Denizi'nde ilk defa olarak bu çalışmada kullanılan Ecopath, modeli yürütebilmek için gereken parametrelerin bir kısmı diğer bilimsel makalelerden elde edilmiş olmasına rağmen oldukça gerçekçi ve geçerli sonuçlar vermiştir. Daha önce yapılmış çalışmalar incelenecek olursa (bkz. Bölüm 1.1), araştırmacıların Ecopath modeli oluştururken temel verileri (biyokütle, P/B, besin kompozisyonu vb.) çok büyük oranda diğer makalelerden elde ettiği görülmektedir. Ekosistem bileşenleri hakkında güvenilir

Çalışmaların bulunduğu ortamlarda Ecopath oldukça kolay uygulanabilmekte ve tatminkar sonuçlar vermektedir.

Gelecekte İzmir Körfezi'nde ve Ege Denizi'nde Ecopath kullanılarak yapılacak modelleme çalışmalarına yol gösterebilecek bazı öneriler aŗađıda verilmektedir:

- 1) ok önemli bir balıkçılık sahası olmasına rağmen, İzmir Körfezindeki pek çok canlı grup hakkında ayrıntılı biyolojik veriler bulunmamaktadır. Her ne kadar bu çalışma ile körfez ekosisteminin genel görünümü ortaya konmuŗ olsa da, özellikle trol av kompozisyonundaki demersal balık türlerinin, ayrıca pelajik ve g edici balıkların biyokütelleri, beslenme rejimleri ve büyüme parametreleri ileride yapılacak detaylı çalışmalarla ortaya konmalıdır.
- 2) Sistemdeki en önemli gruplar arasında yer alan zoobentos, zooplankton ve fitoplankton'un biyokütelleri, yıllık üretim miktarları ve bunların mevsimlere göre değişimi mutlaka incelenmelidir.
- 3) Modelin oluŗturulmasında, av istatistiklerinin yetersizliği son derece belirgin şekilde gzlenmiŗtir. Ecopath modelinde "av" terimi, ıskarta edilen türleri ve kıyı balıkçılık faaliyetlerini de kapsamaktadır. Balıkçılık araŗtırmalarına uygun şekilde toplanacak av istatistiklerinin, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesinde faydalı olacağı son derece belirgindir.
- 4) Daha nce Karadeniz'de yapılan çalışmalarda, farklı zaman dilimleri incelenerek karŗılaŗtırılmıŗtır (Gücü, 2002). Benzer şekilde, ileride Ege Denizi zerine gerekleŗtirmecek modelleme çalışmalarında da benzer bir stratejinin uygulanması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdel-Aziz, S.H.**, 1994, Observations on the biology of the common torpedo (*Torpedo torpedo*), Linnaeus, 1758) and marbled electric ray (*Torpedo marmorata*), Risso, 1810) from Egyptian Mediterranean waters, *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 45(4): 693-704.
- Ainsworth, C., Ferriss, B., Leblond, E. and Guenette, S.**, 2001, The Bay of Biscay, France: 1998 and 1970 models, *Fisheries Centre Research Reports*, 9(4): 271-313.
- Akyol, O., Tokaç, A. ve Ünsal, S.**, 1996, İzmir Körfezinde (Ege Denizi) dağılım gösteren sardalya balığı (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nın büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 13 (3-4): 383-394
- Akyol, O.**, 1999, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi, Ege Denizi)'nda *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) ve *Liza saliens* (Risso, 1810)'in populasyon özelliklerinin araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 16(3-4): 391-419.
- Akyol, O., Tosunoğlu, Z. ve Tokaç, A.**, 2000, Investigations of the growth and reproduction of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) population in the bay of İzmir (Aegean Sea), *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 1(1): 121-127.
- Akyol, O. ve Özekinci, U.**, 2000, Ege Denizinde trata ağlarının bazı ekonomik balık türleri üzerine etkileri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 17 (1-2): 185-199.
- Akyol, O. ve Metin, G.**, 2001, İzmir Körfezinden (Ege Denizi) dip trolüyle avlanan bazı kafadanbacaklı (Cephalopoda) türleri ve ortalama av miktarları üzerine araştırmalar, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2): 381-385.
- Allen, K.R.**, 1971, Relation between production and biomass, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28: 1573-1581.
- Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G. and Murawski, S.A.**, 1994, A global assessment of fisheries bycatch and discards, *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 339, Rome, FAO, 233 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim, 1999, Denizlerde ve içsulara ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen 1999-2000 av dönemine ait 33/1 numaralı sirküler, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 71 s.
- Ardizzone, G.D. and Messina, A., 1983, Feeding habits of *Pagellus erythrinus* (L.) (Pisces, Sparidae) from the middle Tyrrhenian Sea, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 28 (5): 39-42.
- Arias-Gonzalez, J.E., 1994, Trophic balance of a reef ecosystem (Tiahura - Moorea - French Polynesia). *Comptes Rendus De L'Academie Des Sciences Serie III - Sciences De La Vie*, 317 (12): 1143-1150.
- Arias-Gonzalez, J.E., Hertel, O. and Galzin, R., 1998, Trophic pattern of a reef ecosystem in French Polynesia. *Cybium*, 22 (2): 159-182.
- Arreguin-Sanchez, F. and Chavez, E.A., 1995, An investigation of the trophic role of 3 pelagic fishes in a tropical coastal ecosystem of the western Gulf of Mexico, using the Ecopath II model, *Scientia Marina*, 59 (3-4): 307-315.
- Arreguin-Sanchez, F. and Manickhand, H.S., 1998, The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico, *Journal of Fish Biology*, Suppl.A., 53: 143-153.
- Artüz, M.İ. ve Korkmaz, K., 1976, Ege Denizi balıkçılık alanları ve su ürünleri üretiminin etüdü, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 19: 1-47.
- Balopoulos, E.T., Theocharis, A., Kontoyiannis, H., Varnavas, S., Votsinou-Taliadouri, F., Iona, A., Souvermezoglou, A., Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O. and Pavlidou, A., 1999, Major advances in the oceanography of the southern Aegean Sea - Cretan Straits system (eastern Mediterranean), *Progress in Oceanography*, 44: 109-130.
- Benli, H.A., Kaya, M., Ünlüoğlu, A., Katağan, T. and Cihangir, B., 2001, Summertime diel variations in the diet composition and feeding periodicity of red pandora (*Pagellus erythrinus*) in Hisarönü Bay, *J.Mar. Biol. Ass. U.K.*, 81: 185-186.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Beşiktepe, Ş. ve Ünsal, M., 2000,** Karadeniz'de yaygın bulunan kopepodların günlük dikey dağılımları ve beslenme oranları, 1.Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı (Uysal, Z., Salihoğlu, İ., eds.), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, pp: 75-79.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J., 1957,** On the dynamics of exploited fish populations, Chapman & Hall, London, 508 p.
- Bingel, F., 2002,** Balık popülasyonlarının incelenmesi, Baki Kitabevi Yayınları, Adana, 404 s.
- Bizsel, N., Benli, H.A. and Bizsel, K.C., 2001,** A synoptic study on the phosphate and phytoplankton relationship in the hypereutrophicated Izmir Bay, *Turk. J. Engin. Environ. Sci.*, 25: 89-99.
- Bizsel, N. and Bizsel, K.C., 2001,** The occurrence and behaviour of phosphate fractions in Izmir Bay, Aegean Sea, *Hydrobiologia*, 450: 5-18.
- Blanco, C., Salomon, O. and Raga, J.A., 2001,** Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea, *J.Mar. Biol. Ass. U.K.*, 81: 1053-1058.
- Boletzky, S.V. and Hanlon, R.T., 1983,** A Review of the Laboratory Maintenance, Rearing and Culture of Cephalopod Molluscs. Memoirs of the National Museum of Victoria: Proceedings of the Workshop on the Biology and Resource Potential of Cephalopods, Melbourne, Australia, 9-13 March, 1981, (Roper, Clyde F.E., C.C. Lu and F.G. Hochberg, ed.), 44: 147-187.
- Bowman, R.E., Stillwell, C.E., Michaels, W.L. and Grosslein, M.D., 2000,** Food of northwest Atlantic fishes and two common species of squid, *NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE 155, 138 p.
- Brey, T., 1999,** A collection of empirical relations for use in ecological modelling, *NAGA The ICLARM Quarterly*, 22(3): 24-28.
- Brey, T., 2001,** Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook (Version 01.2.) <<http://www.awi-bremerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>> Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Broekhuizen, N., Heath, M. R., Hay, S. J. and Gurney, W.S.C., 1995, Modelling the dynamics of the North Sea's Mesozooplankton, *Netherland Journal of Sea Research*, 33 (3/4): 381-406.
- Bundy, A. and Pauly, D., 2001, Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines. *Fisheries Research*, 53: 263 - 281.
- Büyükişık, B., Gökpınar, Ş. and Parlak, H., 1997, Ecological modelling of İzmir Bay, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 14: 71-91.
- Cabral, H.N., 2000, Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *S.senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal, *Journal of Fish Biology*, 57: 1550-1562.
- Camhi, M., Fowler, S., Musick, J., Brautigam, A. and Fordham, S., 1998, Sharks and their relatives - ecology and conservation, IUCN/SSC Shark Specialist Group, Occasional Paper No.20, 39 p.
- Caragitsou, E. and Papaconstantinou, C., 1988, Feeding habits of red pandora (*Pagellus erythrinus*) off the western coast of Greece, *Journal of Applied Ichthyology*, 4: 14-22.
- Carbonell, A., Alemany, F., Merella, P., Quetglas, A. and Roman, E., 2003, The by-catch of sharks in the western Mediterranean (Balearic islands) trawl fishery, *Fisheries Research*, 61: 7-18.
- Carrer, S. and Opitz, S., 1999, Trophic network model of a shallow water area in the northern part of the Lagoon of Venice, *Ecological Modelling*, 124 (2-3): 193-219.
- Christensen, V., 1995, A model of trophic interactions in the North Sea in 1981, the year of the stomach, *Dana*, 11(1):1-28.
- Christensen, V., 1998, Fishery induced changes in a marine ecosystem: insight from models of the Gulf of Thailand, *J. Fish Biol.*, 53:128-142.
- Christensen, V. and Pauly, D., 1992, ECOPATH II - a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics, *Ecological Modelling*, 61: 169 - 185.
- Christensen, V. and Pauly, D., 1998, Changes in models of aquatic ecosystems approaching carrying capacity, *Ecol. Appl.*, 8: 104-109.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Christensen, V., Walters, C.J. and Pauly, D., 2000**, Ecopath with Ecosim: a users guide, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada and ICLARM, Penang, Malaysia, October 2000 edition, 130 p.
- Cihangir, B., 1991**, Ege Denizi'nde Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nın üreme biyolojisi ve büyümesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Doktora Tezi, 86 p.
- Cihangir, B., Ünlüoğlu, A. ve Tıraşın, E.M., 1997**, Kuzey Ege Denizi'nde kedibalgı (*Chondrichthyes, Scyliorhinus canicula* Linnaeus, 1758)'nın dağılımı ve bazı biyolojik özellikleri, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir, pp: 585-603.
- Cihangir, B., Önen, M., Kocataş, A., Ergen, Z., Mater, S., Koray, T., Katağan, T., Özel, İ., Demirkurt, E., Tıraşın, E.M., Ünlüoğlu, A., Çınar, M.E., Çolak, F., Çoker, T., Öztürk, B. and Doğan, A., 1999**, Some biological properties of İzmir Bay. Workshop on the role of the physical, chemical and biological processes in marine ecosystems, Ecosystem '99 (Uslu, O., Özerler, M., Sayın, E., eds.), Piri Reis Science Series, No.2, November 10 - 13, 1999, pp: 19 - 48, İzmir.
- Clucas, I., 1997**, A study of the options for utilization of bycatch and discards from marine capture fisheries, *FAO Fisheries Circular*, No. 928, Rome, FAO, 59 p.
- Coelho, M., Domingues, P., Balguerias, E., Fernandez, M. and Andrade, J.P., 1997**, A comparative study of the diet of *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1799) (Mollusca: Cephalopoda) from the south coast of Portugal and the Saharan Bank (Central-East Atlantic), *Fisheries Research*, 29: 245-255.
- Colloca, F., Ardizzone, G.D. and Gravina, M.F., 1994**, Trophic ecology of gurnards (Pisces: Triglidae) in the central Mediterranean Sea, *Marine Life*, 4 (2): 45-57.
- Cortes, E., 1999**, Standardized diet compositions and trophic levels of sharks, *ICES Journal of Marine Science*, 56: 707-717.
- Çağlar, M., 1974**, Omurgasız Hayvanlar, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 1906 (123), Kısım 2, 2.Baskı, 407 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dalsgaard, J.P.T., Lightfoot, C. and Christensen, V., 1995,** Towards quantification of ecological sustainability in farming systems analysis, *Ecological Engineering*, 4: 181 - 189.
- Dalsgaard, J. and Pauly, D., 1997,** Preliminary Mass-Balance Model of Prince William Sound, Alaska, for the Pre-Spill Period 1980-1989, *Fisheries Centre Research Reports*, 5 (2), Canada.
- DBTE, 1999,** İzmir Körfezi 1994-1998 deniz araştırmaları final raporu, İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi, DBTE-098, 224 s.
- Demir, M. ve Acara, A., 1955,** Balıklarımızdan uskumrunun göçleri ve biyolojisi üzerinde araştırmalar, *Hidrobiologi Mecmuası*, 2(4): 165-208.
- Demirhindi, U., 1961.** Nutrition of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), *Proceedings and Technical Papers of the General Fisheries Council for the Mediterranean*, 6: 253-259.
- DİE, 2000,** Su Ürünleri İstatistikleri, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Yayın No: 2538, 45 s.
- Dulčić, J., Kraljević, M., Grbec, B. and Cetinić, P., 2000,** Age, growth and mortality of blotched picarel *Spicara maena* L. (Pisces: Centranchidae) in the eastern central Adriatic, *Fisheries Research*, 48: 69-78.
- Erkoyuncu, I. and Özdamar, E., 1989,** Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea, *Fisheries Research* 7: 241-247.
- Fabi, G. and Giannetti, G., 1985,** Growth parameters of the black goby (*Gobius niger* L.) in the Adriatic Sea, based on otoliths reading, *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, 29: 87-90.
- Fauchald, K. and Jumars, P.A., 1979,** The diet of worms: a study of polychaeta feeding guilds, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Filiz, H.**, 2000, İzmir Körfezi ve civarında tespit edilen Elasmobranchii (Keskisolungaçlılar) türleri üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 103 s (yayınlanmamış).
- Fischer, W., Bauchot, M.-L. and Schneider, M. (eds.)**, 1987, Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés, Rome, 760 p.
- Freire, J.**, 1996, Feeding ecology of *Liocarcinus depurator* (Decapoda: Portunidae) in the Ria de Arousa (Galicia, north-west Spain): Effects of habitat, season and life history, *Marine Biology*, 126 (2): 297-311.
- Fretter, V. and Graham, A.**, 1962, British Prosobranch Molluscs - Their Functional Anatomy and Ecology, Adlard & Son Ltd, London, 755 p.
- Froese, R. and Binohlan, C.**, 2000, Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with simple method to evaluate length frequency data, *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.
- Froese, R. and Pauly, D.**, 2002, Fishbase, World Wide Web Electronic Publication, <www.fishbase.org>
- Frogia, C.**, 1977, Feeding of *Lithognathus mormyrus* (L.) in central Adriatic Sea, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 24 (5): 95-97.
- Garcia, S.M. and Newton, C.**, 1997, Current situation, trends, and prospects in world capture fisheries, 3 - 27, Global trends: Fisheries Managment, Pikitch, E.K., Huppert, D.D., Sissenwine, M.P. (Eds.), Proceedings of the American Fisheries Symposium, Vol.20, Maryland.
- Gayanilo, F.C., Sparre, P. and Pauly, D.**, 2002, Fisat II users guide, FAO, Rome.
- Geldiay, R.**, 1969, İzmir Körfezinin başlıca balıkları ve muhtemel invasionları, E.Ü. Fen Fakültesi Monografileri, İzmir, 135 s.
- Geldiay, R. and Kocataş, A.**, 1998, Deniz biyolojisine giriş, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:31, 562 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ghannudi, S.A., 1984, A preliminary study of food consumption of *Pagellus erythrinus* (L.) off the Libyan coast, *Bull. Mar. Res. Centre*, 5: 109-116.
- Giovanardi, O. and Piccinetti, C., 1983, Biology and fishery of the scaldfish *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) in the Adriatic Sea, *FAO Fish. Rep.*, 290: 161-166.
- Girardin, M. and Quignard, J.P., 1986, Croissance de *Boops boops* Linné. 1758 (poissons, Sparidés) dans le golfe du Lion, *J. Appl. Ichthyol.*, 2(1):22-32.
- Gjøsaeter, J. and Dalpadado, P., 1985, Lectures in fish population dynamics, University of Bergen Department of Biology, 143 p.
- Goosen, A.J.J. and Smale, M.J., 1997, A preliminary study of age and growth of the smooth-hound shark *Mustelus mustelus* (Triakidae), *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 18:85-91.
- Gordoa, A. and Molí, B., 1997, Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea, *Fisheries Research*, 33: 123-129.
- Guenette, S. and Morato, T., 2001, The Azores Archipelago, 1997, *Fisheries Centre Research Reports*, 9(4): 241-270.
- Guisande, C., Manciro, I., Riveiro, I., Barreiro, A. and Pazos, Y., 2002, Estimation of copepod trophic niche in the field using amino acids and marker pigments, *Marine Ecology-Progress Series*, 239: 147-156.
- Gurbet, R., 2001, Türkiye kıyılarındaki Ege Deniz Balıkçılığı. Balıkçılıkta Teknolojik Gelişmeler Çalıştayı, 19-21 Haziran 2001, pp.91-104, İzmir.
- Gücü, A.C., 1995, A box model for the basic elements of the northeastern Mediterranean Sea trawl fisheries, *Israel Journal of Zoology*, 41: 551-567.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gücü, A.C.**, 2002, Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea?, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54 (3): 439-451.
- Gücü, A.C. and Oğuz T.**, 1998, Modelling Trophic Interrelationship in the Black Sea, Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea (Ivanov, L.I., Oğuz, T., eds.), Vol 2, Kluwer Academic Publishers, pp: 359-371.
- Hernandez, J.J.C. and Ortega, A.T.S**, 2000, Synopsis of biological data on the chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782), FAO Fisheries Synopsis No.157, 77 p.
- Heymans, J.J. and Baird, D.**, 2000, Network analysis of the northern Benguela ecosystem bu means of NETWRK and ECOPATH, *Ecological Modelling*, 131: 97-119.
- Hoenig, J.M.**, 1982, Estimating mortality rate from the maximum observed age, ICES. C.M./1982/D:5, 10 p.
- Hoşsucu, B.**, 1992, İzmir Körfezi dil balığının (*Solea solea* L.) biyolojik özellikleri ve dağılımları üzerine araştırmalar, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 9 (33-36): 98-113.
- Hoşsucu, B., Kaya, M. and Taşkavak, E.**, 1999, An investigation of growth parameters and otolith-total length relationship of *Solea solea* (L., 1758) (Pisces: Soleidae) in İzmir Bay, *Israel Journal of Zoology*, 45: 277-287.
- Hureau, J.C. and Monod, T.**, 1973, Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean – Clofnam, Volume I, Unesco, Paris, 683 p.
- Hyslop, E.J.**, 1980, Stomach contents analysis - a review of methods and their application, *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- ICES**, 2002, Report of the study group on the spawning stock biomass of sardine and anchovy, Ices CM 2002/G:01, Lisbon, Portugal, 59 p.
- Innes, S., Lavigne, D. M., Earle, W. M., and Kovacs, K. M.**, 1987, Feeding rates of seals and whales, *Journal of Animal Ecology*, 56: 115-130.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- İşmen, A., 1995, Growth, mortality and yield per recruit model of picarel (*Spicara smaris* L.) on the eastern Turkish Black Sea coast, *Fisheries Research*, 22: 299-308.
- İşmen, A. and Bingel, F., 2000, Mezgitin, *Merlangius merlangus euxinus*, mide içeriği ve besin tüketiminin tahmini, I.Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, ODTÜ, Ankara, pp:177-182.
- İşmen, A., 2003, Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in İskenderun Bay, the eastern Mediterranean, *Fisheries Research*, 60(1): 169-176.
- Jarre-Teichmann, A., Shannon, L.J., Moloney, C.L. and Wickens, P.A., 1998, Comparing trophic flows in the southern Benguela to those in other upwelling ecosystems, *South African Journal of Marine Science*, 19: 391 - 414.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. and Webber, M.A., 1994, FAO species identification guide, Marine mammals of the world, Rome, FAO, 320 p.
- JICA, 1993, Marmara, Ege ve Akdenizde demersal balıkçılık kaynakları sörvey raporu, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 579 s.
- Jørgensen, S.E., 1992, Integration of ecosystem theories: a pattern, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 383 p.
- Kara, Ö.F. ve Kınacıgil, H.T., 1990, İzmir Körfezi pelajik ve demersal balık stoklarının tespit çalışması, E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu, 44 s.
- Kara, Ö.F. ve Gurbet, R., 1999, Ege Denizi endüstriyel balıkçılığı üzerine araştırma, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Seri B, 5: 1-135.
- Kastelein, R.A., Vaughan, N., Walton, S. and Wiepkema, P.R., 2002, Food intake and body measurements of Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in captivity, *Marine Environmental Research*, 53: 199 - 218.
- Kaya, M., Özaydın, O. and Benli, H.A., 2001, Age and growth parameters of red bandfish (*Cepola rubescens* L., 1766) in İzmir Bay, *Turkish Journal of Zoology*, 25: 111-116.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaya, M., Bilecenoglu, M. and Ozaydin, O., 2000,** Growth characteristics of the leaping mullet (*Liza saliens* Risso, 1810) in Homa Lagoon, Aegean Sea, *Isr.J. Aquaculture*, 52 (4): 159-166.
- Kınacıgil, H.T. and Akyol, O., 2001,** Effects on trawl selectivity of growth and reproduction in *Diplodus annularis* L. of Izmir Bay (Aegean Sea), *Arch.Fish.Mar.Res.*, 49 (1): 19-26.
- Kınacıgil, H.T., İlkyaz, A.T., Akyol, O., Metin, G., Çıra, E. and Ayaz, A., 2001,** Growth parameters of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and seasonal cod-end selectivity of traditional bottom trawl nets in Izmir Bay (Aegean Sea), *Acta Adriatica*, 42(1): 113-123.
- Kitchell, J.F., Cox, S.P., Harvey, C.J., Johnson, T.B., Mason, D.M., Schoen, K.K., Aydın, K., Bronte, C., Ebener, M., Hansen, M., Hoff, M., Schram, S., Schreiner, D. and Walters, C.J., 2000,** Sustainability of the Lake Superior fish community: interactions in a food web context, *Ecosystems*, 3 (6): 545-560.
- Kocataş, A., Katağan, T., Uçal, O. ve Benli, H.A., 1991,** Türkiye Karidesleri ve Karides Yetiştiriciliği, Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Seri A, Yayın No 4, Bodrum, 143 s.
- Koray, T. ve Büyükişık, B., 1988,** Toxic dinoflagellata blooms in the harbour region of Izmir Bay (Aegean Sea), *Revue Intern. D'Oceanogr. Medic.*, Tomes IXXXXI - LXXXXII, p. 25-42.
- Koray, T. ve Cihangir, B., 2002,** Denizlerde aşırı plankton üremesi, balık ve balıkçılığa etkileri: İzmir Körfezi örneği. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, 5-8 Kasım 2002, Kıyı Alanları Türk Milli Komitesi, (Özhan, E., Alpaslan, N., eds.), (1): 15-20.
- Koray, T., Büyükişık, B., Parlak, H. ve Gökpınar, Ş., 1992,** İzmir Körfezi'nde deniz suyu kalitesini etkileyen bir hücreli organizmalar: red-tide ve diğer aşırı üreme olayları, *Doğa - Türk Biyoloji Dergisi*, 16: 135-137.
- Koueta, N., Boucaud-Camou, E. and Noel, B., 2002,** Effect of enriched natural diet on survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* L., *Aquaculture*, 203: 293-310.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kraljević, M., Dulčić, J., Cetinić, P. and Pallaoro, A., 1996, Age, growth and mortality of the striped sea bream, *Lithognathus mormyrus* L., in the northern Adriatic, *Fisheries Research*, 28: 361-370.
- Kraljević, M. and Dulčić, J., 1997, Age and growth of gilt-head sea bream (*Sparus aurata* L.) in the Mirna Estuary, northern Adriatic, *Fisheries Research*, 31: 249-255.
- Kurt, O., 2002, Kupez (*Boops boops* Linnaeus, 1758) balığının biyolojik özellikleri, E. Ü. Su Ürünleri Fakültesi Lisans Tezi, 9 s. (yayınlanmamış).
- Labropoulou, M., Tserpes, G. and Tsimenides, N., 1998, Age, growth and feeding habits of the brown comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) on the Cretan Shelf, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46: 723-732.
- Labropoulou, M., Maravelias, C.D. and Papaconstantinou, C., 2003, Factors affecting commercial trawl fleet landings in a multispecies fishery, *Journal of the Marine Biological Association of U.K.*, 83: 205-215.
- Lackey, R.T., 1975, Fisheries and ecological models in fisheries resource management, *Ecological Modelling in a Resource Management Framework* (Russell, C.S., ed.), John Hopkins University Press, Washington, pp.241-249.
- Lassère, G. and Labour, P.J., 1974, Étude comparée de la croissance de la daurade, *Sparus auratus* L. des régions d'Arcachon et de Sète (deuxième note), *Vie et Milieu*, 24(2A): 357-364.
- Leiva Moreno, J.I., Agostini, V.N., Caddy, J.F. and Carocci, F., 2000, Is the pelagic-demersal ratio from fishery landings a useful proxy for nutrient availability? A preliminary data exploration for the semi-enclosed seas around Europe, *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1091 – 1102.
- Lin, H.J., Shao, K.T., Kuo, S.R., Hsieh, H.L., Wong, S.L., Chen, I.M., Lo, W.T. and Hung, J.J., 1999, A trophic model of a sandy barrier lagoon at Chiku in southwestern Taiwan, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 48 (5): 575-588.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lindeman, R.L.**, 1942, The trophic-dynamic aspect of ecology, *Ecology*, 23: 399-418.
- Machias, A., Vassilopoulou, V., Vatsos, D., Bekas, P., Kallianiotis, A., Papaconstantinou, C. and Tsimenides, N.**, 2001, Bottom trawl discards in the northeastern Mediterranean Sea, *Fisheries Research*, 53: 181-195.
- Mackinson, S.**, 2001, Representing trophic interactions in the North Sea in the 1880's, using the Ecopath mass-balance approach, *Fisheries Centre Research Reports*, 9(4): 35-98.
- Macpherson, E.**, 1979, Relations trophiques des poissons dans la Méditerranée occidentale, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 25/26: 49-58.
- Macpherson, E., Garcia-Rubies, A. and Gordon, A.**, 2000, Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve, *Marine Biology*, 137: 1067-1076.
- Mancinelli, G. and Rossi, L.**, 2002, The Influence of Allochthonous Leaf Detritus on the Occurrence of Crustacean Detritivores in the Soft-bottom Macrobenthos of the Po River Delta Area (northwestern Adriatic Sea), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 849-861.
- Mangold, K.**, 1983, *Octopus vulgaris*. In: Cephalopod life cycles (P.R. Boyle, ed.), Vol I, Species Accounts, Academic Press, pp.335-364.
- Manickchand-Heileman, S., Arreguin-Sanchez, F., Lara-Dominguez, A. and Soto, L.A.**, 1998, Energy flow and network analysis of Terminos Lagoon, sw Gulf of Mexico, *Journal of Fish Biology*, 53: 179 – 197.
- Mater, S.**, 1968, İzmir Körfezi *Diplodus annularis* L. (İsparoz balığı) popülasyonu üzerine araştırmalar, *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlmi Raporlar Serisi*, 31: 1-16.
- Mater, S.**, 1976, İzmir Körfezi ve civarı "Sparidae" popülasyonları üzerine biyolojik ve ekolojik araştırmalar. *Ege Üniversitesi İlmi Raporlar Serisi*, 132: 1-53.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mater, S., Bayhan, B.Ş. ve Sever, T.M.,** İzmir Körfezi (Ege Denizi)'nde dağılım gösteren iri sardalya (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1842)'nin büyüme özellikleri ile kondüsyon faktörü üzerine araştırmalar, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, (baskıda).
- Mavuti, K., Moreau, J., Munyandorero, J. and Plisnier, P.D.,** 1996, Analysis of trophic relationships in two shallow equatorial lakes Lake Naivasha (Kenya) and Lake Ihema (Rwanda) using a multispecies trophic model, *Hydrobiologia*, 321 (2): 89-100.
- Mendez, N., Linke-Gamenick, I., Forbes, V.E. and Baird, D.J.,** 2001, Sediment processing in *Capitella* spp. (Polychaeta: Capitellidae): strain-specific differences and effects of the organic toxicant fluoranthene, *Marine Biology*, 138 (2): 311-319.
- Metin, C., Tosunoğlu, Z., Tokaç, Z., Lök, A., Aydın, C. and Kaykaç, H.,** 2000, Seasonal variations of demersal fish composition in Gülbahçe Bay (İzmir Bay), *Turkish Journal of Zoology*, 24: 437-446.
- Metin, C. ve Ulaş, A.,** 2001, Fanyalı uzatma ağları ile karides avcılığı, Balıkçılıkta Teknolojik Gelişmeler Çalıştayı, İzmir, pp: 157-163.
- Molinero, A. and Flos, R.,** 1991, Influence of sex and age on the feeding habits of the common sole *Solea solea*, *Marine Biology*, 111: 493-501.
- Morte, M.S., Redon, M.J. and Sanz-Brau, A.,** 2001, Feeding habits of *Trisopterus minutus capelanus* (Gadidae) off the eastern coast of Spain (western Mediterranean), *P.S.Z.N. Marine Ecology*, 22 (3): 215-229.
- Nalbandoglu, Ü.,** 1957, Contents of the stomachs of mackerel (*Scomber scomber* L.) caught in the Marmara, the Bosphorus and in the areas of the Black Sea bordering Bosphorus. *GFCM Proceedings and Technical Papers*, 4(25): 181-192.
- Ninni, E.,** 1923, Primo contributo allo studio dei pesci e della pesca nelle acque dell'impero Ottomano. Missione Italiana Per L'esplorazione Dei Mari Di Levante, Venezia, 187 pp.
- Nümann, W.,** 1955. Die Pelamiden des Schwarzen Meeres, des Bosporus, der Marmara und der Dardanellen (*Sarda sarda*), *Hidrobiologi Mecmuası*, 3(2-3): 75-127.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Odum, E.P.**, 1971, Fundamentals of ecology, W.B.Saunders Company, Third Edition, 574 p.
- Okey, T.A. and Pauly, D.**, 1998, Trophic Mass-Balance Model of Alaska's Prince William Sound Ecosystem, for the Post-Spill Period 1994-1996, Fisheries Centre Research Reports, Vol.6, No.4, 2nd Edition, Canada, 146 p.
- Olaso, I., Velasco, F. and Perez, N.**, 1998a, Importance of discarded blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in the diet of lesser spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*) in the Cantabrian Sea, *ICES Journal of Marine Science*, 55: 331-341.
- Olaso, I., Cendrero, O. and Abaunza, P.**, 1998b, The diet of the horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Linnaeus1758), in the Cantabrian Sea (north of Spain), *J. Appl. Ichthyol.*, 15(6):193-198.
- Örek, H., Gücü, A.C. ve Bingel, F.**, 2000, Karadeniz ekosistemindeki değişim. 1.Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı (Uysal, Z., Salihoğlu, İ., eds.), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, pp: 86-91.
- Özaydın, O. and Taşkavak, E.**, Length-weight relationships for 47 fish species from İzmir Bay, Turkish coast of Aegean Sea, Naga, The Iclarm Quarterly, (baskıda).
- Özel, İ. ve Aker, V.**, 2001, İzmir Körfezi zooplanktonunda mevsimsel değişimler, XI.Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, pp:155-162.
- Pace, M.L., Cole, J.J., Carpenter, S.R. and Kitchell, J.F.**, 1999, Trophic cascades revealed in diverse ecosystems, *Trends in Ecology and Evolution*, 14 (12): 483-488.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M.**, 2000. Reproduction, age, growth and mortality of axillary seabream, *Pagellus acarne* (Sparidae), from the Canarian archipelago, *J. Appl. Ichthyol.*, 16: 41-47.
- Palomares, M.L. and Pauly, D.**, 1989, A multiple regression model for predicting the food consumption of marine fish populations, *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 40: 259-273.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Palomares, M.L. and Pauly, D., 1998, Predicting food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity, *Mar. Freshwater Res.*, 49: 447-453.
- Parsons, T.R., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1977, Biological oceanographic processes, Pergamon Press, 2nd Edition, 332 pp.
- Pascual, E., 1978, Crecimiento y alimentacion de tres generaciones de *Sepia officinalis* en cultivo, *Investigacion Pesquera*, 42: 421-441.
- Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks, *J. Cons. CIEM*, 39(3): 175-192.
- Pauly, D., 1984, Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators, *ICLARM Studies and Reviews*, 8, 325 p.
- Pauly, D. and Munro, J.L., 1984, Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates, *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 21.
- Pauly, D., Christensen, V. and Sambilay, V., 1990, Some features of fish food consumption estimates used by ecosystem modellers, ICES Counc.Meet. 1990/G:17, 8 p.
- Pauly, D., Soriano-Bartz, M. and Palomares, M.L., 1993, Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models. p. 1-13, In V. Christensen and D. Pauly (eds.) Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conference Proceedings No. 26.
- Pauly, D. and Christensen, V., 1995, Primary production required to sustain global fisheries, *Nature*, 374: 255-257.
- Pauly, D., 1998, Beyond our original horizons: the tropicalization of Beverton & Holt, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8: 307- 334.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, Froese, R. and Torres, F., 1998, Fishing down marine food webs, *Science*, 279: 860-863.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pauly, D., Trites, A.W., Capuli, E. and Christensen, V., 1998,** Diet composition and trophic levels of marine mammals, *ICES Journal of Marine Science*, 55: 467-481.
- Pauly, D., Christensen, V. and Walters, C., 2000,** Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries, *ICES Journal of Marine Science*, 57 (3): 697-706.
- Pauly, D. and Palomares, M.L., 2000,** Approaches for dealing with three sources of bias when studying the fishing down marine food web phenomenon. Fishing Down the Mediterranean Food Webs? (Briand, F., ed.), CIESM Workshop Series, No.12, pp: 61-66.
- Pinczon du Sel, G., Blanc, A. and Daguzan, J., 2000,** The diet of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) during its life cycle in the northern Bay of Biscay (France), *Aquatic Sciences*, 61: 167-178.
- Polis, G.A., Sears, A.L.W., Huxel, G.R., Strong, D.R. and Maron, J., 2000,** When is a trophic cascade a trophic cascade?, *Trends in Ecology and Evolution*, 15 (11): 473-475.
- Polovina, J.J. and Ow, M.D., 1985,** An approach to estimating an ecosystem box model, *Fishery Bulletin*, 83 (3): 457-460.
- Reyes, M.D. and Martens, R., 1994,** Geoecology of Laguna-de-Bay, Philippines. 1. Techno-commercial impact on the trophic level structure of the Laguna de Bay aquatic ecosystem, *Ecological Modelling*, 75: 497-509.
- Ricker, W.E., 1975,** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations, *Bull.Fish Res Board Canada*, 191: 1-382.
- Riddle, M., Alongi, D.M., Dayton, P.K., Hansen, J.A. and Klumpp, D.W., 1990,** Detrital pathways in a coral reef lagoon, *Marine Biology*, 104: 109-118.
- Riley, G.A., 1946,** Factors controlling phytoplankton populations on Georges Bank, *Journal of Marine Research*, 6 (1): 54-73.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rodriguez-Cabello, C., Gándara, F.D. and Sánchez, F., 1998, Preliminary results on growth and movements of dogfish *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) in the Cantabrian Sea, *Oceanologica Acta*, 21(2): 363-370.
- Rosado-Solorzano, R. and Proo, S.A.G., 1998, Preliminary trophic structure model for Tampamachoco Lagoon, Veracruz, Mexico, *Ecological Modelling*, 109 (2): 141-154.
- Rosecchi, E., 1983, Regime alimentaire du pageot, *Pagellus erythrinus* Linne 1758, (Pisces, Sparidae) dans le golfe du Lion, *Cybiurn*, 7 (3): 17-29.
- Rosecchi, E., 1987, L'alimentation de *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Sparus aurata* (Pisces, Sparidae) dans le golfe du Lion et les lagunes littorales, *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.*, 49 (3/4): 125-141.
- Samorakis, S. and Tsimenides, N., 1997, A daily egg production method biomass estimate of the northern Aegean Sea anchovy stock, *Ozeanografika*, 2: 133-148.
- Samorakis, S., Koutsikopoulos, C., Machias, A. and Tsimenides, N., 2002, Applying the daily egg production method (DEPM) to stocks in highly heterogenous seas, *Fisheries Research*, 55: 193-204.
- Sandberg, J., Elmgren, R. and Wulff, F., 2000, Carbon flows in Baltic Sea food webs - a re-evaluation using a mass balance approach, *Journal of Marine Systems*, 25 (3-4): 249-260.
- Santos, M.B., Pierce, G.J., Reid, R.J., Patterson, I.A.P., Ross, H.M. and Mente, E., 2001, Stomach contents of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Scottish waters, *J.Mar. Biol. Ass. U.K.*, 81: 873-878.
- Scaps, P., 2002, A review of the biology, ecology and potential use of the common ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida: Polychaeta), *Hydrobiologia*, 470: 203-218.
- Schnetzer, A. and Steinberg, D.K., 2002, Natural diets of vertically migrating zooplankton in the Sargasso Sea, *Marine Biology*, 141: 89-99.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sever, T. M. ve Bayhan, B.Ş.**, 1999, İzmir Körfezinde dağılım gösteren sarı kuyruk istavrit balığının (*Trachurus mediterraneus* Steind., 1868) beslenme rejimi üzerine bir ön çalışma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 16 (1-2): 107-116.
- Shannon, L.J. and Jarre-Teichmann, A.**, 1999, A model of trophic flows in the northern Benguela upwelling system during the 1980's, *South African Journal of Marine Science*, 21: 349-366.
- Shannon, L.J., Cury, P.M. and Jarre, A.**, 2000, Modelling effects of fishing in the southern Benguela ecosystem, *ICES Journal of Marine Science*, 57 (3): 720-722.
- Shannon, L.J., Moloney, C.L., Jarre, A. and Field, J.G.**, 2003, Trophic flows in the southern Benguela during the 1980s and 1990s, *Journal of Marine Systems*, 39: 83 – 116.
- Silva, M.N. and Gordo, L.S.**, 1997, Age, growth and reproduction of the black goby, *Gobius niger*, from Obidos Lagoon, Portugal, *Cahiers de Biologie Marine*, 38: 175-180.
- Sinovicic, G.**, 1988, Age and growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Middle Adriatic, *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 31: 266.
- Sinovicic, G.**, 1995, First data on some aspects of biology and population dynamics of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., in the Adriatic, *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 34: 258.
- Siokou-Frangou, I., Bianchi, M., Christaki, U., Christou, E.D., Giannakourou, A., Gotsis, O., Ignatiades, L., Pagou, K., Pitta, P., Psarra, S., Souvermezoglou, E., Van Wambeke, F. and Zervakis, V.**, 2002, Carbon flow in the planktonic food web along a gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea), *Journal of Marine Systems*, 33/34: 335-353.
- Somarakis, S. and Machias, A.**, 2002, Age, growth and bathymetric distribution of red pandora (*Pagellus erythrinus*) on the Cretan shelf (eastern Mediterranean), *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 82 (1): 149-160.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sparks, C., Buecher, E., Brierley, A.S., Axelsen, B.E., Boyer, H. and Gibbons, M.J., 2001, Observations on the distribution and relative abundance of the scyphomedusan *Chrysaora hysoscella* (Linne, 1766) and the hydrozoan *Aequorea aequorea* (Forsskal, 1775) in the northern Benguela ecosystem, *Hydrobiologia*, 451: 275- 286.
- Sparre, P. and Venema, S.C., 1992, Introduction to tropical fish stock assessment, FAO Fisheries Technical Paper, 306/1, Rev.1, Rome, 376 p.
- Stanford, R., Lunn, K. and Guenette, S., 2001, A preliminary ecosystem model for the Atlantic coast of Morocco in the mid-1980's, *Fisheries Centre Research Reports*, 9(4): 314-344.
- Stergiou, K.I., Politou, C.-Y., Christou, E.D. and Petrakis, G., 1997, Selectivity experiments in the NE Mediterranean: the effect of trawl codend mesh size on species diversity and discards, *ICES Journal of Marine Science*, 54: 774-786.
- Stergiou, K.I., Christou, E.D., Georgopoulous, D., Zenetos, A. and Souvermezoglou, C., 1997, The Hellenic seas: physics, chemistry, biology and fisheries. In *Oceanography and marine biology: an annual review* (Ansell, A.D., Gibson, R.N., Barnes, M. eds.), UCL Press, pp. 415-538.
- Stergiou, K.I. and Moutopoulos, D.K., 2001, A review of length-weight relationships of fishes from Greek Marine waters, *Naga, ICLARM Q.*, 24(1-2): 23-39.
- Stergiou, K.I. and Karpouzi, V., 2002, Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 217-254.
- Studholme, A.L., Packer, D.B., Berrien, P.L., Johnson, D.L., Zetlin, C.A. and Morse, W.W., 1999, Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, life history and habitat characteristics, NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-141, 35 p.
- Şahinoğlu, B., 1996, İzmir Körfezi'nde karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) ve sarıkuyruk istavrit (*Trachurus mediterraneus* Stein., 1868) balıklarının biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 p (yayınlanmamış).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Toğulga, M., 1977,** İzmir Körfezinde barbunya balığının (*Mullus barbatus* Linne) biyolojisi ve populasyon dinamiği üzerine araştırmalar, *E.Ü.Fen Fakültesi Dergisi*, Seri B., 1 (2): 175-194.
- Toğulga, M. and Mater, S., 1992,** A comparison of data on the population dynamics of red mullet (*Mullus barbatus* L.) from the İzmir Bay in 1973 and 1990, *Journal of Faculty of Science Ege University*, 14 (2): 11-28.
- Toğulga, M., Uçkun, D. ve Akalın, S., 2000,** Gülbahçe Körfezi'nde kırlangıç balığının (*Lepidotrigla cavillone* Lacepede, 1801) biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 17(3-4): 71-84.
- Tokaç, A., Gurbet, R., Lök, A. ve Metin, C., 1991,** İzmir Körfezi demersal balık kaynaklarının yoğunluk dağılımı, Eğitiminin 10.yılında Su Ürünleri Sempozyumu, pp: 638-652.
- Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Metin, G., Tokaç, A. ve Ünsal, S., 1997,** Gülbahçe Körfezi'ndeki üç sparid türünün populasyon özelliklerinin araştırılması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 14 (1-2): 127-143.
- Tosunoğlu, Z., Özbilgin, H., Kaykaç, H., Aydın, C., Tokaç, A. ve Metin, C., 2002,** Dip trol ağlarında muhafazanın torba seçiciliğine etkileri, E.Ü. Bilimsel Araştırma Proje Raporu No. 2001/SÜF/001, 26 s.
- Tselepides, A., Papadopoulou, K.N., Podaras, D., Plaiti, W. and Koutsoubas, D., 2000,** Macrobenthic community structure over the continental margin of Crete (south Aegean Sea, NE Mediterranean), *Progress in Oceanography*, 46: 401-428.
- Trites, A. W. and Heise, K., 1996,** Marine mammals. In: Mass-Balance Models of North-Eastern Pacific Ecosystems (D. Pauly and V. Christensen, eds.), Fisheries Centre Research Report 4(1): 25-30.
- Trites, A. W. and Pauly, D., 1998,** Estimating mean body masses of marine mammals from maximum body lengths, *Canadian Journal of Zoology*, 76: 886-896.
- Tserpes, G., Peristeraki, P., Potamias, G. and Tsimenides, N., 1999,** Species distribution in the southern Aegean Sea based on bottom trawl surveys, *Aquatic Living Resources*, 12 (3): 167-175.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tudela, S. and Palomera, I., 1997,** Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean), *Marine Ecology-Progress Series*, 160: 121-134.
- Tuğgac, M., 1957.** On the biology of the *Scomber colias* Gmelin, *Gen. Fish. Coun. Médit.*, (4):145-159.
- Uçkun, D., Sever, T.M. ve Toğulga, M., İzmir Körfezi'nde hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'nin beslenme özellikleri üzerine araştırmalar, *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, (baskıda).**
- Uçkun, D., Toğulga, M. and Taşkavak, E., 2000,** A preliminary study on the growth of the common hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) in İzmir Bay, Aegean Sea, *Acta Adriatica*, 41 (2): 25-34.
- Ungaro, N., Marano, G., Auteri, R., Voliani, A., Massuti, E., Garcia-Rodriguez, M. and Osmani, K., 2002,** Distribution, abundance and biological features of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *Lophius budegassa*) (Osteichthyes: Lophiiformes) in the Mediterranean Sea, *Scientia Marina*, 66: 55-63.
- Uslu, O., 1986,** İzmir Körfezi'nde sanayi kirliliği. Sanayi ve Çevre Konferansı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Önder Matbaası, Ankara, pp: 51-96.
- Uslu, O., 1999,** The pollution of the İzmir Bay. Workshop on the role of the physical, chemical and biological processes in marine ecosystems, Ecosystem '99 (Uslu, O., Özerler, M., Sayın, E., eds.), Piri Reis Science Series, No.2, November 10 - 13, 1999, pp: 162 - 198, İzmir.
- Uslu, O., Sayın, E., Saner, E. ve Cihangir, B., 1999,** İzmir atıksu arıtma tesisi deşarjı alternatiflerinin deşarj bölgesi yakın alanında oluşturacağı etkilerin araştırılması projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bölüm-1, Biyolojik değerlendirme, pp:1-25.
- Van Rooij, J.M., Videler, J.J. and Bruggemann, J.H., 1998,** High biomass and production but low energy transfer efficiency of Caribbean parrotfish: implications for trophic models of coral reefs, *Journal of Fish Biology*, 53: 154 - 178.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vasconsellos, M. and Gasalla, M.A., 2001,** Fisheries catches and the carrying capacity of marine ecosystems in southern Brasil, *Fisheries Research*, 50: 279-295.
- Vega-Cendejas, M.E. and Arreguin-Sanchez, F., 2001,** Energy fluxes in a mangrove ecosystem from a coastal lagoon in Yucatan Peninsula, Mexico, *Ecological Modelling*, 137 (2-3): 119-133.
- Vizzini, S., Sara, G., Michener, R.H. and Mazzola, A., 2002,** The role and contribution of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile organic matter for secondary consumers as revealed by carbon and nitrogen stable isotope analysis, *Acta Oecologica*, 23 (4): 277-285.
- Wassef, E. and Eisawy, A., 1985,** Food and feeding habits of wild and reared gilthead bream *Sparus aurata* L., *Cybiurn*, 9 (3): 233-242.
- Wolff, M., 1994,** A trophic model for Tongoy Bay - a system exposed to suspended scallop culture (Northern Chile), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 182 (2): 149 - 168.
- Wolff, M., Hartmann, H.J. and Koch, V., 1996,** A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. *Revista De Biologia Tropical*, 44: 215 - 231.
- Wolff, M., Koch, V., Chavarria, J.B. and Vargas, J.A., 1998,** A trophic flow model of the Golfo de Nicoya, Costa Rica, *Revista De Biologia Tropical*, 46: 63-79.
- Wolff, M., Koch, V. and Isaac, V., 2000,** A trophic flow model of the Caete Mangrove Estuary (north Brasil) with considerations for the sustainable use of its resources, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 50 (6): 789-803.

ÖZGEÇMİŞ

Murat BİLECENOĞLU, 1974 yılında Ankara’da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini T.E.D. Ankara Koleji’nde tamamladı. 1991 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı ve Şubat 1996 döneminde Biyolog ünvanı ile mezun oldu. Ağustos 1996’da Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü’nde Araştırma Görevlisi oldu ve Eylül 1996’da Yüksek Lisans eğitimine başladı. Şubat 1999’da Yüksek Lisans tezini tamamladıktan sonra aynı bölümde Doktora programına girdi. Halen Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir kız çocuk babasıdır.

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ