

## KARADENİZ'İN DEĞİŞEN EKOSİSTEMİ VE HAMSİ BALIKÇILIĞINA ETKİSİ

Levent Bat<sup>1\*</sup>, Fatih Şahin<sup>1</sup>, Hasan Hüseyin Satılmış<sup>2</sup>, Funda Üstün<sup>1</sup>,  
Zekiye Birinci Özdemir<sup>1</sup>, Ahmet Erkan Kıdeys<sup>3</sup>, Georgy E. Shulman<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop-Türkiye

<sup>2</sup> ÇOMÜ Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale-Türkiye

<sup>3</sup> EU Joint Research Center, Ispra (VA)- Italy and Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, İçel-Türkiye

<sup>4</sup> Institute of Biology of the Southern Seas, Sevastopol-Ukrayna

### Özet:

Son çeyrek yüzyılda Karadeniz ekosistemi, özellikle Kuzeybatısındaki büyük nehirlerin taşıdığı besin tuzları (nitrat ve fosfat) konsantrasyonunun artması sonucu, çok köklü değişimlere uğramıştır. Besin tuzu dengesinin bozulması sonucu meydana gelen anormal değişimler, önce fitoplankton ve daha sonra da zooplankton kalite ve miktarında etkisini göstermiştir. Planktonun miktarında görülen bu artış, Türkiye'nin avladığı hamsi miktarının yıllara göre yükselmesinde muhtemelen önemli bir etken idi. Ancak 1988'lerden beri, Karadeniz, Kuzeybatı Atlantik'ten kazara taşındığı sanılan ve bilhassa üretimin yüksek olduğu denizlerde çok obur bir zooplankton tüketicisi olan bir ktenoför türü (*Mnemiopsis leidyi*) tarafından istila edilmiştir. *Mnemiopsis leidyi*'in kitle halinde varlığı, Karadeniz'in hamsi ve diğer pelajik balık av miktarlarında son yıllarda görülen ani düşüşte en etkin faktör olarak göze çarpmaktadır. Aynı yolla ekim 1997 yılında gelen yeni istilacı tür *Beroe ovata* diğer ktenoför türler üzerinden beslenerek sistemi ve planktonik komuniteyi ekolojik olarak etkilemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekosistem, Hamsi, Karadeniz, Ötrofikasyon, *Mnemiopsis*, *Beroe*

### Abstract:

### The changed ecosystem of the black sea and its impact on anchovy fisheries

As a result of eutrophication caused by increased nutrient input via major northwestern rivers during the last few decades, the Black Sea ecosystem has been subject to extreme changes in recent years. Abnormal changes due to altered nutrient balance were reflected in the qualitative and quantitative composition of phytoplankton and zooplankton. The increase observed in the quantity of plankton was probably responsible for the rise of Turkish anchovy catches observed over the last few decades. However since 1988, the Black Sea has been invaded by a voracious zooplankton predator, the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* which was accidentally introduced into this sea from the northwest Atlantic. This mass occurrence of *Mnemiopsis* appears to be one of the most important reasons for the sharp decrease of anchovy and other pelagic fish stocks in the Black Sea. By October 1997, new ctenophore *Beroe ovata* has appeared in shallow waters of the Black. Species of genus *Beroe* almost exclusively feed on other ctenophores and feeding interaction within ctenophores form an ecological feed-back system which also affects other compartments of the planktonic community.

**Keywords:** Anchovy, Black Sea, Ecosystem, Eutrophication, *Mnemiopsis*, *Beroe*

\*Correspondence to: Prof. Dr. Levent BAT, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Aklıman, Sinop-Türkiye Tel: 0368 287 62 54-220, Fax: 0368 287 62 55

E-mail: [leventb@omu.edu.tr](mailto:leventb@omu.edu.tr)

## Giriş

Türkiye 1981'den itibaren tüm Akdeniz ve Karadeniz ülkeleri arasında, her yıl en fazla balık avlayan ülke olmuştur. Karadeniz'in Türk balıkçılığında özel bir yeri vardır. 1970'den beri Türkiye'nin yıllara göre yakaladığı toplam balık miktarının %70'den fazlası bu denizden elde edilmiş olup, Karadeniz'den yakalanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*), avın büyük bir kısmını (1980 ve 1988 yılları arasında toplam avın % 60-72'sini) oluşturmuştur. 1975'lerden sonra hamsi ve zooplanktonla beslenen diğer pelajik balık populasyonları sürekli olarak artmıştır. Ancak 1988'den sonra hamsideki ve dolayısıyla Türk balıkçılığındaki ani bir düşüş hemen dikkati çekmektedir. Resmi istatistiklere göre (Anonim, 1968-1990) Türkiye'nin Karadeniz'de avladığı hamsi miktarı 1988'deki 295 bin ton değerinden 1989'da 97 bin tona ve 1990'da 66 bin tona düşmüştür. Bu, 1988 ve 1990 yılları arasında yaklaşık 4 kat azalma demektir.

Son yıllarda Karadeniz'deki ekolojik denge değişimi sonucunda birçok tür bu ortamda hakimiyet sağlamaya başlamıştır. Karadeniz 1960'lı yıllardan bu yana çeşitli çevresel problemler ile karşılaşmıştır (Zaitsev, 1992). Aşırı avlanma, ötrofikasyon, oksijen yetersizliği gibi nedenlerden dolayı son yıllarda bazı zooplankton türleri ya ortadan kaybolmakta ya da nadiren bulunmaktadır (Zaitsev ve Alexandrov, 1995; Caddy, 1993; Gerlach, 1990). Buna karşılık diğer bazı organizmalar gelişmekte ve büyük miktarlara ulaşmaktadır. Örneğin 1980'lerin başında Karadeniz'e doğu ABD'den kargo gemilerinin balans suyunda taşınan taraklı *Mnemiopsis leidyi*, Karadeniz'de bütün ekosistemi etkilemiştir (Kideys, 1994; Kideys, 2002). 1989 yılının yaz ayında doymak bilmez bu zooplanktonik predatör çok geniş biyokütle değerine ( $>1\text{kg m}^{-2}$ ) ulaşmıştır (Vinogradov ve ark., 1989). *Mnemiopsis* herbivor zooplankton üzerinden oburca beslenerek ve yemesiyle orantılı büyüme ve üreme özellikleri ile Karadeniz pelajik ekosistemini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu durum indirekt olarak bütün Karadeniz çanağındaki birinci üretimin ve fitoplankton biyokütlesinin artmasına neden olmuştur. *Mnemiopsis* Karadeniz'in baskın balığı hamsi *Engraulis encrasicolus* türünün yem zooplankton için rekabete girmesi ve hamsi yumurtalarını ve larvalarını tüketmesi Karadeniz'de hamsi ve diğer pelajik balıkların aniden azalması için

önemli nedenlerden birisi olmuştur (Kideys, 1994; Kideys ve ark., 2000). 1997'de görülen ve muhtemelen yine kuzeybatı Atlantik kaynaklı olduğuna inanılan *Beroe ovata* adlı başka bir ktenofor türü, *Mnemiopsis* üzerinden beslenerek *Mnemiopsis* türünün Karadeniz'deki hakimiyetine son verirken, ekosistemin eski haline dönmesine çok büyük katkı sağlamıştır (Finenko ve ark., 2001). *Mnemiopsis* populasyonunun azalması jelatinsiz zooplankton, hamsinin avcılığı (Kideys ve ark., 2000) ve yumurta yoğunluğunun (Kideys ve ark., 1999) artmasına neden olmuştur.

Son yirmi yıldır çok hızlı değişikliklere maruz kalan Karadeniz'de önemli miktarda çalışma olmasına rağmen, bu bölgede fitoplankton, zooplankton, ihtiyoplankton ve makrozooplanktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla veren bir çalışma yoktur. Bu nedenle kalitatif ve kantitatif çalışmaların sürekli olarak yapılması, biyolojik çeşitliliğin korunması, anlaşılması ve meydana gelebilecek değişikliklerin izlenmesi için zorunludur.

## Karadeniz'in genel özellikleri

### Fiziksel oşinografi ve derinlik

Karadeniz; 40°- 46° N enlemleri ile 27°- 41° E boylamları arasında bulunan yarı kapalı bir iç denizdir. Güneybatıda Türk Boğazlar Sisteminin olanak verdiği miktarda dünya denizleriyle bağlantısı bulunur. Bu kısıtlı su değişimi, sadece yüzeyden 150 m derinliğe kadar (toplam hacmin % 15'i) oksijen içeren, daha derinde ise hidrojen sülfür bulduran neredeyse tamamı oksijensiz bir ortamın oluşmasına yol açar. Yüzey alanı  $4.2 \times 10^5 \text{ km}^2$  ve hacmi  $5.3 \times 10^5 \text{ km}^3$  olan Karadeniz, dünyanın en büyük anoksik basenidir. Karadeniz'in derin düz tabanı (<2000 m) toplam alanın % 60'ından fazlasını kapsar. En derin yeri yaklaşık 2300 m olup ortalama derinliği 1240 m olarak hesaplanmıştır (Ross ve ark., 1974).

Kıyı topografyası kıyıya paralel, yaklaşık 20 km enine bir kuşak boyunca oldukça belirgin değişimler gösterir. Dinyeper, Dinyester ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü Kuzeybatı Karadeniz bölgesinde geniş bir kıta sahanlığı vardır. Geniş kuzeybatı sahanlığı yaklaşık 100 m derinliğe kadar Kırım yarımadası ile Karadeniz'in batı kıyısı arasında yer alır ve batı- güneybatı kıyıları boyunca

güneye uzanır. Süreklilik gösteren bu düz kıta sahanlığının eni güneye doğru azalır ve derinliğin 100 m den birden 1500 m ye indiği Sakarya Kanyonu'nda sonlanır. Güney kıyılarında Sakarya, Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirlerinin boşaldığı bölgelerde küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunur (Sorokin, 1983; Ünlüata ve ark., 1990; Oğuz ve ark., 1993).

### **Su kütlesi, dikey tabakalaşma ve su sirkülasyonu**

Karalarla çevrili büyük, kapalı bir basen oluşu nedeni ile Karadeniz'de toplam su kütlesinin bütçesi ve hidrokimyasal yapısı kritik olarak hidrolojik dengenin elementlerine bağlıdır. Yüzey sularının karakteristiği, temelde tatlı su girdisi tarafından kontrol edilmektedir ve sığ İstanbul boğazı boyunca gerçekleşen alış veriş oldukça kısıtlıdır. Diğer yandan, daha derin suların havalanması ve haloklinin yapısı ise yine İstanbul Boğazından giren Akdeniz suları ile yakından ilişkilidir.

Büyük bir kısmı Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinden sağlanan tatlı su girdisi ( $\sim 400 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ) buharlaşma yolu ile gerçekleşen su kaybindan ( $350 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ) daha yüksek olduğu için Karadeniz pozitif bir su dengesine sahiptir. Rapor edilen tahminler büyük değişiklikler göstermesine rağmen literatür taramasına dayanarak su dengesi yaklaşık: Yağış için  $\sim 350 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ , tatlı su girdisi için  $\sim 400 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  ve yüzeyden buharlaşma için  $\sim 350 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  olarak bildirilmiştir. Su bütçesindeki geri kalan bileşenin ise İstanbul Boğazından gerçekleşen net akıntıya karşılık geldiği bildirilmiştir (Tolmazin, 1985; Ünlüata ve ark., 1990; Bingel ve ark., 1993). Kuzeybatı sahanlığındaki üç büyük nehir, Karadeniz'de yıllık  $400 \text{ km}^3$  olarak tesbit edilen toplam nehir girdisinin %67'sini sağlar (Tuna tek başına yaklaşık  $203 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ , Dinyeper  $54 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  ve Dinyester  $9,3 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ). Bu üç nehrin yıllık akıntısı, sığ sahanlık hacminin %4'üne yaklaşır. Birçok ülkenin zirai ve sanayi alanlarının beslediği çok büyük bir drenaj havzası, bahsedilen nehirlerin akıntısına katkıda bulunur.

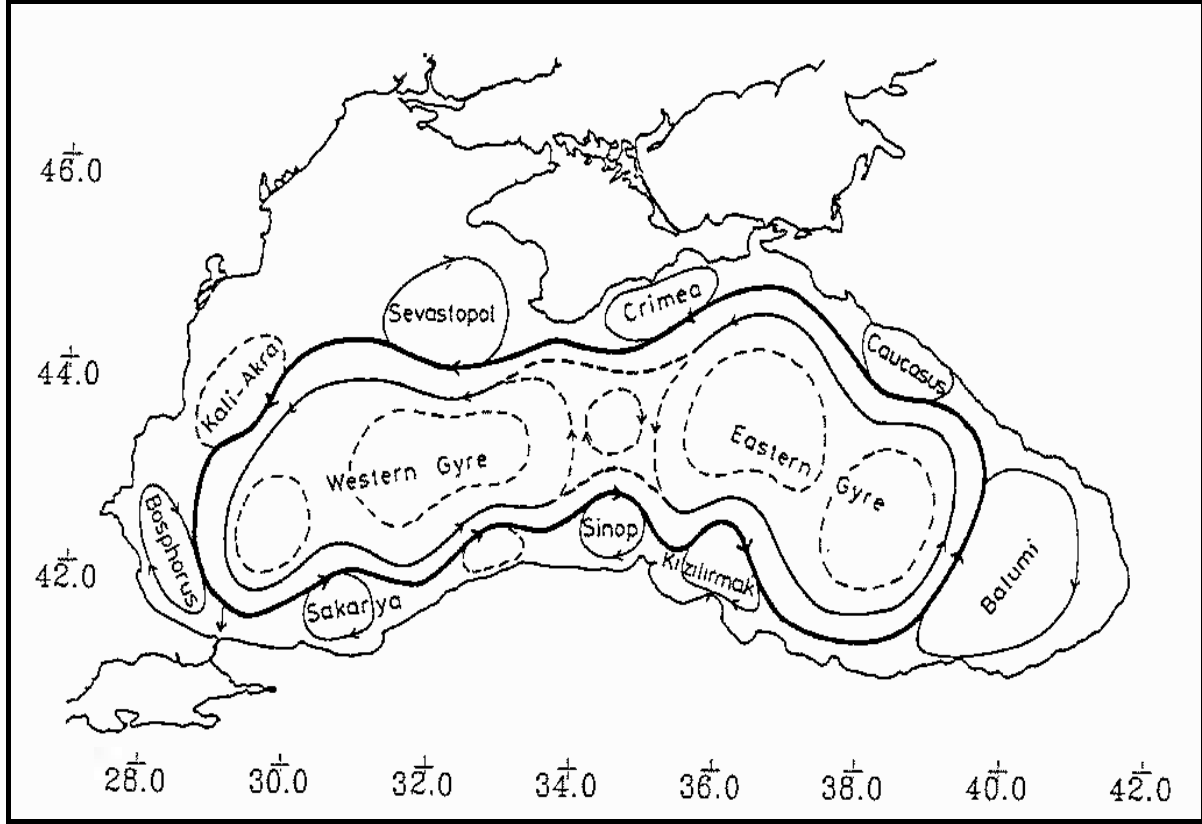
Soğuk ve az tuzlu suların daha sıcak ve tuzlu suların üzerinde yer aldığı Karadeniz özgün bir tabakalaşma yapısı gösterir. Yüzeydeki az tuzlu sular tatlı su girdisinin fazla olması ile oluşmuştur, derinlerdeki tuzlu

sular ise Akdeniz etkisini yansıtırlar. Tuzluluk tabakalaşmasının konveksiyonu sınırlayıcı etkisi nedeniyle tuzluluk ara yüzeyi 'haloklin' ile yoğunluk ara yüzeyi 'piknoklin' yaklaşık 100-200 m derinlik aralığında yer alır ve  $8^\circ\text{C}$  sınır izotermi ile belirlenen Soğuk orta suların (Cold Intermediata Water, CIW) alt sınırı ile çakışır. Benzer mekanizmalarla gerçekleşen çeşitli özelliklerin dikey değişimi sonucunda, oksijen ara yüzeyi 'oksiklin' ve kimyasal ara yüzey 'kemoklin' de aynı derinliklerde yer alır. Kimyasal tabakalaşmanın, suboksik bölge (oksik ve anoksik bölgeler arasında bir geçiş) ve partikül tabakaları vs. gibi, daha ince ayrıntıları bulunmaktadır (Murray ve ark., 1993). Tuzluluğu düşük ( $\sim \% 18$ ) ince bir karışım tabakası ( $\sim 30 \text{ m}$ ) yüzeyde çok güçlü bir mevsimsel ısınma ve soğumaya uğrar. Minimum çekirdek sıcaklığı  $\sim 6^\circ\text{C}$  olan soğuk ara sular tarafından (CIW) karakterize edilen, soğuk orta tabaka (CIL), sabit haloklin ile mevsimsel termoklin arasında yer alır. Soğuk ara sular yazın ılık bir yüzey tabakası ile kaplandığından soğuk ara tabaka, yüzey altı sıcaklık minimumu şeklinde ortaya çıkar. Kışın Karadeniz'in hemen hemen her tarafında ve Batı Karadeniz'in Anadolu kıyılarında soğuma ve konveksiyon nedeni ile 70-80 m derinlere kadar inebilen ve minimum sıcaklığı  $6-7^\circ\text{C}$  olabilen izotermal bir tabaka meydana gelir. Sıcaklık ve tuzluluktaki mevsimsel ve yıllık değişkenlik 500 m derinliğe kadar devam eder. 500 m altındaki derin suları temelde durağandır (Özsoy ve ark., 1986 ve 1993). Yerel kararsızlıkların ince yapılar oluşturabildiği sınırlara yakın bölgeler dışında, özelliklerde çok büyük değişimler gözlenmez (Özsoy ve Beşiktepe, 1995). 1700 m'lik bir derinliğin altında deniz tabanından kaynaklanan jeotermal ısınmanın sürücü gücü ile oluşan ve  $\sim 400 \text{ m}$  kalınlığında olan bir taban konveksiyon tabakası mevcuttur (Özsoy ve ark., 1993; Murray ve ark., 1993, Özsoy ve Beşiktepe, 1995).

Geçmişte yapılan ve günümüzde uydu analizleri ile detaylı oşinografik çalışmaların sonucunda desteklenip geliştirilen incelemeler neticesinde, siklonik bir sınır akıntısı (Sırt Akıntısı (Rim Current): Oğuz ve ark., 1992 ve 1993'da sınır akıntısına verilen isim) Karadeniz'in genelindeki dolaşımın ana özelliğidir (Oğuz ve ark., 1996). Bu temel dolaşım sistemi; merkezi kısmı işgal eden, siklonik, iki veya üç hücreli bulunan, bunların

çevresi boyunca bir dizi antisiklonik girdapları ve basenin en doğu köşesinde yer alan bir antisiklonik dolaşımı (Batım Girdabı) içeren karmaşık bir sistemdir. Bunun yanında İstanbul Boğazının batısında, Sinop'un doğusunda ve

Kırım Yarımadasını her iki tarafında, Sırt Akıntısının kıyılarında bulunan çeşitli antisiklonik girdaplar gözlenmiştir (Oğuz ve ark., 1993) (Şekil. 1).



**Şekil 1.** Üst tabaka genel dolaşımının geçmişte ve yakında yapılan çalışmaların bir sentezine dayalı ana görünümü. Kesikli çizgiler genel dolaşımın yarı-sürekli yapılarını temsil eder (Oğuz ve ark., 1993a).

**Figure 1.** The schematic diagram showing major quasi-permanent/recurrent features of the upper layer circulation identified by synthesis of hydrographic studies (from Oğuz *et al.*, 1993a).

### Besin tuzları girdisindeki değişimler

Son çeyrek yüzyılda, Karadeniz'in bilhassa kuzey ve batı kesimlerindeki besin tuzu yoğunlukları önemli miktarlarda artmıştır. Karadeniz'e besin tuzlarının taşınmasında, atmosfer önemli bir kaynak olmakla beraber, nehirlerin rolü büyüktür. Maalesef atmosfer yoluyla bu denize taşınan besin tuzu miktarları bilinmemektedir, ancak belli başlı nehirler yoluyla taşınan yıllık girdi miktarı hakkında birtakım çalışmalar mevcuttur.

417000 km<sup>3</sup> lük sulama alanıyla Tuna nehri Karadeniz için en önemli gübre kaynağıdır. Tuna yoluyla Karadeniz'e taşınan (fosfat) fosfor miktarı 1950'lerdeki yılda 12.6 tondan 1987'de 30.4 tona yükselmiştir (Bodeanu, 1989). Yıllık nitrojen miktarı daha da fazla bir

artış göstermiştir (1950'lerde 143000 ton, 1988'de 741000 ton). Fosfor ve nitrojen artarken silikonun yıllık girdisi bir azalma eğilimi gösterir. Bu durum, nehrin veya onun kolları üzerinde yapılmış olan çok sayıda barajlardan kaynaklanmaktadır (Tablo 1).

Benzeri eğilimler diğer nehirlerin besin tuzu yükünde de gözlenmiştir. Örneğin, 1952 ve 1977 yılları arasında, Dinyester nehrinin denize yakın kısımlarında, nitrit, nitrat, fosfat ve silikon konsantrasyonları (litrede mikrogram olarak), sırasıyla, 0-20'den 36-150'ye, 0-1000'den 400-3000'e, 0-50'den 15-260'a ve 1000-5600'den 2300-9200'e yükseltmiştir (Tolmazin, 1985).

Son çeyrek yüzyıl boyunca, Karadeniz'in açık sularında maksimum nitrat konsantrasyonları 1960'lardaki 2-4 µM'dan

(0.1-0.3  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) yavaş yavaş 1978-1980'de 5-7  $\mu\text{M}$ 'a (0.4-0.5  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) ve son olarak 1988-1991'de 8-9  $\mu\text{M}$ 'a (0.6-0.7  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) yükselmiştir (Codispoti ve ark., 1991).

**Tablo 1.** Romanya'nın Köstence sahili sularında besin tuzu konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g L}^{-1}$  olarak) yıllara göre değişimi (Bodeanu, 1989'dan).

**Table 1.** Variations of nutrient concentrations ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) in Constanta (Romania) coastal waters in recent years (from Bodeanu, 1989).

Dönem	P-PO <sub>4</sub>	N-NO <sub>4</sub>	Si-SiO <sub>4</sub>
1960-1970	10.5	22.5	1029
1971-1975	177.5	-	1714
1976-1980	197.5	188.8	857
1981-1985	138.8	93.7	361
1986-1988	262.0	112.2	341

### Fitoplankton

Besin tuzu dengesindeki en ufak bir değişiklik bile önce fitoplankton komünitelerinde ve daha sonra da karışık besin ağı olayı nedeniyle tüm ekosistemde değişimlere neden olabilir.

Karadenizde plankton komünitelerinin ötrofikasyona tepkisinin, artan red-tide ve patlamaların da içerildiği kalitatif ve kantitatif yapılarındaki değişimler olarak yansıtıldığı rapor edilmiştir. Örneğin, son çeyrek yüzyılda diatomelerin dinoflagellatlara oranı birçok bölgede değişmiştir. Bologna (1986), diatomların oranının 1960-1970'deki % 67'den (209 tür) 1972-77 peryodunda %46'ya (172 tür) düşmesi nedeniyle, fitoplankton gruplarında kalitatif bir değişime dikkat çekmiştir (Tablo 2). Aynı süreç içerisinde dinoflagellat türlerinin sayısı 60 dan 77' ye çıkmıştır. Fitoplanktondaki bu tip kalitatif değişiklikler, ekosistemde yeni türlerin ortaya çıktığını gösterir. Ortamda ilk defa beliren bu türler arasında *Gonyaulax polygramma* (Dinophyceae), *Raciborshiella salina* (Volvocales) ve *Eutreptia lanowii* (Eugleninae) yakın zamanlarda Karadeniz'de yüksek yoğunluklarda rapor edilmiştir (Mihnea, 1985). Bir diatom olan *Hemiaulus hauckii* Karadeniz'in güneydoğu kıyılarında aşırı oranlarda gözlenmiştir (Feyzioğlu, 1990). Bu türün oligotrofikten ötrofik özelliğe geçen sular arasında bir geçiş türü olduğu bildirilmiştir (Kimor, 1985). Kantitatif olarak, Romanya

fitoplank-tonunda diatomelerin oranı 1960-70'deki % 92.3'ten 1983-1988'de %62.2'ye düşerken, dinoflagellatların oranı aynı periyot içerisinde 7.6'dan 30.9'a çıkmıştır (Tablo 3).

Türkoğlu (1998) 1995-1996 periyodunda, Sinop Yarımadası littoral sularında toplam 197 taksona ait 1 Cyanophyceae, 83 Dinophyceae, 1 Prymnesiophyceae, 5 Dictyochophyceae, 88 Bacillariophyceae, 1 Euglenophyceae, 1 Acantharea ve 17 Ciliata türü tespit etmiştir.

Ötrofikasyonun bir diğer kaçınılmaz sonucu fitoplanktonun hücre sayısında ve biyomasındaki artıştır. Örneğin Mihnea (1985), diatom *Skeletonema costatum*'un litredeki hücre sayısının, 1962-1965'teki  $1 \times 10^4 - 4 \times 10^6$ 'den 1984 te  $8.3 \times 10^7$ 'ye yükseldiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde dinoflagellat *Exuviaella* (= *Prorocentrum*) *cordatum* 1960'larda birkaç milyon iken, 1975-1983'de  $1 \times 10^7 - 1 \times 10^8$  hücre  $\text{L}^{-1}$  değerine yükselmiştir. Karadenizin Romanya sahillerinde son 20-30 yılda yapılan çalışmalar çok sayıda fitoplankton aşırı üremelerini rapor etmektedir. Örneğin, fitoplanktonun 1983-1988'deki ortalama biyoması, 1959-1963' tekinden 10 kat daha fazladır. 1960-1970' de yüksek sayısal yoğunluklara erişebilen ( $1 \times 10^4$  hücre  $\text{L}^{-1}$ ) tür sayısı sadece 38 iken, 1971-1982'de 61'e ve 1983-1988'de 72'ye yükselmiştir. Yakın geçmişte tüm denizde *Exuviaella cordata* red-tide'ları çoğalmıştır. 1986'daki aşırı üreme sırasında, Burgaz Körfezi'ndeki *Exuviaella* biyoması  $1 \times 10^9$  hücre  $\text{L}^{-1}$  ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) ye ulaşmıştır (Sukhanova ve ark., 1988). Red-tide yapan diğer bir dinoflagellat olan *Noctiluca scintillans* Tuna nehri ağzında  $100 \text{ g L}^{-1}$  gibi büyük bir yoğunluğa ulaşmıştır (Vinogradov ve ark., 1989'dan). 1976-1977' den beri zaman zaman *Noctiluca* aşırı çoğalmaları belli bölgelerin olağan bir özelliği haline gelmiştir (Caddy ve Griffiths, 1990). Fitoplankton patlamaları dikey ışık geçirgenliğini etkiler ve çözünmüş oksijen içeriğinde azalmaya neden olur ki bu Karadeniz'de oksijensiz tabakanın üst sınırında yükselmeye götürebilir.

Zengin besin tuzu girdilerinin etkisinde bulunan Karadeniz'in orta derecede (zaman ve mekana bağlı olarak bazen de yüksek derecede) verimliliğe sahip olduğu bilinmektedir (Koblentz-Mishke ve ark., 1970). Sorokin (1983)' e göre bu denizde iki fitoplankton patlaması (=bloom) dönemi

bulunmaktadır. Bunlardan birincisi erken ilkbaharda diatomlar tarafından, ikincisi ise sonbaharda kokkolitler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen düşük hücre yoğunluğu değerleri normaldir. Bunun yanında sahil bölgelerinde kokkolit ya da dinoflagellatlar tarafından oluşturulan küçük çaplı patlamalar da bilinmektedir. Yine Kuzeybatı kıta sahanlığı

bölgesinde klasik kurallara uymayan beklenmedik yaz patlamaları oluşmaktadır (Bologa, 1986; Benli, 1987). Bu patlamalardan bazıları "red tide" halinde olmaktadır (Sorokin, 1983; Sukhanova ve ark. 1988). Kış aylarına ait sınırlı veri olmakla birlikte Karadeniz'in Batı Anadolu kıyıları boyunca zaman zaman büyük çaplı çoğalmaların olduğu belirlenmiştir (Sur ve ark. 1994; Uysal ve Sur, 1995).

**Tablo 2.** Romanya sahillerinde fitoplankton gruplarının taksonomik dağılımı (Bologa, 1986; \*Bat ve ark., 2005'ten).

**Table 2.** Taxonomic distribution of phytoplankton groups in Russian coast (Bologa, 1986 in \*Bat *et al.*, 2005).

Taksonomik grup	1960-1970		1972-1977		Sinop Kıyıları 1999*		Sinop Açıkları 1999*	
	Tür sayısı	%	Tür sayısı	%	Tür sayısı	%	Tür sayısı	%
Bacillariophyta	209	67	172	46	37	30.8	34	30.9
Pyrrophyta	60	16	77	21	--	--	--	--
Chlorophyta	15	5	68	18	1	0.8	1	0.9
Cyanophyta	11	3	32	8	2	1.6	2	1.8
Chrysophyta	14	4	19	5	1	0.8	--	--
Euglenophyta	2	1	5	1	1	0.8	1	0.9
Xanthophyta	3	1	2	1	--	--	--	--
Diğer gruplar	--	--	--	--	78	65.2	72	65.5
Toplam	314	100	375	100	120	100	110	100

**Tablo 3.** Romanya fitoplanktonunu oluşturan alg grupları oranlarında zamana ait değişimler (kantitatif yoğunluğa göre; Bodeanu, 1989'dan).

**Table 3.** Variation in algae groups ratios of spatial diversity of phytoplankton in Romania (in respect of quantitative density, from Bodeanu, 1989).

Alg grubu	Oranlar (%)				
	Sinop Kıyıları*		Sinop Açıkları*		
	Yıllar				
	1960-1970	1971-1982	1983-1988	1999	1999
Diatomlar	92.3	84.1	62.2	30.8	30.9
Dinoflagellatlar	7.6	11.8	30.9	49.1	45.4
Diğer gruplar	0.1	4.1	6.9	20.1	23.7

Fitoplankton komünitelerinde meydana gelen patlamalarda diatomların rolünün azalması, bununla birlikte dinoflagellat, euglenoid ve kokkolitoforidlerin rolünün artması Karadeniz'e boşalan nehirlerin etkisi sonucu son çeyrek yüzyılda antropojenik girdilerle birlikte nütrientlerin de birikmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarda hem kalitatif hem kantitatif

bakımdan diatomlar üstün iken, şimdiki çalışmalar dinoflagellatların üstün durumda olduğunu göstermektedir. Örneğin *Leptocylindrus danicus*, *Ditylum brightwellii* ve diğer büyük hacimli türlerin oluşturdukları popülasyonlar gerileme gösterirken *Prorocentrum micans* ve *Emiliania huxleyi* gibi küçük hacimli türlerin oluşturdukları popülasyonlar büyük kütleli gelişim gösterirler (Zaitsev ve Aleksandrov, 1997).

Sinop yarımadası littoral sularında yaptığımız bu araştırmada *Exuviaella cordata*, *Exuviaella compressa*, *Exuviaella marina*, *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella trochoidea*, *Heterocapsa triquetra*, *Gymnodinium* sp., *Gymnodinium splendens*, *Thalassiosira* sp., *Nitzschia delicatissima*, *Nitzschia tenuirostris*, *Hillea fusiformis*, *Glenodinium paululum*, *Emiliania huxleyi*, *Anabaena* sp. ve küçük kamçılılar türleri her örnekleme ayında yoğun bir şekilde bulunmuşlardır. Bu da Yaz aylarında aşırı çoğalan türlerin Kış dönemlerinde de aşırı çoğalabildiklerini göstermektedir.

Morozova ve Wodjanitkaja (1963, Eker ve ark., 1999'dan), yaptıkları çalışmada Karadeniz'de 350 fitoplankton türü tespit etmişler ve toplam tür sayısının % 42'sini diatomların, % 41'ini se dinoflagellatların oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Petrova-Karadjova (1973), yaptıkları çalışmada Batı Karadeniz'de 255 tür tespit etmiş, bu türlerin % 42'sinin diatom, % 39.6'sının dinoflagellat olduğunu rapor etmişlerdir.

Uysal (1993), 1989 yılının Nisan ayında Güney Karadenizde toplam 87 istasyonda 92 fitoplankton türü tespit etmiş, toplam tür sayısının % 60'ını diatomların, % 20'sini dinoflagellatların oluşturduğunu belirtmiştir. Bunun yanında Şubat 1990'da yaptığı örneklemede toplam 148 istasyonda 122 tür tespit etmiş bu örnekleme periyodunda da diatomların dinoflagellatlardan tür sayısı bakımından çok olduğunu belirtmiştir. Nisan 1990'daki örneklemede ise tespit ettiği 56 fitoplanktonun % 52'sini diatomların, % 30'unu da dinoflagellatların oluşturduğunu rapor etmiştir.

Bayraktar (1994), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaptığı çalışmasında toplam 136 istasyonda 118 fitoplankton türü tespit etmiş, bu türlerin 76 sının dinoflagellat ve 38'inin diatom olduğunu bildirmiştir.

Karaçam ve Düzgüneş (1990), Kasım 1987-Ekim 1988 tarihleri arasında yaptıkları araştırmada yüzey deniz suyunda toplam 17 diatom ve 12 dinoflagellat türü tespit etmişlerdir.

Feyzioglu (1990), Temmuz 1989 döneminde yaptığı çalışmada 38 diatom ve 26 dinoflagellat türü rapor etmiştir. Yine, Feyzioglu (1996), çalışmasında 102 fitoplankton türü tespit etmiş bunların 56'sının diatom, 35'inin dinoflagellat olduğunu belirtmiştir.

Uysal ve ark. (1997), yaptıkları araştırmada Nisan 1996 döneminde 73, Temmuz 1996 döneminde 119 fitoplankton türü tespit etmişler ve toplam tür sayısının Nisan dönemi içinde % 45'ini, Temmuz dönemi içinde ise % 60'ını dinoflagellatların oluşturduğunu rapor etmiştir.

Eker ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada toplam 122 istasyonda örnekleme periyodu (Mart-Nisan 1995 ve Ekim 1995) boyunca 142 fitoplankton türü tespit etmişler ve bu türlerin 59'unun dinoflagellat, 41'inin diatom olduğunu rapor etmişlerdir.

Türkoğlu ve Koray (2002), Ağustos-1995 ve Temmuz-1996 dönemleri arasında Güney Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada toplam 178 tür tespit etmişlerdir. Bu türlerin 88'inin diatomlara, 83'ünün dinoflagellatlara ait olduğunu rapor etmişlerdir.

Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığı zaman Bat ve ark'nın buldukları tür sayısı (2002 yılında 107 tür, 2003 yılında 94 tür) yalnızca iki istasyonda çalışılmasına rağmen oldukça yüksek bir sayıdır. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında örnekleme istasyonunun çokluğu dikkati çekmektedir. Güney Karadeniz'in Sinop Burnu bölgesinde tür kompozisyonu bakımından yapılan çalışmalar oldukça azdır (Tablo 4.)

**Tablo 4.** Karadeniz’de tespit edilen tür sayıları.

**Table 4.** Species numbers found in the Black Sea.

Bölge	Toplam Tür Sayısı	Kaynak	Dönem
Güneydoğu Krd.	29	Karaçam ve Düzgüneş (1990)	Kasım 1987- Ekim 1988
Güneydoğu Krd.	64	Feyzioglu (1990)	Temmuz 1989
Güney Karadeniz	92	Uysal (1993)	Nisan 1989
Güney Karadeniz	122	Uysal (1993)	Şubar1990
Güney Karadeniz	56	Uysal (1993)	Nisan 1990
Tüm Karadeniz	118	Bayraktar (1994)	Temmuz 1992
Tüm Karadeniz	121	Eker ve ark (1999)	Mart-Nisan 1995
Güney Karadeniz	108	Eker ve ark (1999)	Ekim 1995
Güney Karadeniz	178	Türkoğlu ve Koray (2002)	Ağustos 1995-Temmuz 1996
Güney Karadeniz	110	Bat ve ark. (2005)	Ocak 2002-Aralık 2003

**Tablo 5.** Karadeniz’de yapılan çalışmaların bolluk ve biyokütle bakımından karşılaştırması.

**Table 5.** Comparison of abundance and biomass values of the present study with previous years in the Black Sea

Bölge	Dönem	Bolluk (hücre/l)	Biyokütle (µg/l)	Kaynaklar
Romanya	1962-1965	8.8 x 10 <sup>5</sup>	2004.19	(Eker, 1999’den)
	1983-1988	6.5 x 10 <sup>6</sup>	7135.2	
	1980	5.9 x 10 <sup>6</sup>	-	
	1984	12.3 x 10 <sup>6</sup>	-	
	1977	7.6 x 10 <sup>6</sup>	-	
Varna	1983-1990			(Moncheva, 1991)
	Sonbahar	1.8 x 10 <sup>6</sup>	45297	
	İlkbahar	4.3 x 10 <sup>6</sup>	10995	
	Yaz	5.1 x 10 <sup>6</sup>	52986	
	Kış	23.3 x 10 <sup>6</sup>	10995	
Batı Karadeniz	Mart-Nisan 1995	142904	550	(Eker, 1999)
Doğu Karadeniz	Mart-Nisan 1995	98228	55	(Eker, 1999)
Batı Karadeniz	Ekim 1995	256964	1230	(Eker, 1999)
Doğu Karadeniz	Ekm 1995	86607	249	(Eker, 1999)
Sinop	Ock- Arl 2002	<b>387593</b>	<b>26788</b>	(Bat ve ark., 2005)
Sinop	Ock-Arl 2003	<b>5710536</b>	<b>18593</b>	(Bat ve ark., 2005)
Batı Karadeniz	Temmuz 1996	113093	246	(Uysal ve ark., 1997)
Doğu Karadeniz	Temmuz 1996	347366	1617	(Uysal ve ark., 1997)
Batı Karadeniz	Nisan 1989	3245	-	(Uysal, 1993)
Doğu Karadeniz	Nisan 1989	141	-	(Uysal, 1993)
Batı Karadeniz	Şubat 1990 (>55µ)	13721	-	(Uysal, 1993)
Doğu Karadeniz	Şubat 1990 (>55µ)	22969	-	(Uysal, 1993)
Batı Karadeniz	Temmuz 1992 (>55µ)	7199	-	(Bayraktar, 1994)
Doğu Karadeniz	Temmuz 1992 (>55µ)	470272	-	(Bayraktar, 1994)
Doğu Karadeniz	Haz. 93-Ağs. 94			(Feyzioglu, 1996)
	Kış	<1 x 10 <sup>5</sup>	-	
	İlkbahar	>1 x 10 <sup>5</sup>	-	



Dünya denizlerinde ve okyanuslarında ve hatta Kuzey Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerde uzun yıllardan beri fitoplanktonik organizmaların yapılarındaki kalitatif ve kantitatif değişimler sürekli takip edilmektedir. Buna karşılık fitoplanktonun Karadeniz'in ülkemiz kıyılarındaki durumu ve değişimine verilen önem ancak son yıllarda artmıştır.

Fitoplanktonik organizmalar küçük olmaları ve ortam şartlarına hızlı tepki göstermeleri nedeniyle fiziksel veya kimyasal oşinografide meydana gelebilecek küçük değişimlerden etkilenmesi kaçınılmazdır. Değişen ortam şartları fitoplanktonik yapı içerisinde meydana gelen nitel ve nicel farklılıklar ile karşılık bulacaktır. Bu sebeple belli bir bölgede bulunan fitoplanktonik yapı içerisindeki indikatör türlerin tespit edilmesi ile ekosistemde meydana gelen değişimlerin anlaşılmasında yardımcı olacaktır. Yapılan çalışmalar süreklilik taşırsa yapılacak yorumlar doğru ve etkili olur.

### Zooplankton

Doğal olarak besin zincirinde ya da ağında yer alan organizmalardan herhangi birinin yok edilmesi ekosistemdeki dengeyi olumsuz yönde etkileyecektir. Örneğin Karadeniz'de yaşayan tüm canlılar ve bunların arasındaki ilişkiler yumağı diye tanımlayabileceğimiz besin ağında; önemli bir balık türü olan hamsiyi ele alacak olursak; 1980'li yılların sonunda ve 1990'lı yılların başında aşırı artış gösteren ve doymak bilmez bir zooplankton avcısı olan ktenofor *Mnemiopsis* sp., hamsinin yumurta ve larvaları üzerinden beslenir. Bununla birlikte *Mnemiopsis leidyi* hamsinin severek tükettiği *Oithona nana* ve *Paracalanus parvus* gibi kopepod türlerini önemli ölçüde tüketerek hamsi ile rekabete girmiştir. Bu küçük kopepodların yok olmasından dolayı balık larvaları biraz daha büyük kopepod türlerini tüketmeye başlamıştır (Tkach ve ark., 1998). Kideys ve ark. (2000), 10 mm uzunluğundaki *Engraulis encrasicolus* larvasının bağırsağında 0.75 mm uzunluğunda kopepod *Acartia clausi* türünü tespit etmişlerdir.

Besin değeri açısından da planktonik organizmalar büyük önem taşımaktadırlar. Larvaların ilk gelişim evrelerinde, boyutlarına uygun *O. nana* ve *P. parvus* tüketemeyişleri sonucunda, özellikle II. ve III. evredeki

larvaların hayatta kalabilme şansının azaldığı tahmin edilmektedir (Kideys ve ark., 2000).

Ekonomik değeri fazla olan balıkların hemen hepsi pelajik olarak yumurtadan çıkmakta ve yaşamlarına plankton olarak başlamaktadır. Besin keselerini tüketen balık larvalarının hayatta kalabilmeleri, plankton popülasyonuna bağlıdır (Özel, 1998). Bu durumda ortamda meydana gelebilecek herhangi bir değişiklik planktonu etkilediği gibi balık popülasyonunu da doğrudan etkileyecektir. Bu nedenle balıklar için besin oluşturan planktonun en zengin olduğu bölgeler zengin balıkçılık alanlarını oluşturmaktadır. Plankton çalışmalarının balık stoklarında optimum avlanma veriminin belirlenmesinde önemli bir yeri vardır. Bir bölgedeki toplam balık stoklarının araştırılması, yumurta ve larvalardaki ölüm miktarının saptanması ile mümkün olduğu gibi aynı zamanda da planktonik canlılara bağlıdır (Gürtürk, 1962). Organik madde ve buna bağlı olarak planktonca zengin olan Karadeniz'den, Türkiye'deki balık üretiminin %82'sinin sağlanması bunun bir göstergesi sayılabilir (Anonim, 1998).

Sucul ortamda bulunan canlılar doğal bir dengede varlıklarını sürdürürler. Son yıllarda Karadeniz ekolojik denge değişime uğramıştır. Bu değişim sonucunda birçok tür bu ortamda hakimiyet sağlamaya başlamıştır. Aşırı avlanma, ötrofikasyon, oksijen yetersizliği gibi nedenlerden dolayı son yıllarda bazı zooplankton türleri ortadan kaybolmakta veya az bulunmaktadır (Gerlach, 1990; Caddy, 1993; Zaitsev ve Alexandrov, 1995). Buna karşılık diğer bazı organizmalar gelişmekte ve büyük miktarlara ulaşmaktadır. Örneğin 1980'lerin başında Karadeniz'e doğu ABD'den kargo gemilerinin balast suyunda taşınan taraklı deniz anası *Mnemiopsis*, Karadeniz'de bütün ekosistemi etkilemiştir (Kideys, 1994; Kideys, 2002). Doymak bilmez bu zooplanktonik predatör 1989 yılının yaz ayında çok geniş biyokütle değerine (>1kg/m<sup>2</sup>) ulaşmıştır (Anonim, 1998). *Mnemiopsis* herbivor zooplankton üzerinden oburca beslenerek ve yemesiyle orantılı büyüme ve üreme özellikleri ile Karadeniz pelajik ekosistemini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu durum dolaylı olarak bütün Karadeniz çanağındaki birincil üretimin ve fitoplankton biyokütlesinin artmasına neden olmuştur (Kideys ve Romanova, 2001). *Mnemiopsis* türü

Karadeniz'in baskın balığı hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ile besin zooplankton için rekabete girmesi, hamsi yumurta ve larvalarını tüketmesinden dolayı Karadeniz'de hamsi ve diğer pelajik balıkların aniden azalması için önemli nedenlerden birisi olmuştur (Kideys, 1994; Kideys ve ark., 2000). Ekim 1997'de görülen ve muhtemelen kuzeybatı Atlantik kaynaklı olduğuna inanılan *Beroe* adlı başka bir ktenofor türü, *Mnemiopsis* üzerinden beslenerek *Mnemiopsis* türünün Karadeniz'deki hakimiyetine son verirken, ekosistemin eski haline dönmesine çok büyük katkı sağlamıştır (Finenko ve ark., 2001). *Mnemiopsis* popülasyonunun azalması jelatinsiz zooplankton, hamsi avcılığı (Kideys ve ark., 2000) ve yumurta yoğunluğunun (Kideys ve ark., 1999) artmasına neden olmuştur.

Son yirmi yıldır çok hızlı değişikliklere maruz kalan Karadeniz'de önemli miktarda çalışma olmasına rağmen, bu bölgede zooplanktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla veren bir çalışma yok denecek kadar azdır. Bu nedenle kalitatif ve kantitatif çalışmaların sürekli olarak yapılması, biyolojik çeşitliliğin korunması, anlaşılması ve meydana gelebilecek değişikliklerin izlenmesi için zorunludur.

### **Zooplankton türlerinin biyolojik çeşitliliği, kompozisyonu ve mevsimsel değişkenliği**

Sinop bölgesi Boğazlardan uzakta olduğundan Akdenizleşmenin etkisi az olup burada tanımlanan tür miktarı da fazla değildir. Akdenizleşme süreci Karadeniz kopepod faunasının zenginleşmesinde çok önemli bir yer tutar. Bu süreç Kovalev ve ark. (1998b) tarafından detaylı biçimde çalışılmıştır. Akdeniz'den orjinlenen 60 kopepod türü saptanmış ve bunlardan beşinin (*Microcalanus pusillus*, *Aetideus armatus*, *Euchaeta marina*, *Metridia lucens*, ve *Oncaea obscura*) 1995-1997 yılları arasında Karadeniz'in Boğaziçi bölgesinden toplanan yeni kayıtlar olduğu belirtilmiştir (Kovalev ve ark., 1998b).

Ergün (1994), güney Karadeniz'de 1991-1992 yıllarında yapmış olduğu çalışmada 5 baskın kopepod (*Calanus ponticus*, *Acartia clausi*, *Pseudocalanus elongatus*, *Centropages kröyeri* ve *Paracalanus parvus*) türünü tanımlamıştır. Yine Besiktepe (2001) çalışmasında Karadeniz'in güney-batı

kısımında beş baskın kopepod türünü listelemiş ancak Ergün (1994)'den farklı olarak *Centropages ponticus* yerine *Oithona similis* türünü tespit etmiştir. Yıldız (1997), Karadeniz'in Sinop ilinin İç Liman bölgesinde gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında *Calanus helgolandicus*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi* ve *Oithona nana* olmak üzere yine beş kopepod türünü tespit etmiştir. Ünal (2002), 1999 yılında Sinop bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada yedi kopepod türünün (*Calanus euxinus*, *Acartia clausi*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Centropages ponticus*, *Acartia tonsa* ve *Pontella mediterranea*) varlığını belirlemiştir. Çalışmamızda toplam altı kopepod türü tanımlanmış olup, Ünal (2002)'dan farklı olarak *Pontella mediterranea* türüne rastlanılmamıştır. Erkan ve ark. (2000), güneydoğu Karadeniz'de zooplanktonun günlük vertikal dağılımını çalışmış ve Copepoda, *Noctiluca*, Cladocera, Polychaeta larva, Appendicularia, Bivalvia, Chaetognatha, Ostracoda, Coelenterata, Ctenophora, Tintinnidae ve Gastropod larva gibi başlıca zooplankton gruplarının varlığını tanımlamışlardır.

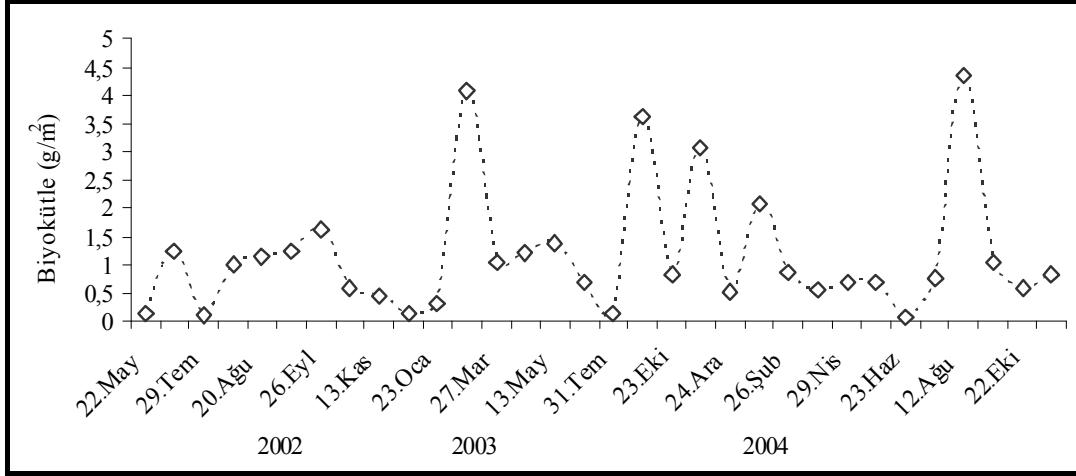
Mesozooplankton, besin zooplankton ve *Noctiluca* türünü kapsamaktadır. Üstün, (2005) tarafından yapılan çalışmada kıyısız istasyonda açık istasyona oranla mesozooplankton bolluğunun yüksek değerlere sahip olması beklenirken, istasyonlar arasında dikkate değer bir farklılık belirlenmemiştir (Şekil 2.). Benzer durum Ünal (2002)'in çalışmasında da gözlenmiştir. Bunun nedeni istasyonlar arasındaki mesafenin uzak olmaması (7.5-9.5 km kadar) ve açık istasyondaki su dinamiğinden kaynaklanmış olabilir. Bundan dolayı birçok çalışmada Sinop bölgesi açıkları upwelling (nütrient taşınım şekli) alanı olarak kabul edilmiştir (Niermann ve ark., 1994; Kideys ve ark., 1999).

Ünal (2002), çalışmasında mesozooplanktonun yıl boyunca 4 farklı (kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar) yüksek değer sergilediğini saptamıştır. Sonbaharda elde edilen yüksek değer, kış yüksek değerinden daha belirgin olduğunu belirtmiştir. Üstün (2005) tarafından yapılan çalışmada mesozooplanktonun bolluk ve biyokütle değerlerinde, 2002 yılında yıl boyunca düzenli

veri elde edilemediğinden dolayı sadece sonbaharda (Eylül ve Kasım), 2003 yılında kış (Şubat), sonbahar (Eylül-Kasım) ve ilkbaharda (Nisan) ve 2004 yılında ilkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere 3 yüksek değer tespit edilmiştir. Ünal (2002)'dan farklı olarak 2003 yılında kış yüksek değerinin sonbahar değerinden daha belirgin olduğu bulunmuştur.

Bat ve ark. (2005) tarafından 2002-2004 yıllarında kıyısız istasyon için ortalama

biyokütle değerleri sırasıyla 0.8 – 1.5 ve 1.3 g/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Maksimum biyokütle değerleri 2002 yılında 26 Eylül (1.6 g/m<sup>2</sup>), 2003 yılında 25 Şubat (4.1 g/m<sup>2</sup>) ve 2004 yılında 12 Ağustos tarihinde (4.3 g/m<sup>2</sup>) saptanmıştır (Şekil 2.). Ünal (2002), kıyısız istasyon için ortalama biyokütle değerini 2.3 g/m<sup>2</sup> olarak bulmuş ve maksimum kıyısız besin zooplankton biyokütle değerini de Şubat ayında (7.3 g/m<sup>2</sup>) belirlemiştir.



Şekil 2. Kıyısız istasyonda 2002-2003-2004 yıllarında besin zooplanktonun mevsimsel biyokütle dağılımı.

Figure 2. Seasonal biomass distribution of fodder zooplankton at the inshore station off Sinop in 2002-2003-2004.

Gubanova ve ark. (2001), 1976-1996 yılları boyunca Sevastopol Körfezi'nin başlıca gruplarının ve kopepod türlerinin tür kompozisyon bolluk değerlerinin (biyey/m<sup>3</sup>) mevsimsel ve yıl içi değişimlerini çalışmışlardır (Tablo 6). Karşılaştırılma yapılması amacı ile Gubanova ve ark. (2001), Ünal (2002) ve Üstün (2005) tarafından yapılan araştırmaların verileri Tablo 6'da gösterilmiştir. Gubanova ve ark. (2001)'nin çalışma alanının derinlikleri, Ünal (2002) ve araştırma alanımızın örnekleme derinliklerinden farklı olduğundan dolayı verilerin birim hacim olarak karşılaştırılması uygun değildir (ortalama derinlik Sevastopol Körfezi'nde 12 m ve Sinop Limanı'nda 50-70 m). Bu yüzden, her iki bölgenin besin ve toplam zooplankton değerleri için birim alan hesaplamaları yapılarak tabloya dahil edilmiştir. Birim alana dayanarak, Ünal (2002)'in çalışmasında elde ettiği toplam bolluk değerinin (128348 biyey/m<sup>2</sup>) Sevastopol'da 1990'dan bu yana belirlenen değerlerden (18564 biyey/m<sup>2</sup>) 7 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Araştırmamızda 2002 yılında 43158 biyey/m<sup>2</sup>, 2003 yılında 91678

biyey/m<sup>2</sup> ve 2004 yılında ise 71908 biyey/m<sup>2</sup> olarak toplam bolluk değerleri hesaplanmıştır. Bat ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada besin zooplanktonun bolluk değerleri sırasıyla, 2002 yılında 29065 biyey/m<sup>2</sup>, 2003 yılında 79978 biyey/m<sup>2</sup> ve 2004 yılında 38590 biyey/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Ünal (2002)'in tespit ettiği besin zooplankton bolluk değeri (68925 biyey/m<sup>2</sup>) 1990'da Sevastopol Körfezi (14196 biyey/m<sup>2</sup>) ile karşılaştırıldığında 5 kat arttığı gözlenmiş ve bu durumun kopepod, *N. scintillans* ve meroplankton gibi gruplar arasındaki büyüklük farklılığından kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir.

Araştırmalar mevsimsel değişiklik ve sıcaklık arasında iyi tanımlanan ilişkinin bulunduğunu ve bunun yanında kalanoid kopepodların mevsimsel dinamiğinin habitatlarına da bağlı olduğunu göstermiştir. Örneğin, *Acartia clausi* soğuk mevsim boyunca görülürken, *Acartia tonsa* türünün yıl boyunca sadece ılık sularda mevcut olduğu belirlenmiştir (Sullivan ve McManus, 1986). *A. tonsa* türü ABD, Long Island çevresinde sonbahar ve yaz aylarında, *A. clausi* türü kış ve ilkbahar aylarında bol miktarda

bulunmuştur (Conover 1956; Gubanova ve ark., 2001'den). Ünal (2002) çalışmasında, *Acartia tonsa* türünü yaz ortası ve sonbahar ortasında saptamıştır. Şubat ve Haziran aylarında tespit edememiştir. En yüksek bolluk değerini (11092 birey/m<sup>2</sup>) 2 Kasım tarihinde gösterdiğini belirlemiştir. *Acartia tonsa* türünün Karadeniz'e 1976'da geldiği belirlenmiş (Gubanova, 2000); bununla birlikte, Akdeniz'de ilk defa 1985'te kaydedilmiştir (Belmonte ve ark., 1994).

*A. tonsa* muhtemelen dünya okyanuslarının bazı bölgelerinden gemilerin balast suları ile taşınmıştır. Karadeniz'in Sinop bölgesinde ve Sevastopol Körfezi'nde *Acartia tonsa* türünün mevsimsel dağılımının kontrolünde sıcaklık önemli bir faktör olmuştur. Sevastopol Körfezi'nde Şubattan Mayıs'a kadar tespit edilememiş (Gubanova ve ark., 2001) ancak su sıcaklığı 16°C'ye yükseldiğinde Mayıs sonuna doğru erginleri ilk defa görülmüştür. *A. tonsa* türünün bolluğu deniz suyu sıcaklığı 22°C'ye yükseldiği zaman Haziran sonundan Ağustos ayına kadar *A. clausi* türünü aşmıştır. En yüksek değeri Ağustosta (1232 birey/m<sup>3</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, deniz suyu sıcaklığının azalmasıyla, *A. tonsa* türünün bolluğu düzenli olarak Eylül'de metre küpte 7 kopepoda kadar azalmıştır (Gubanova ve ark., 2001). Çalışmamızda *A. tonsa* türü 2002 yılında her iki istasyonda da sadece 26 Eylül tarihinde (900 birey/m<sup>2</sup>) bulunmuş, 2003 ve 2004 yıllarında ise bu tür tespit edilememiştir. Bu tarihte sıcaklık değeri 25°C olarak ölçülmüştür.

*A. clausi* türünün öritermal tür olup geniş sıcaklık toleransına sahip olduğu bilinmektedir (Berdnikov ve ark., 1999). Üstün (2005) tarafından yapılan çalışmada 26 Eylül 2002 tarihinde (36000 birey/m<sup>2</sup>), 2003 yılında ise Kasım ayında (93500 birey/m<sup>2</sup>) ve 2004 yılında Ağustos ayında (61600 birey/m<sup>2</sup>) oldukça bol miktarda bulunmuştur. Ünal (2002), çalışmasında Nisan ayında en yüksek kıyasal bolluk değerini (46095 birey/m<sup>2</sup>) tespit etmiştir. Gubanova ve ark. (2001), Sevastopol Körfezi'nde *A. clausi* türünün Haziran ve Eylül aylarında en yüksek değere sahip olduklarını ve ergin bireylerinin tüm yıl boyunca bulunduğunu kaydetmişlerdir (177 ve 277 birey/m<sup>3</sup>).

Gubanova ve ark. (2001), 3 farklı faktörün etkileşimine bakarak son yirmi yılda (*Beroe* türünün gelişinden önce) zooplanktonun

düşüşü için sebeplerin neler olabileceğini belirtmişlerdir. Birincisini 1978 boyunca yapılan dalgakıranlar tarafından desteklenen evsel atıkların boşaltımı oluşturmuştur. İkinci faktör ise Karadeniz'e balast suları ile taşınan *Mnemiopsis leidyi* olmuştur. Sonuncusunu ise, Kuzey Atlantik Sirkülasyonun değişikliğinin, 1980'lerin sonu 1990'ların başında kuzey yarım kürede plankton üzerinde (çoğunluklu birey miktarındaki azalışı) etkiye sahip olduğu hipotezinin göz önünde tutulması meydana getirmiştir (Niermann ve ark., 1999). *Acartia clausi*, *A. tonsa*, *A. clausi* (küçük form) ve dinoflagellat *Noctiluca scintillans* gibi ötrofik türler Sevastopol Körfezi'nin artan ötrofikasyonu tarafından tercih edilen türler olmuşlardır. Diğer taraftan, 1980'de Mart ayından Kasım'a kadar 18.5°C ortalama sıcaklık, 1976'da 16°C ortalama sıcaklık ile karşılaştırılınca *Acartia tonsa* gibi ılık su kopepodlarının miktarının artış gösterdiği öne sürülmüştür (Gubanova ve ark., 2001).

### İhtiyoplankton

Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan birincil üreticiler ve tüketiciler olarak adlandırdığımız plankton, su içerisinde aktif hareket yeteneğinden yoksun olup su hareketleriyle taşınan canlıların (organizmaların) sınıflandırılmasında da kullanılmaktadır. Bu gruba denizde yaşayan hemen her taksonomik grup girmektedir. Balıkların ise yumurta ve larvalarını kısmen de genç bireylerini içeren grubu, ihtiyoplankton yani balık planktonu olarak adlandırılır. İhtiyoplanktonoloji, ihtiyoloji biliminden, balık biyolojisine ve hatta akuakültür araştırmalarına kadar bütün ilgili bilim dalları açısından son derece önemlidir. Ayrıca balıkların insan besini olarak kullanılması nedeniyle stokların yönetimi açısından da özel bir öneme sahiptir. Bu tip çalışmalar; balıkların yumurtlama dönemlerini, alanlarını ve bunlarda görülen zamansal değişimleri saptamak, yumurtlayan ergin stoğun büyüklüğünü tahmin etmek, herhangi bir türün, bir yumurtlama dönemi sonucunda oluşacak yıl sınıfının yaşam oranını ya da diğer bir deyişle ölüm oranını tahmin etmek ve buna etki eden faktörleri irdelemek, ihtiyoplanktonun fizyolojik, morfolojik, genetik, taksonomik ve çevre ile olan ilişkilerini incelemek açısından gereklidir (Yüksek ve Gücü, 1994).

**Tablo 6.** Sevastopol Körfezi ve Sinop Bölgesinin kıyusal istasyonunun kopepod türleri ve başlıca taxa gruplarının yıllara göre ortalama birey sayısı (birey/m<sup>3</sup>)  
**Table 6.** Copepod species and major taxa of the Sevastopol Bay and the inshore station Sinop region according to individuals per year average (individual/m<sup>3</sup>).

TÜRLER	Gubanova ve ark., 2001				Ünal, 2002	Bat ve ark., 2005		
	1976	1979-80	1989-90	1995-96	1999	2002	2003	2004
<i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht, 1889) ve <i>Acartia tonsa</i> Dana, 1849	540	1121	443	233	158.6	1632	440.82	359.26
<i>A. clausi</i> (küçük form) (Giesbrecht, 1889)	1225	3923	-	-	-	-	-	-
<i>Oithona similis</i> Claus, 1866	197	74.4	28.6	24.9	78.8	728	16.72	14
<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892	3464	2942	-	-	-	-	-	-
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)	513.4	472.1	4.1	16.2	55	63	203.1	44.54
<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boek, 1864)	273.2	62.7	58.5	83.1	235.3	2914	318.54	97.28
<i>Centropages ponticus</i> Karavaev, 1894	16.3	314.7	1.4	0.1	11.6	144	7.28	5.82
<i>Calanus euxinus</i> Hulsemann, 1991	0.9	2.1	4.2	3.8	75.3	944	27.64	14.18
<i>Acartia latisetosa</i> (Krichagin, 1873)	1.68	19.1	-	-	-	-	-	-
<i>Anomalocera patersoni</i> Templeton, 1837	0.01	-	-	-	-	-	-	-
<i>Labidocera brunescens</i> (Czerniavsky, 1868)	-	0.6	-	-	-	-	-	-
<i>Callanipeda aquae dulcis</i> (Krichagin, 1873)	0.02	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pontella mediterranea</i>	-	-	-	-	0.02	-	-	-
Tanımlanamayan Kopepod	-	-	-	-	-	-	0.9	0.36
Tanımlanamayan Cyclopoida	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Tanımlanamayan Harpacticoida	-	-	-	-	0.24	0.02	-	-
Kopepod tür miktarı	12	11	7	7	10	7	6	6
Toplam kopepod bolluğu	6232	8932	540	361	568.6	274.38	1012	535.44
Kopepod nauplii	299	540	74	71	48	30.16	102.54	40.36
<i>Noctiluca scintillans</i> (Kofoid & Svezy, 1921)	1065	5067	1623	364	837	281.86	234	666.36
Diğer gruplar (Meroplankton)	2522	4916	1050	751	331	276.76	482.02	196
Besin zooplankton (birey m <sup>-3</sup> )	9053	14388	1664	1183	948	581.3	1599.56	771.8
Besin zooplankton (birey m <sup>-2</sup> )	108636	172656	19968	14196	68925	29065	79978	38590
<b>Toplam zooplankton (birey m<sup>-3</sup>)</b>	<b>10116</b>	<b>19455</b>	<b>3286</b>	<b>1547</b>	<b>1785</b>	<b>1833.56</b>	<b>1833.56</b>	<b>1438.16</b>
<b>Toplam zooplankton (birey m<sup>-2</sup>)</b>	<b>121392</b>	<b>233460</b>	<b>39432</b>	<b>18564</b>	<b>128348</b>	<b>91678</b>	<b>91678</b>	<b>71908</b>

\* Besin ve toplam zooplankton için alan başına bolluk değeri (birey/m<sup>2</sup>) hesaba katılmıştır. Toplam kopepod miktarına naupli dahil edilmemiştir. Taksonomik gruplara Polychaeta, Cladocera, Decapoda, Bivalvia, *Oikopleura* ve diğerleri dahil edilmiştir (Gubanova ve ark., 2001).

Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmaların başında balıkların ne zaman ve nerede yumurta bıraktıkları, söz konusu alanlarda yumurtlama, embriyo ve larval gelişme-beslenme sırasındaki çevresel koşulların belirlenmesi, diğer çalışmalar için bir ön etüt niteliğinde olup, son derece önemlidir (Yüksek ve Gücü, 1994). Hangi tür veya türlerin ne zaman, nerede ve hangi koşullarda yumurta bıraktığı bilindiği takdirde üreme davranışları, yumurtlama, embriyonik ve larval gelişme evrelerindeki kayıplar, bunlarda meydana gelen zamansal değişim ile dalgalanmalar ve ergin stoka katılım oranları tahmin edilebilir (Yüksek, 1993).

Karadeniz'in bazı türler hariç kendine özgü bir faunası yoktur. Genelde Akdeniz-Atlantik formları tarafından işgal edilmiştir. Sucul ortamda bulunan canlılar doğal bir dengede varlıklarını sürdürürler. Son yıllarda bu ekolojik denge değişime uğramıştır. Bu değişimden yararlanan birçok tür bu ortamda hakimiyet sağlamaya başlamıştır. Son olarak Jelimsi makrozooplankton ekosisteme girmiş ve tamamen sistemi etkilemiştir (Vladimirov ve ark., 1999).

### **Karadeniz Ekosisteminde Meydana Değişimler ve Etkileri**

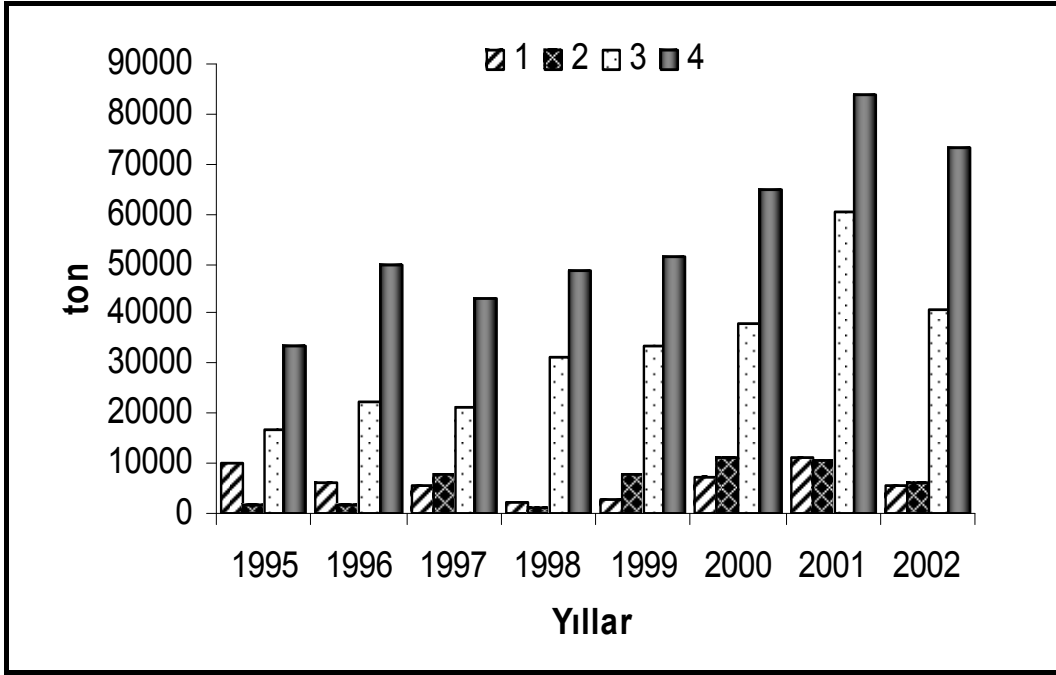
Karadeniz balıkçılığının Türkiye'nin canlı deniz kaynakları içerisinde özel bir yeri vardır. Karadeniz'de avlanan balıklar toplam üretimin %82'sini oluşturmaktadır. Türkiye, hamside aşırı avcılığın etkilerini balıkçılık ekipmanlarının gelişimi ile 1987-1988 balık avcılığı sezonunda yaşamıştır. Bunun yanında mesozooplankton biyokütlesi *M. leidy* tarafından kullanılmış ve sonucunda ktenofor kitlesinin aşırı artışı ile karşılaşmıştır. Mesozooplankton miktarının azalması küçük pelajik balık miktarında değişimler meydana getirmiştir. Balıkların beslenmesinde zooplankton yetersizliği ilk olarak balık boylarında küçülmeye ve daha sonraki yıllarda stokların çöküşüne neden olmuştur (Niermann ve ark., 1999; Gucu, 2002). Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki hamsi av miktarının 1988 yılında 295000 ton olduğu 1989 yılında 97.000 tona gerilediği belirlenmiştir. 1990'da daha da düşen av, 66000 tona gerilemiştir. 1990 yılından sonraki yıllarda hızlı bir artışın söz konusu olduğu 1992 yılında 155000 ton, 1995 yılında 373.000 ton seviyesine ulaştığı görülmektedir (Şekil 3., Anonim, 2004).

Karadeniz'e kıyısı olan diğer ülkelerden Gürcistan, Rusya ve Ukrayna'da toplam balık avcılığı miktarında 1995 yılında düşüş kaydedilmiştir. 2000 yılından itibaren ise daha önce iyice azalan avcılık miktarı yükselmeye başlamıştır (Şekil 3). *Beroe* Karadeniz'e girmeden önceki yıllarda Rusya kıyılarındaki Karadeniz hamsisi tamamıyla yok olmuşken 2000 yılındaki avcılık sezonunda tekrar avlanmaya başlamıştır (Shiganova, 2004; Shiganova ve ark., 2004a). Bu ülkelerin 1995 yılında av miktarları düşmüş iken Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki artış görülmüştür. Bu farklılığın nedeni *M. leidy* gelişinden sonra hamsinin yumurtlama alanının Güneydoğu Karadeniz'e kayması olarak gösterilmektedir (Shiganova ve ark., 2004a ve 2004b). Fakat Türkiye kıyılarındaki daha sonraki yıllarda azalmaya başlayan av miktarı, hamsi, çaça gibi pelajik türler ve toplam balık avcılığı 1998 yılından sonra dalgalı bir artış göstermiştir (Şekil 3).

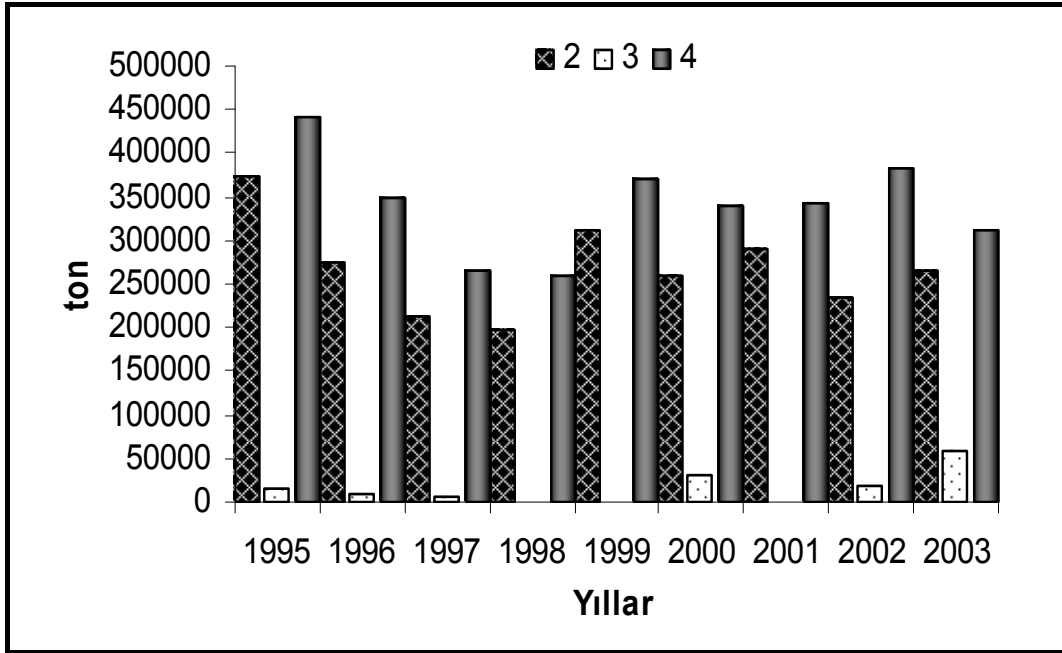
Karadeniz'de kıyısı olan ülkelerde genel olarak av miktarında 2000 yıllarında artış olurken benzer olarak *M. leidy* miktarındaki artış 2000'li yıllarda düşüş izlemiştir; avcılık ve *M. leidy* türü arasındaki bu paralellik dikkat çekicidir (Anonim, 2004).

Karadeniz ekosistemindeki planktonun genel ve özel olarak uzun dönem değişiklikleri su rezervi üzerine insan kaynaklı etkiyle aynı zamana rastlar. Kıyısız kuzey-batı Karadeniz için bütün temel planktonik bileşenlerin tür kompozisyonu ve miktarındaki değişiklikler ötrofikasyon, kirlilik ve ayrıca istilacı *M. leidy* türü ile ilişkili olduğu görülmektedir (Vinogradov ve Flint, 1985; Kovalev ve ark., 1993; Shiganova ve ark., 2001 ve Shiganova, 2004). Karadeniz planktonundaki uzun dönem değişiklikler hidro-meteorolojik durumlardaki değişimlerden kaynaklanabilir (Zhorov ve Boguslavsky, 1985; Vinogradov, 1987; Niermann ve ark., 1998).

A



B



**Şekil 3.** A Karadeniz'in Gürcistan, Ukrayna ve Rusya kıyılarındaki av miktarları; (Shiganova ve ark., 2004a ve 2004b). B. Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki av miktarları (Anonim, 2004). (1. Azak hamsisi (*E. e. maeoticus*), 2. Karadeniz Hamsisi (*E.e. ponticus*), 3. Çaç (S.s. *phalericus*, Türkiye kıyıları  $\times 10^{-1}$ ), 4. Karadeniz kıyısındaki ülkelerde toplam balık avcılığı).

**Figure 3.** A. Catches of Georgia, Ukraine and Russia coasts; (Shiganova et al., 2004a and 2004b). B. Catches of Turkey (Anonymous, 2004). (1. Azov anchovy (*E. e. maeoticus*), 2. Anchovy (*E.e. ponticus*), 3. Sprat (*S.s. phalericus*, Turkey  $\times 10^{-1}$ ), 4. Total catches of the country of Black Sea).

Kovalev ve ark. (1998a) Karadeniz'in uzun dönem zooplankton yapısını incelemişler ve 1950'nin sonundan 1960'ların ortasına kadar kuzey-batı kıyı bölgesinin biyokütlesi kuzeydoğu bölgesininkinden yaklaşık 3 kat daha yüksek çıkmıştır. 1970'lerde her iki alanın biyokütlesi aynı seviyeye gelmiştir. Kuzey-batı kıyı bölgesinde 1980'nin sonundan 1990'nın başına kadar az ya da çok stabil iken, 1990'a kadar kuzey-doğudaki zooplankton biyokütlesi artmıştır. Sonra her iki alan için biyokütle değeri önceki yıllardaki ortalamanın da altına düşmüştür. 1988'den beri Kuzey-batı kıyı bölgesinin biyokütlesi Kuzey-doğununkinden daha düşük bulunmuş, tersi durum 1960'da görülmüştür. Kuzey-batı Karadeniz'de yem (mesezooplankton, *Noctiluca* ve jelimsi organizmlar hariç) zooplanktonun son 30 yıl boyunca azalmasına karşılık Kuzey-doğu Karadeniz zooplanktonunun biyokütlesi 1990'a kadar artmıştır. Her iki bölgede biyokütle 1993'den sonra artmış, 1995'de maksimum seviyeye ulaşmıştır. Güney-doğu Karadeniz açıklarındaki biyokütle güney-batı açıklarından daha hızlı artmış ve 1994-1996 periyodu boyunca güney-doğu alanında yaklaşık 2 kez biyokütle artışı gözlenmiştir.

Karadeniz'de jelimsi organizmaların besin ağındaki yeri incelendiğinde gruplar arasındaki ilişkiler daha iyi açıklanabilmektedir. Fitoplankton ile başlayan beslenme ağı yüksek yapıdaki büyük pelajik balıklar ve yunuslar ile son bulmaktadır. Jelimsi organizmaların birincil olarak etkiledikleri zooplankton, balık yumurta ve larvalarıdır (Shiganova ve ark., 1998 ve 2000a). Karadeniz'de *B. ovata* türü *M. leidy* ve *P. pileus* türleri ile beslendiğinden bu organizmaların dağılımını ve miktarını doğrudan etkilemektedir (Shiganova ve ark., 2000b). Beslenme ağında bulunan küçük pelajik balıklar (hamsi, çaça gibi) zooplankton ile beslendiklerinden jelimsi organizmalar ile besinlerini paylaşmak zorunda kalmaktadır. Hem zooplankton miktarının azalması hemde jelimsi organizmaların balık yumurta ve larvaları ile beslenmeleri küçük pelajik balıklar bu ağ içerisinde ikincil olarak etkilenen grubu oluşturmaktadır. Diğer basamaklarda bulunan canlı grupları ise direk veya dolaylı olarak değişimlerden etkilenmektedir (Shiganova ve ark., 2004a ve 2004b, Şekil 4).

Sinop kıyılarında pelajik ekosistemin yapısı, burada belirgin olarak görülen upwelling ve

downwelling olayları ile özellik arz etmektedir. Karadeniz'de en önemli ve belirgin upwelling sahası Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin boşaldığı kuzeybatı kıta sahanlığı ve nispeten Kırım Yarımadası'nın güneyindeki bölgedir. Kuzeybatı Karadeniz dışında periyodik upwelling olayının görüldüğü en önemli alan Güneybatı Karadeniz'in batı kıyılarıdır. Bir tür yüzey akıntısı olan upwelling belirli bir hacim içerisindeki suyun, dikey hareketlerle yüze taşınması ve yüzeyde yatay yönde nakledilmesi şeklinde açıklanabilir. Okyanusların ekvator kuşağı boyunca yüzey sularının batı-doğu yönünde esen rüzgarların tesiri ile kuzey yarım kürede kuzeye ve güney yarım kürede ise güneye doğru taşınması sonucu meydana gelen upwelling olayına "Ekvatorial upwelling", okyanusların ve denizlerin kıta kenarlarında meydana gelen upwellinge de "Kıyasal Upwelling" adı verilir. Upwelling olayının meydana gelmesine sebep olan faktörler nehir akıntıları, mevcut akıntılarının deniz dibi engeline rastlanması sonucu yüzeye taşınımı, gel-git akıntıları ve rüzgar tesiri ile meydana gelen yüzey akıntılarıdır. Tesir bakımından en önemlisi rüzgar tesiri ile meydana gelen upwelling sirkülasyonudur (Brink, 1978).

Etkin bir upwelling sahası olan kuzeybatı kıta sahanlığına ait, özellikle 1980 öncesi yıllarda tespit edilen özellikler, günümüz için geçerli olmayabilir. Çünkü 1990'lı yılların sonuna kadar Karadeniz'e nehirler yoluyla taşınan nutrient ve kirleticilerin miktarında aşırı derecede artış meydana gelmiştir (Anonim, 1997). Nutrientteki artışın ana kaynağını Tuna nehri teşkil etmektedir. Tuna nehri vasıtasıyla taşınan nutrient ve detritus miktarındaki artış upwelling sirkülasyonunun da tesiriyle havzanın sığ kuzeybatı sahanlığının ekolojik yapısının bozulmasına sebep olmaktadır. Kuzeybatı kıta sahanlığı sularında, özellikle 1970'li yıllardan sonra ortaya çıkan ötrofik yapı ve bunun sonucu olarak da zemin ve zemin üzerindeki tabakalarda hipoksia ve anoksia oluşumu tespit edilmeye başlanmıştır. Hipoksia ve anoksia olaylarının sonucu ortamda kütleli ölümler olmaktadır. Özellikle upwelling periyodunda, zeminden yüzey tabakasına taşınan anoksik ve H<sub>2</sub>S ihtiva eden sular bütün su külesinin etkileyerek bölgede kütleli ölümlere sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak bölgede yaşayan balık türlerinin toplam stoklarında belirgin bir



azalmanın meydana geldiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Ayrıca pek çok tür bölgeyi terk etmek zorunda kalmıştır. Bu türlerin besin zincirindeki yerinin *M. leidy* gibi fırsatçı türler almıştır. Kuzeybatı kıta sahanlığında görülen, nutrient konsantrasyonlarında ve biyolojik yapıdaki değişim sadece bu bölgeye özgü olmayıp Karadeniz havzasının her tarafında benzer bir değişimin olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Yoğun ötrofikasyon sonucu özellikle Batı Karadeniz'de ışık geçirgenliği oldukça azalmış ve seki disk derinliği 1920'lerde 20 m iken 1990'lı yıllarda 5-6 m'ye düşmüştür (Sur ve ark., 1993).

Karadeniz'de 1970'lerde alt besin seviyesi durumunda olan nutrientlerin, daha sonraları fazla miktarda çoğalması ile beraber ötrofikasyonun etkisi artmaya başlamıştır. Plankton kompozisyonunun yapısı, yoğunluğu, tür çeşitliliği ve yatay paralellikte aşırı alg artışları değişirken, pelajik balıkların besinini oluşturan mesozooplankton grupları küçülmüş ve değerleri azalmıştır. Bunlarla beraber fırsatçı ve jelimsi organizmalarda da değişimler olmuştur. Ötrofikasyon ile sarsılan ekosistem daha sonra aşırı avcılık ile karşılaşmıştır. 1970'lerin başında sistemde, geniş boyuttaki pelajik bolluk için küçük pelajik balıklar ana predatör olmuşlardır. Mesozooplankton üzerinde güçlü bir grazing etkisi başlamış ve bu nedenle fitoplankton miktarı artmıştır. Aşırı avcılığın gerçek etkisi küçük pelajik stoklarının 1980'li yıllarda aşırı tüketildiği anlaşıldığında ortaya çıkmıştır. Sistemde meydana gelen boşluktan jelimsi organizmalar ile fırsatçı türler yararlanmış ve 1980'lerin sonunda ekosistemin tümünü kontrol etmeye başlamışlardır (Vinogradov ve Shushkina, 1992; Oguz, 2005a).

Karadeniz'de upwelling olayının meydana geldiği Kuzeybatı kıta sahanlığı bu duruma iyi bir örnek teşkil eder. Kuzeybatı kıta sahanlığında yapılan çalışmalarda; bazı balıkların (çaça, hamsi, kalkan vb.) mevsimsel piknoklin tabakasının altındaki soğuk sularda yumurtladıkları tespit edilmiştir. Upwelling sirkülasyonu sonucu dip sularının yüzeye taşınması esnasında bu sulara bırakılan yumurtalarda güneş ışığının etkili olduğu yüzey tabakasına taşınır ve yüzeye taşınan yumurtalardan yavru çıkış oranı dip sulara göre büyük oranda artar.

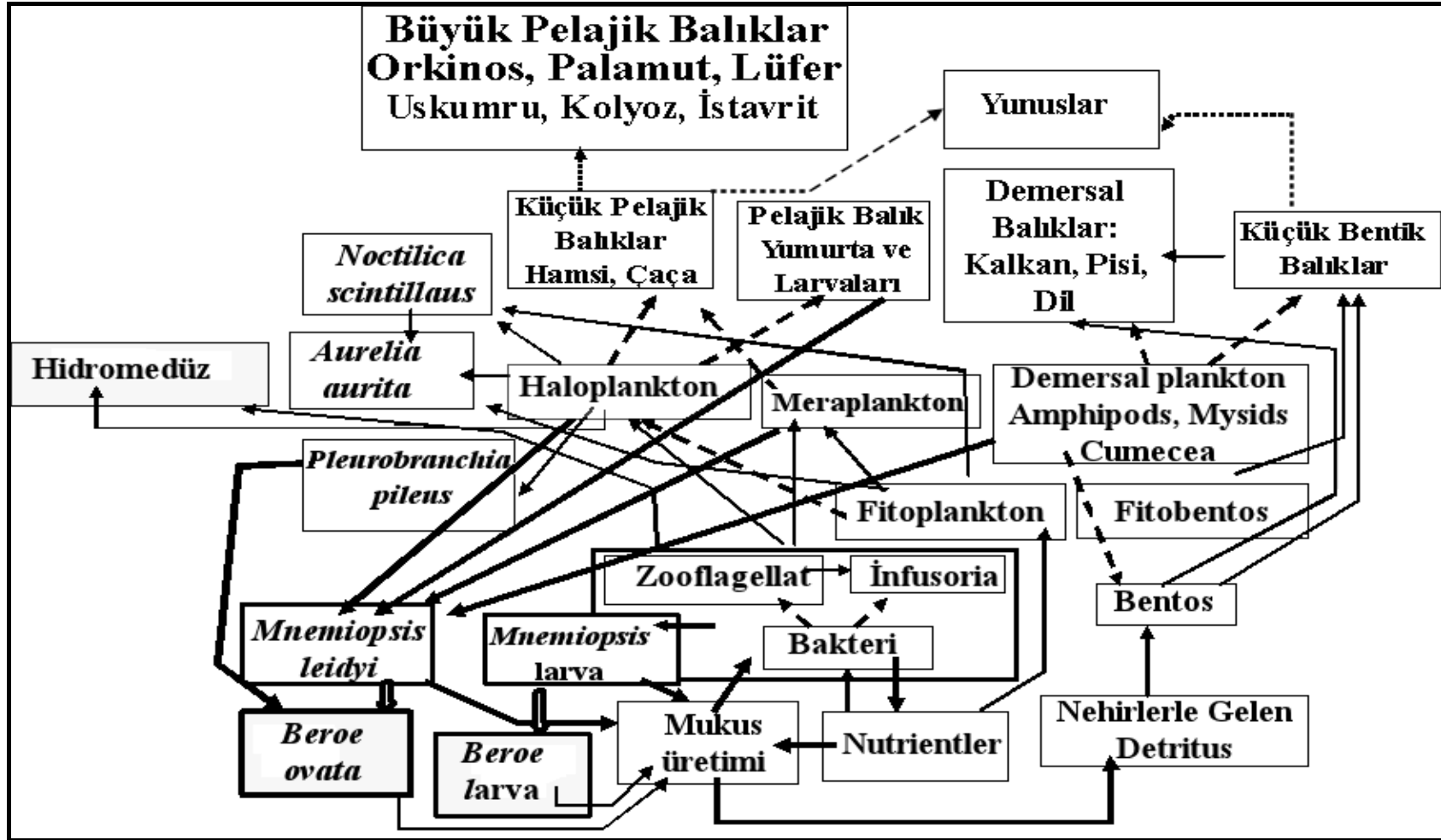
Dolayısıyla hamsi, çaça ve kalkan gibi soğuk su ortamında yumurta bırakan türler, sürekli upwelling olayının meydana geldiği aylarda (Haziran-Ağustos arası yaz aylarında) normalden daha yüksek oranda yumurtlama yapar ve yumurtadan yavru çıkış oranı normalden daha yüksektir. Aynı sahada fitoplankton ve zooplanktonun yüksek verimlilikteki gelişimi plankton ile beslenen hamsi ve çaça gibi balıklar için verimli bir beslenme alanı sağlar ve bunun sonucu olarak da bölgede yapılan avcılıkta yüksek av verimi sağlanabilmektedir (Erüz ve ark., 1993).

### Hamsi

Göçmen bir balık olan hamsi yaklaşık 3-4 yıl yaşar. Eşeyssel olgunluğa ulaşma birinci yılın sonunda olur. Yani yumurtadan çıkan hamsi larvaları 11-12 ay sonra cinsi olgunluğa erişir ve yaşam boyunca iki defa döl verir. Her yumurtlama periyodunda 13.000-40.000 civarında yumurta bırakır. Hamsi balığında üreme genel olarak su sıcaklığının 17.5-27°C, tuzluluğun ‰ 12-18, pH'nın 8.3-8.4 ve derinliğin 5-10 m olduğu kıyı bölgelerinde meydana gelir (Slastenenko, 1955-1956).

Hamsinin yumurtlama ve beslenme alanları, Karadeniz'in kuzeybatı bölgeleridir. Bu bölgelerde yazın beslenen ve yumurtlayan hamsiler, kışlamak için daha ılıman olan Karadeniz'in Türkiye sahillerine göç ederler. Ancak son yıllarda hamsi stoklarının özellikle geleneksel üreme alanlarında bazı değişimler olduğu ileri sürülmektedir. Niermann ve ark. (1994) tarafından 1991 ve 1992 yıllarında yapılan çalışmada, hamsinin kuzeybatı Karadeniz'deki geleneksel yumurtlama alanlarını terk ederek güneydoğu Karadeniz kıyılarına yeni yumurtlama alanları olarak seçtiği tespit edilmiştir.

Genel olarak hamsi yumurta ve larvalarına Sinop kıyılarında Mayıs-Eylül aylarında rastlanmış olup (Satılmış, 2001 ve 2005), vertikal çekimlerde en yoğun yumurta ve larva Temmuz'da bulunmuş, horizontal çekimlerde ise yumurta yoğunluğuna Temmuz'da, larva yoğunluğuna ise Haziran'da rastlanmıştır (Satılmış, 2005). 24 saatlik kuluçka süresi dikkate alındığında yumurta ile larva arasında bir sıralama olmaması normal olarak tanımlanabilir. Hamsilerin yumurtlama zamanlarına ilişkin çeşitli araştırmacıların farklı sularda buldukları sonuçlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Tablo 7.).



Şekil 4. Karadeniz’de jelimsi organizmaların sucul ortamdaki beslenme ağı (Shiganova ve ark., 2004a ve 2004b’den uyarlanmıştır).

(  $\longrightarrow$  : birinci derece       $\longrightarrow$  : ikinci derece       $-\ - \blacktriangleright$  : üçüncü derece’de etkileşim)

Figure 4. Food web of the gelatinous organisms in aquatic environment of the Black Sea.

(  $\longrightarrow$  : first level       $\longrightarrow$  : second level       $-\ - \blacktriangleright$  : third level interact)

**Tablo 7.** Hamsi balığının bölgelere göre yumurtlama mevsimi (\*; Demir, 1965'den)**Table 7.** Spawning period of anchovy fish according to locality (from \*; Demir, 1965).

Bölge	Araştırmacı	Yumurtlama Mevsimi			
		Başlama	Maksimuma ulaşma	Bitiş	
Azak Denizi	*Berg ve ark. (1949)	Haziran	-	Ağustos	
	Slastenenko (1955-56)	Mayıs	-	Ağustos	
	Nikolsky (1957)	Mayıs sonu	-	Ağustosun 2. yarısı	
Kara Deniz	*Dekhnik (1954) Vodyanitskii ve Kazanova (1954) Slastenenko (1955-56)	Nisan sonu veya Mayıs	-	Eylül, Ekim	
		Mayıs	-	Eylül	
		Mayıs sonu	-	Eylül sonu	
	Bulgaristan Suları	*Gueorghiev ve ark. (1961)	Mayıs sonu	Haziran 2. yarısı Ağustos 2. yarısı	Eylül sonu
	Sinop Kıyıları	Satılmış (2001)	Mayıs	Temmuz	Eylül
Sinop Kıyıları	Satılmış (2005)	Mayıs	Temmuz	Eylül	
Marmara Denizi	Arım (1957)	Nisan 2. yarısı	Temmuz	Ekim 2. yarısı	
Cezayir Suları	*Dieuzeide ve ark.	Nisan	-	Eylül 2. yarısı	
Akdeniz Bölgesi	*Fage (1920)	Nisan	Haziran- Temmuz	Eylül	

Tablo 7.'e göre hamsilerde yumurtlama Azak Denizi'nde Mayıs, Mayıs sonu ve Haziran'da başlayıp Ağustos'ta son bulurken, Karadeniz'de Mayıs'ta başlayıp Eylül'de, Marmara ve Akdeniz'de Nisan'da başlayıp Eylül'de sona ermektedir. Mevcut araştırmada ve bu bölgede daha önce yapılan araştırmada bulunan Mayıs-Eylül arası yumurtlama mevsimi diğer araştırmacılar tarafından da aynı bulunmuştur. Demir (1965), hamsilerde yumurtlamanın Nisan ayından önce başlamadığını ve Kasım ayından sonra da devam etmediğini (çoğunluğu Ekim'den sonra) ve yumurtlamanın yaz aylarında maksimuma ulaştığını belirtmiştir.

Vertikal çekimlerde elde edilen yumurtalar 7.5-260 adet/m<sup>2</sup>, larvalar ise 5-115 adet/m<sup>2</sup> bollukta, horizontal çekimlerde ise yumurtalar kaydedilmiştir. Ağustos 1993 sürekli olarak düşük sayıda yumurta kaydedilmiş ve Ağustos, yumurtlama mevsiminin sonuna tekabül eden ay olarak açıklanmıştır (Slastenenko, 1955/1956). Satılmış (2005) tarafında yapılan çalışmada ise diğer araştırmalara göre yumurta

ve larvada en yüksek değere ulaşılmıştır. Son yıllarda hamsi yumurta ve larva sayılarındaki artış eğilimi Karadeniz ekosisteminin düzelmesinin bir işareti olarak yorumlanabilir.

Gordina ve ark. (2005), hamsi yumurtalarını 2000 yılı Haziran-Ağustos döneminde vertikal örneklemelerde Ukrayna sularında 10.2 adet/m<sup>2</sup>, Sinop Bölgesinde 31.7 adet/m<sup>2</sup>, horizontal örneklemelerde Ukrayna sularında 62.5 adet/100m<sup>3</sup>, Sinop bölgesinde 104.6 adet/100m<sup>3</sup>, 2001 yılı Haziran-Ağustos döneminde vertikalde 31,6 adet/m<sup>2</sup>, horizontalde 116.6 adet/100m<sup>3</sup> olarak tespit etmişlerdir. Larvalarını ise 2000 yılı Haziran-Ağustos döneminde vertikal örneklemelerde Ukrayna sularında 0.7 adet/m<sup>2</sup>, Sinop bölgesinde 2.5 adet/m<sup>2</sup>, horizontal örneklemelerde Ukrayna sularında 0.9 adet/100m<sup>3</sup>, Sinop bölgesinde 0.2 adet/100m<sup>3</sup>, 2001 yılı Haziran-Ağustos döneminde vertikalde 1.2 adet/m<sup>2</sup>, horizontalde 0.9 adet/100m<sup>3</sup> olarak bulmuşlardır. 2000 yılı dikkate alındığında hamsi yumurtaları Sinop bölgesinde Ukrayna sularından vertikal

çekimlerde 3 kat, horzontal çekimlerde 1.7 kat daha fazla bulunurken, larvaları Sinop bölgesinde vertikal çekimlerde Ukrayna sularından 3,5 kat fazla bulunurken, horzontal çekimlerde 4.5 kat az bulunmuştur. Satılmış (2005) tarafından yapılan çalışmada Haziran-Temmuz 2003 döneminde Sinop bölgesinde yumurta miktarı vertikalde 182 ( $\pm 58.26$ ) adet/m<sup>2</sup>, horzontalde 42.63 ( $\pm 16.70$ ) adet/100m<sup>3</sup>, larva ise vertikalde 49 ( $\pm 16.50$ ) adet/m<sup>2</sup>, horzontalde 11.75 ( $\pm 5.68$ ) adet/100m<sup>3</sup> bollukta hesaplanmıştır. Bu sonuçlar daha önce Sinop ve Ukrayna'da yapılan araştırmalarla kıyaslandığında yumurtaların vertikalde diğer araştırmaların sonuçlarından fazla bulunurken, horzontalde daha az; larvalarda ise hem vertikalde hem de horzontalde diğer araştırma sonuçlarından daha fazla bulunmuştur.

Hamsi yumurtalarının en yoğun bulunduğu Haziran ve Temmuz aylarında sırasıyla, sıcaklık 16.5-24°C, 23°C, tuzluluk ‰ 17.4-17.9, ‰ 17.9, pH 8.47-8.63, oksijen 7.7-12.1 mg/l, 7.4-12.3 mg/l olarak tespit edilmiştir (Satılmış, 2005). Niermann ve ark. (1994), yüzey (5 m) suyu sıcaklıklarını Haziran 1991'de 16 °C, Doğu Karadeniz'de 17.8-19°C, Temmuz 1992'de 20.2-22.5°C, yine Doğu Karadeniz'de 23-24°C arasında olduğunu bulmuşlardır. Hamsi yumurtalarının olgunlaşmaya başladığı minimum sıcaklığın 13 °C, yumurtlamanın başladığı sıcaklık aralığının ise 13/14-26 °C arasında olduğunu, maksimum yumurtlamanın 20°C'den daha yüksek sıcaklıklarda olduğu; yumurtlamanın olduğu suyun tuzluluğunun ‰ 12-18 ve pH'sının 8.3-8.4 arasında değiştiği bildirilmektedir (Demir, 1959).

Pavloskaya (1955), bir dişi Karadeniz hamsisi tarafından üretilen yumurtaların %25-35 oranında yaşama oranına sahip olduğunu, larva ve juvenil hamsilerin yaşama oranlarının ise özellikle gıda olarak bulunacak planktonun miktar ve kalitesine bağlı olduğunu rapor etmiştir. Karnilova (1955) 1950-53 yılında yumurtlama sezonunda Azak Denizi'nin 0-1 m derinliğinde aldığı 1 m<sup>3</sup>'lük su örneklerinde yaşama oranını yumurtalar için %0.1-9.6 arasında bulmuştur. Gordina ve ark. (1990) genellikle Mayıs'ta bırakılan (erken parti) yumurtalardan çıkan larvalarda yüksek ölüm oranları görüldüğünü belirtmişlerdir. Bu durumun larvaların dikey göç sırasında soğuk su ile karşılaşmalarından kaynaklandığını, en

yüksek yaşama oranının Haziran sonu-Temmuz başında bırakılan yumurtalarda görüldüğünü açıklamışlardır.

Karadeniz hamsi stokları üzerinde çalışma yapan değişik araştırmacılar tarafından farklı yıllarda bulunan ortalama boy-ağırlık, cinsiyet oranları Tablo 9'da verilmiştir.

Erkoyuncu ve Özdamar (1989), 1986 yılında yaptıkları araştırmada ortalama ağırlığı 10.5 g olarak bulmuşlardır. Bu yıldan itibaren yapılan çalışmalarda aynı tür ağlarla avlanan hamsilerin ortalama ağırlıklarında sürekli bir düşme eğilimi görülmüş ve 1991 yılında 3.9 g olarak hesaplanmıştır. 1989-1990 av sezonundan itibaren yürürlüğe konan 9.0 cm'den küçük boydaki hamsilerin avlanmaması sebebiyle avlanan bireyler içindeki büyük yaş gruplarına ait bireylerin miktarlarında artışlar olmuş, dolayısıyla ortalama ağırlıklar da 1992 yılından itibaren tekrar yükselmeye başlamış ve 1997-98 av sezonunda 8.67 g'a ulaşmış (Gözler ve Çiloğlu, 1998), Satılmış (2005) tarafından yapılan çalışmada ise bu çalışmadan biraz daha küçük 7.8 g olarak bulunmuştur (Tablo 9). 0.4-159 adet/100m<sup>3</sup>, larvalar ise 2.6-52.1 adet/100m<sup>3</sup> arasında değişen bolluk değerlerinde bulunmuştur (Satılmış, 2005).

Niermann ve ark. (1994) 1991 yılında hamsi yumurtalarına kıyasal sularda 10-30 adet/m<sup>2</sup>, açık sularda ise 0-2 adet/m<sup>2</sup> bulmuşlar Haziran 1991 yılında yaptıkları bu çalışmada Türkiye kıyılarında 66 istasyonda 154 yumurta, Ukrayna kıyılarında ise yine 66 istasyonda 286 yumurta bulmuşlardır. Larvaya ise sadece iki istasyonda 2 adet/m<sup>2</sup> larvaya rastlamışlardır. Temmuz 1992'de ise Sinop açıklarında yumurtayı 0-40 adet/m<sup>2</sup>, larvayı ise maksimum 26 adet/m<sup>2</sup> olarak tespit etmişlerdir. Güney Karadeniz'de yapılan farklı hamsi yumurta ve larva sörveylerine ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 8'de verilmiştir.

Kideys ve ark. (1998), Ağustos 1993 döneminde 0-718 adet/m<sup>2</sup> yumurtaya, 0-39 adet/m<sup>2</sup> larvaya, Haziran-Temmuz 1996 döneminde ise 0-577 adet/m<sup>2</sup> yumurtaya, 0-44 adet/m<sup>2</sup> larvaya rastlamışlardır. Niermann ve ark. (1994)'nin Ağustos 1993'deki sörveyde buldukları ortalama yumurta sayısı (38.8 adet/m<sup>2</sup>), Temmuz 1992'deki sörveyde bulunan ortalama yumurta sayısından (72.2 adet/m<sup>2</sup>) daha düşüktür. Bununla birlikte ortalama en yüksek yumurta 89.5 adet/m<sup>2</sup> değeri ile Haziran-Temmuz 1996 sörveyinde

**Tablo 8.** Güney Karadeniz’de yapılan farklı sörveylerdeki hamsi yumurta ve larva bollukları (adet/m<sup>2</sup>).**Table 8.** Abundance of anchovy egg and larvae in different plankton survey in the southern Black Sea (individual/m<sup>2</sup>).

Yıllar	Aylar	Yumurta		Larva		Araştırmacılar
		Range	Ort.	Range	Ort.	
1957	Temmuz	0-321	~18		~2	Einarson ve Gürtürk (1960)
1991	Haziran	0-29	~6	0-2	<<1	Niermann ve ark. (1994)
1992	Temmuz	0-1167	72	0-55	3.5	Niermann ve ark. (1994)
1993	Ağustos	0-718	39	0-39	3.1	Kideys ve ark. (1998)
1996	Haziran-Temmuz	0-577	90	0-44	4.3	Kideys ve ark. (1998)
1999	Haziran-Ağustos	0-34	~53	0-3	4.3	Satılmış (2001)
2000	Haziran-Ağustos	0-14	~32	0-3	5	Satılmış (2001)
2002	Temmuz-Ağustos	20-30	~23	0-25	~12	Bat ve ark. (2004a)
2003	Haziran-Temmuz	15-260	182	5-115	49	Satılmış (2005)

**Tablo 9.** Değişik araştırmacılar tarafından farklı yıllarda bulunan ortalama boy-ağırlık, cinsiyet oranları (\*; Gözler ve Çiloğlu, 1998’den).**Table 9.** The investigations of the average length-weight, sex ratio for different researcher in recent years (from \*; Gözler ve Çiloğlu, 1998).

Araştırmacılar	Cinsiyet Oranları %		Ortalama Boy ve Ağırlıklar		Araştırma Tarihi
	Dişi	Erkek	W (G)	L (cm)	Av Dönemi
Erkoyuncu ve Özdamar (1989)	61	39	10.5	11.3	1985-86
Karaçam ve Düzgüneş (1998)	46	54	8.7	10.8	1986-87
Düzgüneş ve Karaçam (1989)	49.15	50.85	6.6	9.3	1987-88
Ünsal (1989)	64.07	35.93	8.1	10.7	1988-89
*Anonim (1990)	-	-	4.2	8.9	1989-90
*Anonim (1991)	52.90	47.1	3.9	8.5	1990-91
*Anonim (1992)	59.38	40.62	5.1	9.1	1991-92
*Anonim (1993)	59.31	40.69	5.2	9.5	1992-93
*Mutlu ve ark. (1994)	59.58	40.42	6.8	10.4	1993-94
Gözler ve Çiloğlu (1998)	72.79	27.21	8.7	11.2	1997-98
Samsun ve ark. (2004)	67	33	8.0	8.02	1998-99
Samsun ve ark. (2004)	55	45	7.7	7.69	1999-00
Samsun ve ark. (2004)	-	-	7.9	7.89	1998-00
Satılmış (2005)	68.12	31.88	7.8	10.9	2002-03

Türkiye’de toplam avcılık miktarı 1989-90 yıllarında 90000 ton’a (bu rakamın içinde cinsi olgunluğa erişmemiş balıklar da vardır) düşmüştür (Gucu, 2002). Hamsi miktarında görülen azalma 1992’den sonra avcılıkta yasakların gelmesi nedeniyle tekrar yükselmiştir. Gucu (2002)’ye göre yeterli miktarda, hızlı ve aktif olan küçük balık stoku aynı besin kaynağı için başarılı rekabet içinde bulunduğu *Mnemiopsis* miktarını kontrol edebilecektir. Shiganova ve Bulgakova (2000) 1951 ve 1990 aralığındaki çeşitli araştırmacıların mide içeriği çalışmalarını incelemişler

özellikle hamside yetersiz besin içeriğini 1989-1990 aralığında belirlemişlerdir.

Kuzey Karadeniz’de Eylül (2002) ayında *M. leidy* miktar olarak fazlaca bulunduğu dönemde zooplankton örnekleri 2001 yılından daha az bulunmuştur. *M. leidy* için ana besin kaynağı olan kladoser ve küçük kopepod miktarları oldukça düşük bulunmuştur. 2001 yılında sıcaklık mevsim normallerinin üzerine çıkmış ve bu dönemde *B. ovata* erken ortaya çıkmıştır. Bu yılın Ağustos ayı başında hamsinin yüksek yumurta ve larva değerlerine ulaşılmıştır. *B. ovata* dağılımının geliştiği ilk iki yılın tersine larva miktarında yükselme

gözlenmiştir. 2002 yılında ise yaz yumurtlama sürecinin bittiği Eylül ayında toplanan yumurta 1999 ve 2001 yılındakinden daha az sayıda elde edilmiştir ( $85 \text{ n/m}^2$ ), fakat larva miktarı *Beroe* türünün ortaya çıkışından önceki dönemlerden yüksek bulunmuştur. Larvaların çoğunluğunu hamsi (*Engraulis encrasicolus ponticus*), istavrit (*Trachurus mediterraneus ponticus*), barbunya (*Mullus barbatus ponticus*) ve isparoz (*Diplodus annularis*) türlerinin oluşturduğu bildirilmiştir (Shiganova ve Bulgakova, 2000; Shiganova ve ark., 2003; Shiganova ve ark., 2004a, 2004b). Toplam jelimsi organizma miktarları ve sıcaklık arasında vertikal çekimlerdeki mevsimsel dağılım Şekil 5'te verilmiştir.

Genel olarak bakıldığında sıcaklığın yükseldiği ilkbahar, yaz ve sonbahar başında toplam jelimsi organizma bolluk miktarında artış gözlenmiştir. Su sıcaklığının en yüksek ölçüldüğü Temmuz 2003'de ( $23.5^\circ\text{C}$ ) toplam jelimsi organizmaların bolluk değeri maksimum değerine ulaşmıştır. Eylül ayında ise sıcaklık değeri  $21^\circ\text{C}$  olduğunda da toplam jelimsilerin bolluk değeri yüksek değerlerde tespit edilmiştir. 2004 yılında yüzey suyu sıcaklığının Mart ayından itibaren artması ile toplam jelimsi organizma miktarı da yükselmeye başlamış ancak alınan değerler 2003 ile karşılaştırıldığında düşük olduğu gözlenmiştir. 2003 yılının Temmuz ayında yüksek bulunan jelimsi bolluk değeri, 2004 yılının aynı ayında daha çok düşmüş ve bu ayda su sıcaklığı da oldukça ( $9.65^\circ\text{C}$ ) azalmıştır (Bat ve ark., 2005; Birinci-Özdemir, 2005). Sinop kıyılarında aynı zamana denk gelen deniz soğuğu olayının bu farklılığa neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu ayda küçük boyda çok fazla miktarda *M. leidy* bireyleri görülmüş fakat bireylerin oldukça dayanıksız olduğu ve erime özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Gözlem ve sonuçlara dayanarak sıcaklık değişiminin canlıları morfolojik ve biyolojik açıdan etkilediği düşünülmektedir.

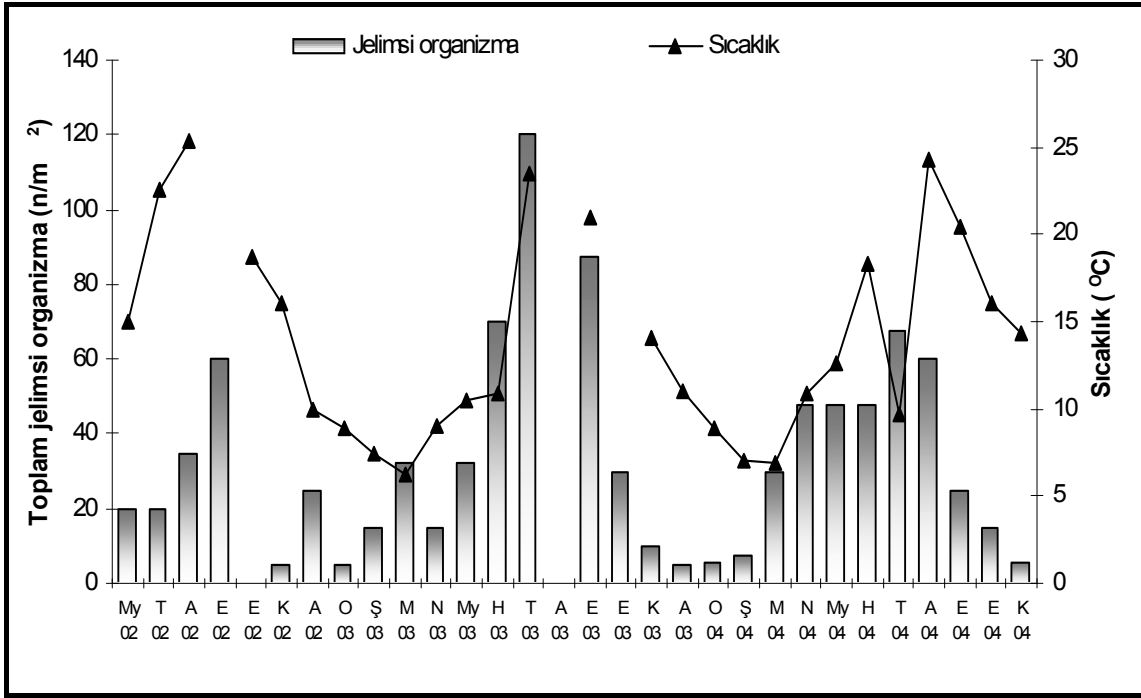
Yıllar arasında yüzey suyu sıcaklığı değişimi paralellik göstermiş, ancak 2004 yılında jelimsi miktarının 2003 yılındaki gibi maksimum değerlere ulaşmadığı görülmüştür. Bununla beraber mevsimsel dağılımda ilkbaharda bir önceki yıldan daha fazla ve düzenli artışın olduğu belirlenmiştir.

Jelimsi organizmaların ana besinini zooplankton oluşturmaktadır. Zooplankton miktarının artması ile zooplankton üzerinden fazla miktarda beslenen jelimsi organizmaların bollukları artarken zooplankton miktarında düşüş meydana gelmektedir (Finenko ve ark., 2003, Shiganova ve ark., 2004a; 2004b).

Bu çalışmada A2 istasyonundaki vertikal çekimlerde zooplankton ve toplam jelimsi organizmaların bolluk değerlerinin karşılaştırılması Şekil 6.'da verilmiştir.

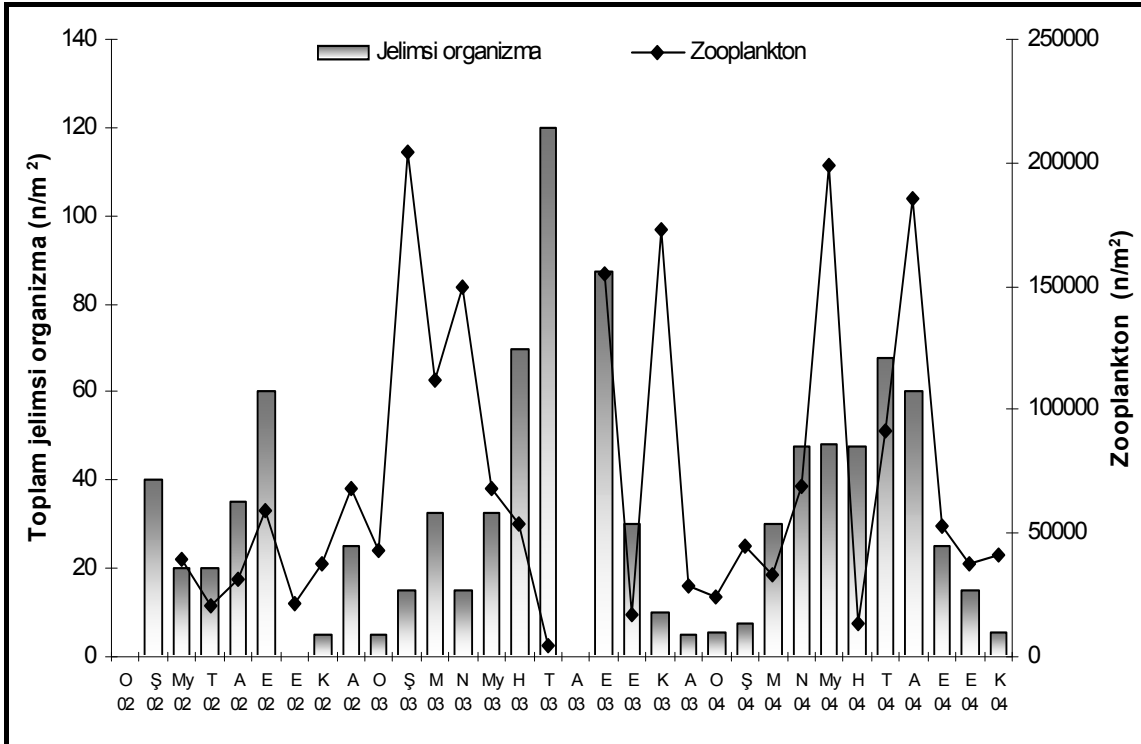
2003 yılının kış aylarında yüksek zooplankton miktarına karşılık jelimsi organizma miktarının düşük olduğu, ilkbahar mevsiminde jelimsi organizma miktarının artmaya başlaması ile zooplankton miktarının azaldığı gözlenmiştir. Şubat ayında zooplankton bolluk değeri maksimum  $200\ 000 \text{ n/m}^2$ 'ye ulaştığında jelimsi organizma bolluk miktarının  $15 \text{ n/m}^2$  düştüğü, Temmuz ayında ise bunun tersine jelimsi organizma maksimum bolluk değerini alırken zooplankton miktarı  $4800 \text{ adet/m}^2$  düşmüştür. Eylül ayında zooplankton bolluk değeri artmış jelimsi organizma bolluk değeri bir miktar düşmüş, Ekim ayında her iki grubun bolluk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu ayları takip eden diğer aylarda ise tekrar zooplanktonun yüksek değere ulaştığı ve jelimsi organizma miktarının düştüğü görülmüştür. Biyokütle miktarlarında ise söz konusu aylarda düşük değerler alınmıştır. Bu aylarda *P. pileus*, *M. leidy* ve *B. ovata* türlerinin sayıca fazla ancak ağırlıklarının az olması, biyokütle değerlerinin düşük çıkmasına yol açmıştır (Birinci-Özdemir, 2005).

2004 yılında zooplankton miktarı kış aylarında düşük seviyede kalmış ancak ilkbahar başında artmaya başlamıştır. Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında zooplankton bolluk ve biyokütle miktarlarında yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bir önceki yıl (2003) ile karşılaştırıldığında genel olarak jelimsi organizmaların yoğun olduğu aylarda zooplankton miktarında artış belirlenirken, jelimsi organizma miktarında ise azalma görülmüştür. Özellikle 2004 yılında zooplankton ve jelimsi organizmaların biyokütle değerlerindeki değişimler, zooplankton miktarındaki iyileşmenin önceki yıllar ile karşılaştırılmasına ve daha iyi yorumlamasına imkan vermiştir.



Şekil 5. Vertikal çekimlerde elde edilen toplam jelimsi organizma bolluk değerlerinin yüzeysel su sıcaklığıyla (°C) birlikte mevsimsel dağılımı (Bat ve ark., 2005).

Figure 5. Seasonal distribution of abundance of gelatinous organisms in vertical tows and water temperature (°C) in the surface layer (Bat et.al., 2005).



Şekil 6. Vertikal çekimlerde elde edilen toplam jelimsi organizma ve zooplankton bolluk değerlerinin mevsimsel dağılımı (Bat ve ark., 2005).

Figure 6. Seasonal distribution abundance of gelatinous organisms and zooplankton in vertical tows (Bat et.al., 2005).

Yumurta ve larva bolluk miktarı ile jelimsi organizma ve zooplankton miktarlarının vertikal çekimlerdeki bolluk değerleri Şekil 7.'de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında balık yumurta ve larvalarının arttığı dönemlerde jelimsi organizma miktarında artış kaydedilmiştir. Örneğin 2002 yılının Aralık ayında, 2003 Mayıs ayından başlayarak Ekim ayına kadar, 2004 Mart ayından başlayarak ve yine Ekim ayına kadar süren bir artış gözlenmiştir. Aylık olarak incelendiğinde her bir ay için jelimsi ve balık yumurta ve larvası arasında tam olarak doğrusal bir paralellik bulunamamasına rağmen yıllık değişimler incelendiğinde ilişki daha net tespit edilmiştir. 2004 yılında diğer iki örnekleme yıllarına oranla yumurta ve özellikle larva miktarında artış belirlenirken jelimsi miktarında azalma dikkat çekmiştir. Hamsi üreme dönemi olan yaz mevsiminde 2004 yılı incelendiğinde zooplankton bolluk ve özellikle biyokütle miktarının artması ile balık yumurta ve larva miktarında artış belirlenmiştir. Bunun yanında jelimsi organizma miktarının azalması yumurta ve larva miktarlarının artmasında etkili olduğu tahmin edilmektedir (Bat ve ark., 2005; Birinci-Özdemir, 2005).

1980'li yıllarda ötrofikasyon, aşırı avcılık ve *M. leidy* türünün Karadeniz'e girişiyle balık avcılığında ve özellikle ekonomik değere sahip hamsi miktarında tekrar azalma başlamıştır (Şekil 8., Caddy ve Griffiths, 1990; Kideys ve ark., 1999; Shiganova ve Bulgakova, 2000; Kideys, 2002).

Hamsi av miktarında 1980'li yılların sonunda 5 kattan fazla bir azalma belirlenmiştir (Kideys, 1994; Gucu, 1997). Karadeniz'de hamsi av miktarı 62 bin ton seviyesine düşmüş, aynı dönemde *M. leidy* biyokütle miktarı 1000 g/m<sup>2</sup> hesaplanmıştır. Bu düşüşün ardından 90'lı yılların sonunda yine stabil şekilde artış başlamış ve hamsi av miktarı 390 bin ton seviyesine yükselmiştir, bu değer *M. leidy* Karadeniz'e geldikten sonra alınan en iyi miktardır. Yine aynı dönemde *M. leidy* biyokütle değeri incelenmiş ve 500 g/m<sup>2</sup> değeri bulunmuştur. Bu *M. leidy* miktarındaki azalışın bir göstergesi olmuştur. Uzun dönemdeki *M. leidy* biyokütle ve Karadeniz hamsisi miktarı arasındaki değişimlere paralel olarak zıt bir ilişkinin olduğu söylenmektedir (Kideys ve Romanova, 2001; Shiganova ve ark., 2003, Şekil 6.5.4.). *M. leidy* türünün neden olduğu değişimler sadece miktarlarda

olmamış daha önceden Karadeniz'in Kuzeybatı bölümü hamsi için yumurtlama alanı iken Güney Karadeniz'in yumurtlama bölgesi olarak daha yoğunlaştığı Niermann ve ark. (1994) tarafından belirtilmiştir.

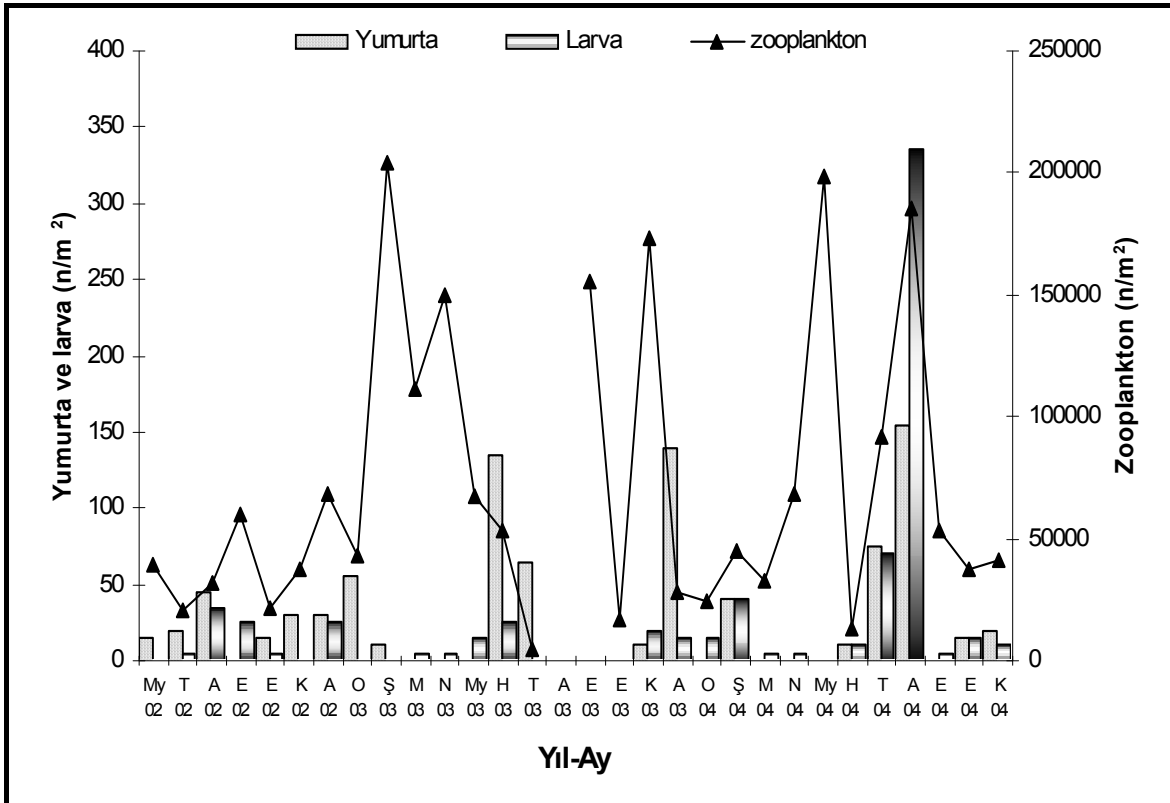
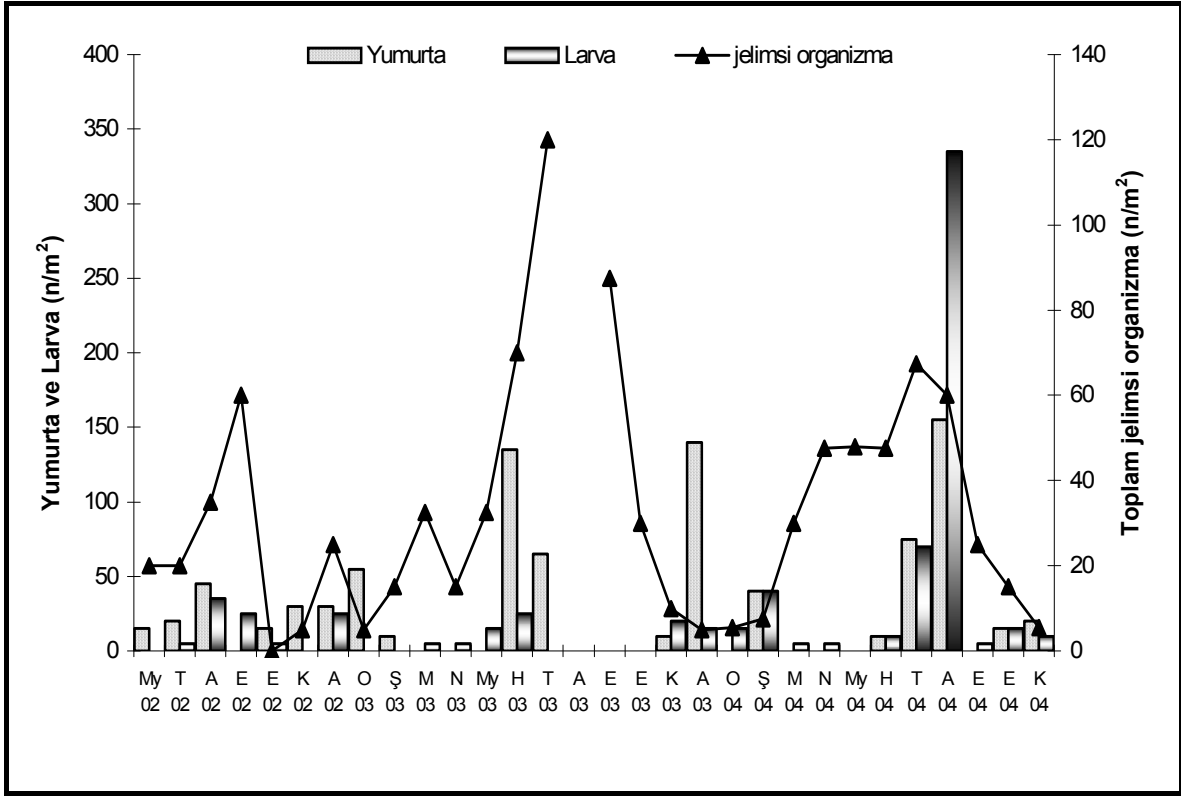
*M. leidy* türünün mevsimsel büyümeleri yaz ve sonbahar başında hamsi ve diğer planktonla beslenen balıkların üreme mevsimiyle aynı döneme denk gelmektedir. *Mnemiopsis* balık larvalarının onda birini avlayarak veya besin içeriğinde kullanarak miktarlarını değiştirmişlerdir. Niermann ve ark. (1994) tarafından *Mnemiopsis* ve Karadeniz hamsisi (*E. e. ponticus*) arasındaki ilişki 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında rapor edilmiştir.

Karadeniz'de hamsi av miktarındaki azalışın nedenleri 4 hipotez ile özetlenebilir (Bilio ve Niermann, 2004).

**Birinci hipotez;** *M. leidy* türünün aşırı miktarda balık yumurta ve larvasını tüketmesidir. 1988 ile karşılaştırıldığında Kırım Yarımadası'nda balık yumurta ve larva miktarının azaldığı dikkat çekmiştir (Niermann ve ark., 1994). *M. leidy* türünün balık yumurta ve larvasının predatörü olduğu saptanmış olmasına rağmen (Cowan ve Houde, 1993), tüm azalmanın bu türden kaynaklandığı kesin değildir. Tsikhon-Lukanina ve ark. (1991 ve 1993) tarafından *M. leidy* türünün kopepod üzerinde balık yumurta ve larvasından daha yoğun olarak beslendiğini tespit edilmiştir. Balık yumurta ve larvasının ani düşüşüne ek olarak *M. leidy* bolluk miktarı yüksek seviyeye ulaşmış ve bu artış, balık miktarındaki azalmayı beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla *M. leidy* türünün bu azalmadaki etkisi önemli bir faktör olarak göz önünde bulundurulmalıdır (Bilio ve Niermann, 2004; Shiganova ve ark., 2004a; 2004b).

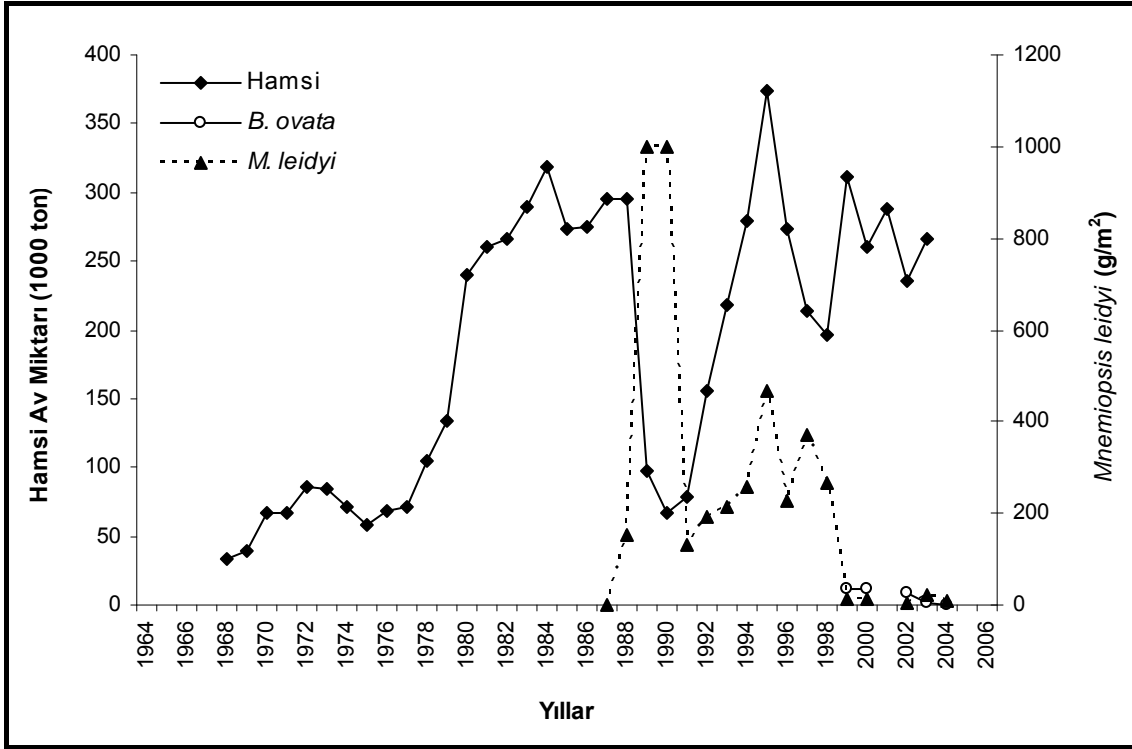
**İkinci hipotez** *M. leidy* türünün aşırı miktarda zooplankton tüketmesi ile hamsi stoklarındaki düşüş olarak tanımlanmaktadır. Karadeniz geneline bakıldığında 1989-1992 yılına *Mnemiopsis* bolluk miktarının oldukça artması ile aynı zamana gelen mesozooplankton miktarındaki düşüşten dolayı bu hipotez daha makul gelmektedir (Konsulov ve Kamburska, 1998; Kovalev ve ark., 1998a; Kideys ve ark., 2000). Mezozooplankton miktarının azalmasıyla birlikte plankton ile beslenen diğer balık stoklarının (Çaça) besin sorunu çektiği görülmüştür (Shulman ve Yuneva, 2002).





Şekil 7. Toplam jelimsi organizma –balık yumurta ve larva (üstteki şekil), zooplankton-balık yumurta ve larva (alttaki şekil) bolluk değerlerinin vertikal çekimlerdeki dağılımı (Bat ve ark., 2005).

Figure 7. Abundance of total gelatinous organisms – egg and larvae of fish (upper fig.), zooplankton – fish egg and larvae (lower fig.) in vertical tows (Bat et al., 2005).



**Şekil 8.** Uzun Dönemde Karadeniz’de Hamsi av miktarı (ton) ve *Mnemiopsis leidyi* biyokütle değerlerinin değişimi (2001 yılına kadar alınan veriler Kideys ve Romanova (2001)’e; Hamsi av miktarı Anonim (2004)’e aittir. 2001 yılından sonra alınan *M. leidyi* ve *B. ovata* değerleri Bat ve ark. (2005)’e aittir).

**Figure 8.** Long – term changes in anchovy catch (tons) and biomass of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea (until 2001 from Kideys and Romanova, 2001; total anchovy catch from Anonymous (2004). Value of *M. leidyi* and *B. ovata* after 2001 from Bat et.al., 2005.

Kideys ve ark. (2000) hamsinin ana besininde belirlenen kötüye gidişle beraber aşırı ve önemli tüketici *M. leidyi* 1989-1990 yılları arasında balık stoklarında şiddetli bir düşüşe yol açtığı belirtmişlerdir. İlk önce *M. leidyi* türünün önce kopepod *Calanus euxinus* naupliileri ile beslenerek hamsi larvalarını etkilediğini daha sonra yetişkin hamsi için daha ilerideki ergin kopepod büyüklüğünü seçerek beslendiğini bu yüzden balık avcılığında 1990’larda düşüşün meydana geldiğini varsaymışlardır.

*M. leidyi* miktarındaki artış ile hamside meydana gelen düşüş o kadar kesişmektedir ki bu iki olayın doğrudan doğruya birbiriyle bağlantılı olduğu sanılmaktadır. Olayların aynı zamana rastlaması üzerinde özellikle fazla durulmasını önemli hale getirmektedir. Vinogradov ve ark. (1989) tarafından jelimsi zooplankton dağılımının bölgesel dağılımının belirlenmesinde 32 istasyonda örnekleme yapılmış ve biyokütle değeri yaklaşık  $84.10^7$  g olarak Karadeniz’de tespit edilmiş ve istilacı ktenofor türünün mevcut mesozooplankton ve

balık larvaları stoklarını ciddi şekilde etkilediği gösterilmiştir.

Aşırı avcılık, hamsi stoklarının azalmasındaki **üçüncü hipotezi** oluşturmaktadır. 1980’lerin sonunda Karadeniz’de balıkçılık çeşitli nedenlerle karmaşık hale gelmiştir. Sovyetler Birliği’nde balıkçılık ekonomik sebepler başta olmak üzere azalmış bu dönemde Türk balıkçıları teknelerinin balık bulucu cihazlarını ve güverte üstü donanımlarını geliştirmişlerdir (Gucu, 2002). Bu nedenle Türk balıkçılığındaki yükselişle birlikte Sovyetler Birliği avcılık alanında düşüş yaşamıştır (Bilio ve Niermann, 2004).

Gucu (1997), 1988-1989 yıllarındaki Türkiye kıyılarından alınan verileri 1987-1988 verileri ile karşılaştırdığında balık boylarının daha küçük boyda olduklarını rapor etmiştir. Hamsi stoklarında 1988-1989 meydana gelen düşüş, balıkçı teknelerinin gelişimi ile önceki yıllardaki av miktarını yakalamaya çalışırken cinsel olgunluğa ulaşmamış balıkların ve küçük boydaki balıkların avlanması neticesinde oluştuğu düşünülmektedir.

Türkiye sularındaki balıkçılık endüstrisinin çöküşünden önce ve sonra yapılan hamsi gonadosomatik indeks analizleri, hamsi stoklarında meydana gelen çöküşten sonra yeni katılan bireylerin durumunun çökme öncesine göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Hamsi stoklarının tüketilmesi ile birlikte var olan besin miktarının ve diğer planktivor organizmaların artması sürpriz olmamıştır (Bilio ve Niermann, 2004). Balık avcılığı miktarında ani düşüşün ana sebebi 1988'den önce balıkçılık ekipmanlarının gelişmesiyle aşırı avcılığın artması olarak görülmektedir (Gucu, 1997). Uzun dönemde mide ve barsak içeriklerinin incelendiği veriler (Shiganova ve Bulgakova, 2000) özellikle hamsinin, balık stoklarının azaldığı döneme kadar yeterli besine sahip olduğunu göstermiştir.

**Dördüncü hipotez** ise oşinografik ve meteorolojik doğa olaylarının etkisiyle sistemin değişim yaşamasıdır. 1980'lerde meydana gelen hidrolojik ve meteorolojik olaylar Kuzey Atlantik'ten Karadeniz ve Hazar Denizi'ne doğru kuzey yarımkürede değişime neden olmuştur (Niermann ve ark., 1999; Oğuz, 2005b).

Genel olarak özetlenirse Karadeniz'de ekosistem 2 şekilde etkilenmiştir; (1) aşağıdan yukarıya etki; 1970'li yıllarda nehirler ile kıyı sahil sularının dip kısmına ulaşarak içerideki termoklin tabakasına kadar uzanan nutrientlerin oluşturduğu aktif organik madde sirkülasyonu ve sonrasında antropojenik güçler, (2) yukarıdan aşağıya etki ise; pelajik balıkların aşırı avcılığı ve 1980'li yıllarda hüküm süren karnivor jelimsi organizmaların aşırı popülasyon artışıdır. Bu eş zamanlı etkiler yıllarca alınan dataların birleştirilmesi ile ortaya çıkarılmıştır (Oğuz, 2005a).

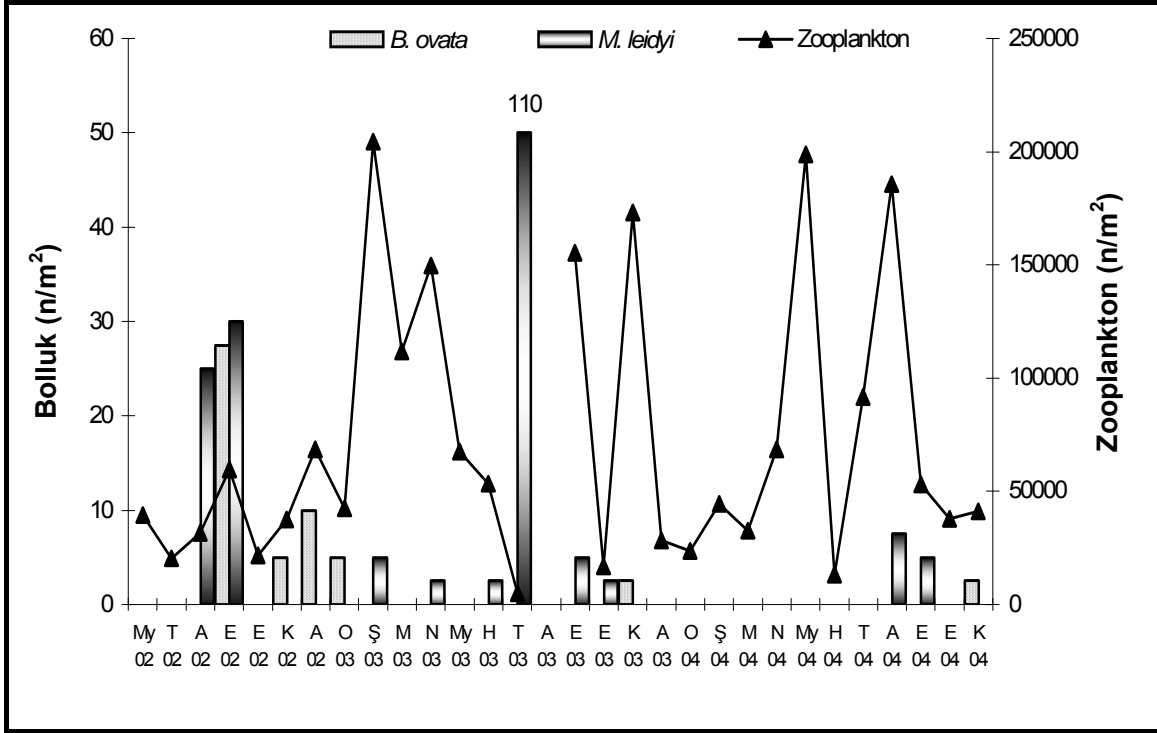
Nutrientlerin Karadeniz'de artması ile birlikte ötrofikasyonun etkisi, mesozooplankton yapısı ve dağılımında, balık stoklarının azalmasında ve aşırı alg artışlarında gözlenmeye başlanmıştır. Ekosistem dengesinin bozulmaya başlamasıyla jelimsi organizmalarda değişimler olmuştur. Şöyleki; Karadeniz'de aşırı avcılık ile büyük balık miktarı azalmış, küçük pelajik balıklar ise pelajik bolluk için predatör olmuşlardır. Mesozooplankton miktarının değişimiyle fitoplankton değerleri yükselmiştir (Shiganova, 1998; Guçu, 2002; Daskalov, 2002). 1980'lerin sonunda jelimsi organizmalar sistemi kontrol altına aldığı ve küçük

pelajik balık stokları tüketildiğinde aşırı avcılığın tahripleri fark edilmiştir.

Daha öncede belirttiğimiz gibi ötrofikasyon ve aşırı avcılık ekosistemi özellikle 1990'lı yıllarda çok güçlü olarak etkilemiş görülmektedir (Oğuz, 2005a). Bunun yanında *M. leidyi* türünün aşırı miktarda artması, sistemi etkileyen diğer bir unsur olmuştur. 1990'lı yıllarda *M. leidyi* biyokütlesi bir miktar düşmüş, balık avcılığı 1992 ve 1993 yıllarında minimum değerini almıştır. 1995 yılında balık avcılığı yükselmiş ve yine 1998 yılında tekrar düşmüştür. 1999'dan başlayarak ktenofor *B. ovata*, *M. leidyi* türünün tüketilmesinde ve ekosistemin iyileşmesinde etkili olmuştur. Aynı zamanda tekrar balık avcılığı yükselmeye başlamıştır (Kideys ve ark., 1999; Kideys ve ark., 2000; Kideys ve Romanova, 2001; Anonim, 2004; Shiganova ve ark., 2004a; 2004b).

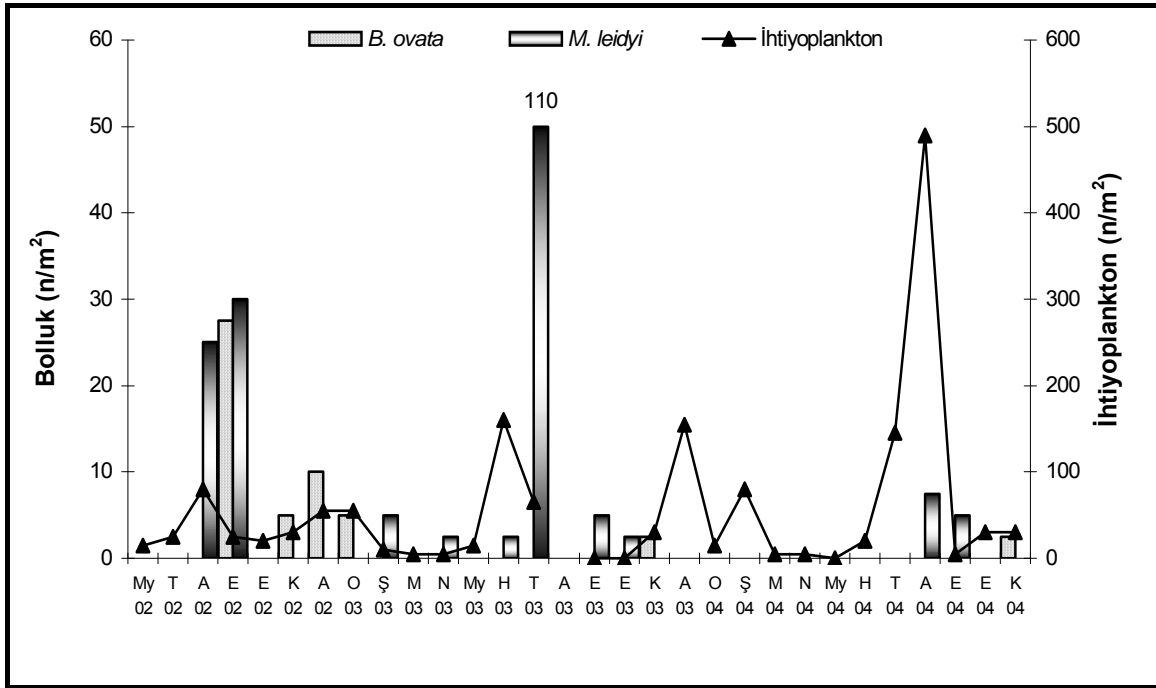
Finenko ve ark. (2003) 2000-2001 yılları ile ( $1.10 \pm 0.65 \text{ g/m}^2$ ) 1995 yılını ( $0.42 \pm 0.38 \text{ g/m}^2$ ) karşılaştırdıklarında, ortalama yıllık zooplankton biyokütlesinin iki kat artmış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). *Mnemiopsis* türünde ani artışların olduğu ve *Beroe* türünün bulunmadığı önceki yıllar ile karşılaştırıldığında, 2000-2001 yıllarında bazı türlerin (*P. parvus*, *A. clausi*, *C. ponticus*) ve özellikle ortalama yıllık kopepod bolluk miktarının yükseldiği bildirilmektedir.

Bu çalışmada jelimsi organizmalardan *M. leidyi* ve *B. ovata* türlerinin bolluk değerleri zooplankton bolluk ve biyokütle değerleri ile karşılaştırılmıştır. *M. leidyi* bolluk artışını takip eden bir sonraki ayda zooplankton miktarının azaldığı, *B. ovata* türünde ise tam tersi zooplankton miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte *M. leidyi* miktarının düşük olduğu dönemlerde az miktarda besin tüketilmesinden dolayı zooplankton bolluk ve biyokütle miktarının yükseldiği düşünülmektedir. Temmuz (2003) ayında *M. leidyi* bolluk ve biyokütle değeri maksimum değerlere ulaştığında, zooplankton bolluk ve biyokütle miktarının örneklemelerdeki en düşük değerini almıştır. Sonraki Ağustos ayında ise *M. leidyi* miktarının düşmesi ile zooplankton bolluğunun arttığı belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. A2 istasyonunda, vertikal çekimlerde elde edilen *M. leidyı*, *B. ovata* ve zooplankton bolluk değerlerinin mevsimsel dağılımı (Bat ve ark., 2005).

Figure 9. Seasonal distribution of abundance *M. leidyı*, *B. ovata* and zooplankton at the station A2 in vertical tows.



Şekil 10. A2 istasyonunda, vertikal çekimlerde elde edilen *M. leidyı*, *B. ovata* ve ihtiyoplankton bolluk değerlerinin mevsimsel dağılımı (Bat ve ark., 2005).

Figure 10. Seasonal distribution of abundance *M. leidyı*, *B. ovata* and ichthyoplankton at the station A2 in vertical tows.

Bat ve ark., (2005) tarafından yapılan çalışmada ihtiyoplankton bolluk miktarı ile *M. leidy* ve *B. ovata* bolluk değerlerini arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. Ağustos (2004) ayında ihtiyoplankton miktarında ani bir artış belirlenmiştir. Şöyle ki Karadeniz'de balık miktarının büyük bölümünü (% 85) hamsi oluşturmaktadır (Anonim, 2004). Hamsisi'nin üreme zamanı yaz dönemi olduğundan böyle bir artışın olması beklenen bir durumdur. Fakat üç yıl süre ile yapılan örneklemelerde önceki iki yılın hamsi üreme dönemlerinde alınan veriler 2004 yılı Ağustos ayından oldukça düşüktür.

Sonuç olarak Sinop Yarımadası'nda yapılan mevcut çalışmada sıcaklık değerlerinin yükseldiği dönemlerde jelimsi organizma miktarının arttığı tespit edilmiştir. Sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar mevsiminde jelimsi bolluk ve biyokütle düzeyinde artışlar belirlenmiştir. Yaz mevsiminde maksimum değerlere ulaşan jelimsi organizma miktarı sonbahar mevsimi sonuna kadar azalarak örneklemelerde gözlenmeye devam etmiştir. Türlerin üreme dönemlerinde bolluk ve biyokütle miktarlarında görülen artışlar beklenen bir sonuçtur. Kısa süreli aylık incelemelerde zooplankton ve ihtiyoplankton ile jelimsi organizmaların miktarları arasında bir paralellik bulunamamış olup, üç yıllık uzun dönemdeki örnekleme sürecine bakıldığında paralellik açıkça görülmüştür. Bunun yanında jelimsi organizma miktarının artışı ile ihtiyoplankton miktarı arasındaki bağlantının zooplankton ile olan bağlantısından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bu bilgiler diğer çalışmalar ile aynı paralellikte belirlenmiştir. Özellikle *M. leidy* türü ile zooplankton biyokütle ve bolluk değerleri arasındaki ters orantı bu çalışmada bir kez daha ortaya konulmuştur. Bu çalışma süresince 2004 yılında alınan jelimsi organizmaların miktarındaki düşüş ile ihtiyoplankton, zooplankton miktarındaki artışlar ve hamsi avcılığındaki artışın sistemdeki iyileşmelerin ve düzelmelerin bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Tüm bunlarla beraber Karadeniz'deki değişimler ve ekosisteme etkileri oldukça önemlidir. Sistemde meydana gelen değişimler yapıyı kökten etkilemekte ve düzelmeleri imkansız veya çok zor olan zararları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle Karadeniz ekosisteminde 1980'lerden sonra baskın duruma geçen jelimsi organizmaları tanımak, etkilerini ve dağılımla-

rını incelemek gerekli hale gelmiştir. Özellikle hamsi avcılığının ekonomik açıdan yüksek değer taşıması çalışmaları bir kat daha önemli kılmıştır. Karadeniz'e kıyısı olan bazı ülkelerde jelimsi organizmalar ile ilgili çalışmalar devam ettirilmektedir. Kuzey Karadeniz'de yapılan çalışmalarla sistematik olarak veriler alınmaktadır. Özellikle Karadeniz'in Ülkemiz kıyılarında uzun dönemi kapsayacak zaman serili çalışmalar bulunmamaktadır. Ancak son 6 yıldır Sinop Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimleri Bölümünce sürdürülen TÜBİTAK, DPT ve NATO destekli projelerde uzun periyotlu çalışmalar devam etmektedir (Büyükhatipoğlu ve ark., 2002; Bat ve ark., 2004a,b ve 2005; Bircan ve ark., 2005). Değişimlerin incelenmesi, çözüm önerilerinin sağlam bir zeminde yürütülmesi açısından sistemdeki fiziko-kimyasal parametrelerin, zooplankton, fitoplankton, ihtiyoplankton ve jelimsi organizmaların dağılımlarının (değişimlerinin) izlenmesinin oldukça önemli olması yürütülen çalışmaların devamlılığını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca balık türleri ve stok hareketleri ile ilgili araştırmalarla bu çalışmaların desteklenmesi yararlı olacaktır.

Karadeniz kendisine has yapısıyla hızlı fiziksel ve kimyasal değişimin yanında özellikle istilacı türler bakımından hızla değişebilen ve yeni dengelere kavuşabilen özel bir denizdir. Ülkemiz balıkçılığındaki önemini de dikkate alırsak hem denizin özellikleri hem de yaşayan organizmalar ve balıklar üzerinde her yıl düzenli ve detaylı çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir. Dolayısıyla yoğun iş gücü ve yüksek bütçeyi gerektiren ve de günümüze değin eksikliği büyük oranda hissedilen deniz araştırmaları istenen seviyeye ulaşacaktır.

Uzun süreli gözlemlere dayalı verilerin önemi bilhassa olası iklim değişikliklerinin analizi açısından günümüzde büyük bir öneme sahiptir. İklim değişikliklerinin yanında günümüzde her geçen gün artan kirliliğin ekosistem üzerine olan etkilerinin kalitatif ve kantitatif olarak ortaya konması için uzun süreli gözlemlere ihtiyaç vardır. Karadeniz'i çevreleyen bazı ülkelerin Karadeniz'de izleme çalışmaları 1950'lere kadar uzanırsa da 1980'li yıllarda demirperde olarak adlandırılan bu ülkelerde ekonomik durumun bozulmasıyla 1980'lerden sonra kesintiye uğramış, bu tarihten sonraki veriler bir ya da birkaç istasyonda kısa aralıklı uzun döneme ait veri elde edilmesinden çok yılda bir-iki kez

gerçekleştirilebilen seferlerden elde edilmiştir. Bu verilerin analizi hem fitoplankton ve hem de zooplanktonda önemli değişimlerin olduğuna işaret etmektedir. Denizlerde biyojeokimyasal döngülerin anlaşılmasında için tüm denizden veri elde etmeyi sağlayan kapsamlı seferlerin yanında, bir ya da birkaç istasyondan kısa aralıklı veri toplamak gerekmektedir. Ancak böyle bir veri seti elde ettikten sonra o denizde anahtar öneme sahip canlıların temel (üreme, büyüme, ölüm vs gibi) dinamikleri anlaşılabilir. Karadeniz’de planktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla veren çalışmalar azdır. Mevcut çalışmada ise, Orta Karadeniz’de temel pelajik ekosistem parametrelerinin izlenmesi çerçevesinde, hem besleyici elementlerin hem de bu besleyici elementlerden faydalanan fitoplankton, zooplankton, ihtiyoplankton ve makrozooplanktonun mevsimsel yapısının tanımlanması ve uzun dönem değişikliklerin izlenmesi amaçlanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma, bundan sonra yapılması planlanan ekosistem modellemelerine veri tabanı oluşturma ve ekosistemin rehabilitasyonu yönünde karar alıcı mercilere done oluşturma açısından irdelendiğinde kapsam ve katkıları açısından büyük önem taşıyacaktır.

**Teşekkür:** Bu çalışma, NATO (NATO ESP. NUKR. CLG. 981783) nolu “Bioindicators for Assessment of the Black Sea Ecosystem Recovery” ve TÜBİTAK-NASU 105Y028 nolu “Monitoring of anchovy and sprat nutritional condition in the Black Sea” projeler tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Anonim, (1968-1990). DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü), Su ürünleri 1968-1990 Verileri, Ankara
- Anonim, (1997). Opportunistic Settlers and the Problem of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* Invasion in the Black Sea. Gesamp Reports and Studies no. 58. Printed by the International Maritime Organization, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR.
- Anonim, (1998). Karadeniz. Bilim ve Teknik. Sayı (364): 50-57.

- Anonim, (2004). (DİE) Devlet İstatistik Enstitüsü, Su ürünleri 2003 Verileri, Ankara.
- Arım, N., (1957). Marmara ve Karadeniz’deki Bazı Kemikli Balıkların (Teleostların) Yumurta ve Larvalarının Morfolojileri ile Ekolojileri. *Hidrobiyoloji Mecmuası*, Cilt 5(1-2): 7-55.
- Bat, L., Kıdeys, E.A., Oğuz, T., Beşiktepe, Ş., Yardım, Ö., Gündoğdu, A., Üstün, F., Satılmış, H.H., Şahin, F., Birinci Ö.Z. ve Zoral, T., (2005). Orta Karadeniz’de temel pelajik ekosistem parametrelerinin izlenmesi. Proje no: DPT 2002 KI20500 (TAP-S013 No’lu Proje). 488 s.
- Bat, L., Kıdeys, A., Yardım, Ö., Gündoğdu, A., Üstün, F., Satılmış, H.H., Şahin F., Birinci Ö.Z. ve Zoral, T. (2004a). Sinop Kıyılarında Fitoplankton, Zooplankton, İhtiyoplankton ve Makrozooplankton Kompozisyonunun Karadeniz Ekosistemine ve Balıkçılığa Etkileri. O.M.Ü. S.090 Nolu Araştırma Fonu Projesi. 130 s.
- Bat, L., Finenko, G.A., Anninsky, B.E., Romanova, Z.A., Svetlichny, L.S., Abolmasova, G.I., Hubareva E.S. and Kideys, A., (2004b). Will the new Invader Ctenophore *Beroe ovata* Control the Structure of Plankton Community in the Black Sea? (NATO Scientific Affairs Linkage Grant EST. CLG. 976805).
- Bayraktar, S., 1994. Distribution of phytoplankton (>55 µm) along Turkish Coast and at The North Western Shelf area of The Black Sea (Yüksek Lisans Tezi), ODTÜ, 172 s.
- Benli, H., (1987). Investigations of plankton distribution in the southern black Sea and its effects on particle flux. In: Degens, E. T., Izdar, E., Honjo, S. (eds) Particle Flux in the Ocean, Mitteilungen des Geologisch- Paleontologischen Institut, Universität Hamburg, 62: 77-87.
- Berdnikov, S. V., Selyutin, V., V., Vasilchenko, V. V. and Caddy, J.F., (1999). Trophodynamic model of the Black and Azov Sea pelagic ecosystem: consequences of the comb jelly, *Mnemiopsis leidyi*, invasion. *Fisheries Research*, 42:261-289.
- Besiktepe S., (2001). Diel vertical distribution, and herbivory of copepods in the south-

- western part of the Black Sea. *Journal of Marine Systems*, **28**: 281-301.
- Bilio, M. and Niermann, U., (2004). Is The Comb Jelly to Blame for It All? *Mnemiopsis leidyi* and The Ecological Concerns About The Caspian Sea, *Marine Ecol Prog Ser*, **269**: 173-183.
- Bingel, F., Kideys, A. E., Özsoy, E., Tuğrul, S., Baştürk, Ö. and Oğuz, T. (1993). Stock Assessment Studies For The Turkish Black Sea Coast. NATO-TU Fisheries Final Report. METU, Institute Of Marine Science,
- Bircan, R., Bat, L., Kideys, A., Satılmış, H.H., Üstün, F., Şahin, F. ve Özdemir, Z. B., (2005). Karadeniz'in Sinop Bölgesinin Alt Besin Tabakalarının Dinamik Ve Zaman Serileri, Tübitak, Proje No: 199Y121, 75s.
- Birinci-özdemir, Z., (2005). Karadeniz'in Sinop Burnu Bölgesinin Jelimsi Organizma Kompozisyonu ve Mevsimsel Dağılımı. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, 147 s. Samsun.
- Bodeanu, N., (1989). Algal blooms and development of the main phytoplanktonic species at the Romanian Black Sea littoral under eutrophication conditions. *Cercet. Mar. I. R. C. M.* **22**:107-125.
- Bologa, A. S., (1985/1986). Planktonic primary productivity of the Black Sea: review. *J. Thalassia Jugoslavica*, **21/22** (1/2): 1-22.
- Brink, K.H., (1978). Upwelling Fronts; Implications and Unknowns. *S.A., Sc.*, **5**: 3-9.
- Büyükhatipoğlu, S., Bat, L., Kideys, A.E., Tuğrul, S., Zagorodnyaya, J., Gündoğdu, A., Akbulut, M., Çulha, M., Gönlügür, G., Eker, E., ve Satılmış, H.H., (2002). Orta Karadeniz'in Sinop Burnu Bölgesinin Biyokimyasal Dönüşüm Çalışmaları, TÜBİTAK Proje No: YDABÇAG- 619/G 197Y156. 92s.
- Caddy, J. F., (1993). Toward a cooperative evaluation human impacts on fishery ecosystems and semi-enclosed seas. *Fishery Science*. **1**(1): 57-95.
- Caddy, J. and Griffiths, R., (1990), A Perspective on Recent Fishery Related Events in the Black Sea, Studies and Review, General Fisheries Council for the Mediterranean, **63**: 43-71.
- Cihangir, B. ve Uslu, B., (1992). Ege Denizi'nde Hamsi Balığı (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'nın Fekonditesi Üzerine Bir Ön Çalışma. *Doğa-Tr. J. Zoology*, **16**, 301-310.
- Cowan, V.G. and Houde, E.D., (1993). Relative Predation Potentials of Scyphomedusae, Ctenophores and Planktivorous Fish on Ichthyoplankton in Chesapeake Bay. *Mar. Ecol.* **95**: 55-65.
- Daskalov, G.M., (2002). Overfishing Drives a Trophic Cascade in the Black Sea. *Marine Ecology Progress Series* **225**: 53-63
- Demir, N., (1959). Notes on the Variations of the Eggs of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* CUV.) from Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Seas. *Publ. of Hidrobiol. Res. Inst., Faculty of Sciences, Univ. of Istanbul, Fen Fak. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, Seri-B, Cilt IV, Sayı 4, İstanbul.* 180-187.
- Demir, N., (1965). Synopsis of Biological Data on Anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent seas). *FAO Fisheries Synopsis No.26, Revision,1. SAST-Anchovy-1,21(6),002,01.* 42s.
- Einarson, H. and Gürtürk, N., (1960). Abundance and Distribution of Eggs and Larvae of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*) In the Black Sea. *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec. (B)*, **5** (1-2): 72-94.
- Eker E., L. Georgieva, L. Senichkina and A. E. Kideys, (1999). Phytoplankton distribution in the western and eastern Black Sea in spring and autumn 1995. *ICES Journal of Marine Science* **56**: 15-22.
- Eker, E., (1999). Abundance and biomass of micro and nanophytoplankton in the northwestern and southern Black Sea in 1995. Master Thesis, Middle East Technical University, IMS, Erdemli, Icel, Turkey, 212 pp.
- Ergün, G., (1994). Distribution of five Calanoid copepod species in the southern Black Sea. M.S. Thesis, IMS-Middle East

- Technical University/Ankara, Turkey, 117pp.
- Erkan, F., Gücü, A. C. and Zagorodnyaya, J., (2000). The diel vertical distribution of zooplankton in the southeast Black Sea. *Turk. J. Zool.* **24**: 417-427.
- Erkoyuncu, İ. ve Özdamar, E., (1989). Estimation of the Age, Size and Sex Composition and Growth Parameters of Anchovy *Engraulis encrasicolus* (L) in the Black Sea. *Fisher. Res.*, **7**: 241-247.
- Erüz, Ç., Durukanoğlu, H.F. ve Bahar, M., (1993). Mezuniyetin İlk Yılında Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu, 23-25 Haziran 1993, Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Su Ürünleri Bölümü, s 651-659. Ezurum.
- Feyzioğlu, A. M., (1990). Doğu Akdeniz fitoplankton türlerinin kalitatif ve kantitatif yönden araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), KTÜ, 52 s.
- Feyzioğlu, A. M., (1996). Doğu Karadeniz Kıyusal Ekosisteminde Fitoplankton Dinamiğindeki Mevsimsel Değişimler. (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst. Trabzon.
- Finenko, G.A., Anninsky, B.E., Romanova, Z.A., Abolmasova, G.I. and Kideys, A.E., (2001). Chemical composition, respiration and feeding rates of the new alien ctenophore, *Beroe ovata*, in the Black Sea. *Hydrobiology*, **451**: 177-186.
- Finenko, G.A., Romanova, Z.A., Abolmasova, G.I., Anninsky, B., Svetlichny, L.S., Hubareva, E.S., Bat, L. and Kideys, A.E., (2003). Population Dynamics, Ingestion, Growth, and Reproduction Rates of the Invader *Beroe ovata* and Its Impact on Plankton Community in Sevastopol Bay, the Black Sea, *Journal of Plankton research*, **25**(5): 539-549.
- Gerlach, S., (1990). Nitrogen, Phosphorous, Plankton and Oxygen deficiency in the German Bight and Kiel Bay. *Kieler Meeresforschungen, Sonderheft Nr. No.7*:341 p.
- Gordina, A.D., Subbotin, A.A. and Klimova, T.N., (1990). Abundance and Peculiarities of Ichthyoplankton Distribution in the Western Black Sea in Summer Period 1988. *Ukr. Acad. Sci. Kavalevsky Institute of Biology of the Southern Seas. Sevastopol.* 32p. Dep. in VINITI 19.10.90, N 5410-B90 (In Russian).
- Gordina, A.D., Zagorodnyaya, J.A., Kideys, A.E., Bat, L. and Satilmis, H.H., (2005). Summer Ichthyoplankton, Food Supply of Fish Larvae and Impact of Invasive Ctenophores on the Nutrition of Fish Larvae in the Black Sea During 2000-2001. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **85**: 537-548.
- Gözler, A. M. ve Çiloğlu, E., (1998). Rize-Hopa Açıklarında 1997-1998 Avlanma Sezonunda Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Balığı'nın Bazı Populasyon Parametreleri Üzerine Bir Araştırma. III. Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran 1998, Erzurum.
- Gubanova, A., (2000). Occurrence of *A. tonsa* Dana in the Black Sea. Was it introduced from the Mediterranean? *Mediterranean Marine Science*, **1** (1): 105-109.
- Gubanova, A. D., Prusova, I. Yu, Nierman, U., Shadrin, N. V. and Polikarpov, I. G., (2001). Dramatic changes in the copepod community in Sevastopol Bay (Black Sea) during two decades (1976-1996). *Senckenbergiana maritima*, **31** (1): 17-27.
- Gucu, A.C., (1997). Role of fishing on Black Sea Ecosystem in Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea, E. Özsoy and A. Mikaelyan (eds.), NATO-ASI Series, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, pp. 149-162.
- Gucu, A.C., (2002). Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **54**: 439-451p.
- Gürtürk, N., (1962). Plankton araştırmalarının önemi. *Balık ve Balıkçılık Mecmuası*, **X**(11-12): 14-17.
- Karaçam, H. ve Düzgüneş, E., (1990). Trabzon sahil şeridi fitoplanktonu üzerine bir araştırma, *İ. Ü. Su Ürün. Dergisi*, **4**(1): 95-102.
- Karnivola, V.P., (1955). Nabludenie za Rostom lichinok i malodi Azavskoi Khamsi v 1953 g Trud. Azov.-Chernomorsk.nauch.-issled. Inst.morsk.ryb.Khoz. (16) (In: Demir, N., 1965. Synopsis of Biological Data on Anchovy *Engraulis encrasicolus*



- (Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent seas). FAO Fisheries Synopsis No.26, Revision,1. SAST-Anchovy-1,21(6),002,01. 42s.
- Kideys, A. E., (1994). Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: The reason for the sharp decrease in Turkish anchovy fisheries. *Journal of Marine Systems* **5**: 171-181.
- Kideys, A. E., (2002). Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science's Compass*, vol **297**: 1482-1483.
- Kideys, A. E. and Romanova, Z., (2001). Distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea during 1996-1999. *Marine Biology* **139**: 535-547.
- Kideys, A.E., Gordina, A. D., Niermann, U., Uysal, Z., Shiganova, T.A. and Bingel, F., (1998). Distribution of Eggs and Larvae of Anchovy with Respect to Ambient Conditions in the Southern Black Sea During 1993 and 1996. Ivanov, L.I. and Oğuz, T. (eds) *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea*, **1**: 189-198.
- Kideys, A. E., Gordina, A., Bingel, F. and Niermann, U., (1999). The effect of environmental conditions on the distribution of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black Sea. *ICES Journal of Marine Science* **56**: 58-64.
- Kideys, A. E., Kovalev, A. V., Shulman, G., Gordina, A. and Bingel, F., (2000). A review of zooplankton investigations of the Black Sea over the last decade. *Journal of Marine Systems* **24**: 355-371.
- Konsulov, A. and Kamburska, L., (1998). Black Sea zooplankton structural dynamic and variability off the Bulgarian Black Sea coast during 1991-1995. In: NATO TUBlack Sea Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Symposium on Scientific Results, L. Ivanov & T. Oguz (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp.281-292.
- Koblentz-Mishke, O. J., Volkovinsky, V V. and Kabanova, Yu. G. (1970). Plankton primary production in the World ocean. In: Wooster, W. (ed.) *Scientific exploration of the South Pacific Ocean*. Nat. Acad. Sci, Washington, D. C. p. 183-193.
- Kovalev A.V., Melnikov, V.V., Ostrovskaya N.A. and Prusova, I.Y., (1993). Zooplankton: Macroplankton, in, *Plankton of the Black Sea.-Kiev: Naukova dumka,*: pp. 183- 193 (in Russian).
- Kovalev, A.V., Gubanova A.D., Kideys, E.A., Melnikov, V.V., Niermann, U., Ovstrovskaya, N.A., Prosova, I.Y., Skryabin V.A., Uysal, Z. and Zagoradnyaya J.A., (1998a). Long-term Changes in the Biomass and Composition of Fodder zooplankton in Coastal Regions of the Black Sea During the Period 1954 and 1996. In Ivanov, L.I. and Oğuz, T. (eds) *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea*, **1**: 209-219.
- Kovalev, A., Besiktepe, S., Zagorodnyaya, Yu. A. and Kideys, A. E., (1998b). Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing. In: NATO TU-Black Sea Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Symposium on Scientific Results, L. Ivanov & T. Oguz (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp.199-208.
- Mihnea, P. E., (1992). Conventional methods applied in pollution control of the Romanian coastal waters of the Black Sea. In: Vollenweider, R. A., Marchetti, R., Viviani, R. (eds) *Marine Coastal Eutrophication*, Elsevier, New York, p. 1165 -1178.
- Mihnea, P.E. (1985). Effect of pollution on phytoplankton species. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, **29** (9): 85-88.
- Moncheva, S. P., (1991). Phytoplankton under the influence of eutrophication-peculiarities and ecological significance. *Karadeniz Eğitim Kültür ve Çevre Koruma Vakfi Sempozyumu, İstanbul Atatürk Kültür Merkezi, 16-18 Eylül 1991, Turkey.*
- Murray, J. M., Codispoti, L. A. and Friederich, G. E., (1993). Redox environments: The suboxic zone in the Black Sea. In: Huang, C. P. O'Melia, R. O., Morgan, J. J. (eds) *Aquatic Chemistry*, American Chemical Society.
- Mutlu, E., Bingel, F., Gucu, A.C., Melnikov, V.V., Niermann, U., Ostr, N.A. and Zaika, V.E., (1994). Distribution of the new invader *Mnemiopsis* sp. and the resident Au-

- relia aurita and Pleurobrachia pileus populations in the Black Sea in the years 1991-1993. *ICES Journal of Marine Science* **51**: 407-421.
- Niermann, U., Bingel, F., Gorban, A., Gordina, A. D., Gücü, A. C., Kideys, A. E., Konsulov, A., Radu, G., Subbotin, A. A. and Zaika, V. E., (1994). Distribution of anchovy eggs and larvae (*Engraulis encrasicolus* Cuv.) in the Black Sea in 1991-1992. *ICES J. of Marine Science* **51**, 395-406.
- Niermann, U., Bingel, F., Ergün, G. and Greve, W. (1998). Fluctuation of Dominant Mesozooplankton Species in the Black Sea, North Sea and Baltic Sea: Is General Trend Recognisable? *Turkish J. Zoology*, **22**, 63-81.
- Niermann, U., Kideys, A.E., Kovalev, A.V., Melnikov, V. and Belokopytov, V.V., (1999). Fluctuations of Pelagic Species of the Open Black Sea During 1980-1995 and Possible Teleconnections. In: S. Besiktepe et al. (Eds.). *Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies*. Kluwer Academic Publishers: 147-173.
- Nikolsky, G.V., 1957. (Hentschel, F.J. Transl.) *Spezielle Fischkunde*. Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Oguz, T., (2005b). Black Sea Ecosystem Response to Climatic Teleconnections *Oceanography*, **18**: 118-129.
- Oguz, T., P. La Violette and U. Unluata, (1992). "Upper layer circulation of the southern Black Sea: Its variability as inferred from hydrographic and satellite observations". *J. Geophys. Research*, **97**(C8): 12569-12584.
- Oğuz, T., Latun, V. S., Latif, M. A., Vladimirov, V. V., Sur, H. İ., Markov, A. A., Özsoy, E., Kotovshchikov, V. V., Eremeev, V. V. and Ünlüata, Ü., (1993). Circulation in the surface and intermediate layers of the Black Sea. *Deep-Sea Research I*. **40**: 1597-1612.
- Oğuz, T., Ducklow, H., Malanotte-Rizzoli, P., Tuğrul, S., Nezhlin, N. P. and Ünlüata Ü., (1996). Simulation of annual plankton productivity cycle in the Black Sea by a one dimensional physical-biological model. *Journal of Geophysical Research*. **101**(C7): 16585-16599.
- Oguz, T., (2005a). Long-term Impacts of Anthropogenic Forcing on the Black Sea Ecosystem, *Oceanography*, **18**: 104-113.
- Özel, İ., (1998). *Planktonoloji (Cilt I)*. Plankton ekolojisi ve araştırma yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:56, 271.
- Özsoy, E., Oguz, T., Latif, M. A. and Ünlüata, Ü., (1986). *Oceanography of the Turkish Straits- first annual report, vol. I. Physical Oceanography of the Turkish Straits*. Institute of Marine Science, METU, İçel, Turkey, p. 223.
- Özsoy, E., Ünlüata, Ü. and Z. Top, (1993). The Mediterranean Water Evolution, Material Transport by Double Diffusive Intrusions, and Interior Mixing in the Black Sea, *Prog. Oceanogr.*, **31**: 275-320.
- Özsoy, E. and Ş. Beşiktepe, (1995). Sources of Double Diffusive Convection and Impacts on Mixing in the Black Sea, pp. 261-274, in: Brandt, A. and H. J. S. Fernando (editors), *Double-Diffusive Convection*, Geophysical Monograph 94, American Geophysical Union, 334 pp.
- Pavlovskaya, R. M., (1955). Vyzchivanie Chernomorski Khamisy na rannikh etapakh razvitiia. *Trud.azov.-chernomorsk nach.-issled.Inst.morsk.ryb. Khoz.*, (16): 99-121 (In: Demir, N., 1965. *Synopsis of Biological Data on Anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent seas)*. FAO Fisheries Synopsis No.26, Revision,1. SAST-Anchovy-1,21(6),002,01. 42s.
- Petrova- Karadjova, V., (1973). Dynamics of the biomass of phytoplankton in the Black Sea off the Bulgarian coast during the period of 1964-1970. *Proc. Res. Inst. Ocean. Fish.*, **12**: 41-66.
- Ross, D. A., Uchupi, E., Prada, K. E. and Macilame, J. C., (1974). Bathymetry and Microtopography of the Black Sea. In: Degens, T and Ross, A. (eds) *The Black Sea geology, chemistry and biology*. American Association of Petroleum Geologists, p. 1-10.
- Samsun, O., Samsun, N. and Karamollaoğlu, A.C., (2004). Age, Growth, and Mortality

- Rates of the European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) off the Turkish Black Sea Coast. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **28**: 901-910.
- Satılmış, H.H., (2001). Balık Yumurta ve Larvalarının Sinop Yarımadası'nda Mevsimsel Olarak Dağılımı. Ondokuz Mayıs Üniv. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, *Yüksek Lisan Tezi*. 82s.
- Satılmış, H.H., (2005). Sinop Kıyılarında Küçük Pelajik Balıkların Yumurta Üretimi ile Yumurta ve Larvalarının Dağılımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, *Doktora Tezi*, Samsun, 160s.
- Shiganova, T.A., (1998). Invasion on the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure, *Fisheries Oceanography*, **7**, 305-310.
- Shiganova, T.A., (2004). Some results of studying the intruder *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Black Sea Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Azov and Black Sea: its biology and consequences of its intrusion, TUDAV publications, İstanbul, 28-68, 975-8825-00-3.
- Shiganova, T.A. and Bulgakova, Y.V., (2000). Effects of gelatinous plankton on Black Sea and sea of Azov fish and their food resources, *ICES Journal of Marine Science* **57**.
- Shiganova, T.A., Kideys, A.E., Gucu A.C., Niermann, U. and Khoroshilov, V.S., (1998). Changes in Species Diversity and Abundance of the Main Components of the Black Sea Pelagic Community During the Last Decade. In: NATO TU-Black Sea Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Symposium on Scientific Results, L. Ivanov & T. Oguz (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp.171-188.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, U.V., Sorokin, P.U. and Lukashev, U.F., (2000a). Results of study of the new invader *Beroe ovata* in the Black Sea, *Izv ISR. Ser. Biology No 2* p 248-256.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, U.V., Volovik, S.P., Mirzoyan, Z.A. and Dudkin, S.I., (2000b). New invader *Beroe ovata* and Its impact on the Ecosystem of Azov-Black Sea basin in August-September 1999// Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in Azov and Black Seas and Consequences of its Introduction. Edited by S.P. Volovik. Rostov-na-Donu. p 432-449.
- Shiganova, T.A., Kamakin, A.M., Zhukova, O.P., Ushivtsev, V.B., Dulimov, A.B. & Musaeva, E.I., (2001). The invader into the Caspian Sea Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and Its Initial Effect on the Pelajik Ecosystem, *Oceanology*, **41**: 517-524.
- Shiganova, T.A., Musayeva, E.I., Bulgakova, Y.V., Mirzoyan, Z.A. and Martynyuk, M.L., (2003). Invaders ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their influence on the pelagic ecosystem of Northeastern Black Sea. *Biology Bulletin*, **30**: 180-190.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, Y.V., Dumond, H., Mikaelyan, A., Glazov, D.M., Bulgakova, Y.V., Musayeva E.I., Sorokin P.Y., Pautova, L.A., Mirzoyan, Z.A. and Studenikina, E.I., (2004a). Interactions Between the Invading Ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912 and Influence on Pelajik Ecosystem of the Northeastern Black Sea, Aquatic Invasion in the Black, Caspian and Mediterranean Seas, 33-70.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, Y.V., Dumond, J.H., Mikaelyan, A., Glazov, D.M., Bulgakova, Y.V., Musayeva, E.I., Sorokin, P.Y., Pautova, L.A., Mirzoyan, Z.A. and Studenikina, E.I., (2004b). Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian Sea, Aquatic Invasion in the Black, Caspian and Mediterranean Seas, pp.71-107.
- Shulman, G. and Yuneva, T.V., (2002). Fishes as indicator of state of the Black Sea and Mediterranean ecosystems. In: Yılmaz A.E; Salihoğlu, I; Mutlu, E.; (eds). Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea. Abstracts, 2nd International Conference METU, Ankara, p:175.

- Slastenenko, E., (1955-1956). *Karadeniz Havzası Balıkları*, Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınlarından, İstanbul, 711s.
- Sorokin, Yu. I., (1983). The Black Sea. In: Ketchum, B. H. (eds) *Ecosystems of the world estuaries and enclosed seas*. Elsevier, Amsterdam, p. 253-291.
- Sukhanova, I. N., Georgieva, L. V., Mikaelyan, A. S., Sergeeva, O. V., (1988). Phytoplankton of the open waters of the Black Sea in late spring, in *Sovremennoye sostoyaniye ekosistemy Chernogo morya (Modern State of the Black Sea Ecosystem)*, Nauka, Moskow, p. 86-97.
- Sullivan, B. K., and L. T. Mcmanis. (1986). Factors controlling seasonal succession of copepods *Acartia hudsonica* and *A. tonsa* in Narragansett Bay, Rhode Island: Temperature and resting egg production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **28**: 121-128.
- Sur, I.H., Ozsoy, E. and Unluata, U., (1993). Boundary Current Instabilities, Upwelling., Shelf Mixing and Eutrophication Processes in the Black Sea, Institute of Marine Sciences, ODTÜ, Erdemli.
- Sur, H. İ., Özsoy, E. and Ünlüata, Ü., (1994). Boundary current instabilities, upwelling, shelf mixing and eutrophication processes in the Black sea. *Prog. Oceanog.*, **33**: 249-302.
- Tkach, A. V., Gordina, A. D., Kideys, A. E., Niermann, U. and Zaika, V. E., (1998). Changes in the larval nutrition of the Black Sea fishes with respect to plankton. In: *NATO TU-Black Sea, Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Symposium on Scientific Results*, L. Ivanov & T. Oguz (eds.), Kluwer Academic Publishers, **1**: 235-248.
- Tolmazin, D., (1985). Changing coastal oceanography of the Black Sea. I: Northwestern Shelf., *Prog. Oceanog.*, **15**: 217-276.
- Tsikhon-Lukanina, E.A., Reznichenko, O.G., Lukasheva, T.A., (1991), Quantitative patterns of feeding of the Black Sea stenophore *Mnemiopsis leidyi*, *Oceanology*, **31**:196-199.
- Tsikhon-Lukanina, E.A., Reznichenko, O.G. and Lukasheva, T.A., (1993). Level of fish fry consumption by *Mnemiopsis* in the Black Sea shelf. *Okeanologiya* **33**: 895-899.
- Türkoglu, M. and T. Koray., (2002). Species Succession and Diversity of Phytoplankton in the Neritic Waters of Southern Black Sea (The Bay of Sinop, Turkey). *Turk. J. Bot.* **26**: 235-252.
- Türkoğlu, M., (1998). Orta Karadeniz Bölgesi'nin Sinop yarımadası kıyıları fitoplankton kompozisyonu ve değişimini etkileyen faktörler. E. Ü. Fen Bil. Enst. (Doktora Tezi). İzmir.
- Ünsal, N., (1989). Karadeniz'deki Hamsi Balığı, *Engraulis encrasicolus* (L, 1758)'nın Yaş- Boy- Ağırlık İlişkisi ve En Küçük Av Büyüklüğünün Saptanması üzerine Bir Araştırma. *İÜ Su Ürünleri Dergisi*, **3** (1-2): 17-18.
- Uysal, Z., (1993). A preliminary study on some plankters along The Turkish Black Sea Coast- Species composition and spatial distribution. ODTÜ, Den. Bil. Enst. (Doktora Tezi), 138p.
- Uysal, Z., Kideyş. A. E., L. Senichkina., L. Georgieva., D. Altukhov., L. Kuzmenko., L. Manjos., E. Mutlu., and E. Eker., (1997). Phytoplankton patches formed along the southern Black Sea coast in the spring and summer of 1996. NATO TU-Black Sea Assessment Workshop. 15-19 June 1997, Crimea, Ukraine.
- Uysal, Z. and Sur, H. İ., (1995). Net phytoplankton discriminating patches along the Southern Black Sea coast in winter 1990. *Oceanologica Acta*, **18/6**: 639-647.
- Ünal, E., (2002). Seasonality of zooplankton in the Southern Black Sea in 1999 and Genetics of *Calanus euxinus* (Copepoda). *M.S. Thesis*, IMS-Middle East Technical University/Ankara, Turkey, 214pp.
- Ünlüata, U., T. Oguz, M.A. Latif and E. Ozsoy., (1990). "On the physical oceanography of the Turkish Straits." In *The Physical Oceanography of the Sea Straits*, L.J. Pratt (Ed.). NATO/ASI Series, **318**: 25-60, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Üstün, F., (2005). Karadeniz'in Sinop Burnu Bölgesinin Zooplankton Kompozisyonu ve

- Mevsimlse Dağılımı, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, 173 s. Samsun.
- Vinogradov M.E., Shushkina E.A., Musayeva E.I., Sorokin P.Yu, (1989). A new acclimated species in the Black Sea: the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophore:Lobata). *Oceanology* **29**: 220-224.
- Vinogradov, M.E. and Flint, M.V., (1985). Researches of the Pelagical Ecosystem of the Black Sea: 6th Cruise of R/V "Vityaz" (April, 19-June, 3 1984). *Oceanology*, **25**: 168-171.
- Vinogradov, M.E. and Shushkina E.A., (1992). Temporal change in community structure in the open Black Sea. *Oceanology*, **32**: 485-491.
- Vinogradov, M.E., (1987). Modern Tendencies of Changing of the Black Sea Ecosystem, *Vestnik AN SSSR* **7** (10): 56-57 (in Russian).
- Vladimirov, V.L., Mankovsky, V.I., Solov'ev, M.V., Mishonov. A.V. and Besiktepe, S.T., (1999). Hydro-Optical studies of the Black sea: History and status, Environmental Degradation Of the Black Sea: Challenges and Remedies, 245-256.
- Vodyanitskii, V.A. and Kazanova, I., (1954). *Opredelitel Pelagicheskii Lichinok ryb Chernogomoria* (Key to do Pelagic Fish Eggs and Larvae of the Black Sea). Tr. Vses.naucho-Issled. Inst. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr., **28**: 240-325 (in Russian).
- Yıldız, N., (1997). Sinop ili iç liman pelajik Copepoda (Crustacea) faunası üzerine bir araştırma. O.M.Ü. Fen Bilimleri Ens. (*Yüksek Lisans Tezi*), Samsun.
- Yüksek, A., (1993). Marmara Denizi'nin Kuzey Bölgesinde Teleostat Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Dağılımı ve Bolluğu (Bakırköy Marmara Ereğlisi), *Doktora Tezi*, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Ens., İstanbul, 1993.
- Yüksek, A. ve Gücü, A.C., (1994). Balık Yumurtaları Tayini İçin Bir Bilgisayar Yazılımı (Karadeniz Pelajik Yumurtaları), Karadeniz Eğitim-Kültür ve Çevre Koruma Vakfı, İstanbul, 51s.
- Zaitsev, YU. P. (1992). Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. *Fisheries Oceanography* **1**: 180-189.
- Zaitsev, Yu. P. and Aleksandrov, B. G., (1997). Recent man-made changes in the Black Sea ecosystem. In: Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea, E. Ozsoy and A. Mikaelyan, editors, Kluwer Acad. Publ., pp. 25-32.
- Zaitsev, Yu. P. and Alexandrov, B. G., (1995). Recent man-made changes in the Black Sea ecosystem. Sensitivity of North Sea, Baltic Sea and Black Sea to antropogenic and climatic changes. Workshop, Varna-Bulgaria, 14-18 Nov.
- Zhorov, V.A. and Boguslavsky, S.G., (1985). Tendencies of Some Hydrological-Hydrochemical Processes of the Black Sea, *Meteorology and Hydrology* **11**: 63-69.