

Türkiye Denizleri Açık Suları Fitoplankton Kompozisyonu-Ekim 2000

Nuray SOYDEMİR ÇİFTÇİ

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yenişehir Kampüsü, Mersin

nciftci@mersin.edu.tr

Özet

Fitoplankton dağılımına bağlı olarak Türkiye denizleri açık sularının verimliliğinin belirlenmesi amacıyla, Ekim 2000'de fitoplanktonun tür kompozisyonu, biyokütle ve bolluğu karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Karadeniz, Marmara Deniz'i, Ege Deniz'i ve Akdeniz'den yapılan 97 fitoplankton örnekleme analiz edilmiştir. Çalışmada 102 adedi tür düzeyinde olmak üzere toplam 111 takson belirlenmiştir. Ekim 2000'de tüm denizlerde 6 farklı fitoplankton grubu bulunmuştur. Bunlardan, dinoflagellatlar en yüksek tür çeşitliliği gösterirken, diyatomlar, tüm denizlerin fitoplankton biyokütlesinde en önemli role sahip olmuşlardır. Bunun dışında, en yüksek hücre bolluğuna sahip grup, Karadeniz ve Ege Denizi'nde kokkolitoforlar (başlıca *Emiliania huxleyi*), Marmara Denizi'nde diyatomlar ve Akdeniz'de küçük kamçılılar olmuştur. Yüzey sularında belirlenen ortalama bolluk ve biyokütle değerleri sırasıyla, Karadeniz'de 172×10^3 hücre l^{-1} , $826 \mu g l^{-1}$, Marmara Denizinde 14×10^3 hücre l^{-1} , $159 \mu g l^{-1}$, Ege Denizinde 2×10^3 hücre l^{-1} , $10 \mu g l^{-1}$ ve Akdeniz'de 7×10^3 hücre l^{-1} , $13 \mu g l^{-1}$ olarak bulunmuştur. Dominant türler açısından Karadeniz ile Ege Denizi arasında bir benzerlik bulunmuştur. Bir kokkolitoforid olan *E. huxleyi* bu iki denizde de en bol bulunan tür olmuştur. Bu tür özellikle Karadeniz'de daha bol bulunmuş ve toplam bolluğun %89'unu oluşturmuştur. Örneklemin daha kapsamlı olmasına bağlı olarak, fitoplankton bolluğundaki dağılım, Karadeniz'de diğer denizlerden daha homojen bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Türkiye denizleri, fitoplankton, bolluk ve biyokütle

Phytoplankton Composition of Turkish Offshore Water – October 2000

Abstract

In order to determination of phytoplankton characteristics of the offshore waters of Turkish seas were studied species composition, abundance and biomass of phytoplankton were comparatively investigated for October 2000. A total of 97 phytoplankton samples collected from the Black Sea, the Marmara Sea, the Aegean Sea and the Mediterranean were analysed. During the study, a total of 111 phytoplankton taxa were found and 102 of them have been identified at the species level. There were 6 different phytoplankton groups in October 2000 in all seas. From these, dinoflagellates displayed the highest species diversity. Diatoms had the highest contribution to the phytoplankton biomass of all seas. Besides, the most abundant phytoplankton groups were coccolithophores (mainly *E. huxleyi*) in the Black and the Aegean Seas, diatoms in the Marmara Sea and small flagellates in the Mediterranean-Levantine Basin. Average surface phytoplankton abundance and biomass values of each seas were estimated as 172×10^3 cells l^{-1} , $826 \mu g l^{-1}$ in the Black Sea; 14×10^3 cells l^{-1} , $159 \mu g l^{-1}$ in the Marmara Sea; 2×10^3 cells l^{-1} , $10 \mu g l^{-1}$ in the Aegean Sea; and 7×10^3 cells l^{-1} , $13 \mu g l^{-1}$ in the Mediterranean, respectively. There was a similarity in the dominant species between the Black and Aegean Seas. The coccolithophorid *E. huxleyi* has been dominant phytoplankton species in both seas; especially in the Black Sea, its contribution to the total abundance reaching to 89%. Based on the extensive sampling, phytoplankton seem to have a rather homogenous abundance distribution in the Black Sea compared to other seas investigated.

Key words: Turkish Seas, phytoplankton, abundance and biomass

GİRİŞ

Sucul ekosistemlerde besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplankton, biyosferdeki fotosentetik üretimin yaklaşık yarısından sorumlu olduğundan verimliliği de doğrudan etkilemektedir. Yaşamsal aktivitelerinin güneş enerjisine bağımlılığı, sınırlayıcı bir faktör olduğundan genellikle öfotik zonda dağılım gösterirler (Okuş ve Yüksel, 1996). Fitoplankterler ortam koşullarındaki değişimlerden önemli düzeyde etkilendiği için bolluk ve çeşitlilikteki azalma, besin zinciri aracılığıyla üst trofik düzeylere kadar iletilmekte ve ekosistemin verimliliğini düşürmektedir.

Türkiye denizlerinin kıyusal fitoplanktonu konusunda çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiş olmasına karşın (Ergen, 1967; Ünsal, 1970; Öber, 1972; Koray ve Gökıınar, 1983; Koray, 1987; Kıdeys ve ark., 1988; Kıdeys ve ark., 1989; Tuncer ve Feyzioğlu, 1990; Parlak ve ark., 1994; Feyzioğlu ve Tuncer, 1994; Eker ve Kıdeys, 2000), geniş bir sahayı kapsayan açık (taban derinliği ≥ 200 m) deniz araştırmaları çok sınırlı sayıdadır. Açık denizde yapılan çalışmalar genelde Karadeniz’de gerçekleştirilmiş olup (Uysal ve Sur, 1995; Eker ve ark., 1999), diğer denizlerimizin açık sularının fitoplankton kompozisyonu bilinmemektedir.

Karadeniz, toplam su hacminin %10-15’ini oluşturan ortalama 100 m kalınlığındaki oksik tabakaya, açık sularda 70-80 m, kıyılarda ise 150-175 m derinliklerde yer alan oksik tabakanın tabanı ile anoksik tabakanın üst su seviyesi arasında yer alan ve “suboksik tabaka” olarak adlandırılan bir ara geçiş tabakasına sahiptir (Grasshoff, 1975; Murray ve ark., 1995). Karadeniz su kütleindeki bu tabakalaşmaya, yoğun dip suyu ile daha az yoğun olan yüzey suyunu birbirinden ayıran sürekli ve kalıcı haloklin tabakası neden olmaktadır. Karadeniz suyundaki mevsimsel değişimler ve su kolonundaki dikey karışımlar haloklin tabakasının üzerinde gerçekleştiği için bu tabakanın altındaki su tabakası, çözülmüş O_2 kaynaklarından etkilenmemekte, buna bağlı olarak anoksik şartların oluşması kaçınılmaz olmaktadır (Grasshoff, 1975).

Kıtalararası bir iç deniz olan Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege Denizi’ne oldukça dar ve uzun iki boğazla bağlanmıştır. Bu boğazlar yoluyla Karadeniz ve Akdeniz sularının geçişini sağlayan iki tabakalı bir akıntı rejimine sahiptir. Marmara Denizi’ndeki akıntıların başlangıç noktası İstanbul Boğazı’dır. İstanbul Boğazı’ndan $20-500 \text{ cm.s}^{-1}$ ’lik hızla Marmara Denizi’ne gelen, sıcaklığı ve tuzluluğu düşük üst su tabakası, Marmara Denizi’nde geniş bir yayılım gösterip, Çanakkale Boğazı’na doğru tekrar daralıp Ege Denizine ulaşmaktadır. Akdeniz’in daha sıcak ve tuzlu suları $5-250 \text{ cm.s}^{-1}$ ’lik hızla, alt su akıntısı olarak kuzeye doğru hareket edip Ege Denizi’nden Çanakkale Boğazı yoluyla Marmara Denizi’ne ve oradan Karadeniz’e ulaşmaktadır (Aysel ve ark., 1991).

Ege Denizi yüzey sularının siklonik bir akıntı sistemine sahip olduğu bilinmektedir. Akdeniz’in ılık ($16-25 \text{ }^\circ\text{C}$) ve tuzlu ($39.2-39.5 \text{ ppt}$) suları Türkiye’nin batı sahilleri boyunca kuzeye doğru hareket ederken, daha soğuk ($9-22 \text{ }^\circ\text{C}$) ve düşük tuzluluğa sahip olan Çanakkale Boğazı çıkışlı sular batıya doğru hareket etmektedir. Çanakkale Boğazı’ndan dökülen sular önce Ege Denizinin kuzeyinde (derinliğin 1000 m ’den fazla olduğu) batı-kuzeybatı yönünde hareket etmekte ve sonra Doğu Yunanistan kıyıları boyunca güneye doğru hareket etmektedirler.

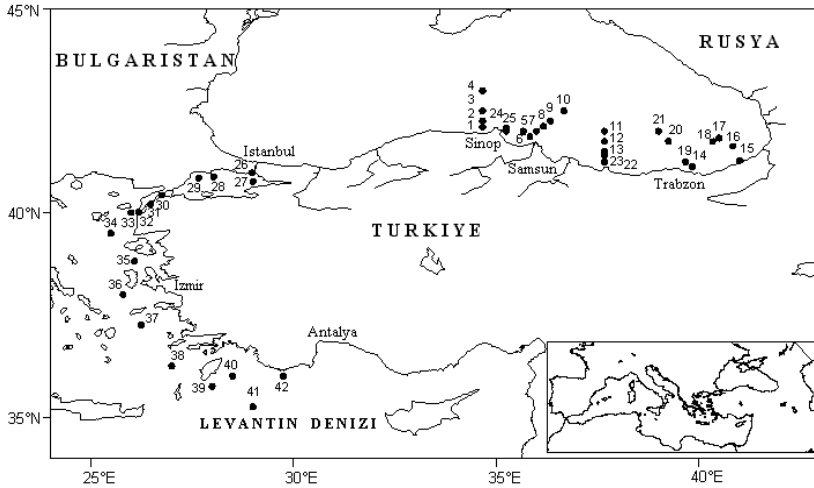
Akdeniz, dünyadaki oligotrofik suların en büyüklerinden birisidir. Atlas Okyanusu ile Akdeniz sularını birbirinden ayıran Cebelitarık Boğazı Akdeniz sularının karışmasında ve

verimliliğinde oldukça büyük öneme sahiptir. Cebelitarık Boğazı'ndan Akdeniz'e giren Atlas Okyanusu'nun kalınlığı 75-300 m arasında değişen suları antisiklonik döngü ile Akdeniz'i dolaştıktan sonra tekrar Atlas Okyanusu'na dökülmektedir. Deniz suyu sıcaklığının en düşük olduğu dönemlerde, kuzeyden esen soğuk rüzgarların etkisiyle soğuyan ve buharlaşma ile de tuzluluğu artan suların dikey konveksiyon hareketleri sonucu daha derinlere çökmesi ile 200-300 m kalınlığında ara tabaka suları oluşmaktadır. Ara tabaka ile deniz tabanı arasında kalan su tabakasını ise sıcaklığı ve tuzluluğu oldukça düşük dip suları oluşturmaktadır (Gulland, 1971).

Denizlerin ekolojik yapılarının belirlenmesi su ürünlerine olan gereksinimin artması nedeniyle büyük bir önem taşımakta olup, yapılan çalışmanın amacı, denizlerimizde daha önce spesifik olarak, belirli bölgelerde yürütülmüş olan fitoplankton kompozisyonu çalışmalarını, belirli bir dönem (Ekim 2000) de tüm Türkiye denizlerinde karşılaştırmalı olarak incelemek ve fitoplankton dağılımına bağlı olarak denizlerimizin ekosistem yapısını anlayabilmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye denizleri açık sularının Ekim 2000'deki fitoplankton kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü' ne ait R/V Bilim Araştırma Gemisi ile Doğu Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz' in belirli bölgelerinden ve farklı derinliklerden fitoplankton örnekleme yapılmıştır. Yüze örnekleri bir örnekleme kabı yardımıyla toplanmış olup, daha derin suların örneklemesinde rozet tipi örnekleme kullanılmıştır. İstasyonların 25'i Karadeniz' den, 7'si Marmara Denizi'nden, 6'sı Ege Denizi'nden ve 4'ü Akdeniz'den seçilmiş, toplam 42 istasyondan örnekleme yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Fitoplankton örneklerinin alındığı istasyonlar

Dört farklı denizden toplam 97 adet örnekleme yapılmış olup, bu örneklemlerin 42 adedi yüze suyunu, 55 adedi derin sulara aittir. Toplam fitoplankton örneğinin, 48'i Karadeniz' e, 27'si Marmara Denizi'ne, 8'i Ege Denizi'ne ve 14'ü Levantin Baseni' ne aittir. Örnekleme alanlarıyla ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Ekim 2000’de Türkiye Denizleri’nde fitoplankton örnekleme yapılan istasyonlara ait hidrografik ölçümlerin ortalama değerleri

	Karadeniz	Marmara Denizi	Ege Denizi	Akdeniz
Sıcaklık (°C)	21	24	19	22
Tuzluluk (ppt)	18	18	38	39
Örnekleme Derinliği(m)	30	25	23	48
Seki disk derinliği (m)	10	11	22	25

Bir litrelik koyu renkli şişelere alınan su örnekleri, zooplanktonik organizmalar içerebileceğinden, fitoplanktonları tüketmesini önlemek ve fitoplankton hücrelerinin bozunmadan uzun süre saklanması için %2,5’luk formaldehit tampon çözeltisi ile korunmuştur. Stok tampon çözelti, bir gece süreyle dinlendirilmiş 400 ml 60g/l’lik boraks çözeltisinin, toplam hacim 2 l olacak şekilde %37’lik formaldehit çözeltisine ilave edilmesiyle hazırlanmıştır. Stok tampon çözeltisinin hazırlanmasında formaldehitin oluşturduğu asidik ortam kokolitoforlardaki CaCO₃’ı etkilediğinden boraks kullanılmıştır.

Örnekleme istasyonlarındaki suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri Örnekleme anında Sea-Bird marka CTD sondası yardımıyla suyun sıcaklık, tuzluluk, derinlik gibi bazı temel fiziksel ve kimyasal parametreler de ölçülmüştür (Çizelge 1). İstasyonlarda su kolonundaki saydamlığın belirlenmesi amacıyla Secchi-disk derinliği ölçülmüştür.

Örneklerin bulunduğu 1 l’lik koyu renkli şişeler 2 veya 3 hafta süre ile içindeki planktonik canlıların tabana çökmesi amacıyla bekletilmiştir. Bu süre sonunda şişe içindeki deniz suyu ince tygon hortum yardımıyla şişenin tabanında 100 ml örnek kalıncaya kadar damla damla sifonlanarak boşaltılmıştır. Kalan 100 ml’ lik örnek daha küçük koyu renkli cam şişelere aktarılmıştır. Örnekleri daha fazla yoğunlaştırabilmek ve çalışmayı daha verimli hale getirebilmek amacıyla, sedimentasyon işlemi, ikinci kez, aynı şekilde küçük hacimli şişeler için de uygulanmış ve son hacmi 20 ml olan örnekler tanımlama ve sayıma hazır hale gelmiştir.

Tür tanımlama ve sayım işlemleri Nikon marka ters objektifli faz-kontrast binoküler plankton mikroskopuyla yapılmıştır. Tür bazında tanımlanamayan hücreler genus (cins) bazında taksonomik isimlendirme ile ifade edilmiştir. Mikrofitoplanktonlar 1 ml örnek hacmine sahip olan Sedgewick-Rafter sayım kamarasında, nannofitoplanktonlar 0,01 ml örnek ile lam-lamel kullanılarak analiz edilmiş ve her bir hücre için uygun morfometrik ölçümler (çap, uzunluk ve genişlik) alınmıştır. Sedgewick-Rafter sayma kamarası 50 sütun ve 20 sıra olmak üzere toplam 1000 kareden oluşmaktadır. Değerlendirme için rastgele (en az 10 kolon olacak şekilde) seçilen kolonlar sayılarak gerçekleştirilmiş ve sütun sayısı K katsayısının hesaplanması için kaydedilmiştir.

Bu katsayı aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$K = 1000 \times V1 / V2 \times V3$$

V1 : Sedgewick-Rafter sayma kamarasındaki örnek hacmi (1 ml)

V2 : Sedimentasyon işleminden sonra elde edilen örnek hacmi (ml)

V3 : Sayma kamarasında sayılan sütun hacminin toplam hacme oranı (ml)

Sayma kamarasında sayılan her hücre K katsayısı ile birlikte 1 l deniz suyundaki hücre sayısını yani bolluk değerinin hesaplanmasını sağlamıştır.

Sayma kamarasında hücre sayımı sırasında her bir hücrenin ya da uzantılarının morfolojik ölçümleri (en, boy ve yükseklik ölçümlerinin) mikroskopik yöntemle alınmış, Dr. A. Mikaelyan (P.P. Shirshov Oşinografi Enstitüsü, Rusya) tarafından hazırlanmış olan “PHYTO” adlı bilgisayar programı kullanılarak, 1 l deniz suyundaki hücrelerin ayrı ayrı ve toplu olarak biyokütle değerlerinin hesaplanması gerçekleştirilmiştir.

Fitoplankton türlerinin tanımlanmasında, tür tayin anahtarları (Kiselev, 1950; Proshkina-Lavrenko, 1955; Tomas, 1997)’ndan yararlanılmıştır.

Çalışmada istatistiksel analiz olarak çeşitlilik indeksi uygulanmıştır.

BULGULAR

Çalışmada, Türkiye denizleri Ekim 2000’de hidrografik özellikleri, fitoplanktonun tür çeşitliliği, biyokütle ve hücre bolluğu ile horizontal ve vertikal dağılımları bakımından incelenmiştir.

Türkiye denizleri açık sularının Ekim 2000’de hidrografik özellikler açısından karşılaştırılması her denizden seçilen birkaç istasyon üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2).

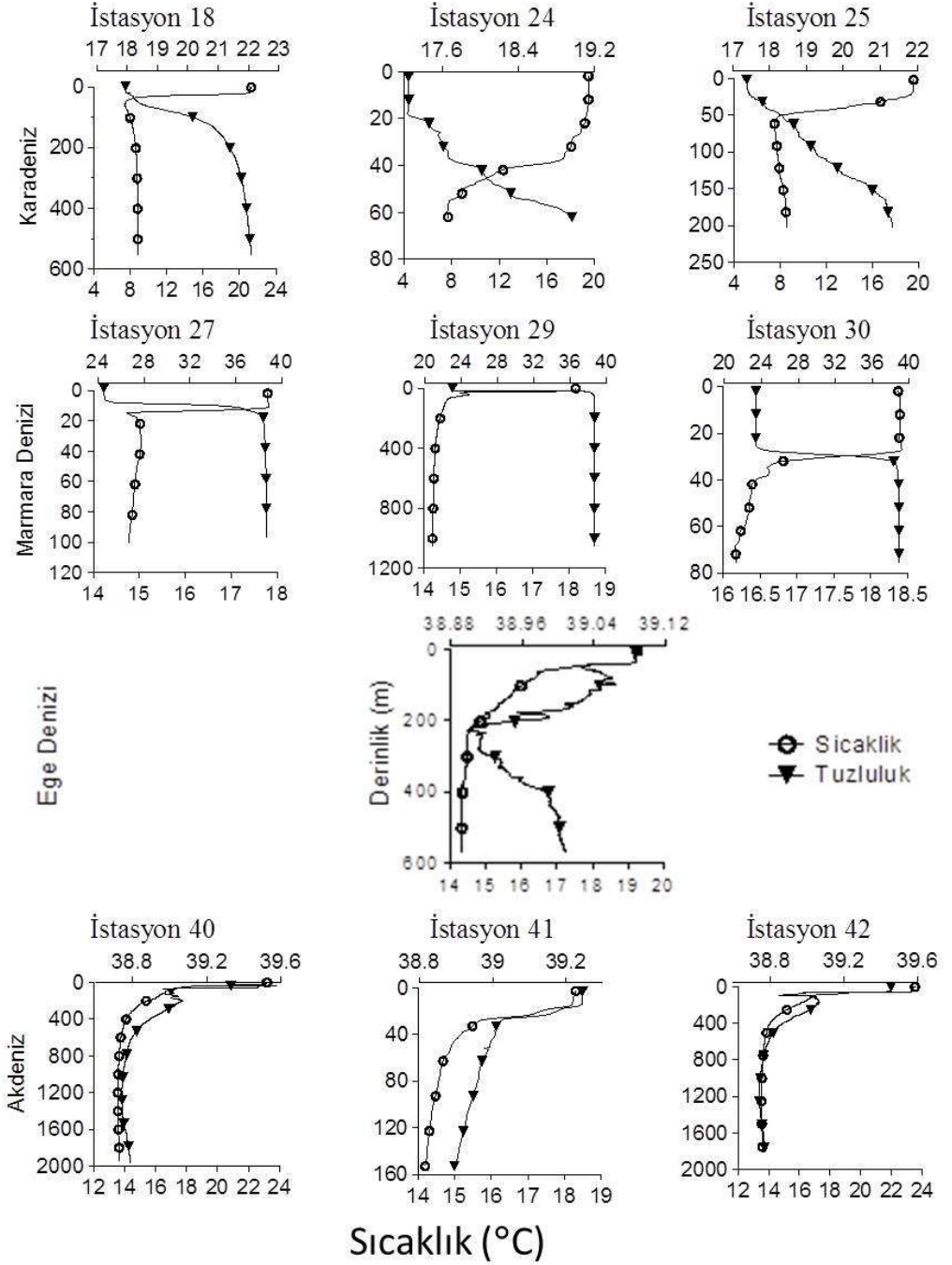
Karadeniz’de her mevsim gözlenen kalıcı piknoklin tabakası ($\sigma_t=16,2$) bu dönemde 145-155 m derinliklerde ölçülmüştür. Karadeniz’in oksik üst tabaka suları ile anoksik alt tabaka suları arasında 6-7 °C sıcaklık ile sınırlı Soğuk Ara geçiş Tabakası (CIL) gözlenmektedir (Şekil 2). Ekim 2000’ de Karadeniz’ deki H₂S tabakasının Doğu Karadeniz’de en sığ 100 m derinliklerde başladığı saptanmıştır (Çalışma istasyonları arasında 17 no’lu istasyonda bu derinlik 119 m olarak tespit edilmiştir).

Marmara Denizine Karadeniz’den gelen düşük tuzluluk ve dolayısıyla düşük yoğunluktaki üst su tabakası yaklaşık 15-30 m derinlikteki (kalıcı haloklin ve piknoklin) yüzey tabakasını oluşturmaktadır. Bu tabakanın altında, alt akıntı ile taşınan tuzluluğu 38 ppt olan Akdeniz suyu bulunmaktadır. Marmara Denizinde, su sıcaklığının yüzey ile 1000 m derinlikler arasında 3-4 °C farklı olduğu, yüzey suları 17,5-18 °C iken derin suların 14-14,2 °C olduğu saptanmıştır.

Ege Denizi yüzey suyu ile 600 m derinlikler arasında 38,88-39,08 ppt arasında değişen tuzluluk değerinde değişimin gözlemlendiği bu bölge sularında, tuzluluk ve sıcaklık değerlerinin minimuma düştüğü derinlik yaklaşık 200 m olup 19 °C olarak ölçülen yüzey suyu sıcaklığı 200 m’den itibaren 14 °C değerinde sabit kalmıştır.

Akdeniz Levantin Baseni’nden seçilen istasyonlardan 3’ü (40, 41 ve 42 no’lu) Rodos Döngüsü’nün etkisi altındadır. İstasyonlardan 40 ve 42 no’lu istasyonlar aynı enlem üzerinde olup sıcaklık ve tuzluluk değerleri benzerlik gösterirken, 41 no’lu istasyon yüzey suyu sıcaklık değeri daha düşük bulunmuştur. Bu durum 41 nolu istasyonda upwelling olduğuna işaret etmektedir.

Tuzluluk



Şekil 2. Ekim 2000'de Türkiye Denizlerinin hidrografik özellikler açısından karşılaştırılması

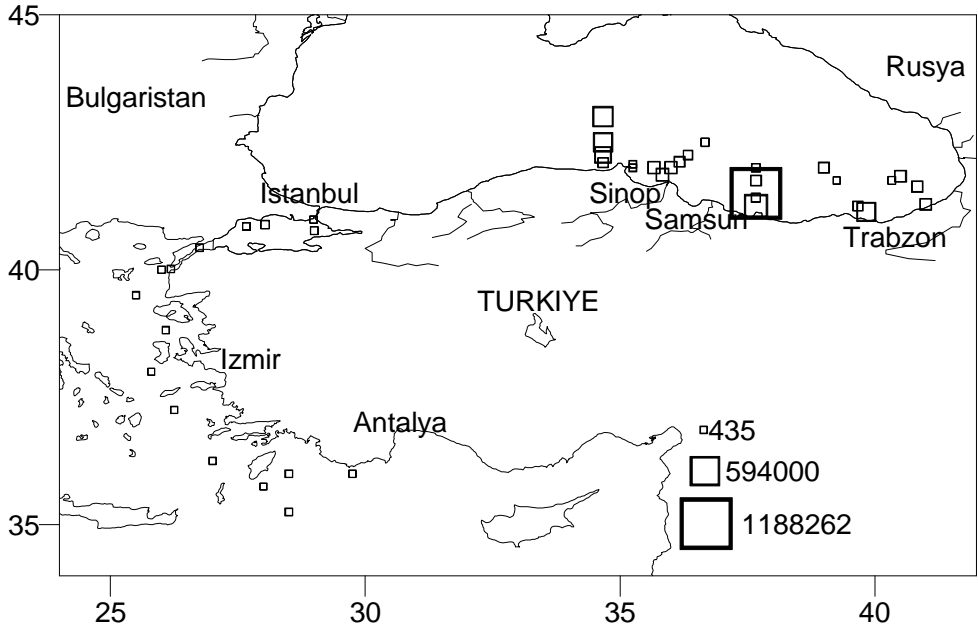
Ekim 2000'de Türkiye denizleri açık sularında Bacillariophyceae, Dinophyceae, Dictyophyceae, Prymnesiophyceae, Prasinophyceae ve Cryptomonaceae sınıflarına ait 102'si tür düzeyinde toplam 111 takson belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ekim 2000'de Türkiye Denizlerinde yüzey suyu ve tüm su kolonunda belirlenen toplam fitoplankton tür sayısı

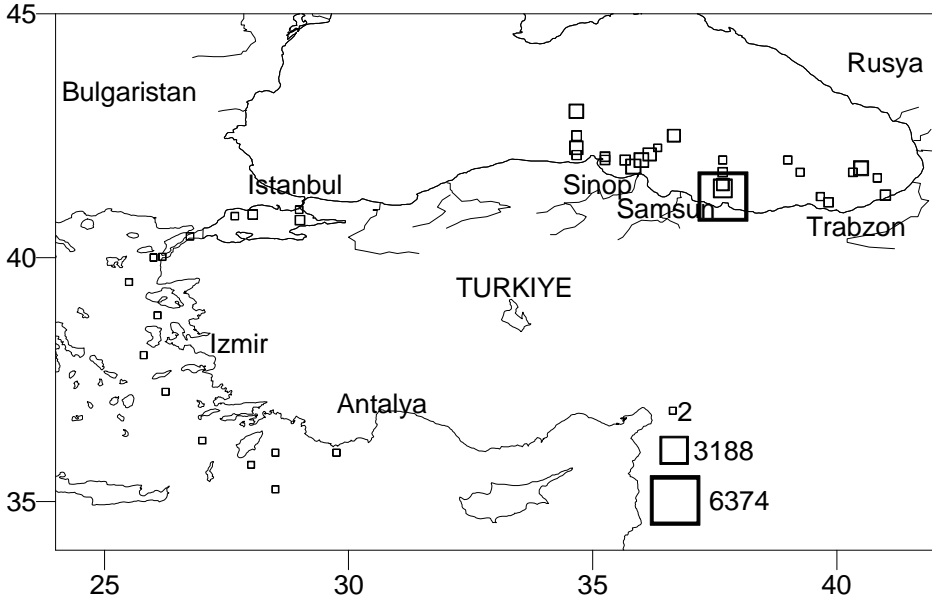
	Yüzey suyunda bulunan tür sayısı	Tüm su kolonunda bulunan tür sayısı	İstasyon sayısı
Karadeniz	63	74	25
Marmara Denizi	42	56	7
Ege Denizi	26	19	6
Akdeniz	23	31	4

Denizlerimizin yüzey suyundaki ortalama biyokütle ve hücre bolluk değerleri hesaplanmış ve ortalama hücre bolluk değerleri, Karadeniz' de 172×10^3 hücre l-1, Marmara Denizinde 14×10^3 hücre l-1, Akdenizde 7×10^3 hücre l-1 ve Ege Denizi'nde 2×10^3 hücre l-1, ortalama biyokütle değerleri ise, Karadeniz'de 846 μg l-1, Marmara Denizi'nde 159 μg l-1, Akdeniz' de 13 μg l-1 ve Ege Denizi'nde 10 μg l-1 olarak bulunmuştur.

Ekim 2000'de Türkiye denizleri açık sularında en yüksek biyokütle ve bolluk değerleri Karadeniz' de görülmüştür (Şekil 3, 4).



Şekil 3. Ekim 2000'de Türkiye Denizlerinde tüm istasyonların yüzey suyundaki toplam hücre bolluğu (hücre l^{-1}).

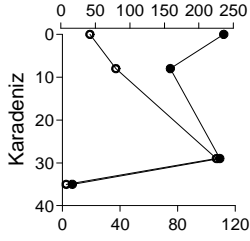


Şekil 4. Ekim 2000’de Türkiye Denizlerinde tüm istasyonların yüzey suyundaki toplam biyokütlesi ($\mu\text{g l}^{-1}$).

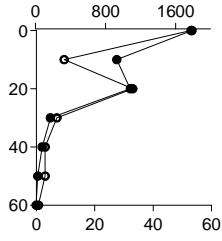
Karadeniz yüzey suyunun ortalama biyokütle değerinin %85’ini diyatomlar, %13’ünü dinoflagellatlar ve %2’sini kokkolitoforlar oluşturmaktadır. Karadeniz yüzey suyu ortalama hücre bolluk değerinin %89’luk kısmını kokkolitoforlardan özellikle *E. huxleyi* oluşturmaktadır. Marmara Denizi ortalama biyokütle ve bolluk değerinin sırasıyla %51 ve %43’ünü diyatomlar, %48 ve %35’ini dinoflagellatlar oluşturmaktadır. Ege Denizinde hücre bolluğunun %39’unu kokkolitoforlar, %32’sini küçük kamçılılar, biyokütlenin ise %71’ini diyatomlar oluşturmaktadır. Akdeniz’de biyokütlenin %63’ünü diyatomlar, %26’sını dinoflagellatlar, hücre bolluğunun ise %45’ini küçük kamçılılar, %31’ini dinoflagellatlar oluşturmaktadır. Denizlerimizde fitoplankton bolluk ve biyokütlesinin derinliğe bağlı değişimi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Şekil 5).

Çalışmada çok sayıda tür belirlenmiş olsa da Karadeniz’de dominant özellik gösteren sadece birkaç tür bulunmuştur. Yüzey suyunda bir kokkolitofor türü olan *E. huxleyi* ve diyatom grubuna ait *Cerataulina bergonii* ve *Pseudosolenia calcaravis* birbirlerine yakın değerlerle ikinci sırada yer almışlardır. Marmara Denizi’nde yine baskın tür *E. huxleyi* olup bunu diyatomlardan *Proboscia alata* ve *Nitzschia seriata* ve dinoflagellatlardan *Ceratium fusus* izlemiştir. Ege ve Akdeniz’de baskın türü küçük kamçılılar oluşturmuştur.

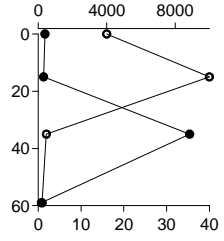
İstasyon 18



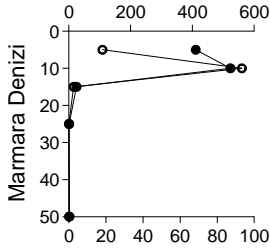
İstasyon 24



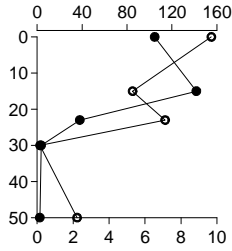
İstasyon 25



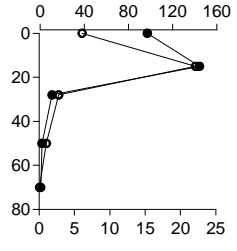
İstasyon 27



İstasyon 29

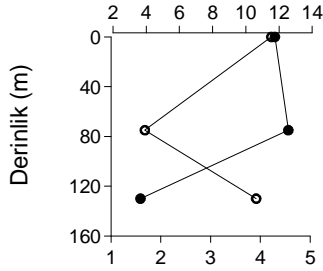


İstasyon 30



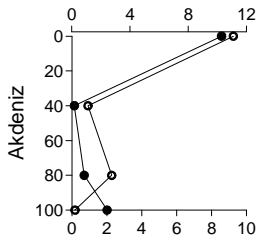
İstasyon 37

Ege Denizi

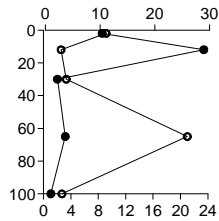


○ Bolluk
● Biyokütle

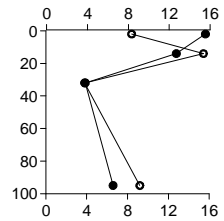
İstasyon 40



İstasyon 41



İstasyon 42



Hücre bolluğu (hücre l⁻¹)

Şekil 5. Ekim 2000'de Türkiye Denizlerinde fitoplanktonun derinliğe bağlı değişimi (Bolluk; hücre l⁻¹×10³, biyokütle µg l⁻¹)

SONUÇ

Türkiye denizlerinin Ekim 2000’de karşılaştırmalı incelemesinin yapıldığı bu çalışmada, denizlerin hidrografik özellikleri, fitoplankton tür çeşitliliği, fitoplankton biyokütle ve hücre bolluğu ve fitoplanktonun horizontal ve vertikal dağılımları ile ilgili sonuçlar bu bölümde tartışılmıştır.

Türkiye denizlerinde Ekim 2000’de belirlenen 102 türün %61’ini dinoflagellatlar, %32’sini diyatomların oluşturduğu saptanmış fitoplankton tür çeşitliliği bakımından dinoflagellatların diyatomlardan daha fazla olduğu yapılan pek çok araştırma ile desteklenmektedir (Eker ve ark., 1999; Soydemir ve ark., 2001; Eker ve Kıdeys, 2003).

Ekim 2000’de Türkiye denizleri açık sularında en yüksek biyokütle ve bolluk değerleri Karadeniz’ de görülmüştür. Bunun da en büyük nedeni Karadeniz’in besin elementleri yönünden oldukça zengin, yani ötrofik yapıda olmasıdır. Karadeniz’ de 1980-90’lı yıllarda artan ötrifikasyon nedeniyle dinoflagellatların dominant grup haline geldikleri (Mihnea, 1979; Kimor, 1981; Carreto, 1996; Kıdeys, 2002), 1990’lı yılların ortalarından itibaren ise ekosistemdeki iyileşmeye paralel olarak tekrar diyatomların dominant grup oldukları belirtilmiştir (Mikaelyan, 1995; Kıdeys, 2002). Ekosistemin iyileşmeye başlaması ile birlikte, 1995 yılında, Karadeniz yüzey sularında belirlenen fitoplankton bolluk ve biyokütlesi 364×10^3 hücre l^{-1} ve $1.794 \mu g l^{-1}$ iken, 1998 yılında $110 \times 10^3 \pm 58 \times 10^3$ hücre l^{-1} ve $630 \pm 370 \mu g l^{-1}$ olarak saptanmıştır (Eker ve ark., 1999; Eker ve Kıdeys, 2003). Diğer denizlerle yapılan karşılaştırmada Karadeniz fitoplanktonunun bolluk ve biyokütle yönünden daha zengin olduğu bilinmekle beraber, Karadeniz’de daha önce yapılmış olan çalışmalarla (Eker ve ark., 1999; Kıdeys, 2002; Eker ve Kıdeys, 2003) karşılaştırıldığında fitoplanktonda (ve dolayısıyla ötrifikasyonda) önemli boyutlarda azalma olduğu yani ekosistemdeki düzelenmenin devam ettiği söylenebilir.

Marmara Denizi’nde 1998 yılı Nisan ayında fitoplanktonun ortalama biyokütle değerinin $717 \mu g l^{-1}$, hücre bolluğunun ise $8,4 \times 10^3$ hücre l^{-1} olduğu tespit edilmiştir (Soydemir ve ark., 2001). Bu değerler Ekim 2000 değerleri ile karşılaştırıldığında Marmara Denizi’nde biyokütlece azalma gözlenmiştir. Güneybatı Karadeniz, İstanbul Boğazı, Haliç, Kuzeydoğu Marmara ve İzmit Körfezi’nde yapılan bir çalışmada, İstanbul Boğazı’ nın diyatom tür çeşitliliği ve bolluğu açısından diğer bölgelerden daha zengin olduğu, ancak komşu bölgeler içerisinde Güneybatı Karadeniz’in en yüksek tür çeşitliliği ve bolluğuna sahip olduğu belirtilmiştir (Uysal ve Ünsal, 1996). Marmara Denizinde Ekim 2000’de diyatomların dominant grup oldukları saptanmıştır. Diyatomlar düşük ağırlık ve küçük hacimli olmaları nedeniyle bölgedeki fitoplankton biyokütlesinde azalmaya neden olmaktadır.

Ekim 2000’de Ege Denizi açık istasyonlarında hesaplanan toplam biyokütle ve bolluk değerleri, daha önceki çalışmalardaki kıyısız bölgelere oranla oldukça düşük değerlerde bulunmuştur. Bunun nedeni, örneklemenin yapıldığı istasyonların, kentleşmenin, dolayısıyla özellikle organik kirliliğin yoğun olduğu bölgelerden uzak, oligotrofik sulardan seçilmiş olmasıdır. Kirlilik etkisinde bulunan İzmir Körfezi’ nde 1990’lı yılların ortalarında tüm su kolonundaki toplam fitoplankton bolluğunun $>2.5 \times 10^6$ hücre l^{-1} olduğu belirtilmiştir (Koray, 1995).

Akdeniz' in Rodos Döngüsü etkisinde bulunan istasyonlarda Ekim 2000' de toplam fitoplankton bolluğu, 7×10^3 hücre l^{-1} olarak belirlenmiştir. Genel olarak, Akdeniz' de açık istasyonlarda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlı olmakla birlikte, Rodos Bölgesi'nde daha önce Ağustos-Eylül ayı periyodunda tespit edilmiş bolluk değeri 50×10^4 hücre l^{-1} 'den fazla bulunmuştur (Kimor ve Wood, 1975). Bu sonuçlar, upwelling olayının sürekli gözlemlendiği ve bu nedenle de oldukça verimli olduğu bilinen Rodos Bölgesi'nde dahi verimliliğin önemli salınımlara sahip olduğunu göstermektedir.

Karadeniz yüzey suyunun ortalama biyokütle değeri $826 \mu g l^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu değer %85'ini diyatamlar, %13'ünü dinoflagellatlar ve %2' sini kokkolitoforlar oluşturmaktadır. 1995 yılı Ekim ayında toplam biyokütlenin ($1790 \mu g l^{-1}$) %85' ini diyatamların, %7'sini dinoflagellatların, %5' ini heterotrofların ve %3' ünü kokkolitoforların, 1998 yılı Eylül ayında ise toplam biyokütlenin ($630 \mu g l^{-1}$) %73'ünü diyatamların, %26'sının dinoflagellatların ve %1'ini ise kokkolitoforların oluşturduğu belirtilmiştir (Eker ve ark., 1999; Eker ve Kıdeys, 2003). Araştırma bulgularımız, diyatamların sonbahar aylarında dominant olduklarını bildiren diğer araştırmacıların sonuçları ile uyumludur.

Karadeniz yüzey suyunda ortalama hücre bolluk değeri 172×10^3 hücre l^{-1} olarak belirlenmiş olup bu değer %89'luk kısmını kokkolitoforlardan özellikle *E. huxleyi* oluşturmaktadır. Karadeniz'de 1995 ve 1998 yılı sonbahar aylarında tespit edilen bolluk değerleri sırasıyla 363×10^3 ve 110×10^3 hücre l^{-1} olup, her iki dönemde de kokkolitoforlar dominant grubu oluşturmuştur. Kokkolitoforların toplam fitoplankton hücre bolluğuna katkısının, 2000 Ekim ayında %89 olduğu belirlenmiş olup bu değer 1995 yılı Ekim ayında %69, 1998 yılı Eylül ayında %73 olarak rapor edilmiştir (Eker ve ark., 1999; Eker ve Kıdeys, 2003). Fitoplanktondan özellikle dinoflagellat grubuna ait türlerde belirlenen azalma, 1990' lı yıllardan günümüze kadar elde edilen sonuçlarda belirtildiği gibi Karadeniz ekosistemindeki iyileşmenin devam ettiğini göstermektedir.

Marmara Denizi'nde yapılan çalışmalarda, yüzey sularının ortalama biyokütle değeri $159 \mu g l^{-1}$ olarak bulunmuştur. Marmara Denizi'nde toplam fitoplanktona en yüksek katkıyı diyatamlar sağlamış (%51), bunu %48'lik değerle dinoflagellatlar ve %1'lik değerle küçük kamçılılar izlemiştir. Marmara Denizi'nde 1998 yılı Nisan ayında yapılmış bir çalışmada (Soydemir ve ark., 2001) yüzey suyunun biyokütle değerinin %96'sını dinoflagellatların oluşturduğu belirtilmiştir. Ancak bu farklılığın en büyük nedeninin, iki çalışma arasındaki mevsim farklılığından olabileceği düşünülmelidir.

Marmara Denizi yüzey sularının elde edilen ortalama hücre bolluk değeri, 14472 hücre l^{-1} olup, bu değer %43'lük kısmını diyatamlar oluşturmaktadır. Dinoflagellatlar, Marmara Denizi yüzey suyu fitoplankton bolluğuna %35'lik değerle katkı sağlamış ve buna ilaveten diğer denizler ile karşılaştırıldığında en yüksek yüzdelik paya sahip olduğu bulunmuştur. Benzer istasyonlarda daha önce hesaplanmış fitoplankton hücre bolluk değerinin %77'sini dinoflagellatların oluşturdukları bildirilmiştir (Soydemir ve ark., 2001). Çalışma süresince Marmara Denizi'nde dinoflagellatların yüzde olarak en fazla bulunduğu bununla birlikte, diğer denizler ile karşılaştırıldığında, kokkolitofor yüzdesinin en düşük olduğu da dikkati çekmektedir.

Ege Denizi yüzey sularında ortalama biyokütle değeri $10 \mu g l^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Marmara denizinde olduğu gibi Ege Denizi'nde de diyatam grubunun en yüksek

yüzdeliğe (%71) sahip olduğu saptanmıştır. Diyatomları, %26'lık değer ile ikinci sırada dinoflagellat grubu takip etmiştir. Küçük kamçılılar ile kokkolitofor grubu fitoplankton bu değere sırasıyla %4'lük ve %1'lik katkı sağlamışlardır. Ege Denizi'nde 1978-90 yılları arasında fitoplankton biyokütlesinin %41.6'sının diyatomlara, %49.6'sının dinoflagellatlara ait olduğu belirtilmiştir (Koray, 1995).

Ege Denizi'nde ortalama hücre bolluğu 2612 hücre l⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıkça diyatomların ilk sırayı aldığı bu denizde, sayıca en yüksek değer kokkolitoforlardan *E. huxleyi*'ye ve ikinci sırada küçük kamçılılara ait olduğu bulunmuştur. *E. huxleyi* toplam fitoplanktonun %39'unu oluştururken küçük kamçılılar %32'sini oluşturmaktadırlar. Bu denizde diyatomlar %26'lık, dinoflagellatlar ise sadece %3'lük değerle fitoplanktona katkıda bulunmuştur. Ege Denizi açık sularının, özellikle İzmir Körfezi gibi karasal etkileşimin olduğu bölgelerden çok farklı olduğu anlaşılmaktadır.

Akdeniz-Levantin Baseni'nin kuzeybatı kesiminde yer alan Rodos Bölgesi'nde yapılan yüzey suyu örneklemesinden elde edilen sonuçlar, ortalama biyokütle değerinin 13 µg l⁻¹ olduğunu göstermektedir. Diğer denizlerimizde olduğu gibi Levantin' de de en yüksek biyokütle değerine sahip fitoplankton grubu diyatomlar olmuştur (%63). Dinoflagellatlar, tıpkı Ege Denizinde olduğu gibi %26'lık kısmı oluşturmuşlardır. Çalışma süresince tüm denizler arasında ilk defa Akdeniz' de klorofit grubu, biyokütleyle %5'lik bir değerle katılmıştır. Bunun da nedeni klorofitlerden *Halosphaera viridis*' in Akdeniz' e ait özel bir tür olmasından kaynaklanmaktadır.

Akdeniz Levantin Baseni'nde ortalama hücre bolluğu 7.086 hücre l⁻¹ olarak bulunmuştur. Sayıca en yüksek değerdeki grup %45 ile küçük kamçılılardan oluşmuştur. Bu değeri %31 ile dinoflagellatlar, %18 ile kokkolitoforlardan *E. huxleyi* ve %6 ile diyatomlar oluşturmaktadırlar. Küçük kamçılıların, Türkiye denizleri arasında en yüksek sayıya Akdeniz' de ulaştığı tespit edilmiştir.

Fitoplankton bolluk ve biyokütlesinin Akdeniz'de Ege Denizi'nden daha yüksek bulunması, Akdeniz'deki örnekleme istasyonlarının upwelling bölgesinde yer almasından (Kimor ve Wood, 1975; Yılmaz, 2002), Ege Denizi örnekleme istasyonlarının ise kıyısız etkileşimden uzak açık sularda bulunmasından kaynaklanmaktadır (Egemen ve ark., 1999).

Ekim 2000'de denizlerimizde biyokütlece en önemli grubu diyatomlar oluşturmuşlardır. Biyokütlerdeki benzerlik hücre bolluğunda gözlenmemiştir. Karadeniz ve Ege Denizi'nde sayıca en önemli grubu kokkolitoforlar (özellikle *E. huxleyi*) oluşturmuştur. Marmara Denizi'nde tıpkı biyokütlerde olduğu gibi, hücre bolluğunda da diyatomların, Akdeniz'de de küçük kamçılıların dominant gruplar oldukları saptanmıştır. Genel anlamda, diyatom ve dinoflagellatların denizel fitoplanktonun en önemli gruplarını oluşturdukları bilinmektedir. Diyatomların biyokütlece dominant oldukları bu dönemde, dinoflagellatların yüzey suyu fitoplankton bolluğuna en fazla katkısının gözlemlendiği denizlerimiz sırasıyla Marmara Denizi ve Akdeniz olmuştur.

Fitoplanktonun vertikal dağılımı Karadeniz ve Marmara Denizi'nde 30 m ile sınırlı olmakla birlikte Ege ve Akdeniz'de 100 m derinliklere ulaşabilmektedir. Marmara Denizi'nde fitoplanktonun maksimum 30 m derinliğe kadar görülmesinin en büyük nedeni kalıcı haloklin tabakası olmuştur. Bu tabaka, Akdeniz suları ile Karadeniz suları arasında bir bariyer görevi görüp, fitoplanktonun daha derinlere çökmesini engellemektedir. Ege

ve Akdeniz açık suları karasal etkileşimden uzak olmaları nedeniyle oligotrof özelliğe sahip olmaları ile açıklanabilir.

Sonuç olarak; Karadeniz’ de 1980’li yıllarda meydana gelen ötrofikasyonun, 1990’lı yılların ortalarından itibaren azalmaya başladığı ve buna paralel olarak iyileşmenin başladığı bilinmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu iyileşmenin 2000 yılında da devam ettiğini göstermektedir.

Türkiye Denizleri açık sularında verimliliğin Karadeniz’den Akdeniz’e doğru azaldığı saptanmıştır. Bunun nedeni Karadeniz’in tatlısu girişinin, dolayısıyla besin elementlerinin bol bulunduğu ötrofik sulara, Akdeniz’in ise besin elementlerinin daha az olduğu oligotrofik sulara sahip olmasıdır. Verimliliğin en yüksek olduğu Karadeniz’de tür çeşitliliği Akdeniz’den daha azdır. Bu bulgu, verimliliğin hücre bolluk ve biyokütlesi ile doğru, tür çeşitliliği ile ters orantılı olarak değişmesi ile açıklanabilir.

Denizlerde birincil üretimin azalması besin zincirinin üst trofik düzeyinde yer alan canlıların da bolluk ve biyokütlesinin azalmasına neden olur. Hayvansal protein kaynaklarına olan gereksinimin giderek arttığı günümüzde, bu açığın denizlerden karşılanması dolayısıyla denizlerimizde verimliliğin artırılması sağlanmalıdır. Bu bağlamda, denizlerimizde aşırı avcılığın engellenmesi, avlanma yasaklarına uyulması ve insanların bu konuda, ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından çok iyi bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu özellikle üç yanı denizlerle çevrili ülkemizde oldukça büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Araştırmada örneklerin toplanıp, 1 l’ lik koyu renkli şişelerde tespit edilmesine kadar tüm aşamaları yürüten ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümünden Prof. Dr. Ahmet E. Kıdeyş ve Doç. Dr. Elif Eker Develi’ye teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Aysel, V., Güner, H. ve Dural, B. 1991. Türkiye Marmara Denizi Florası. 1. Cyanophyta ve Chlorophyta, Eğitimin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu, 12-14 Kasım, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, 74-113.
- Carreto, J. I. 1996. *Gymnodinium catenatum* and autumnal toxicity in Mar del Plata. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms, in Harmful Algae News, 15: 3.
- Egemen, Ö., Önen, M., Büyükkışık, B., Hoşsucu, B., Sunlu, U., Gökpınar, Ş., Cirik, S. 1999. Güllük Lagünü (Ege Denizi-Türkiye) Ekosistemi, Tr. J. of Aquaculture and Forestry, 23(3): 927-947.
- Eker, E. and Kıdeyş, A. E. 2003. Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea and its relationship to the deep fluorescence maxima. Journal of Marine Systems, 39:203-211.
- Eker, E. and Kıdeyş, A. E. 2000. Weekly variations in phytoplankton structure of a harbour in Mersin Bay (northeastern Mediterranean). Turk. J. Bot., 24(1):13-24.
- Eker, E., Georgieva, L., Senichkina, L. and Kıdeyş, A. E. 1999. Phytoplankton distribution in the western and eastern Black Sea in spring and autumn 1995. ICES Journal of Marine Science, 56: 15-22.
- Ergen, Z. 1967. The main planktonic organisms found in the bay of İzmir. E.Ü. Fen Fak. İlimi Rap., 47: 1-27.

- Feyzioğlu, A. M. and Tuncer, S. 1994. Seasonal changes at the net phytoplankton living Trabzon coast of the eastern Black Sea. (in Turkish) Tr. J. of Biol. 18: 161-171.
- Grasshoff, K. 1975. Black Sea. J. P. Riley, G. Skirrow (ed), Academic Press, N. Y., 2(2), s. 545-578.
- Gulland, J.A. 1971. Mediterranean and Black Sea, The Fish Researches of the Oceans. FAO, 36-43.
- Kıdeyş, A. E. 2002. Decline and recovery of a large marine ecosystem, the Black Sea. Science, 297: 1482-1484.
- Kıdeyş, A. E., Gücü, A. C., Bingel, F. and Ünsal, M. 1988. Annual variations in the phytoplankton populations of the northern Cilician basin. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 31(2): 219.
- Kıdeyş, A. E., Ünsal, M. and Bingel, F. 1989. Seasonal changes in net phytoplankton of Erdemli, north-eastern Mediterranean. Doğa Tr. J. Botany, 13(1): 45-54.
- Kimor, B. 1981. The role of phagotrophic dinoflagellates in marine ecosystems. Kieler Meeresforsch., Sonderh, 5: 164-173.
- Kimor, B. and Wood, E. J. F. 1975. A Plankton Study in the Eastern Mediterranean Sea. Marine Biology, 29: 321-333.
- Kiselev, I. A. 1950. "Dinophylagellata of seas and fresh waters of the USSR (Peridinea)", Academy of Science of USSR. Moscow-Leningrad.
- Koray, T. 1987. One-celled microplankton species in İzmir Bay (Aegean Sea): A species list and a comparison with the records of adjacent regions. Doğa, TU J. Biol., 11(3): 130-146.
- Koray, T. 1995. Phytoplankton species succession, diversity and nutrients in neritic waters of the Aegean Sea (Bay of İzmir). Tr. J. of Botany, 9: 531-544.
- Koray, T. and Gökpınar, Ş. 1983. The qualitative and quantitative features of the Genus *Ceratium* Schrank found in İzmir, (in Turkish). E.U.F.F. Journal, Ser. B, Suppl., 201-219.
- Mihnea, P. E. 1979. Some Specific Features of Dinoflagellate *Exuviella cordata* Ostf. Blooming in the Black Sea, Developments in Marine Biology. Dennis L. Taylor and Howard H. Selinger (eds) Toxic Dinoflagellate Blooms, 77-82.
- Murray, J. M., Codispoti, L. A. and Freiderich, G. E. 1995. Oxidation-Reduction Environments: The Suboxic Zone in the Black Sea. C. P. Huang, C. R. O'Melia, J. J. Morgan (ed), Aquatic Chemistry, ACS Advances in Chemistry Series, 157-176.
- Okuş, E. ve Yüksel, A. 1996. İzmir Körfezi'nin Plankton Dağılımı Temiz bir İzmit Körfezi'ne Doğru. Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Sistemleri Çevre Araştırma Enstitüsü, Gebze-Kocaeli, Proje No: 15.1.005, 88-111.
- Öber, A. 1972. The investigation of Genus *Ceratium* regarding qualitative and quantitative analyses in İzmir Bay. E. Ü. Fen Fak. İlmî Rap. 129:1-121.
- Parlak, H., Büyükkışık, B. and Koray, T. 1994. Plankton blooms occurred in İzmir Bay and their relations with the concentrations of Cu, Fe and Zn in sea water, (in Turkish). E.Ü. Fen Fak. Dergisi, Seri. B, Ek 16(1): 197-206.
- Proshkina-Lavrenko, A. I. 1955. "Diatoms of the plankton of the Black Sea", Academy of Science. Moscow-Leningrad.
- Soydemir, N., Ekingen, G., Eker, E. ve Kıdeyş, A.E. 2001. Marmara Denizi'nin 1998 Yılı Fitoplankton Dağılımı. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 04-06 Eylül 2001, Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Hatay, 171-180.
- Tomas, C. R. 1997. "Identifying Marine Phytoplankton", Academic Press, San Diego.
- Tuncer, S. and Feyzioğlu, M. 1990. Investigation of plankton populations in the harbours of Trabzon and Sana, (in Turkish). X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz, 1-9.
- Uysal, Z. and Sur, H. I. 1995. Net plankton discriminating patches along the southern Black Sea coast in Winter 1990. Oceanologica Acta, 18(6): 63647.
- Ünsal, İ. 1970. İskenderun Körfezinde birkaç diatome türü. Hidrobiyoloji Yay., Ser. B, 6: 3-4.
- Yılmaz, A. 2002. Türkiye Denizleri'nin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler, Turkish J. Eng. Env. Sci., 26: 219-235.