ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: http://www.researchgate.net/publication/258257078

Türkoğlu, M., 1999. Some fluctuations in phytoplankton community structures of the Black Sea. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16 (1-2): 201-217 (in Turkish).

ARTICLE · JANUARY 1999

READS
95

1 AUTHOR:



Muhammet TÜRKOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
99 PUBLICATIONS **154** CITATIONS

SEE PROFILE

Available from: Muhammet TÜRKOĞLU
Retrieved on: 25 November 2015

E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 1999
E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 1999
Cilt/Volume 16, Sayı/Issue (1-2): 201– 217

© Ege University Press
Ege University Press
ISSN 1300 - 1590 ISSN 1300 - 1590
http://jfas.ege.edu.tr/ http://jfas.ege.edu.tr/

Karadeniz'in Fitoplankton Kommunite yapılarında Görülen Bazı Düzensiz Değişimler

Muhammet TÜRKOĞLU

Ondokuzmayıs Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı., 57000 Sinop, Türkiye

Abstract: Some fluctuations in phytoplankton community structures of the Black Sea. This study represents a synthesis of the changes in phytoplankton community structures, due to ecological changes which have occurred in the Black Sea ecosystems in the past thirty years as a consequence of eutrophication. Some fluctuations in phytoplankton community structures as a consequence heavy eutrophication are mainly defined by: (1) the general increase in phytoplanktonic production, due to the increase in nutrient quantities as a consequence of effect of rivers which inputs into the Black Sea; (2) the global increase in phytoplanktonic production (3) the increase in pico- nannoplankton density together with the global increase in phytoplanktonic production; (4) Diatoms have decreased in importance to the advantage of Dinoflagellates and pico- nannoplanktons; (5) algal blooming phenomena, formerly quite rare and produced by few species, have become chronic, common and frequent with a rapid succession of numerous species; (6) species diversity, both as variety and equitability component is low; (7) the exuberant development of opportunistic speciess; (8) great qualitative and quantitative fluctuations within populations; (9) the increase in fresh-water speciess as a consequence of river inputs; and (10) the increasing developments of boreal speciess in the past ten years. As a result, the ecosystem has a weak resistance to exterior disturbances, being characterized by a permanent instability and large population fluctuations, by discontinuous and irregular processes and phenomena. The author consider that the whole ecosystem, especially the north-western part of the Black Sea is in a precarious state at present, because of the fluctuations in phytoplankton community structures and other trophic chain levels.

Keywords: Black Sea, phytoplankton, community structure, fluctuations

Özet: Bu çalışma, ötrofikasyonun bir sonucu olarak, son 30 yıl içinde Karadeniz ekosisteminde oluşan ekolojik değişiklikler nedeniyle fitoplankton kommunitelerinde meydana gelen değişimlerin bir sentezini sunar. Ağır bir ötrofikasyon sonucu fitoplankton kommunitelerinde görülen bazı düzensizlikler ana başlıklar altında şu şekilde özetlenebilir: (1) Karadeniz'e sürekli olarak boşalan nehirler nedeniyle, biyotik olmayan inorganik nütrient madde (nitrit, nitrat, amonyum, fosfat, silis) miktarındaki artış ndeniyle fitoplankton yoğunluğunda meydana gelen genel artış, (2) global fitoplankton yoğunluğunda meydana gelen artış; (3) global fitoplankton artışı ile birlikte pico- ve nano-plankton yoğunluğunun da artması; (4) dinoflagellat ve mikro- ve nano-plankton türlerinin hem kalitatif hem kantitatif açıdan diyatomların aleyhine hızla gelişmesi; (5) geçmiş yıllarda belirli türlerin belirli zamanlarda gösterdikleri aşırı algal üreme olaylarının yerini, artık bir çok türün zamana bağlı olmayan gelişi güzel gösterdikleri aşırı üreme olaylarının alması (6) fitoplankton tür diversitesinin, hem tür çeşitliliği hem bu çeşitlilik içinde yer alan türlerin temsil edilme durumları bakımından gerilemesi; (7) Fırsatçı türlerin giderek artan gelişimi; (8) populasyonlarda oluşan büyük kalitatif ve kantitatif düzensiz değişimler; (9) nehir girdileri nedeniyle tatlı su türlerinde meydana gelen artış; ve (10) son on yılda boreal türlerin giderek artan gelişimi. Sonuç olarak, Karadeniz sürekli kırılgan bir karakterde olan ve büyük düzensiz populasyon değişimleri gösteren ve kesintili ve düzensiz olaylar nedeniyle dış karışıklıklara zayıf bir direnç gösteren bir ekosistem haline gelmiştir. Yazar, tüm Karadeniz ekosisteminin, özellikle kuzey-batı bölgesinin fitoplakton kommunite yapılarında ve diğer trofik besin zinciri düzeylerinde görülen düzensiz değişimlerden dolayı, şu anda güvenilmez bir durum içinde olduğunu düşünmektedir.

Anahtar kelimeler: Karadeniz, fitoplankton, kommunite yapısı, düzensiz değişimler

Giriş

Meromiktik doğasıyla açıklanabilen emsalsiz ekolojik karakterleriyle bir deniz baseni olan Karadeniz, 1950-1960' lı yıllarda pelajik ve bentik fauna ve floranın verimli gelişimine sahip çok üretken denizlerden biri olarak *Phylophora* genusuna ait kırmızı alg türlerinin geniş dağılımlarına, fitoplankton türlerinin zengin biyodiversite'sine ve bu biyodiversite içinde diyatom grubuna ait fitoplankton türlerinin diğer nannoplankton ve dinoflagellat türlerine göre oransal olarak daha baskın oluşuna, bentik süzerek beslenen (*Mytilus* sp., *Modiolus* sp. gibi) türlerin olağan üstü bolluğuna ve Akdeniz'den göç eden bazı ticari önemi olan balıklar için ideal bir beslenme ortamına sahip bir deniz olarak biliniyordu (Bacescu, 1960; Zenkevich, 1963; Skolka, 1966,1967; Petrova, 1964, 1965).

1950-1960 'lı yıllarda bu durumda olan Karadeniz, son zamanlarda endüstriel ve evsel atıkları taşıyan Tuna, Dinyeper, Dinyester gibi nehirlerin sürekli boşatımının bir sonucu olarak ortaya çıkan ötrofikasyon olayının oluşturduğu kendine özgü gerileyen, dengesiz ve hassas bir ekosistem haline dönüşmüştür (Unesco, 1980; Sorokin, 1982; Bologa, 1985/1986; Mihnea, 1987; Moncheva, 1992; Petrova *et al*., 1994; Bodeanu, 1995).

Tuna nehrinden gelen andropojenik nütrient ve kontaminant maddelerin büyük miktarlarda ortamda birikmesi ile medüz *Auralia aurita* (L., 1758) ve yeni bir tüketici *Ctenophore, Mnemiopsis leidyi* (Agassız, 1865) türünün kütlesel gelişimi paralellik gösterir. Balık kaynaklarının fazla kullanımı ile birlikte bu faktörler, ekosistemin tüm bileşenleri üzerinde etkiye sahip olmuştur (Mee, 1990). Karadeniz ekosistemi'nin bu mevcut durumu, tüm denizdeki biyodiversite'nin ve balık stoklarının etkin azalmasına ve ekosistemde belirgin bozulmalara neden olur (Kideyş, 1994). Karadeniz'in kuzey-batı bölgesinde ve Azov denizinde ekosistemin çöküşü ile birlikte az derin kıyısal sularda hypoxia/anoxia'dan dolayı red-tide (aşırı alg üremesi) olayları ve bentik organizmaların kitlesel ölümleri gibi yaygın olaylar meydana gelmiştir (Zaitsev, 1991). Bununla birlikte, nispeten ön zondaki kıyısal akıntılar nedeniyle kıyıdan ve sığ sulardan çok daha derin merkezi bölgelere taşınamaması sonucu merkezi Karadeniz'de kirliliğin etkisinde belirli bir azalma görülür (Sapozhnikov, 1991; Oğuz *et al*., 1994).

Çoğu kıyısal deniz ekosistemlerinde olduğu gibi, andropojenik girdiler ve bunun sonucu olarak özellikle nütrient madde miktarındaki artış nedeniyle ortamda bir seri olumsuz olay ortaya çıkar. Ortamda aşırı biriken nütrient madde miktarı, öncelikle besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton populasyonlarında istenmeyen aşırı algal üreme olaylarının görülmesine neden olur. Bir populasyonda oluşan ani yoğunluk artışı populasyonun kısa sürede çöküşüne neden olacaktır. Dibe çökmesiyle birlikte, çürümeyle başlayan ve oksijen tüketimi gibi bir seri biyokimyasal olayla devam eden reaksiyonlar zinciri oluşacaktır. Bu olayların littoral sistemlerde en az fitoplankton tüketimi ve ayrışımı kadar belirli biyokimyasal olaylar sayesinde mineral madde stoklarının harekete geçmesi ve sonucunda bir çok biyolojik olayın etkilenmesi sözkonusu olacaktır. Bu yüzden, bir ekosistemde sistemle ilgili ilk irdelemeler, trofik

besin zincirinin ilk halkasını oluşturması nedeniyle fitoplankton dinamiğinde meydana gelen değişimlere bakarak mevcut ekosistem hakında yorumlar yapmak yanlış olmayacaktır. Bu nedenle, bu çalışmada, 1960'lardan günümüze fitoplankton dinamiğinde son 30 - 40 yılda meydana gelen değişimlere bakarak Karadeniz'in mevcut ekosistem durumu irdelenmiştir.

Karadeniz'in Temel Oşinografik Özellikleri

40^o 54^{ξ} - 46^o 38^{ξ} N enlemleri ile 27^o 27^{ξ} - 41^o 41^{ξ} E boylamları arasında yer alan Karadeniz, güneydoğuda Doğu Karadeniz dağları, kuzeydoğuda Kafkas dağları ile çevrili yarı kapalı bir iç denizdir. Kırım yarımadası dışında kalan kuzey-batı kıyıları oldukça sığdır. Güney-batı'da "İstanbul Boğazı" - "Marmara Denizi" - "Çanakkale Boğazı" yolu ile Ege Denizi ve Akdeniz'e, Kuzeyde ise "Kerç Boğazı" yolu ile Azak Denizine bağlı durumdadır (Ünlüata *et al*., 1990). Karadeniz, kuzey-doğu orijinli 2.258 m maksimum derinliğe sahip olmakla birlikte, ortalama derinliği tüm bölgenin % 35' ini oluşturan (144.000 km^2 den daha fazla bir alan) Kuzey-doğu bölgesi boyunca dar-geniş karasal uzantıdan dolayı ortalama 1271 m derinliğe sahiptir. Bununla birlikte, 420.000 km^2 yüzey alanına sahip Karadeniz'in % 30' dan fazlası 2000 m ve üzerinde bir derinliğe sahiptir (Sorokin, 1986).

Karadeniz'in toplam su hacmi 537.000 km^3 olup, bunun % 87' sini anoksik su kütlesi oluşturmaktadır. Karadeniz'in kıyı topografyası kıyıya paralel, yaklaşık 20 km eninde bir kuşak boyunca oldukça belirgin değişimler gösterir. Dinyeper, Dinyester ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü Kuzey-batı Karadeniz bölgesinde geniş bir kıta sahanlığı vardır. Ayrıca Karadeniz'in güney kıyıları boyunca Sakarya, Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin boşaldığı bölgelerde küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunur. Bunun dışında, topografya çok keskin bir taban eğimi ile birden derinleşmektedir (Sorokin, 1986; Balkaş, 1990; Ünlüata *et al*., 1990; Oğuz *et al*., 1992).

Karadeniz, yarı-kurak bir iklim kuşağında bulunduğundan mevsimlere bağlı hava koşullarında meydana gelen değişimlerin deniz suyu üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Ancak, Karadeniz'in hidrografik özelliklerinin, az yoğun olan yüzey sularını, çok daha yoğun olan dip sularından ayıran sürekli bir haloklin tabakasının varlığından dolayı, bu tabakanın üzerinde kalan su kütlesinde etkili olduğu, bunun altında kalan tabakada durgun su kütlelerinden dolayı etkisini yitirdiği bilinir. Daha tuzlu ve oksijen bakımından fakir Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijence zengin düşük tuzluluğa sahip yüzey sularından ayıran bir ara tabakanın varlığından dolayı, su kütleleri arasında, Doğu ve Batı merkezi bölgelerde bulunan iki siklonik döngünün oluştuğu bölge hariç, hiç denecek kadar dikey karışım oranları oluşmakta (Knipovitch, 1932; Blatov *et al*., 1984) ve bu nedenle Karadeniz'in derin su kütleleri oksijence desteklenememektedir. Bunun sonucu olarak, Karadeniz'in oksijence zengin suları 15.4 kg m^{-3} yoğunluk derecesine kadar devam etmekte (~ 100 m' ye kadar), bu yoğunluk derecesinden 16.2 kg m^{-3} yoğunluk derecesinin ulaştığı derinliğe kadar (~ 100-150 m) redoks potansiyeli açısından O_2 ve H_2S 'ün dengede, fakat her ikisininde düşük konsantrasyonlarda bulunduğu bir geçiş tabakası mevcuttur. Bu tabakanın altında, 16.2 kg m^{-3} yoğunluk derecesinin başladığı derinlikten

itibaren H_2S 'ün derinliğe bağlı sürekli bir artış gösterdiği bilinir (Sorokin, 1986; Ünlüata *et al*., 1990; Tuğrul *et al*., 1992; Saydam *et al*., 1993; Oğuz *et al*., 1994). Karadeniz'de tatlı su girişi ile tuz yoğunluğu arasında bir denge söz konusudur. Karadeniz'e akarsulardan yılda 400 km^3 su boşalmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı "Tuna", "Dinyeper", "Dinyester" nehirlerinden sağlanmaktadır. Ayrıca, "Kerç Boğazı" yolu ile yılda 55 km^3 acı-su Azak Denizi'nden Karadeniz'e girmektedir. Tuzluluğu ortalama %0 18.0 olan, yılda yaklaşık 340 km^3 su yüzey akıntılarıyla "İstanbul Boğazı" yolu ile Karadeniz'den Marmara Denizi'ne, oradanda "Çanakkale Boğazı" ile Ege ve Akdeniz sularına karışmaktadır. Bununla birlikte, Karadeniz aynı güzergahtan, fakat dip akıntıları ile Akdeniz'den gelen, yılda yaklaşık 180 km^3 tuzlu su (%0 34.3) alır. Bu farklı yoğunluklardaki su değişimleri Karadeniz'in hidrolojik ve kimyasal rejiminde önemli etkilere sahiptir. Bu bazdaki, en önemli değişimler kıyısal bölgelerde ve özellikle kuzey-batı bölgelerindeki geniş kıta sahanlığı alanlarında görülmektedir. Yüzeyde merkezi bölgelerde %0 18-19 olan tuzluluk, kıyısal bölgelerde tatlı su boşalımı nedeniyle %0 8-14 'e kadar düşmektedir. Bununla birlikte, merkezi bölgelerde derinliğe bağlı (2000 m' de %0 22.5) tuz yoğunluğunda bir artış vardır. Bu itibarla, Karadeniz, Dünya Okyanuslarındaki mevcut tuz konsantrasyonuna göre (%0 38.0) yarı-yarıya daha düşüktür (Tolmazin, 1985; Mee, 1990; Oğuz and Rozman, 1991; Murray *et al*., 1991).

Tartışma

Karadeniz'in Türkiye denizleri içinde, primer produktivite bakımından en verimli deniz olmakla birlikte en regressiv karakterli bir ekosistem haline dönüşmüş olması düşündürücüdür. Her zaman, yüksek fitoplanktonik biyomas dengeli bir ekosistemi göstermez.

Eğer bir ortamda aşırı nütrient yüklenmesi olursa, fitoplankton türlerinin sayısında bir stres belirtisi olarak bir azalma ve taksonomik gruplar arasında oransal farklılaşmalar meydana gelir. Özellikle mikroflagellatlar ve kokkoid formları içine alan pico- ve nannoplankton türleri, diyatom grubuna ait türlerin aleyhine hızla çoğalarak, ortamda kalitatif ve kantitatif yapı bakımından üstünlük sağlarlar. Daha önceleri nadir veya adından hiç söz edilmeyen türlerin gün geçtikçe yararlı türlerin aleyhine artarak gelişimi, andropojenik girdilerin ortama sürekli boşalımı nedeniyle sürmektedir (Pucher-petkovic and Marasovic, 1988; Bodeanu, 1984, 1995; Kimor, 1992; Moncheva, 1992).

Nütrient madde miktarındaki artış

Karadeniz'de, özellikle Tuna, Dinyeper ve Dinyester gibi büyük debiye sahip olan nehirlerin etkisi altındaki bölgelerde aşırı nütrient girdisi mevcuttur (Gomoiu, 1992). Bu nedenle, fotosentetik yüzey tabakada aşırı fitoplankton artışı vardır. Nehirlerle taşınan nütrient girdisi, 1950' li yıllarda, Skopintzev (1953) 'e göre, Karadeniz'deki tüm nütrientin ancak % 10' unu karşılarken, günümüzde bu oran sürekli nehir girdisi nedeniyle aşırı bir şekilde artmıştır (Gomoiu, 1992; Tuğrul *et al*., 1992).

Sadece nütrient miktarında meydana gelen artış bile, Karadeniz'in özellikle kuzey-batı bölgesinin kalitatif ve kantitatif tür yapısında meydana gelen temel ekolojik değişimler hakkında ön bilgi verir. 1960' lı yıllardan 1980' li yıllara kadar, fosfat (PO^{-3}_4-P) aşağı yukarı 10 $\mu g\ l^{-1}$ den 200 $\mu g\ l^{-1}$ e, nitrat (NO^-_3-N) 20 $\mu g\ l^{-1}$

den 200 $\mu g1^{-1}$ e, silis (SiO_4) 1.029 dan 857 $\mu g\ 1^{-1}$ e, "Tuna" ve "Dinyester" 'in artan yükü nedeniyle, özellikle kuzey-batı bölgelerinde sürekli yükselerek (Cociasu and Popa, 1976; Popa *et al*., 1985; Balkaş *et al*., 1990; Caddy and Griffiths, 1990; Mee, 1990) plankton türlerinin beklenmeyen, özellikle *Noctiluca* sp. gibi daha önceleri bol olmayan türlerin, çok sık patlama göstermeleri ve bu nedenle ekosistemin düzensiz ve dengesiz bir yapı haline dönüşmesine neden olmuşlardır (Mihnea, 1985; Bodeanu, 1995; Mee, 1990; Moncheva, 1992; Porumb, 1992).

Fitoplankton kommunitelerinde meydana gelen değişimler

Taksonomik gruplar arasında görülen farklılaşmalar

Karadeniz'in, özellikle kuzey batı bölgesinde Tuna, Dinyeper, Dinyester gibi nehirler yoluyla gelen nütrient maddelerinin ortamda sürekli birikimi nedeniyle dinoflagellat, özellikle mikroflagellat ve kokkoid formları içine alan pico- ve nano-plankton türleri, diyatom türlerinin aleyhine 1960' lı yıllardan günümüze hızla çoğalarak ekosistemde kalitatif ve kantitatif yapı bakımından üstünlük sağlamış durumdadır (Eppley and Weiler, 1979; Bodeanu, 1984, 1995).

Bodeanu *et al*., (1978)' e göre, 1960-1970 periyodunda, Romanya littoral sularında tespit edilen 314 taksa'dan 209 adedi (% 67 'si) ***Bacillariophyta*** grubuna, 60 adedi (% 19' u) ***Dinophyta*** grubuna ait iken, 1972-1977 periyodunda tespit edilen 375 taksa'dan 172' si (% 46' sı) ***Bacillariophyta***, 77' si (% 21' i) ***Dinophyta*** grubuna ait olmuştur. Yine, Karadeniz'in bir başka bölgesi "Tarkhankut Burnu" ve "Zmeiny Adası" arasındaki hattın kuzeyinde, 1950' li ve 1960' lı yıllarda, dinoflagellatların toplam fitoplankton içindeki oranı % 18.8 iken (Ivanov, 1965), 1980' li yıllarda % 55' lere çıkmıştır (Nesterova, 1987). Sinop yarımadası littoral suları, Kuzey Batı Karadeniz kıyılarına göre daha stabil ve dinamik bir ortam olmakla birlikte, Türkoğlu (1998) tarafından tespit edilen 180 taksa'dan 83' ü (% 46.1'i) ***Dinophyceae*** ve 88' i (% 48.9' u) ***Bacillariophyceae*** grubuna ait olması, bu bölgenin de Karadeniz'in diğer bölgeleri gibi andropojenik girdilerden etkilendiği sonucunu verir.

Taksonomik gruplar arasındaki ilişkileri kantitatif açıdan değerlendirecek olursak, 1960-1970 periyodunda, diyatom türlerinin oluşturdukları populasyonlarla baskın durumda olan fitoplankton kommuniteleri söz konusuydu (Bodeanu, 1978). 1960-1970' lerden 1983-1990' lara doğru diyatomların total fitoplankton biyomasına olan katkısı % 92.3' lerden % 38.3' lere düşerken, diyatom olmayan diğer gruplardan dinoflagellatların katkısı % 7.6' dan % 20.0 'a, geriye kalan diğer grupların (pico- ve nannoplankton) katkısı da % 0.1' den % 41.7' lere çıkmıştır (Bodeanu, 1995). Fitoplankton kommunitelerinde meydana gelen aşırı alg üremelerinde, diyatomların rolünün azalmasıyla birlikte dinoflagellat, euglenoid ve kokkolitoforid formlarının rolünün artışı, Karadeniz'e boşalan nehirlerin etkisi sonucu son 30 yıl içinde nütrient maddelerinin ortamda aşırı birikmesinden ötürü iyice hızlanmıştır. Daha önceleri hem kalitatif hem kantitatif bakımdan diyatomlar üstün iken, günümüzde dinoflagellatlar üstün durumdadır. Diyatom olmayan grupların toplam fitoplankton miktarına olan artan katkısı, dinoflagellatlardan *Prorocentrum*

cordatum (Ostenfeld) Dodge, *Heterocapsa triquedra* (Ehrenberg) Stein, Euglenophyta türlerinden *Eutreptia lanowi*, kokkolitoforidlerden *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay *et* Möller türlerinin oluşturdukları aşırı alg üremelerinden kaynaklanmaktadır (Moncheva, 1991). Örneğin, 1983-1988 periyodunda, dinoflagellatlar hem hücre yoğunluğu hem total fitoplankton biyomasına katkısı açısından diyatomlara göre çok üstün durumdadırlar (Bologa, 1985/1986; Bodeanu, 1995). Andropojenik girdilerin Karadeniz'de giderek artması, ötrifikasyon oluşumu öncesi dönemle karşılaştırıldığında, *Rhizosolenia calcar-avis* Schultze, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Ditylum brightwelli* (T. West) Grunow *in* Van Heurck ve diğer büyük hacimli diyatom türlerinin oluşturdukları populasyonlar gerileme gösterirken, *Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich III, *P. cordatum*, *Prorocentrum micans* Ehrenberg ve *E. huxleyi* gibi küçük hacimli türlerin oluşturdukları populasyonlar büyük kütlesel gelişim gösterirler (Zaitsev and Mamaev, 1997). Nitekim bu eğilim Güney Karadeniz kıyılarında görülmüş, yaz mevsiminde (Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında) *P. balticum* (9.0×10^6 h l^{-1}), *P. micans* (7.2×10^5 h l^{-1}), *Prorocentrum compressum* (Bailey) Abe (4.6×10^5 h l^{-1}), *Cylindrotheca closterium* (7.4×10^6 h l^{-1}), *Protoperidinium granii* (Ostenfeld *in* Paulsen) Balech (4.8×10^5 h l^{-1}) ve *E. huxleyi* (5.9×10^6 h l^{-1}); kış mevsiminde (Aralık ve Ocak ayında) *Nitzschia longissima* (Brebisson *in* Kützing) Ralfs *in* Pritchard (5.2×10^6 h l^{-1}), *Chaetoceros danicum* Cleve (2.7×10^6 h l^{-1}); ilkbahar'da (Nisan'da) *Pseudo-nitzschia delicatissima* (P. T. Cleve) Heiden *in* Heiden and Kolbe (9.0×10^7 h l^{-1}) gibi küçük hacimli fitoplankton türleri kütlesel gelişim gösterirken, yaz mevsiminde (Ağustos'da, su sıcaklığının 25 ^oC ile en yüksek olduğu dönem) *R. calcar-avis* (1.7×10^6 h l^{-1}); ilkbahar mevsimi başında (Mart ayında, su sıcaklığının 6.2 ^oC ile en düşük olduğu dönem) *D. brightwelli* (7.6×10^5 h l^{-1}); sonbahar'da (Ekim'de) *Rhizosolenia alata* f. *gracillima* (Cleve) Gran (8.0×10^4 h l^{-1}) gibi büyük hacimli türler geçmiş yıllara göre daha zayıf populasyonlar oluşturmuşlardır (Türkoğlu, 1998). Aynı zamanda, Karadenizde aşırı üreme durumu gösteren bu küçük hacimli türlerin boreal ve kozmopolit kökenli oldukları görülür (Türkoğlu, 1998).

Global fitoplankton miktarında meydana gelen artış

1973-1974 ve 1976-1977 periyodlarında, Karadeniz'in Romanya kıyılarında, diyatomların hücre yoğunluğu kuzey zonunda 1.25×10^6 h l^{-1}; 1976-1977 periyodunda, güney zonu kıyısal sularında 3.66×10^6 h l^{-1}; 1972-1977 periyodunda, güney zonu açık sularında 3.65×10^5 h l^{-1} iken; dinoflagellatların hücre yoğunluğu sırasıyla 1.43×10^5 h l^{-1}, 9.05×10^5 h l^{-1} ve 6.5×10^5 h l^{-1} düzeyinde olmuştur. Diğer taksonomik gruplar bazında, yine sırasıyla 1.9×10^4 h l^{-1}, 2.24×10^5 h l^{-1} ve 3.1×10^4 h l^{-1} olmuştur. Kuzey Batı Karadeniz fitoplankton'unu biyomas bakımından değerlendirecek olursak, hücre yoğunluğunun tersine biyomas'a en büyük katkı dinoflagellatlardan gelmektedir. Örneğin, 1976-1977 periyodunda, Romanya kıyılarının güney zonu kıyısal sularında toplam 19.655 mg m^{-3} olan biyomas miktarının 2.336 mg m^{-3} 'lük kısmını diyatomlar oluştururken, 17.264 mg

m^{-3} 'lük büyük bir kısmını dinoflagellatlar ve geri kalan 0.55 mg m^{-3} 'lük çok çok küçük bir kısmını da diğer taksonomik gruplar oluşturmaktadır (Bologa, 1985/1986). 1995-1996 periyodunda, Türkoğlu (1998) tarafından Sinop yarımadası littoral sularında yapılan bir araştırmada bulunan yıllık ortalama hücre yoğunluğu (7.1×10^6 h l^{-1}) nun % 21.1'ini (1.5×10^6 h l^{-1}) dinoflagellatlar, % 3.2 'sini (2.3×10^5 h l^{-1}) kokkolitoforid'ler (*E. huxleyi*), % 74.65' ini (5.3×10^6 h l^{-1}) diyatomlar ve geri kalan % 0.13 'lük kısmını da (1.0×10^4 h l^{-1}) diğer taksonomik gruplar oluşturmuştur. Türkoğlu (1998) tarafından yukarıda ortaya konulan verilerle yukarıda sözü edilen diğer veriler karşılaştırıldığında, taksonomik gruplar açısından özellikle ***Dinophyta*** ve ***Bacillariophyta*** grupları arasında oran bakımından bir benzerlik vardır. Ancak, hücre sayısı bakımından Türkoğlu (1998) tarafından bulunan veriler 1.5 kat daha yüksektir. Bu da göstermektedir ki, ortama sürekli boşalan andropojenik girdiler nedeniyle, Karadeniz ekosistemindeki global fitoplankton miktarı sürekli artmaktadır. Bununla birlikte, Moncheva (1991) tarafından gösterilen, ötrifikasyonun etkisi altında olan Bulgaristan kıyılarında (C. Kaliakra ve Varna Körfezi'nde) yıllık ortalama hücre yoğunluğu (8.6×10^6 h l^{-1}), Türkoğlu (1998) tarafından elde edilen bulgudan (7.1×10^6 h l^{-1}) daha yüksektir. Bununla birlikte, Sinop yarımadası kıyılarında aşırı alg üremesi nedeniyle litredeki toplam hücre sayısı, Nisan ayında (ilkbahar) ortalama 3.4×10^7 h l^{-1} düzeyine çıkmış ve Şubat dönemi hariç (9.0×10^5 h l^{-1}) diğer aylarda hiç bir zaman 1.0×10^6 h l^{-1} düzeyinin altına inmemiştir. Hemen hemen her ayda bir kaç türün aynı anda oluşturdukları yoğun populasyonlar nedeniyle, Sinop yarımadası littoral sularının aylık ortalama hücre sayısı 7.1×10^6 h l^{-1} düzeyinde kalmıştır (Türkoğlu, 1998).

Türkoğlu (1998) tarafından yapılan araştırma sonucu elde edilen yıllık ortalama hücre yoğunluğu (7.1×10^6 h l^{-1}), Kıdeyş *et al*. (1989) tarafından ortaya konulan Akdeniz'in oligotrofik sularındaki miktarlarından ve Ignatiades *et al*. (1995) tarafından 1983-1984 periyodunda Güney Ege Denizi'nin Oligotrofik sularında tespit edilen maksimum total hücre sayısından (1.2×10^4 h l^{-1}) çok daha yüksek olduğu görülürken, Koray (1987) tarafından ortaya konulan İzmir körfezindeki miktarından bile çok yüksektir. Buna karşılık, Kuzey Batı Karadeniz'de Romanya sahillerinde yapılan çalışmalarda fitoplankton hücre sayısının 10^6 - 10^8 h l^{-1} düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir (Balkaş *et al*., 1990). Bulgaristan sahillerinde ise, 1983-1990 periyodunda yapılan çalışmalarda litredeki toplam ortalama hücre sayılarının kışın 1.8×10^6 h l^{-1}, ilkbahar'da 23.3×10^6 h l^{-1}, yazın 5.1×10^6 h l^{-1} ve sonbahar'da 4.3×10^6 h l^{-1} düzeyinde olduğu belirtilmektedir (Moncheva, 1991). Bu bulgular, Türkoğlu (1998) tarafından ortaya konulan bulgularla karşılaştırıldığında aşağı yukarı bir benzerlik göstersede, Feyzioğlu (1996) tarafından Doğu Karadeniz'de Trabzon sahillerinde yapılan çalışmada elde edilen benzer bulgulardan çok daha yüksektir. Trabzon sahillerinde, litredeki hücre sayılarının sadece aşırı üreme görülen dönemlerde 10^6 h l^{-1} düzeyine ulaştığı, bunun dışında kalan dönemlerde 10^4 - 10^5 h l^{-1} arasında değiştiği görülmüştür.

Aşırı üreme gösteren türlerin sayısında meydana gelen artış

Geçmiş yıllarda (1950-1960' larda) Karadeniz'de her yönüyle nadir olan ve *Prorocentrum cordatum*, *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve gibi bir kaç tür tarafından oluşturulan aşırı alg üreme olayları (Bodeanu *et al*., 1978; Bodeanu 1984, 1987; Gomoiu, 1992), artık bir çok türün, muhtemelen bölünme sikluslarında meydana gelen modifikasyonlar nedeniyle, düzensiz ve kontrolsüz bir şekilde oluşturdukları kronik-yaygın bir durum haline gelmiştir.

Karadeniz'de ilkbahar aşırı alg üremeleri ciddi olarak su kolonlarının dengesi üzerine bağlı olduğu görülür. Aşırı alg üreme olayları, konvektif karışımın etkisini kaybetmesiyle birlikte, yüzey sularının mevsimsel tabakalaşma göstermesi öncesinde gelişmeye başlar. Nisan ayında, mevsimsel termoklinin yapılanması esnasında çok zayıf fitoplankton üretimi sözkonusudur. Ancak, bu yapılanmadan sonra aşırı alg üreme olaylarının ortaya çıkışı söz konusudur. Karışım tabakasında (ilk 10 m), yazın nütrient konsantrasyonu limitlemeye yeterli derecede düşük iken, termoklin ve öfotik zonun alt sınırı arasındaki tabaka yüzey altı fitoplankton gelişimini destekleyecek önemli ışık ve nütrient sağlar. Sonbahar aşırı alg üremeleri, genellikle çevresel durumlara bağlı olarak Ekim ve Aralık ayları arasında gerçekleşir. Otlama baskısının yüksek olması durumunda, sonbahar aşırı alg üreme olayları Aralık-Ocak periyoduna kayar ve kış aşırı alg üreme olayları olarak ortaya çıkar. Bazı durumlarda, Ocak-Mart periyodu boyunca devam eden aşırı alg üreme olayları, birleşik bir yapılanmaya doğru gider ve ilkbahar aşırı alg üreme olayları ile ilişki kurar (Oğuz *et al*., 1996). Bununla birlikte, Karadeniz'de bu aşırı alg üreme olaylarının oluşumu çok değişik iç ve dış faktörlerin etkisi altında olduğundan yıldan yıla farklılıklar gösterir.

Türkoğlu (1998) tarafından Sinop yarımadası littoral sularında yapılan çalışmada, *D. brightwelli* (7.6×10^5 h l^{-1}) ve *P. delicatissima* (9.0×10^7 h l^{-1}) türlerinin aşırı üremesi nedeniyle ilkbahar başında (Mart ve Nisan'da), *C. closterium* (7.4×10^6 h l^{-1}), *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow *ex* P. T. Cleve) Hasle (1.2×10^6 h l^{-1}) ve *R. calcar-avis* (1.7×10^6 h l^{-1}) türlerinin aşırı üremesi nedeniyle yaz mevsiminde (Temmuz ve Ağustos'da), *N. longissima* (5.2×10^6 h l^{-1}), *C. danicum* (2.7×10^6 h l^{-1}) ve *Thalassionema nitzschioides* Hustedt (6.4×10^5 h l^{-1}) türlerinin aşırı üremesi nedeniyle kış mevsiminde (Aralık ve Ocak'da) diyatom gelişiminde bir yükselme görülürken, *Gonyaulax polyedra* Stein (1.2×10^5 h l^{-1}) *Pror. balticum* (9.0×10^6 h l^{-1}), *P. compressum* (4.6×10^5 h l^{-1}), *P. micans* (7.2×10^5 h l^{-1}), *Prorocentrum minimum* Schiller, *Protoperidinium longipes* Balech, *Protoceratium aerolatum* Kofoid (2.0×10^5 h l^{-1}), *Protoperidinium granii* (Ostenfeld *in* Paulsen) Balech (4.8×10^5 h l^{-1}), *Scripsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III (6.2×10^5 h l^{-1}) ve kokkolitoforid *E. huxleyi* (5.9×10^6 h l^{-1}) türlerinin aşırı gelişimi nedeniyle de yaz mevsiminde (Haziran, Temmuz ve Ağustos'da) dinoflagellat ve kokkolitoforid yoğunluğunda bir yükselme görülür. Diyatom olmayan türlerin sıcak su affinitesi nedeniyle, özellikle yaz aylarında aşırı çoğaldıkları bilinmektedir. Bununla birlikte, bir çok diyatom türü soğuk su

seven tür olmakla birlikte, Türkoğlu (1998) tarafından yapılan araştırmada da görüldüğü üzere *P. pungens*, *R. calcar-avis* ve *C. closterium* gibi bazı diyatom türleri yaz aylarında da aşırı çoğaldıkları görülmüştür. Sonbahar'da (Ekim), diyatomlardan *R. calcar-avis* Ağustos ayındaki maksimum yoğunluğundan uzak olsada, hala 6.4×10^5 h l^{-1} ile yine baskın durumdadır. Dinoflagellat türlerinden ise, *P. balticum* (6.0×10^5 h l^{-1}) ve *S. trochoidea* (7.8×10^5 h l^{-1}) baskın durumdadır. Bununla birlikte, dinoflagellatlardan *H. triquedra* (6.2×10^5 h l^{-1}) ve *Prorocentrum aporum* (Schiller) Abe (9.6×10^5 h l^{-1}) kış'ın ve ilkbahar başında aşırı üreme gösteren diyatom türleri ile birlikte, aşırı üreme kapasitesine sahip olmuşlardır. Buda göstermektedir ki, geçmiş yıllarda sadece yaz aylarında aşırı çoğalan türlerin, artık Karadeniz'de kış döneminde de aşırı çoğalabildikleri görülmektedir. Buna benzer bir durum, Krupatkina *et al*. (1991) tarafından da gösterilmiş ve *E. huxleyi*, *P. compressum*, *P. cordatum* gibi daha çok yaz aylarında kıyısal bölgelerde aşırı çoğalan türler, Karadeniz'in pelajik sularında kış döneminde de dominant olarak bulunabilmektedir. 1991 yılında, Karadeniz'in açık sularında kış fitoplankton patlamaları süresince *Nitzschia delicatula* Hasle türünün oluşturduğu populasyonda uzaysal dağılım, hücre bölünmesi ve hücresel klorofil içeriği çalışılmış ve 11 Şubat - 3 Nisan 1991 dönemi arasında bu diyatom, tüm fitoplankton biyomasının ortalama % 72' sini oluşturmuştur (Mikaelyan, 1995). *Pseudo-nitzschia delicatissima* türü diyatom Nisan-1998'de Sinop Yarımadası littoral sularında çok daha aşırı bir üreme göstererek, maksimum 9.0×10^7 h l^{-1} düzeyine kadar çıkmış ve tüm fitoplankton yoğunluğunun tamamını oluşturmuştur (Türkoğlu, 1998). Açık sular için karakteristik olan bu türün, neritik sular olarak kabul edilen Sinop Yarımadası littoral sularında da bu kadar yüksek düzeyde üreme potansiyeline sahip olması, artık Karadeniz'deki mevcut durumun ne kadar karmaşık olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

Diyatomlardan *Rhizosolenia calcar-avis*, *R. alata* f. *gracillima* ve *Rhizosolenia fragilissima* Bergon Karadeniz'de tüm yıl boyunca görülmekle birlikte, bunlardan sadece boreal kökenli olan *R. calcar-avis* Ağustos'da 1.7×10^6 h l^{-1} ile yıl içindeki en yüksek *Rhizosolenia* spp. hücre yoğunluğuna ulaşırken, *R. alata* f. *gracillima* maksimum 8.0×10^4 h l^{-1} ile sonbahar'da (Ekim'de), *R. fragilissima* ise 2.0×10^4 h l^{-1} ile yaz mevsiminde (Haziran'da) çoğalabilmiştir (Türkoğlu, 1998). Buda göstermektedirki, karadeniz'in subtropikal iklim kuşağında bulunmasına rağmen boreal kökenli türlerin kozmopolit ve subtropikal kökenli türlerden daha fazla gelişim gösterebildiğini düşündürmektedir.

Kozmopolit diyatom türlerinden *Skeletonema costatum* türünün littoral bölgeler için karakteristik bir tür olduğu (Marshal, 1986), Karadeniz'in kuzey batı bölgelerinde 1962-1965 periyodunda ve özellikle Aralık ve Haziran aylarında bu türün 4.0×10^6 h l^{-1} düzeyine ulaştığı görülür (Mihnea, 1980). Bununla birlikte, bu türün Romanya kıyılarında ilkbahar'da 100×10^6 h l^{-1} düzeyine kadar çıktığı görülür (Bodeanu, 1969). Karadeniz'in Kuzey Batı bölgesinde, 1984 yılında, bu türün populasyon yoğunluğunun 8.3×10^7 h l^{-1} düzeyine kadar ulaştığı gözlemlenmiştir (Mihnea, 1987). Ancak, Sinop yarımadası littoral sularında tüm yıl boyunca görülmekle birlikte, sadece Mart-1996 örnekleme

döneminde 1.0×10^5 h l^{-1} düzeyine ulaşabilmiştir (Türkoğlu, 1998). Romanya sahillerinde, bu türün 1985 Mayıs başında flora' nın % 97.5' lik kısmını oluşturduğu gözlenmiştir (Mihnea, 1987). Bu türün, Bulgaristan kıyılarında da aşırı üreme gösterdiği Moncheva (1991) tarafından gösterilmiştir. 1989-1990 ve 1993-1994 dönemlerinde, bu türün, Doğu Karadeniz Trabzon sahillerinde, Nisan ve Mayıs aylarında 2.1×10^5 h l^{-1} düzeyinde populasyonlar oluşturduğu gösterilmiştir (Feyzioğlu ve Tuncer, 1994; Feyzioğlu, 1996).

Karadeniz için en karakteristik *Prorocentrum* türleri *P. balticum*, *P. compressum*, *P. cordatum*, *P. micans* ve *P. minimum* dur (Türkoğlu, 1998). Bu türlerin Karadeniz'de, özellikle Tuna nehrinin ve lokal atık suların etkisi altındaki Kuzey Batı bölgesinde yer alan Varna körfezinde, 1972-1980 periyodu içindeki yaz aylarında yoğun populasyonlar oluşturdukları gösterilmiştir (Zaitsev and Mamaev, 1997). 1960' larda, sadece 50×10^6 h l^{-1} düzeyinde olan maksimum *P. cordatum* yoğunluğu (Skolka and Cautis, 1971), 1980' lerde 463×10^6 h l^{-1} düzeyine çıkarak Romanya kıyı ötesi sularda aşırı üreme potansiyeli göstermişlerdir. Hatta, bu türün Bulgar kıyılarında 800×10^6 h l^{-1}' lik maksimum hücre yoğunluğuna ulaştığı konusunda raporlar vardır (Sukhanova *et al*., 1988).

Karadeniz'de, 1970' lerden sonra, *Prorocentrum* ve diğer dinoflagellat türleri aşırı üreme durumları gösterdiler ve 1980' li yıllarda *P. micans* ve *P. cordatum* 600 mg l^{-1} biyomas ve 94.6×10^6 h l^{-1} yoğunluk ile *Prorocentrum* türlerinin oluşturdukları populasyonlarda önemli yer tutarlar (Petrova-Karadzhova, 1985). 1995-1996 periyodunda Sinop yarımadası littoral sularında yapılan bir araştırmada da, *Prorocentrum* türlerinin aşırı üreme durumları gösterilmiştir. Bu türler arasından özellikle *P. balticum* 9.0×10^6 h l^{-1}, *P. micans* 7.2×10^5 h l^{-1}, *P. compressum* 4.6×10^5 h l^{-1} ve *P. minimum* 2.0×10^5 h l^{-1} ile Temmuz ve Ağustos' da, *P. aporum* 9.6×10^5 h l^{-1} ile Ekim ayında maksimum üreme potansiyeline sahip olarak, yaz aylarında ve sonbahar'da aşırı üreme (red-tide) durumları göstermişlerdir (Türkoğlu, 1998). Sinop yarımadası littoral sularındaki bu maksimum hücre yoğunlukları Kuzey Batı Karadeniz kıyıları ile karşılaştırıldığında, bu bölgede gelişen *Prorocentrum* spp. populasyonlarının daha az yoğun olarak bulunması, bu bölgenin andropojenik girdilerden daha az etkilendiği sonucunu verir.

Dinoflagellatların diğer üyelerine göre daha toksik olabilen *Gonyaulax polyedra* Stein ve *Gonyaulax spinifera* (Claparede et Lachmann) Diesing türleri, Kuzey Batı Karadeniz'de 1977 sonrası düzenli aşırı üreme durumları göstermişlerdir. örneğin bu dönemde *G. spinifera* türünün maksimum hücre yoğunluğu 97×10^6 h l^{-1} düzeyine ulaşırken (Bodeanu, 1984), Sinop yarımadası littoral sularında, özellikle yaz aylarında, ancak 10^4-10^5 h l^{-1} düzeyinde populasyonlar oluşturabilmişlerdir (Türkoğlu, 1998). Kuzey Batı Karadeniz'de, *Prorocentrum* spp. türlerinde olduğu gibi, yine yaz aylarında aşırı üreme gösteren dinoflagellat türlerinden *H. triquedra* ve *S. trochoidea* (Moncheva, 1991), Sinop yarımadası littoral sularında da aşırı üreme göstermişlerdir. Bu bölgede, *H. triquedra* 6.2×10^5 h l^{-1} ile Martta (ilkbahar mevsimi başında), *S. trochoidea* 7.8×10^5 h l^{-1} ile Ekim'de

(sonbahar'da) ve 6.2×10^5 h l^{-1} ile Haziran'da (yaz'ın) önemli populasyonlar oluşturmuşlardır (Türkoğlu, 1998). Kuzey Batı Karadeniz bölgesinde, Bulgaristan kıyıları boyunca *S. trochoidea* türünün, özellikle yaz aylarında çok daha aşırı üreme potansiyeline (5-16 × 10^6 h l^{-1}) sahip olduğu gösterilmiştir (Moncheva, 1991).

Karadeniz için karakteristik aşırı üreme potansiyeline sahip bir kokkolitoforid türü olan *E. huxleyi* tüm yıl boyunca üreme potansiyeline sahip olmakla birlikte, yaz mevsiminde (Temmuz'da) aşırı bir üreme göstererek maksimum 5.9×10^6 h l^{-1} düzeyine ulaşmıştır (Türkoğlu, 1998). Bununla birlikte, Benli (1987) ve Feyzioğlu (1996) tarafından bu türün sonbaharda daha iyi geliştiği gösterilmiştir. Bu türün, Kuzey Batı Karadeniz'de daha yoğun (66.5×10^6 h l^{-1}) populasyonlar oluşturduğu Moncheva (1991) tarafından gösterilmiştir.

Karadeniz'de, özellikle Kuzey Batı Karadeniz'de, *N. scintillans* türünün aşırı populasyonlar oluşturdukları bilinmekle birlikte (Kıdeyş, 1994), Sinop yarımadası littoral sularında sadece Temmuz-1996'da 1.0×10^4 h l^{-1} düzeyinde maksimum hücre yoğunluğuna sahip olduğu görülmüştür (Türkoğlu, 1998). Bu türün, Doğu Karadeniz'de Feyzioğlu (1996) tarafından yapılan çalışmada, ancak maksimum 4.0×10^3 h l^{-1} düzeyinde olduğu görülmüştür.

Tatlı su türlerinde meydana gelen artış

Taksonomik bakış açısıyla, tüm Karadeniz fitoplanktonu % 63' ü diyatom, % 16' sı dinoflagellat ve % 21' i diğer gruplara ait olmak üzere toplam 1200 tür ile temsil edilir. Bunlardan % 85' i denizel ve acı-su kökenli ve çoğunlukla öriterm ve örihalin olanlar ve geriye kalan % 15' i de talı-su kökenlidir (Skolka and Bodeanu, 1978). Bu türler karakteristik bölgesel dağılım ve ekolojik gruplanma gösterirler (Bologa, 1985/1986). Skolka (1977)' ya göre, tatlı su boşaltımının oldukça yüksek düzeylerde olması nedeniyle "Odessa Körfezi" (% 39 oranında), Romanya kıyıları (% 35 oranında) ve Bulgaristan kıyıları (% 11 oranında) tüm Karadeniz ekosisteminde en fazla tatlı su türlerini barındıran bölgelerdir. Örneğin, Romanya kıyı sularında tespit edilen 375 taksa'nın % 65' i denizel ve acı-su kökenli iken, % 35' i tatlı-su kökenlidir (Skolka and Bodeanu, 1978). Tatlı-su türlerinin oranı açısından, Odessa Körfezi ve Romanya kıyıları aşağı yukarı bir benzerlik göstersede, karadeniz'in diğer ekolojik bölgelerinden farklılık gösterirler. Batum, Novorossiysk, Karadağ-Feodosia, Sevastopol ve İstanbul Boğazı gibi bu ekoljik bölgelerde tatlı su türlerinin oranı % 1-5' i geçmez.

1995-1996 periyodunda Sinop yarımadası Türkiye littoral sularında yapılan bir araştırmaya göre (Türkoğlu, 1998), özellikle Odessa Körfezi ile Romanya ve Bulgaristan kıyılarını da içine alan Kuzey-batı bölgesinden çok farklı olarak, Güney Karadeniz kıyıları tuzluluğun yıl içinde çok fazla değişken olmaması nedeniyle tespit edilen 180 taksa'dan 176' sı (% 97.8' i) denizel ve denizel-acısu kökenli iken, ancak % 2.2' si acısu ve acısu-tatlısu kökenli olabilmiştir (Türkoğlu, 1998). Bu özelliği ile, Sinop yarımadası littoral suları Batum, Sevastopol, Novorossiysk gibi ekoljik bölgelerle daha çok benzerlik gösterir. Bununla birlikte, bu bölgede tespit edilen türlerin bir çoğu geniş sıcaklık ve tuzluluk değişimlerine toleranslı olan

öriterm ve örihalin türlerdir (Türkoğlu, 1998)

Pico- ve nannoplankton yoğunluğunda meydana gelen artış

Karadeniz'in açık sularında, pico- ve nannoplankton biyomasının % 95' ini ve bolluğun ortalama % 98.8' ini oluşturan ***Cyanophyceae*** üyelerinin aşırı yoğunluğu, diyatomların kış aşırı üreme olaylarının oluştuğu Şubat ve Nisan dönemiyle çakışmaktadır. Fitoplankton türlerinin maksimum yoğunluğu, Şubat ayından Nisan ayına doğru azalarak, Doğu Karadeniz açık sularında, Şubat ayında maksimum 1.5×10^9 h l^{-1} olarak kaydedilmiştir (Kokourkina and Mikaelyan, 1994). Sinop yarımadası littoral sularında, ***Cyanophyceae*** üyelerinin Ekim, Aralık (sonbahar ve kış başında) ve Haziran, Temmuz (yaz döneminde) aylarında 1.3 - 3.4 $\times 10^9$ h l^{-1} düzeylerinde maksimum üreme potansiyeli gösterirken, diğer dönemlerde hiç bir zaman 1.4×10^8 h l^{-1} 'nin altına düşmemiştir. Sinop körfezinde, kısmen kıyı ötesi sulardan farklı olarak daha yoğun populasyonların oluştuğu görülmüştür. Buna neden olarak, evsel atıkların özellikle turizm nedeniyle yaz döneminde artmasından kaynaklanmaktadır. ***Cyanophyceae*** üyelerinin yoğunluğu açısından Sinop yarımadası littoral suları Doğu Karadeniz'in açık sularıyla benzerlik gösterirken, maksimum düzeyde üreme gösterdiği dönemler açısından farklılıklar vardır (Türkoğlu, 1998).

Tür diversitesinde meydana gelen düşüş

Fitoplankton tür diversitesinin, hem tür çeşitliliği hem bu çeşitlilik içinde yer alan türlerin temsil edilme durumları düşüktür. Bu durum, aynı zamanda zayıf biyokimyasal diversiteyi de işaret eder. Eski kommunitelerden sadece çok toleranslı formlar kalmıştır. 1950-1960'larda karadenizde çok dengeli kommunite yapıları oluşurken, günümüzde kommunite çekirdeğini sadece 1-2 gösterge tür oluşturmaktadır.

Orta Karadeniz Türkiye littoral sularında (Sinop Yarımadası) fitoplankton tür sayısının yüksek olmasına rağmen, diversite varyasyonları temel olarak diyatomların %8.5' i ve dinoflagellatların % 11' ini teşkil eden 8-10 tür tarafından kontrol edilmektedir. Geriye kalan diğer türler ise diversite varyasyonlarında önemli bir etkiye sahip değildir (Türkoğlu, 1998).

Diversitesinin düşük olduğu dönemler türlerin aşırı üreme gösterdiği dönemlerle çakışmaktadır. Örneğin, diversitenin en düşük olduğu Nisan ayında, tek bir türe (*P.delicatissima*) dayalı aşırı alg üremesi sözkonusudur. Fitoplankton türlerinin oluşturdukları kommunitelerde, diversite indeks katsayıları Mart ayı düşük diversiteli bir kommuniteye geçişi göstermektedir. Nisan ve Mayıs arasında kommunite yapısı düşük diversiteden yüksek diversiteye doğru bir değişim gösterir. Kommunite değişim oranı, yaz sonu ve sonbahar başı arasında genellikle yüksek olmuştur. Gözlemlenen en düşük diversite 0.69 indeks katsayısı ile Nisan ayında oluşurken, en yüksek diversite 3.49 indeks katsayısı ile Haziran ayında oluşmuştur. Bununla birlikte fitoplankton türlerinin oluşturdukları kommunite değişimi Ekim-Aralık arasında belirgindir (Türkoğlu, 1998).

Sonuç

Karadeniz'de son dönemlerde yapılan araştırma sonuçlarıyla, son 30-40 yıl içinde çeşitli araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında, Karadeniz' in sürekli olarak gerileyen doğrultuda etkilendiği ve bu anlamda ekolojik denge bakımından bozulmuş bir ekosistem haline geldiği sonucu çıkar.

Bu sonuçlara göre, Karadeniz ekosisteminde 1950'lerden günümüze kadar fitoplankton kommunitelerinde görülen temel olumsuzluklar şu şekilde özetlenebilir:

1. Karadeniz'e sürekli olarak boşalan nehirler nedeniyle, biyotik olmayan inorganik nütrient madde (nitrit, nitrat, amonyum, fosfat, silis) miktarındaki artış
2. Global fitoplankton yoğunluğunda meydana gelen artış
3. Global fitoplankton artışı ile birlikte ***Cyanophyceae*** ve ***Prymnesiophyceae*** taksonomik grubuna dahil pico- ve nano-plankton yoğunluğunun da artması
4. Dinoflagellat ve mikro- ve nano-plankton türlerinin hem kalitatif hem kantitatif açıdan diyatomların aleyhine hızla gelişmesi
5. Geçmiş yıllarda belirli türlerin belirli zamanlarda gösterdikleri aşırı algal üreme olaylarının yerini, artık bir çok türün zamana bağlı olmayan gelişi güzel gösterdikleri aşırı üreme olaylarının alması
6. Fitoplankton tür diversitesinin, hem tür çeşitliliği hem bu çeşitlilik içinde yer alan türlerin temsil edilme durumları bakımından gerilemesi
7. Fırsatçı türlerin giderek artan gelişimi
8. Populasyonlarda oluşan büyük kalitatif ve kantitatif düzensiz değişimler
9. Nehir girdileri nedeniyle tatlı su türlerinde meydana gelen artış
10. Boreal türlerin giderek artan gelişimi

Sonuç olarak, 30-40 yıl önce var olan durumla karşılaştırıldığında, Karadeniz sürekli kırılgan bir karakterde olan ve büyük düzensiz populasyon değişimleri gösteren ve kesintili ve düzensiz olaylar nedeniyle dış karışıklıklara zayıf bir direnç gösteren bir ekosistem haline gelmiştir. Yazar, tüm Karadeniz ekosisteminin, özellikle kuzey-batı bölgesinin fitoplakton kommunite yapılarında ve diğer trofik besin zinciri düzeylerinde görülen düzensiz değişimlerden dolayı, şu anda güvenilmez bir durum içinde olduğunu düşünmektedir.

Bu konuda, yukarıda bahsedilen tüm önemli çalışmalar, Karadeniz'deki mevcut ekosistemin artık kendini toparlayabilecek yapıdan hızla uzaklaşarak, ekosistem için başlangıç safhasındaki karmaşık yapılanmalar içinde olduğu gibi dengesiz ve kırılgan bir ekosistem haline geldiği ve bu nedenle sistemde beklenmeyen fiziko-kimyasal ve biyolojik olayların ortaya çıktığını göstermektedir.

Bu aşamadan sonra yapılması gereken, bilim adamlarının mevcut bu araştırmaları süreklilik kazandırmalarıyla birlikte, Karadeniz'e kıyı teşkil eden ülkelerin yanında diğer Avrupa ve hatta tüm Dünya ülkeleri, Karadeniz'in mevcut bu durumunu kurtarmak ve en azından korumak amacıyla acil siyasi ve ekonomik yaptırımları uygulamaya koymalıdırlar.

Kaynakça

Bacescu, M., 1960, Cercetari fizico-chimice si biolgice romanesti in Marea Neagra ecectuate in perioada 1954-1959. Hidrobiologia, 3, p. 17-46.

Balkaş, T., 1990, State of Marine Environment in the Black Sea region, Regional Seas Report and Studies, no. 124, UNEP.

Balkaş, T., Decev, G., Mihnea, P. E., Serbanescu, O. and Ünlüata, Ü., 1990, State of Marine Environment in the Black Sea Region, UNEP, Regional Seas Reports and Studies, no. 124.

Benli, H. A., 1987, İnvestigation of plankton distribution in the southern Black Sea and its effects on particle flux, Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. of Hamburg , 62, p. 77-87.

Blatov, A.S., Bulgakov, N.P., Ivanov, V.A., Kosarev, A.N. and Tujılkın, V.S., 1984, Variability of the hydrophysical fields in the Black Sea. hydrometeoizdat, Leningrad, 249 p. (in Russian).

Bodeanu, N., 1969, Cercatari asupra fitoplanktonuloi din zona de mica adincime de la litoralul rominesc al Marii Negre (Researches on Phytoplankton in the shallow-waters of the Romanian shelf of the Black Sea). Ecologie Marina, Bucuresti, 3, p. 65-148. (In Romanian).

Bodeanu, N., 1978, Compozitia si dinamica fitoplanktonului si microfitobento sului din apele costiere romanesti ale Marii Negre (Composition and dynamics of the phytoplankton and microphytobenthos of coastal Romanian Black Sea waters). Doctoral thesis. (In Romanian).

Bodeanu, N., 1984, Modifications sous I'influence anthropique dans le developement quantitatif et dans la structure du phytoplancton du secteur roumain de la Mer Noire. Trav. Mus. Hist. Nat. Gr. Antipa, Bucuresti, 26, p. 69-83.

Bodeanu, N., 1987, Sturcture et dynamique de I'algoflore unicellulaire dans les eaux du littoral Roumain de la Mer Noire. Cercatari Marine, 20. (21), p. 19-25.

Bodeanu, N., 1995, Algal bloom in Mamamia Bay (Romanian Black Sea Coast), Harmful Marina algal blooms, Proceedings of the sixth international conference on toxic Marine phytoplankton, October, 1993, Nantes, France, Technique and Documentation Lavoisier, p. 127-137.

Bodeanu, N., Roban, A. and Usurelu, M., 1978, Element concernant la structure et la dynamique du phytoplancton du littoral Roumain de la Mer Noire pendant la periode 1972-1977, Cercet. Mar.-Rech. Mar. 11, p.61-76.

Bologa, A.S., 1985/1986, Planktonic primary productivity of the Black Sea: a rewiew Thalassia jugoslavica, 21/22 (½) p. 1-22.

Caddy, J. F. and Griffiths, R. C., 1990, Recent trends the fisheries and environment in the general Fisheries Council for the Mediterranean (GFCM) area. Studies and Reviews. General Fisheries Council for the Mediterranean, 63. FAO, Rome, 71 p.

Cociasu, A. and Popa, L., 1976, Dynamique des posphates et des silicates des eaux marines du littoral Roumain de la Mer Noire dans la periode 1959-1975.

Cercetari marine, IRCM Constanta, 2, p. 41-58.

Eppley, R. W. and Weiler, C. S., 1979, The dominance of nanoplankton as an indicator of marine pollution: a critique. Oceanol. Acta, 2 (2): p. 241-245.

Feyzioğlu, A. M., 1996, Doğu Karadeniz kıyısal ekosisteminde fitoplankton dinamiğindeki mevsimsel değişimler. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen. Bil. Enst. Trabzon.

Feyzioğlu, A. M. ve Tuncer, S., 1994, Doğu Karadeniz bölgesi Trabzon sahil şeridi net fitoplanktonundaki mevsimsel değişimler, Tr. J. of Biol., 18, p. 161-171.

Gomoiu, M.-T., 1992, Marine eutrophication syndrom in the North Western Part of the Black Sea. Science of the Total Environ. Suppl. Elsevier Scie. Publi. B. V., Amsterdam, p. 983-692.

Ivanov, A.I., 1965, Kharakteristika kachestvennogo sostova fitoplanktona Chernogo Morya (Qulatitative classification of the composition of phytoplankton in the Black Sea). in: Vodyanitsky, V. A. (ed.), Issledovaniya planktona Chernogo I Azovskogo Morey (Plankton studies in the Black Sea and Azov Sea). Naukova Dumka, Kiev, p. 17-35, (in Russian).

Ignatiades, L., Georgopoulos, D. and Karydıs, M., 1995, Description of the phytoplanktonic community of the Oligotrophic waters of the S.E. Aegean Sea (Mediterranean), P.S.Z.N., I. Marine Ecology, 16 (1) : p. 13-26.

Kıdeyş, A. E., 1994, Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: The reason for the sharp decline in Turkish anchovy fisheries. Journal of Marine Systems 5, p. 171-181.

Kıdeyş, A. E., Ünsal, M. and Bingel, F., 1989, Seasonal changes in net phytoplankton off Erdemli, Northeastern Mediterranean, Doğa, Tur. J. Botany, 13, 1, p. 45-54.

Kimor, B., 1992, The impact of eutrophication on phytoplankton composition in Coastal Marine Ecosystems. Science of the Total Environment, Supplement, Elsevier Science Publishers B.V., p. 871-878.

Knipovitch, N. M., 1932, Hydrological investigation in the Black Sea. Tru. Azov. - Tchernom. Natuch. Promysl. Exp. 10, p. 5-207 (in Russian).

Kokourkina, E. N. and Mikaelyan, A. S., 1994, Composition and distribution of pico-phytoplankton in the Black Sea in Winter. Okeanologıya, Vol. 34, No. 1, p. 67-72 (in Russian).

Koray, T., 1987, One-celled microplankton species of izmir Bay (Aegean Sea): A species lıst and a comparison with the records of adjacent region, Tur. J. Biol., 11, 3, p. 130-146.

Krupatkina, D. K., Finenko, Z. Z. and Shalapyonok, A. A., 1991, Primary production and size-fractionated structure of the Black sea phytoplankton in the winter-spring period. Marine Ecology Progress series, Vol. 73, p. 25-31.

Marshal H. G., 1986, Distribution and concentration patterns of ubiquitous diatoms for the Northeastern Continental Shelf of United States, 9th Diatom - Symposium, p. 75-85.

Mee, L. D., 1990, The Black Sea in crisis: A need for concerted international action, Ambio, 21, p. 278-286.

Mihnea, P. E., 1980, Reproductive cycle of *Skeletonema* and *Cyclotella* modified by chemical changes in the Black Sea, Ves Journees Etud. Pollution, C.I.E.S.M., p. 863-868.

Mihnea, P. E., 1985, Effects of pollution on phytoplankton species, Rapp. Comm. İnt. Mer. Medit., 29, 9, p. 85-88.

Mihnea, P. E., 1987, The eutrophication process in the inshore Romanian Black Sea. Revue Roumaine de Biologie, 32, 2, p. 149-155.

Mikaelyan, A. S., 1995, Winter bloom of the diatom *Nitzschia delicatula* in the open waters of the Black Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 129, p. 241-251.

Moncheva, S., 1991, Phytoplankton under the influence of eutrophication - Peculiarites and Ecological Significance, Proceedings of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 16-18 Sept. İstanbul, p. 271-279.

Moncheva, S., 1992, Cysts of blooming dinoflagellates from Black Sea. Rapp. Comm. İnt. Mer. Medit., 33, p. 261.

Murray, J. W., Top, Z. and Özsoy, E., 1991, Hydrographic proporties and ventilation of the Black Sea. Deep Sea Resarch, 38, Suppl. 2, p. 663-690.

Nesterova, D. A., 1987, Pecularieties of phytoplankton succession in the Nort-Western Black Sea, Hydrobiol. J., 23, p. 16-21.

Oğuz, T. and Rozman, I., 1991, Characteristics of the Mediterranean underflow in the south-western Black Sea continental shelf / slope region. Oceanol., Acta, 14 (5), p. 433-444.

Oğuz, T., La Violette, P. E. and Ünlüata, Ü., 1992, The upper layer circulation of the Black Sea: It's variability as inferred from hydrographic and satellite observation. Journel of Geophysical Research, Vol. 97, No. C8, p. 569-584.

Oğuz, T., Aubrey, D. G., Latun, V. S., Demirov, E., Koveshnıkov, L., Sur, H. I.,Dıaconu, V., Beşiktepe, S., Duman, M., Limeburner, R. and Eremeev, V., 1994, Mesoscale circulation and thermohaline structure of the Black Sea observed during HydroBlack' 91. Deep-Sea Res. I.Vol.41, No. 4, p. 603-628.

Oğuz, T., Ducklow, H., Malanotte-Rizzoli, P., Tuğrul, S., Nezlin, N. P. and Ünlüata, Ü., 1996, Simulation of annual plankton productivity cycle in the Black Sea by a one dimensional physical biological model. Jour. of Geophy. Reser., Vol. 101, No. C7, p. 16585-16599.

Petrova-Karadzhova, V. J., 1985, Red tide of *Prorocentrum micans* and *Exuviaella cordata* in Varna Bay and along the coast in November 1984. Hydrobiolgy, BAS, Sofia, 26, p. 70-78 (in Bulgarian).

Petrova, V. P., 1964, Phytoplankton from the Black Sea off the Bulgarian coast between 1958-1960. IZV. TNIIR. 5 (in Russian).

Petrova, V. P., 1965, Peculiarities of phytoplankton development in the Black Sea of the Bulgarian coast between 1961-1963. İZV. NIRS 6, p. 63-74 (in Bulgarian).

Petrova, V., Temniskova, D., Valeva, M. and Passy, S., 1994, Taxanomic analysis and phytocoenologic characteristics of benthic diatom flora from the Bulgarian Black Sea Shelf. The

Black Sea Symposium, İstanbul, 1991, p. 267-270.

popa, A., Cociasu, A., Popa, L., Voinescu, I. and Dorogan, L., 1985, Long-term statistical characteristics of several physico-chemical parameters of the near-shore waters in the Constanta Zone. Cercetari Marine, IRCM. Constanta, 18, p. 7-51.

Porumb, F. I., 1992, On the development of *Noctiluca scintillans* under eutrophication of Romanian Black Sea waters. Science of the total Environment, Suppl., Elsev. Sci. Publ. B. V., Amsterdam, p. 907-920.

Pucher-Petkovıc, T. and Marasovıc, I., 1988, Indications d'eutrophisation des eaux du large de la Adriatique Centrale. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., PI 31 (2), p. 226.

Sapozhnikov, V. V., 1991, Biohydrochemical barrier along the border of shelf waters of the Black Sea. Oceanology. Eng. Transl., 31, p. 417-423.

Saydam, C., Tuğrul, S., Baştürk, O. and Oğuz, T., 1993, Identification of the oxic / anoxic interface by isopychal surfaces in the Black Sea. Deep Sea Research I, 40, p. 1405-1412.

Skolka, H. V., 1966, Qualitative and quantitative variations of phytoplankton over the Roumanian shelf of the Black Sea between 20 and 200 m depth. Doctoral thesis, Bucuresti, p. 1-273 (in Russian).

Skolka, H. V., 1967, Remarks on the qualitative and quantitative variability of the phytoplankton along the Roumanian Black Sea Shore. in: M. Bacescu *et al*. (eds.), Ecologic Marina, 2, Ed. Acad. R.P.H. Bucuresti, p. 193-293 (in Russian).

Skolka, H. V., 1977, Le phytoplancton des mers saumatres pontocaspiennes et no tammnt de la Mer Noire. in: Pora, E. A. and Bacescu, M.C. (eds.), Biologia des Saumatres de la Mer Noire, Constanta, p. 76-91.

Skolka, H. V. and Bodeanu, N., 1978, The phytoplankton along the Roumanian shore and the marine eutrophication. in: A. Ionescu *et al*. (eds.), Protectia Ecosistemelor, Constanta, p. 162-166 (in Russian).

Skolka, H. V. and Cautis, I., 1971, Florasion d' *Exuviaella cordata* Ostenf. et ses consequences sur la peche maritime en Roumanie au cours de l' annee 1969. Cercetari Marine, IRCM, Constanta, p.59-82.

Skopintzez, B. A., 1953, On the distribution of Hydrogen Sulphide in the Black Sea. Meterol. Giderol., 7, p. 37-42.

Sorokin, Y. I., 1982, The Black Sea: Nature and Resources. Moskva, Nauka, 217 p (in Russian).

Sorokin, Y. I., 1986, The Black Sea. in: Ketchum, B. H. (ed.), Ecosystem of the world, Estuaries and Enclosed Seas, Elsev. Sci. Publ. Comp., Newyork, 26, p. 253-292.

Sukhanova, I. N., Flint, M. V., Hiebaum, G. H., *et al*., 1988, *Exuviaella cordata* Red tide in the Bulgarian Coastal Waters, May-June 1986. Marine Biology, 99, p. 1-8.

Taylor, F. J. R., 1976, Dinoflagellates from the international Indian Ocean expedition. A report on material collected by the "Anton Bruun", Bibthea Bot., Vol. 132, p. 1- 234, pl. 1-46.

Tolmazin, D., 1985, Changing coastal oceanography of the Black Sea. II. Mediterranean effluent, Prog. Oceanogr., 15, p. 277-316.

Tuğrul, S., Baştürk, O., Saydam, C. and Yılmaz, A., 1992, Changes in the Hydrochemistry of the Black Sea Inferred from Water Density Profiles. Nature, 359, p. 137-139.

Türkoğlu, M., 1998. Phytoplankton Composition and Effect of Ecological Factors in Middle Black Sea (Sinop Peninsula Coast). Ege University, Fen Bil. Inst., Ph.D. Thesis, Izmir, 399 pp. (in Turkish).

UNESCO, 1980, Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving capacity and monitoring of long-term effects. Report and Proceedings of Scientific Workshop, Bologna, Italy, 2-6 March 1987, UNESCO Reports in Marine Science, 49, 195 p.

Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A. and Özsoy, E., 1990, On the Physical Oceanography of the Turkish Straits. in: Pratt, L. J. (ed.), the Physical Oceanography of Sea Straits, NATO ASI Ser., Kluwer Acad. Norwell, Mass, p. 25-60.

Zaitsev, Yu. P., 1991, Land-based sources of current antropogenic change in the Black Sea Ecosystem. ACOPS, Assessment of land-based sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS., Book of Abstract, Sevastopol 6-10 April, 1, p. 38-41.

Zaitsev, Yu. P. and Mamaev, V., 1997, Biologıcal diversity in the Black Sea: A study of change and decline. United Nations Publications Sales, No. 95, III. B. 6., Black Sea Environmental Series, Vol. 3, p. 1-208.

Zenkevich, L., 1963, Biology of the Seas of the U.S.S.R., George Allen, Unwin Ltd. London, Cap. 9, p. 380-464.