

İskenderun Körfezi'nde (Kuzeydoğu Akdeniz) diyatome ve dinoflagellatların dağılımı ve mevsimsel dinamikleri

Sevim Polat*

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Balcalı-Adana

Özet:

Denizel fitoplanktonun en önemli ögeleri olan diyatome ve dinoflagellatların dağılım ve yoğunluğu İskenderun Körfezi'nde kıyıda açığa doğru belirlenen üç istasyonda 2004-2005 yılları arasında incelenmiştir. Diyatome ve dinoflagellat yoğunluklarının örnekleme istasyonlarına göre değişimi belirlenmiş, her bir grubun yoğunluklarının değişiminde çevresel faktörlerin etkisi tartışılmıştır. Diyatome yoğunluğu $0.25-18.9 \times 10^3$ hücre l^{-1} değerleri arasında değişmiş, en yüksek yoğunluk Haziran 2005'te kıyıya en yakın istasyonda bulunmuştur. Diyatomelerden en yoğun bulunan türler *Pseudonitzschia* spp. ve *Proboscia alata* olmuştur. Dinoflagellatlar ise $0.35-6.4 \times 10^3$ hücre l^{-1} değerleri arasında bulunmuş ve en yüksek yoğunluğa Eylül ayında en açığı istasyonda ulaşmıştır. Dinoflagellatların en yoğun türleri *Goniodoma acuminatum* ve *Scrippsiella trochoidea* olmuştur. Çalışma sonucunda diyatomelerin yoğunluk yönünden dinoflagellatlara baskın olduğu, kıyıda açığa doğru diyatome yoğunluğunun azaldığı, buna karşın dinoflagellat yoğunluğunun arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İskenderun Körfezi, fitoplankton, diyatome, dinoflagellat

Abstract:

The distribution and seasonal dynamics of diatom and dinoflagellates in the İskenderun Bay (Northeastern Mediterranean)

The distribution and abundance of diatoms and dinoflagellates which important members of marine phytoplankton were examined at three stations located from coastalmost area to offshore in the İskenderun Bay between 2004 and 2005. The abundance changes of diatoms and dinoflagellates with regard to sampling stations were investigated and the effects of environmental parameters were tried to determined. The diatom abundance ranged 0.25×10^3 and 18.9×10^3 cells l^{-1} , its maximum were reached in June at the coastalmost station. The most abundant diatom species were *Pseudonitzschia* spp. and *Proboscia alata*. Dinoflagellate abundance ranged from 0.35×10^3 to 6.4×10^3 cells l^{-1} and their maximum were found in

* Correspondence to: Doç. Dr. Sevim POLAT, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Balcalı, 01330 Adana-TÜRKİYE.

Tel: (+90 322) 388 60 84

E-mail: sevcan@cu.edu.tr

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (P.no: SÜF2004BAP13).

September at the offshore station. *S. trochoidea* and *G.acuminatum* were the most abundant dinoflagellate species. It was observed that diatoms were dominant throughout the study period. The results also indicated that diatoms were abundant at the nearcoastal area, while the dinoflagellates were more abundant at the offshore area.

Keywords: İskenderun Bay, phytoplankton, diatom, dinoflagellate

Giriş

Kıyusal ortamlar fiziksel özellikleri, topografik yapıları ve hidrografileri nedeniyle açık deniz ortamına göre daha kompleks yapıdadırlar. Fiziksel proseslerle dip karışımı sonucu su kolonunda besin artışı, karasal kökenli besin artışları ve sığ yapılarından dolayı ışık şiddetinin birincil üreticiler için optimum düzeylerde olması bu ortamlarda birincil üretimin yüksek olması sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle dünyada balık ve kabuklu üretiminin büyük bir kısmı kıyusal zonlardan elde edilmektedir. Plankton verimliliğinin yüksek olmasının yanı sıra, kıyusal ortamların fitoplankton kompozisyonu da açık denize göre farklılıklar göstermektedir. Kıyusal ortamlar aynı zamanda nüfus yoğunluğunun fazla olduğu alanlar olduğundan kirlilikten oldukça fazla etkilenmektedir. Bu ortamlarda insan faaliyetleriyle karasal besin girdisinin artışı besleyici elementler arasındaki oranın bozulmasına yol açmakta ve bu aşırı besin artışı son yıllarda kıyusal ortamlarda ciddi bir problem olan ötrofikasyona yol açabilmektedir (Castro ve Huber, 2005). Kıyusal sularda azot ve fosfor artışı fitoplankton topluluklarında değişimlere ve tür çeşitliliğinde azalmaya yol açabilmektedir (Officer ve Ryther, 1980).

Akdeniz dünyanın oligotrofik denizlerinden biri olarak bilinmekte olup, özellikle doğusunda nehir girdilerinin daha az olması ve akıntı sistemleri gibi nedenlerle verimliliğin daha düşük olduğu belirtilmektedir (Azov, 1991; Turley, 1999). Ancak son yıllarda kıyı kuşağında nüfus yoğunluğunun artmasına paralel olarak tarımsal faaliyetler ve endüstriyel gelişmelerin artışı Akdeniz kıyılarında da kirliliğin ciddi boyutlara ulaşmasına ve yer yer ötrofikasyon olaylarının yaşanmasına neden olmaktadır (Turley, 1999). İskenderun Körfezi doğu Akdeniz'in kuzeydoğu köşesinde yer almakta olup, Nil Deltasından sonra en geniş kıta sahanlığına sahip alanlardan biridir. (Yılmaz ve ark.,1992). İskenderun Körfezi; bölgenin en önemli balıkçılık alanlarından biri olmasının yanı sıra, kıyısında petrol dolum tesisleri,

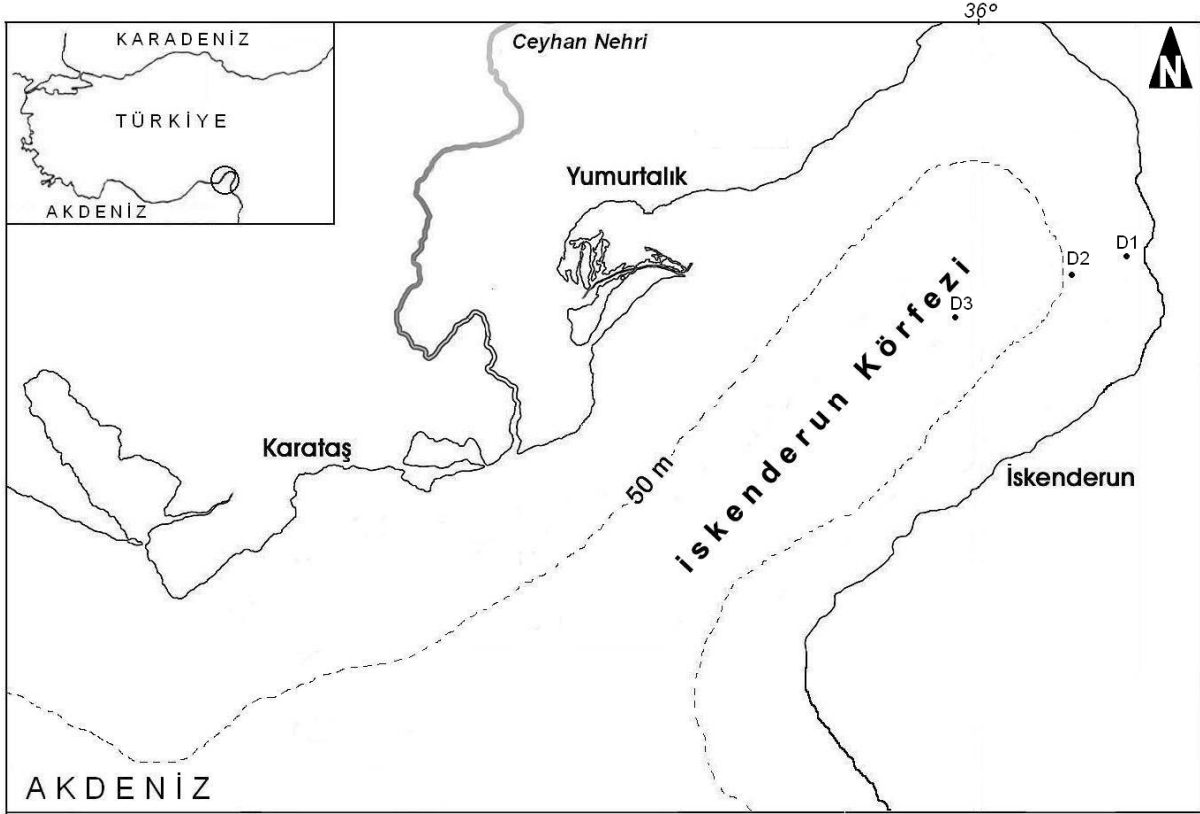
demir çelik fabrikası, gübre fabrikası gibi birçok tesisin yer almasından dolayı endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü bir alandır.

Son yıllarda iklimsel değişimler ve global sıcaklık artışının Akdeniz'in biyolojik yapısını ciddi düzeyde etkileyebileceği öne sürülmektedir (Goffart ve ark., 2002). Diğer taraftan Bethoux ve ark. (1998) Akdeniz kıyusal zonunda nitrat ve fosfat konsantrasyonlarının da artış gösterdiğini bildirmiştir. Planktonik organizmaların çevresel koşullardaki değişimleri kısa sürede yansıtması, bu değişimlere göre tür kompozisyonu yada yoğunluklarında değişimler göstermeleri bu organizmaları denizel izleme çalışmalarında en fazla üzerinde durulan gruplardan biri haline getirmiştir. Kıyusal ortamlar çevresel kirleticilerden en fazla etkilenen ortamlar olduğundan bu ortamların plankton topluluklarının bilinmesi zaman içinde oluşan değişimlerin saptanması yönünden önem taşımaktadır.

Denizel fitoplankton içinde diatomlar ve dinoflagellatlar yoğunluk ve çeşitlilik olarak oldukça önemli paya sahiptir. Bu çalışmada İskenderun Körfezi'nin doğusunda mevsimsel olarak yapılan örneklemeler ile diatom ve dinoflagellatların mevsimsel değişimleri incelenmiş, kıyıda açığa doğru yer alan istasyonlardaki bulgular ışığında alansal ve zamana bağlı değişimler gözlenmiştir. Elde edilen bulgular körfezde önceki yıllarda yapılan çalışmalar ile karşılaştırılarak, fitoplanktonun zaman içinde göstermiş olduğu değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Method

Çalışmada, İskenderun Körfezi'nin doğusunda kıyıda açığa doğru belirlenen (35° 54' D - 36° 10.5' D ve 36° 35.5' K - 36° 44.5' K) üç istasyondan 2004-2005 yılları arasında toplam beş örnekleme yapılmıştır. Örnekleme alanı ve istasyonların konumları Şekil 1'de görülmektedir. 1. istasyon kıyıya 1.5 km uzaklıkta iken, en açıkta yer alan 3. istasyon ise 1. istasyondan yaklaşık 30 km açıkta yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları.

Figure 1. Study area and sampling stations.

Örnekleme sırasında sıcaklık ve tuzluluk CTD prob kullanılarak ölçülmüştür. Plankton ve besleyici element analizleri için örnekler su alma kabı kullanılarak alınmıştır. Besleyici elementlerden nitrat+nitrit, fosfat ve silikat analizleri için alınan örnekler analizler yapılınca kadar -20°C 'de muhafaza edilmiştir. Besleyici element analizleri Strickland ve Parsons (1972)'un bildirdiği yöntemlere göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Her bir istasyonda yüzeyden ve buna ilaveten 3. istasyonda 70m derinlikten 2 lt olarak alınan plankton örnekleri sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler çöktürme kaplarına alınarak çöktürme işlemine tabi tutulmuş, çöktürmenin tamamlanmasının ardından sifonlama yapılarak elde edilen yoğun örneklerden mikroskopta hücre sayımları yapılmıştır. Tür teşhisleri x40 ve x100 objektiflerde Olympus BX51 mikroskopta yapılmış, teşhislerde Tregouboff ve Rose (1957); Rampi ve Bernhard (1980); Sournia (1986); Ricard (1987); Delgado ve Fortuna (1991); Hartley (1996); Tomas (1997)'in eserlerinden yararlanılmıştır. Hücre sayım sonuçları kullanılarak

fitoplankton topluluk yapısı hakkında bilgi veren Shannon-Wiener diversite indeksi hesaplanmıştır (Krebs, 1989). Plankton sayım sonuçları logaritmik transformasyona tabi tutulduktan sonra örnekleme dönemleri ve istasyonlar arası benzerlik matrisi Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak belirlenmiş, kümelendirme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizi PRIMER paket programı kullanılarak yapılmıştır (Clarke ve Warwick, 1994). Ayrıca, plankton yoğunluğu ile sıcaklık, tuzluluk ve besleyici elementler arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi kullanılarak saptanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yüzey suyu sıcaklık değerleri en düşük 17.6°C olarak Ocak 2005'te, en yüksek sıcaklık ise 29.2°C olarak Eylül 2005'te ölçülmüştür (Tablo 1). Yüzey suyu tuzluluk değerleri Haziran 2005'te ‰38.2 ile en düşük düzeye inerken, en yüksek değer ‰39.7 olarak Kasım 2004'te ölçülmüştür. Sıcaklık ve tuzluluk değerleri her üç istasyonda benzer dağılım göstermiştir. Besleyici elementlerden nitrat $0.38-6.50\mu\text{M}$ arasında değişim göstermiş, en yüksek değer Ocak 2005'te 1. istasyonda ölçülmüştür.

Fosfat konsantrasyonları 0.05 ile 0.76 μ M aralıklarında bulunmuş, en düşük değer Kasım 2004'te, en yüksek değer ise Eylül 2005'te 1. istasyonda ölçülmüştür. Silikat konsantrasyonları 0.81-5.13 μ M aralıklarında değişmiş, en yüksek değer Mart 2005'te 1. istasyonda ölçülmüştür. En düşük değer ise Haziran ayında 2. istasyonda bulunmuştur (Tablo 1).

Diyatome ve dinoflagellatların yoğunluk ve tür çeşitlilik indeksi değerleri ile diyatome: dinoflagellat oranlarının her bir istasyonda örnekleme dönemlerine göre değişimi Şekil 2-5 de verilmiştir. Diyatome hücre sayısı 0.25-18.9x10³ hücre l⁻¹ aralıklarında değişim göstermiştir. En yüksek diyatome yoğunluğu (18.9x10³ hücre l⁻¹) Haziran 2005'te 1. istasyonda bulunmuştur (Şekil 2). Haziran ayındaki diyatome artışı *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström ve *Pseudonitzschia* spp. artışından kaynaklanmıştır. Buna karşın, 2. istasyonda hücre yoğunluğu daha düşük bulunmuş, bu istasyonda diyatome en yüksek yoğunluğa Mart 2005'te ulaşmıştır (Şekil 3). İkinci istasyondaki diyatome artışları *Chaetoceros* spp. türlerinin artışından ileri gelmiştir. 3. istasyonda ise diyatome yoğunluğu en düşük

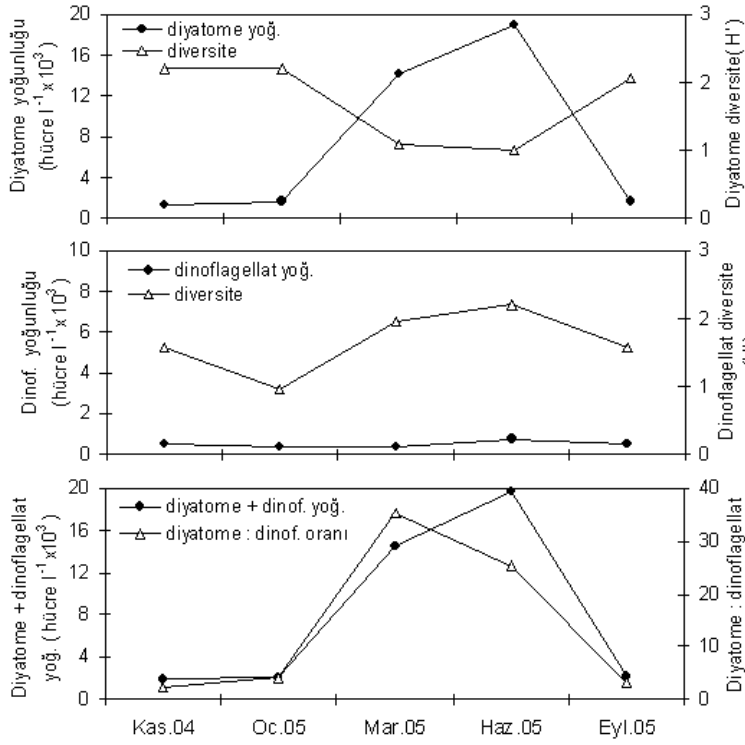
düzeylerde bulunmuştur (Şekil 4). Üçüncü istasyonda 70m derinlikte diyatome yoğunluğu Kasım ve Eylül aylarında yüzey değerlerine benzer iken, Ocak ve Haziran aylarında 70m'de, Mart ayında ise yüzeyde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5). Diyatomelere ait tür çeşitliliği indeksi değerleri 1.istasyonda Mart ve Haziran aylarındaki artıştan dolayı oldukça en düşük düzeylere inmiştir. Buna karşın 2. ve 3. istasyonda en düşük diversite değerleri diyatome hücre ve tür sayısının en düşük düzeylerde olduğu Eylül ayında bulunmuştur.

Örnekleme dönemlerine göre diyatomelerin süksesyonu incelendiğinde Kasım 2004'te diyatome düşük yoğunlukta olup, *Hemiaulus hauckii* Grunow in Van Heurck, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström gibi türler yaygın iken, Ocak 2005'te *H. hauckii*, *Pleurosigma* spp., *Thalassionema fraunfeldii* (Grunow) Hallegraeff ve *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendy gibi türler yaygın gözlenmiştir. Mart 2005'te *Chaetoceros* türleri yoğun iken, *Guinardia flaccida* (Castracane) H.Peragallo ve *H. hauckii* gibi türler düşük yoğunluklarda bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Örnekleme istasyonlarında fiziko-kimyasal parametrelerin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri (ort \pm std.sapma).

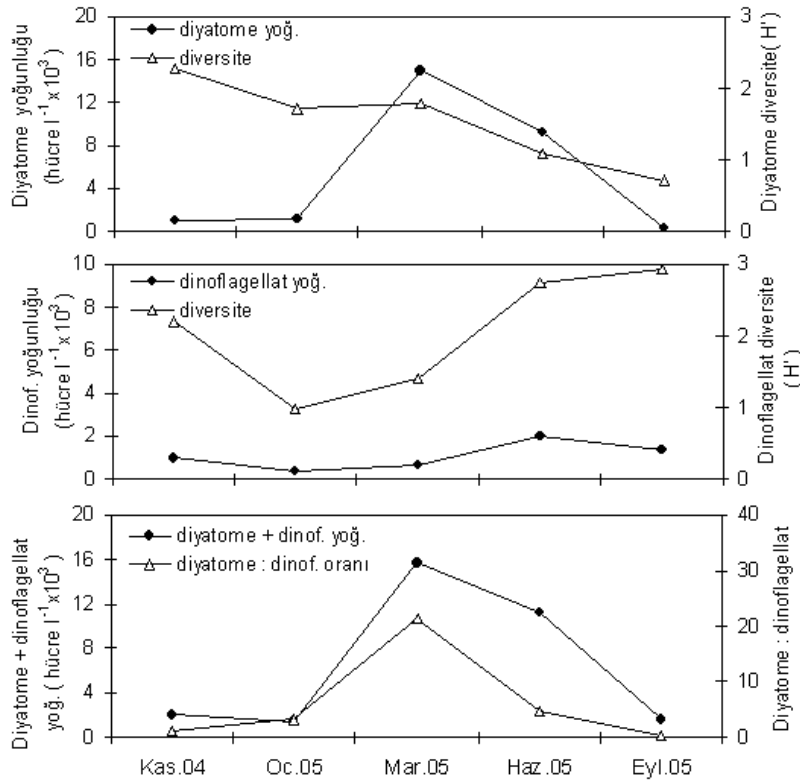
Table 1. The minimum, maximum and mean values of physico-chemical parameters at the sampling stations (mean \pm std.dev.).

İstasyonlar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	Fosfat (μ M)	Nitrat (μ M)	Silikat (μ M)
D1	18.0-29.2	38.4-39.7	0.05-0.76	0.84-6.50	1.77-5.13
	23.7 \pm 5.03	38.8 \pm 0.56	0.33 \pm 0.25	2.30 \pm 2.40	3.85 \pm 1.53
D2	18.0-28.4	38.4-39.5	0.05-0.32	0.72-1.68	0.81-3.14
	23.4 \pm 4.87	38.9 \pm 0.45	0.20 \pm 0.09	0.98 \pm 0.39	2.04 \pm 1.01
D3	17.6-28.2	38.2-39.6	0.05-0.43	0.38-2.66	1.85-4.19
	23.1 \pm 4.86	38.8 \pm 0.54	0.24 \pm 0.13	1.22 \pm 0.91	2.85 \pm 1.06



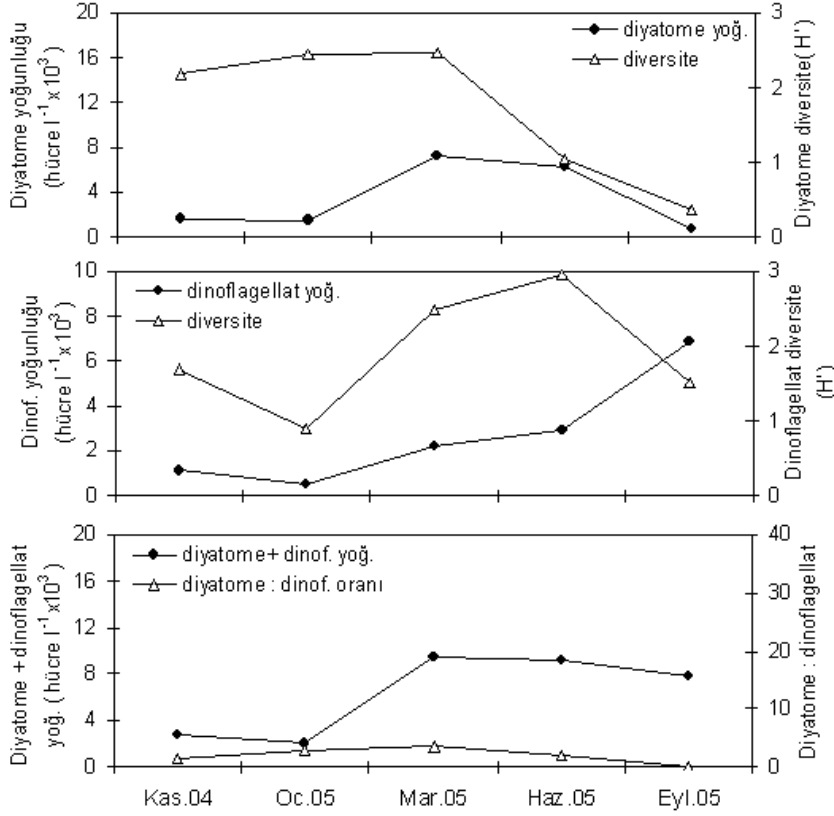
Şekil 2. D1. istasyonunda diyatome ve dinoflagellatların yoğunluk ve diversite değerleri ile diyatome: dinoflagelat oranları.

Figure 2. The abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates along with diatom: dinoflagellate ratios at the station D1.



Şekil 3. D2. istasyonunda diyatome ve dinoflagellatların yoğunluk ve diversite değerleri ile diyatome: dinoflagelat oranları.

Figure 3. The abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates along with diatom: dinoflagellate ratios at the station D2.



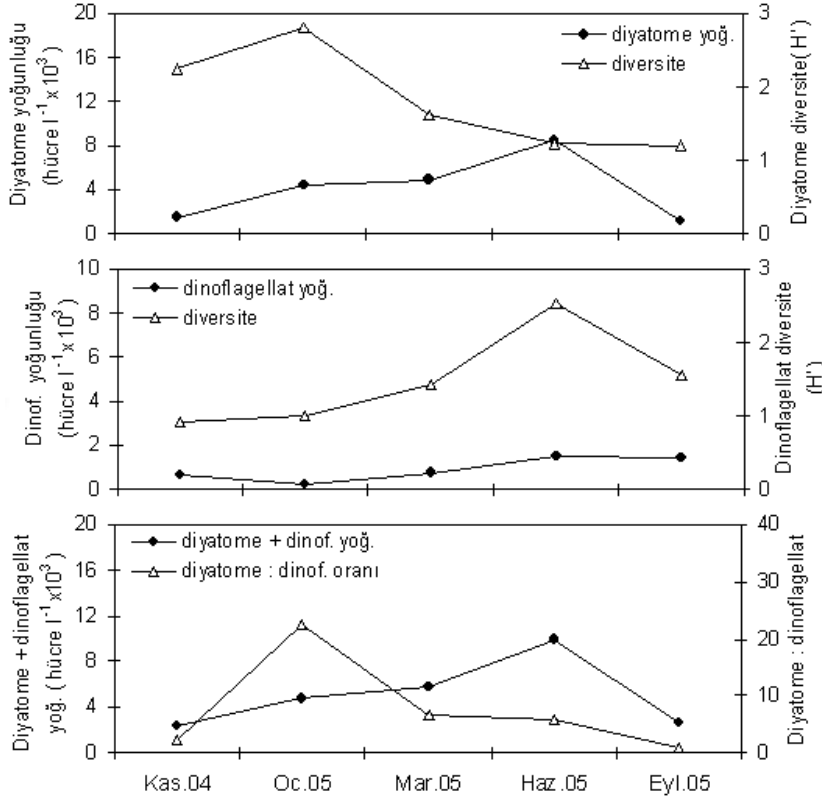
Şekil 4. D3. istasyonunda diyatome ve dinoflagellatların yoğunluk ve diversite değerleri ile diyatome: dinoflagellat oranları.

Figure 4. The abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates along with diatom: dinoflagellate ratios at the station D3.

Tablo 2. Örneklemeye dönemlerine göre yaygın olarak bulunan diyatome ve dinoflagellat türleri.

Table 2. The diatom and dinoflagellate species commonly found in sampling periods.

	Diyatome	Dinoflagellat
Kas.04	<i>Hemiaulus hauckii</i> , <i>Pleurosigma</i> spp., <i>Proboscia alata</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	<i>Ceratium candelabrum</i> , <i>C.furca</i> , <i>C.contortum</i> , <i>C. massiliense</i> , <i>C. trichoceros</i> , <i>C.kofoidii</i>
Oc.05	<i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Chaetoceros atlanticus</i> , <i>Hemiaulus hauckii</i> , <i>Pleurosigma</i> spp., <i>Guinardia striata</i> , <i>Thalassionema fraunfeldii</i>	<i>Ceratium fusus</i> , <i>C. horridum</i> , <i>C. kofoidii</i> , <i>C. symmetricum</i> , <i>Prorocentrum compressum</i>
Mar.05	<i>Chaetoceros affinis</i> , <i>C. atlanticus</i> , <i>C.tetrastichon</i> , <i>Hemiaulus hauckii</i> , <i>Guinardia flaccida</i> , <i>Proboscia alata</i> , <i>Thalassionema fraunfeldii</i>	<i>Ceratium furca</i> , <i>C. kofoidii</i> , <i>C.trichoceros</i> , <i>Goniodoma acuminatum</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Protoperidinium steini</i> , <i>P. divergens</i>
Haz.05	<i>Pseudonitzschia</i> spp., <i>Proboscia alata</i> , <i>Hemiaulus hauckii</i> , <i>Thalassionema fraunfeldii</i> , <i>Thalassiothrix mediterranea</i>	<i>Ceratium candelabrum</i> , <i>C. furca</i> , <i>C.massiliense</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Gonyaulax</i> spp., <i>Protoperidinium steinii</i> , <i>P. depressum</i> , <i>Prorocentrum micans</i>
Ey.05	<i>Chaetoceros decipiens</i> , <i>Hemiaulus hauckii</i> , <i>Proboscia alata</i> , <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> , <i>Thalassionema fraunfeldii</i>	<i>Ceratium furca</i> , <i>C.kofoidii</i> , <i>C. trichoceros</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Kofoidinium velloides</i> , <i>Goniodoma acuminatum</i> , <i>Protoperidinium steinii</i> , <i>P.ovum</i>



Şekil 5. D3. istasyonu 70m derinlikte diyatome ve dinoflagellatların yoğunluk ve diversite değerleri ile diyatome: dinoflagellat oranları.

Figure 5. The abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates along with diatom: dinoflagellate ratios at the 70m depth of station D3.

Haziran ayında artıştan sorumlu türler olan *Pseudonitzschia* spp. ve *Proboscia alata* dışında, *Hemiaulus hauckii*, *Thalassionema fraunfeldii* ve *Thalassiothrix mediterranea* Pavillard yaygın bulunmuşlardır. Eylül ayında diyatome yoğunluğu oldukça düşük bulunmuş ve *P. alata*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *T. fraunfeldii* düşük yoğunluklarda da olsa yaygın görülen türler olmuşlardır.

Dinoflagellat hücre sayısı $0.35-6.4 \times 10^3$ hücre l⁻¹ aralıklarında değişim göstermiştir. En yüksek dinoflagellat yoğunluğu (6.4×10^3 hücre l⁻¹) Eylül ayında 3. istasyonda, en düşük yoğunluk ise Ocak ve Mart aylarında 1. ve 2. istasyonlarda bulunmuştur (Şekil 2-5). Eylül ayındaki yüksek dinoflagellat yoğunluğu *Goniodoma acuminatum* türünün artışından ileri gelmiştir. Diğer taraftan 3. istasyonda 70m derinlikte dinoflagellat yoğunluğunun yüzeye göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Dinoflagellatlara ait en düşük tür çeşitliliği indeksi değeri, tür sayısı ve yoğunluğun en düşük olduğu Ocak ayında, en yüksek değer ise

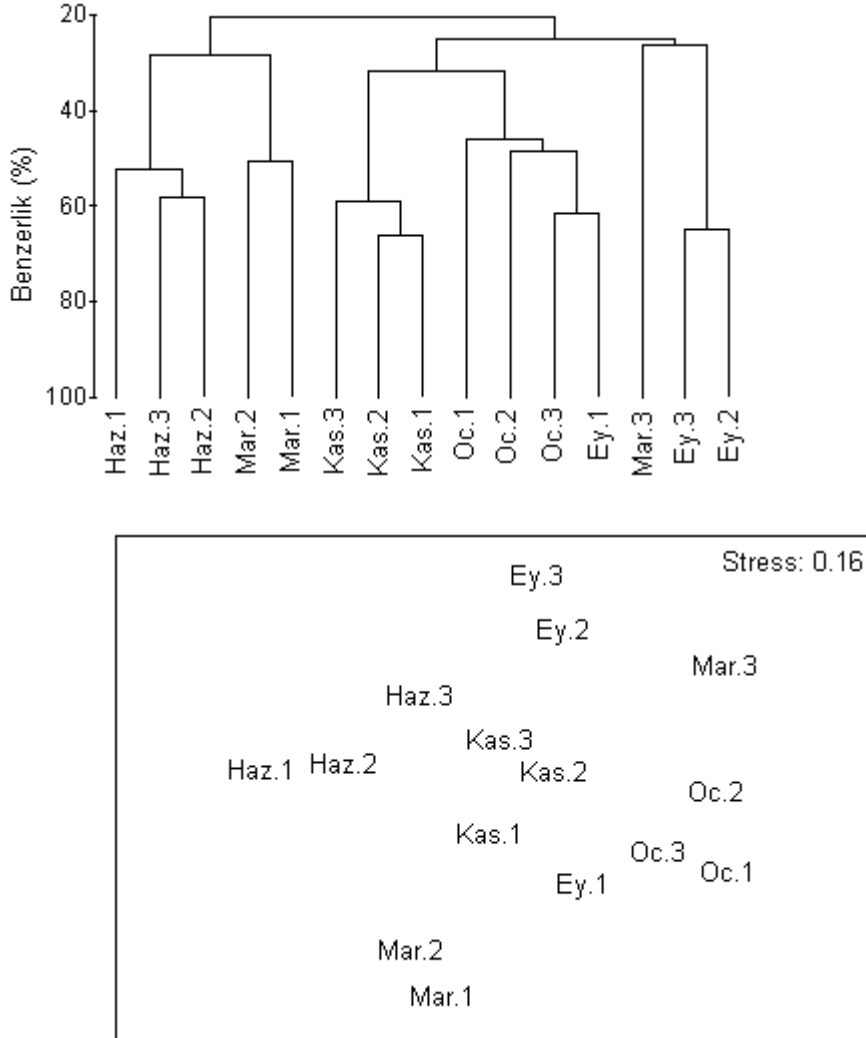
(2.95) Haziran ayında bulunmuştur. Türlerin yıl içindeki dağılımı incelendiğinde Kasım ayında *Ceratium candelabrum* (Ehrenberg) Stein, *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparede et Lachmann, *Ceratium contortum* (Gourret) Cleve, *Ceratium massiliense* (Gourret) Jörgensen ve *Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid, Ocak ayında ise *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin, *Ceratium horridum* (Cleve) Gran, *Ceratium kofoidii* Jörgensen ve *Ceratium symmetricum* Pavillard gibi *Ceratium* türleri yaygın bulunmuştur. Mart 2005'te dinoflagellat yoğunluğu 2. ve 3. istasyonlarda hafif bir artış göstermiş, bu durum *G. acuminatum* türünün artışından ileri gelmiştir. *C. furca*, *C. trichoceros*, *C. kofoidii* gibi *Ceratium* türlerinin yanı sıra, *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III, *Protoperidinium steinii* (Jörgensen) Balech, *Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech Mart ayında gözlenen dinoflagellat türleri olmuştur. Dinoflagellat yoğunluğunun artış gösterdiği Haziran 2005'te artıştan sorumlu türler *S. trochoidea* ve *Gonyaulax* spp. olmuştur.

Bunların yanında *Ceratium* türleri, *Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech, *P. steinii* ve *Prorocentrum micans* Ehrenberg bu dönemde yaygın görülen türler olmuştur. Eylül 2005'te dinoflagellat yoğunluğu en yüksek düzeye çıkmış, *G. acuminatum* en yoğun bulunan tür iken, *C.trichoceros*, *C. kofoidii* gibi *Ceratium* türleri ile *Kofoidinium velloides* Pavillard, *Protoperidinium ovum* (Schiller) Balech, *P.steinii* ve *Gonyaulax polygramma* Stein yaygın türler olmuşlardır (Tablo 2).

Her bir istasyondaki diyatome ve dinoflagellat yoğunluklarının besleyici elementler ile ilişkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ($p>0.05$), dinoflagellat yoğunluğu

sıcaklık ile pozitif ilişkili bulunmuştur ($p<0.05$).

Diyatome: dinoflagellat oranı Mart ayında diyatomların yoğun bulunduğu 1. istasyonda en yüksek düzeyde bulunmuştur (35.5). Dinoflagellatların en yüksek yoğunluğa ulaştığı Eylül ayında bu oran en düşük düzeylere inmiş ve en düşük değer 3. istasyonda 0.11 olarak bulunmuştur. Diyatome ve dinoflagellatların toplam hücre sayılarından yapılan kümelenme analizi ve oluşan grupları daha iyi gözlemlemek için yapılan çok boyutlu ölçeklendirme analizinde zamansal ve alansal farklılıklar dendogramlar üzerinde gösterilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Diyatome+dinoflagellatlara ait kümelenme ve MDS analiz sonuçları

Figure 6. The results of cluster and MDS analyses belonging to diatom+dinoflagellates.

Buna göre bazı dönemlerde (Kasım, Haziran) istasyonlar belirgin kümeler oluştururken, diğer dönemlerde istasyonlar farklı gruplaşmalar göstermiştir. %50 benzerlik düzeyinde Mart ayına ait 3. istasyon, Ocak ayına ait 1. ve 2. istasyon hiç bir grupta yer almamış, Eylülde 1. istasyon ise Ocak ayına ait 3. istasyon ile aynı grupta yer almıştır (Şekil 6).

Çalışmada üç istasyondan elde edilen bulgulardan diyatome ve dinoflagellatların mevsimsel değişimin yanı sıra alansal olarak da farklı dağılım özellikleri gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle kıyıya yakın istasyonun karasal girdilerin daha fazla etkisinde olması besleyici element düzeyleri yönünden de istasyonlar arası farklılıklara yol açmıştır. Kıyıya en yakın istasyon olan 1. istasyonda özellikle nitrat ve silikat değerleri diğer iki istasyona göre daha yüksek bulunmuştur. Nitratın ve silikatın sırasıyla 6.5 μM ve 5.13 μM olan en yüksek değerleri karışımın ve yağışların en fazla olduğu Ocak ve Mart aylarında bulunmuştur. Ancak, bununla birlikte bu değerler bir çok kıyısız alanda bulunan değerlerden daha düşüktür (Koray ve ark., 1996; Aka ve Polat, 2006).

Körfez ve daha bir çok kıyısız alanda baskın grup olduğu belirtilen diyatome (Lakkis ve Lakkis, 1980; Caroppo ve ark. 1999; Polat ve Işık, 2002; Loureiro ve ark. 2005) araştırma alanında da baskın bulunmuş ve en yüksek yoğunluğa 1. istasyonda ulaşmıştır. Diyatome gelişim için yüksek besin konsantrasyonlarına ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir (Azov, 1986). Diyatome kıyıya en yakın istasyonda en yüksek düzeye ulaşmaları bu bulguyu desteklemektedir. Dinoflagellat yoğunluğu diyatome aksine Haziran ayında 1. istasyonda en düşük düzeylerde iken, en yüksek yoğunluğa 3. istasyonda Eylül ayında ulaşmıştır. Diyatome yüksek besin ihtiyaçlarına karşın, dinoflagellatların daha düşük besin konsantrasyonlarında gelişebildiği belirtilmektedir (Azov, 1986; Castro ve Huber, 2005). Yani, kıyıya en yakın istasyonda nispeten daha yüksek olan besin konsantrasyonları diyatome artışını teşvik ederken, bu ortamlarda dinoflagellatlar diyatome ile rekabet edememektedir. Benzer olarak, İsrail açıklarında yapılan çalışmada kıyısız istasyonda diyatome-

melerin, pelajik istasyonda ise dinoflagellatların baskın olduğunu belirtilmiştir (Azov, 1986).

Grupların mevsimsel değişimi incelendiğinde diyatome Mart ve Haziranda yoğunluk olarak baskın bulunmuştur. Mart ayında *Chaetoceros* spp., Haziranda ise *Pseudonitzschia* spp. artış göstermiştir. Benzer olarak Polat ve ark. (2000) ve Polat (2002) İskenderun Körfezinin kuzeyinde diyatome artışının *Pseudonitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle türünden ileri geldiğini bildirmiştir. Bu türlerin en yoğun bulunduğu 1. istasyonda diyatome ait diversite değerleri de Mart ve Haziranda en düşük düzeylere inmiştir. Dinoflagellatlar Haziran ayına kadar oldukça düşük yoğunluklarda iken, Haziranda *Scripsiella trochoidea* türü ile artmaya başlamış, Eylül ayında 3. istasyonda *Goniodoma acuminatum* türünün artışı ile en yüksek düzeye ulaşmıştır. Bu sonuçlara benzer olarak Polat ve Işık (2002) körfezin çıkışında Karataş açıklarında, Polat ve ark. (2006) körfezin doğusunda İskenderun açıklarında *S. trochoidea* türünün en yoğun dinoflagellat türü olduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlardan da görüleceği gibi körfezde artış gösteren diyatome ve dinoflagellat türleri yönünden önceki yıllardakine benzer sonuçlar bulunmuştur. Ancak önceki yıllarla karşılaştırıldığında bu türlerin artış dönemleri yönünden farklılıklar görülmesi meteorolojik ve hidrografik koşullar ile ortamdaki besleyici element dinamiklerinden kaynaklanmış olabilir. Cebrian ve Valiela (1999) kıyısız ortamlarda sürekli besin girdisinin fitoplanktonun besin sınırlamasını ortadan kaldırdığını, ilkbahar ve sonbaharda beklenen fitoplankton artışları yerine yaz mevsiminde de artışların olabileceğini bildirmiştir. Kapalı kıyısız ekosistemlerde derinliğin az olması karışımla besinlerin süspansiyon hale geçip, su kütlesine karışmasına yol açarak besin sınırlamasını ortadan kaldırmakta, sıcaklığın optimum koşullara ulaşmasıyla da fitoplankton artışı gerçekleşmektedir (Valiela, 1996). Bu çalışmada da ortamda besinlerin yeterli düzeyde bulunmasıyla Haziran ayındaki sıcaklık artışı diyatome artışını teşvik etmiştir.

Sonuç

Körfezde diyatome ve dinoflagellat topluluklarının kompozisyon ve yoğunlukları yönünden önceki yıllarda bulunan sonuçlara benzer sonuçlar bulunmuştur. Çalışmada diyatome baskın grup olmuş, özellikle kıyıya yakın istasyonda karakteristik olduğu üzere en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır. İstasyonlar arasında her iki grubun yoğunlukları yönünden görülen farklılıklar kıyısız istasyondaki besin yükü, karışım ve diğer lokal koşulların fitoplankton topluluklarına etkisini ortaya koymaktadır. Elde edilen diyatome: dinoflagellat oranları da diyatome baskınlığını ortaya koymuştur. Ignatiades ve ark. (2007) diyatome: dinoflagellat oranının ötrofikasyon gibi çevresel değişimlerin göstergesi olan bir indeks olarak değerlendirilebileceğini bildirmiştir. Marasovic ve ark (2005) ise Adriatik Denizde fitoplankton kompozisyonundaki değişimlerin ve dinoflagellatların artması sonucu diyatome: dinoflagellat oranının azalmasının antropojenik besin girdileri ile global iklimsel değişimlerden kaynaklandığını bildirmiştir. Chrétiennot-Dinet (1998)'e göre dinoflagellatlar ötrofik ortamlarda artmakta, diyatome baskın bulunması ise fitoplankton topluluklarının iyi durumda olduğunu göstermektedir. Çünkü, azot ve fosfor yüklemesi başlangıçta diyatome artışını teşvik ederek ortamdaki silikatın hızla azalmasına ve daha sonra silikat sınırlamasına neden olabilmektedir. Bu durum, diyatome büyümesini inhibe edebilmekte, bunun yerine flagellatlı türler baskın hale geçebilmektedir (Livingstone, 2001). Körfezde kirliliğin arttığı düşüncesine karşın, besin elementlerinin bir çok kirlenmiş ortama göre düşük düzeylerde bulunması, diyatome baskınlığı ve özellikle dinoflagellatların neden olduğu red tide yada diğer bir aşırı artış olayına rastlanmaması incelenen ortamın ötrofik koşullar göstermediği şeklinde yorumlanabilir.

Teşekkür

Kümelenme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizlerindeki yardımlarından dolayı İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünden Arş. Gör. Noyan Yılmaz'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Aka (Akiz), A. ve Polat, S., 2006. Karataş kıyısız suları (Kuzeydoğu Akdeniz) planktonik diyatome. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, vol 23, **ek: (1/1)**: 1-7.
- Azov, Y., (1986). Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levant Basin (Mediterranean). *Journal of Plankton Research*, **8**: 41-53.
- Azov, Y., (1991). Eastern Mediterranean-A marine desert?, *Marine Pollution Bulletin*, **23**: 225-232.
- Bethoux, J.P., Morin, P., Chaumery, C., Connan, O., Gentili, B. ve Ruiz-Pino, D., (1998). Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analyses of concentrations with respect to environmental change. *Marine Chemistry*, **63**: 155-169.
- Caroppo, C., Fiocca, A., Sammarco, P. ve Magazzu, G.,(1999). Seasonal variations of nutrients and phytoplankton in the coastal SW Adriatic Sea (1995-1997). *Botanica Marina*, **42**: 389-400.
- Castro, P. ve Huber, M.E., (2005). *Marine Biology*, McGraw-Hill International Edition, 452 s.
- Cebrian, J. ve Valiela, I., (1999). Seasonal patterns in phytoplankton biomass in coastal ecosystems. *Journal of Plankton Research*, **21**: 429-444.
- Chrétiennot-Dinet, M.J., (1998). Global increase of algal blooms, toxic events casual species introduction and biodiversity. *Oceanis*, **24**: 223-238.
- Clarke, K.R., ve Warwick, R.M., (1994). *Change in marine communities: An approach to statistical analyses and interpretation*. Nat. Env. Res. Council, UK, 144 s.
- Delgado, M. ve Fortuna, J.M. (1991). Atlas de Fitoplancton del Mar Mediterrane. *Scientia Marina*, **55**: 1-133.
- Goffart, A., Hecq, J-H. ve Legendre, L., (2002). Changes in the development of the winter-spring phytoplankton bloom in the Bay of Calvi (NW Mediterranean) over the last two decades: a response to changing

- climate? *Marine Ecology Progress Series*, **236**: 45–60.
- Hartley, B.1996. *An Atlas of British Diatoms*, (Ed. Sims, P.A.), Biopress Ltd., England, 601 s.
- Ignatiades, L., Gotsis-Scretas, O. ve Metaxatos, A., (2007). Field and culture studies on the ecophysiology of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Halim) present in Greek coastal waters. *Harmful Algae*, **6**: 153-165.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H.ve Gökpinar, Ş. (1996). Eutrophication process and algal blooms (red-tides) in İzmir Bay. UNEP-MAP Technical Reports Series, **104**: 1-26.
- Krebs, C.J., (1989). *Ecological Methodology*, Harper Collins Publishers, New York. 654 s.
- Lakkis, S. ve Lakkis, V.N., (1980). Composition annual cycle and species diversity of the phytoplankton in Lebanese coastal water. *Journal of Plankton Research*, **3**:123-136.
- Livingstone, R.J., (2001). *Eutrophication processes in coastal systems*. CRC Press, Boca Raton, 327 s.
- Loureiro, S., Newton, A. ve Icely, J.D., (2005). Microplankton composition, production and upwelling dynamics in Sagres (SW Portugal) during the summer of 2001. *Scientia Marina*, **69**: 323-341.
- Marasović, I., Nincević, Ž., Kušpilić, G., Marinović, S. ve Marinov, S., (2005). Long-term changes of basic biological and chemical parameters at two stations in the middle Adriatic. *Journal of Sea Research*, **54**: 3-14.
- Officer, C.B. ve Ryther, C.H., (1980).The possible importance of silicon in marine eutrophication. *Marine Ecology Progress Series*, **3**: 83-91.
- Polat, S., Sarıhan, E. ve Koray, T., (2000). Seasonal changes in the phytoplankton of the northeastern Mediterranean (Bay of İskenderun). *Turkish Journal of Botany*, **24**: 1-12.
- Polat, S., ve Işık, O., (2002). Phytoplankton distribution, diversity and nutrients at the NE Mediterranean coast of Turkey (Karaağaç-Adana). *Turkish Journal of Botany*, **26**: 77-86.
- Polat, S., (2002). Nutrients, chlorophyll a and phytoplankton in the İskenderun Bay (Northeastern Mediterranean). *P.S.Z.N. Marine Ecology*, **23**: 115-126.
- Polat, S., Olgunoğlu, M.P., Akiz, A. ve Koray, T., (2006). Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarda (İskenderun Körfezi) dağılım gösteren potansiyel zararlı fitoplankton türleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **23**: 169-172.
- Rampi, L.ve Bernhard, M. (1980). *Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche Mediterranee*. CNEN, Roma, 193 s.
- Ricard, M. (1987). *Atlas Du Phytoplankton Marin*, vol:II, Diatomophycees, Editions Du Centre National de la Resherche Scientifique, Paris, 297 s.
- Sournia, A.(1986). *Atlas Du Phytoplankton Marin*. vol I: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 219 s.
- Strickland, J.D.H. ve Parsons, T.R., (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bull. Fish Res. Board. Can., Ottawa, 167 s.
- Tomas, C.R. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*, Academic Press, New York, 858 s.
- Tregouboff, G. ve Rose, M. (1957) *Manuel De Planktonologie Mediterranee*. I, II. Centre National de la Resherche Scientifique, Paris, 587 s.
- Turley, C.M., (1999). The changing Mediterranean Sea- a sensitive ecosystem?. *Progress in Oceanography*, **44**: 387- 400.
- Valiela, I., (1995). *Marine Ecological Processes*. 2.ed., Springer, New York, 546 s.
- Yılmaz, A., Baştürk, Ö., Saydam, C., Ediger, D., Yılmaz, K. ve Hatipoğlu, E., (1992). Eutrophication in İskenderun Bay, northeastern Mediterranean. *Science of Total Environment*, **Suppl.**: 705-717.