

2005-43



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

MOSFERİK SAHRA TOZUNUN DOĞU AKDENİZ
TOPLANKTON DİNAMİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

56029

PROJE NO: YDABAG 100Y017

Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu

Earth Marine and Atmospheric Sciences
Researches Grant Group

Materyaller

1. Klorofil-a

2. Klorofil-b ve c (Klorofil-a + b + c)

3. Karbon-14 (K¹⁴C)

4. Karbon-13 (K¹³C)

5. Karbon-12 (K¹²C)

6. Karbon-15 (K¹⁵C)

7. Karbon-16 (K¹⁶C)

8. Karbon-17 (K¹⁷C)

9. Karbon-18 (K¹⁸C)

10. Karbon-19 (K¹⁹C)

ATMOSFERİK SAHRA TOZUNUN DOĞU AKDENİZ FİTOPLANKTON DİNAMİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

56029

PROJE NO: YDABAG 100Y017

DOÇ. DR. AHMET ERKAN KIDEYŞ
DR. ELİF EKER DEVELİ
PROF. DR. SÜLEYMAN TUĞRUL

NİSAN 2005
MERSİN

Kısaltmalar

Klo-a: Klorofil-a

T-Klo-a: Toplam klorofil-a (Klorofil-a + feopigment)

DCM: Derin Klorofil-a Maxima

DOC: Çözünmüş organik karbon

NPP: Net Birincil üretim

CPC: kokolit üretme kompartmanı

IN: İnorganik azot

IP: İnorganik fosfor

DFD: German Remote Sensing Data Center,

ISIS: Intelligent Satellite Data Information System,

Emiliana huxleyi patlamalarını tespit etmek için kullanılan uydular.

Acronym	Full name	Dates of operation
LANDSAT:	Land remote sensing Satellite	1972 – still operating
CZCS:	Coastal Zone Color Scanner	1978 – 1986
AVHRR:	Advanced Very High Resolution Radiometer	1978 – still operating
OCTS:	Ocean Color and Temperature Scanner	08/1996 – 07/1997
SeaWiFS:	Sea viewing Wide Field of view Sensor	1997 – still operating
MODIS:	Moderate resolution Imaging Spectroradiometer	1999 – still operating
MERIS:	Medium Resolution Imaging Spectrometer	
	Instrument	2002 – still operating
HNLC:	High Nutrient Low Chlorophyll a	

Önsöz

Bu proje çerçevesinde çalışmalar, aktif olarak 1 Ocak 2001'de başlamıştır. Saha örnekleme Aralık 2000 ve Nisan 2002 dönemi arasında yapılmış, ayrıca geçmiş Mart-Haziran 1999 döneminde, benzer örnekleme istasyonlarından alınan örnekler de bu proje çalışması içinde değerlendirilmiştir.

Bu proje kapsamında, bir de doktora çalışması desteklenmiştir. Bu raporda verilen bilgiler tezdekine benzer olmakla beraber, format ve içerik olarak tezdən epeyce farklılık ta göstermektedir; örneğin buradaki bütünlüğü bozmayacak şekilde bazı konularda kısaltmalar yapılırken, bazı konular daha detaylı verilmektedir.

Proje desteğiyle satın alınan aletlerin hepsi de oldukça verimli bir şekilde kullanılmış ve kullanılmaktadır. Bu proje kapsamında alınan inkübatör ile laboratuvar deneylerinin bir kısmı gerçekleştirilmiştir. Önceki sabit sıcaklık odasındaki soğutucunun genelde yaz aylarında bozulması sonucu son on senede birkaç defa kaybettiğimiz fitoplankton kültürlerimiz, bu inkübatör sayesinde daimi olarak yaşatılabilmektedir. Yurt dışında tanesi (herbir tür) en az 45 USD olan ve 100 USD'dan fazla hızlı taşıma servisi gerektiren kültürlerimizi (13 tür) ülkemizde diğer üniversitelerde (Hacettepe Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Mustafa Kemal Üniversitesi ve Mersin Üniversitesi gibi) ihtiyacı olan araştırmacılara karşılıksız olarak vermiş olup vermeye de devam etmekteyiz. Bu esnada NATO desteğiyle daha büyük bir inkübatör odası da edinilmiş olup, deneylerin bir kısmı bu odada gerçekleştirilmiştir. Hakemlerin isteği doğrultusunda, raporun çok uzun olması nedeniyle laboratuvar deneylerinin sonuçları rapordan çıkarılmıştır.

Proje desteği ile alınan tuzluluk ölçer de hem bu çalışmamızda hem de enstitümüzde yürütülen diğer çalışmalarda (örn. Doç Dr Şükrü Beşiktepe'nin yürütücülüğünü yaptığı DIE tarafından desteklenen oşinoğrafik parametrelerin izlenmesi projesinde) aktif olarak kullanılmaktadır.

Projemizin desteğiyle alınan ve mikroskopa bağlanan dijital fotoğraf makinası ile tanımlayamadığımız pek çok fitoplankton türünün fotoğrafı çekilmiş olup, bölgeye spesifik türlerin fotoğrafları bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Bu sayede tanımlanamayan bazı türler yurt dışında konusunda uzman olan kişilere gönderilebilmiş ve fikirleri alınmıştır. Bunun yanında Deniz Biyolojisi ve Balıkçılık bölümümüzde diğer çalışanlar da bu fotoğraf makinasından faydalanmış, ve bu sayede ilgilendikleri türlerle yayın hazırlayabilme imkanına sahip olabilmışlerdir. Bu proje desteğiyle basılan ve hazırlanan yayınlar (>10) liste olarak raporun sonunda belirtilmektedir.

Gene projenin katkılarıyla Doç Dr Nilgün Kubilay'ın liderliğini yaptığı atmosfer çalışmalarında kullanılmak üzere bir adet Türbinli gaz sayacı yedek olarak alınmış ve şimdiye kadar sürekli bozulan diğer gaz sayacının yerine kullanılmakta ve günlük düzenli olarak alınması gereken atmosferik toz verilerinin alınması sağlanmıştır. Daha önceleri bu alet bozulduğu zaman tamir edilene kadar aylarca örnek alınamıyor ve bazen önemli toz taşınım olayları gözlenemiyordu. Erdemli Araştırma Teknesindeki GPS'in bozulması nedeniyle projemizin katkılarıyla GPS alınmış ve açık istasyon için örnekleme lokasyonu tam olarak tespit edilebilmiştir.

Teşekkür

YDABAG 100Y017 nolu proje olarak, bu çalışmaya sağladığı destek dolayısıyla TÜBİTAK'a müteşekkirimiz. Bu projenin tasarlanmasında ve hayata geçirilmesinde Prof Dr Cemal Saydam'ın görüşleri ve desteği önemli olmuştur, bu nedenle kendisine teşekkürü bir borç biliriz. Datça örneklemesinin gerçekleşmesindeki yardımları için, yerel halktan Sezer Çete ve Özkan Uzun'a minnettarız. Bu çalışmaya çeşitli yardımlarından dolayı öğretim üyeleri Prof Özden Baştürk, Doç Dr Şükrü Beşiktepe, Doç. Dr Nilgün Kubilay, Yrd. Doç Dr Dilek Ediger, yabancı bilim adamları, Dr. Sergey Stanichny, Dr Dmitry Soloviev ve Dr Slava Burdyugov (MHI-IBSS, Ukrayna), Dr. Mariata Jutson (Culture Collection Manager, Marine Biological Association, Citadel Hill, Plymouth, PL1 2PB), Dr. Christopher Brown (NASA, National Environmental Satellite, Data and information Service, Office of Research and Applications, Oceanic Research and Applications Division, USA) ve Dr. Slobodan Nickovic (University of Malta, Euro-Mediterranean Centre on Insular Coastal Dynamics, ICoD)'e, yüksek lisans ve doktora öğrencileri Oğuz Yiğiterhan , Ebru Ünal, Doruk Yılmaz, Adil Sözer, Hasan Örek, Serkan Sancak ve Tülay Çokacı'ya, besin elementi ve klorofil analizlerindeki emeklerinden dolayı teknisyenler Esabil Kakaç ve Saim Cebesiz'e, örneklemedeki yardımlarından dolayı R/V Erdemli ve R/V Lamas teknelerinin çalışanları Mustafa Asar, Hasan Uslu, Ahmet Ayhan, Tahir Tutsak'a teşekkür ediyoruz.

ÖZET

ATMOSFERİK SAHRA TOZUNUN DOĞU AKDENİZ FİTOPLANKTON DİNAMİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmada Saydam (1996) tarafından "Cemiliana hipotezi" olarak adlandırılan "yağmur ile gelen Sahra tozunun (demirin çözülmesi nedeniyle) *Emiliana huxleyi* patlamalarına yol açtığı ve 1-2 hafta içinde NOAA uydularında parlaklığa sebep olduğu" savıyla birlikte diğer kaynaklardan ulaşan besin elementlerinin fitoplankton dinamikleri üzerine etkileri sistematik olarak araştırıldı.

Toz yükü ve parlaklık olayları düzenli olarak gözlemlendi ve sık aralıklarla (genellikle iki haftalık, fakat bazen 3 günlük aralıklarla) fitoplankton ve diğer fiziksel ve kimyasal parametrelere ait örnekler kuzeydoğu Akdeniz'de seçilen bir sığ ve bir de derin istasyondan Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemi boyunca toplandı.

NOAA-AVHRR uydu görüntülerinde görülen parlaklık olayları ve herhangi bir fitoplankton grubu (veya *Emiliana huxleyi*) arasında da herhangi bir ilişki gözlenmedi. Parlaklık olaylarının çoğunlukla güneş parlamasından kaynaklandığı anlaşıldı (fitoplankton ya da *E. huxleyi* patlaması nedeniyle değil). Zaten *E. huxleyi*'nin maksimum bolluğu da Kuzeydoğu Atlantik ve Karadeniz'de gözlenen "patlama (bloom)" seviyelerinin çok çok altında olduğu gözlenmiştir. *Emiliana huxleyi*'nin en yüksek bolluk değerleri de Ekim-Kasım aylarında meydana geldiği gözlenmiştir ki bu bu dönemdeki artışta, atmosfer kaynaklı kuru ve yağ çökelmeler ile birlikte derinleşen düşey karışımların ara tabakadan yüzeye daha fazla besin tuzları girdisi nedeniyle olabilir.

Yağışların deniz ortamında toplam fitoplankton bolluk ve (temel olarak diatomlardan oluşan) biyokütlesi ile pozitif olarak ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Biyokimyasal gözlemler, 1999 döneminin 2001'e göre daha verimli geçtiğini göstermiştir. En yüksek nitrat, fosfat, klorofil-a ve fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri 1999 yılında ölçülmüştür; bu artışlar nehir girdisinin bölgede daha belirgin olmasıyla ilişkilidir.

Derin istasyonda (100 m), su kolonunda Ocak-Şubat 2001 döneminde oluşan en yüksek fitoplankton patlaması temel olarak kış karışımının (suyun yukarı taşınımı) neden olduğu besin tuzları girdisinin sonucudur. Yüzey fitoplankton bolluk ve biyokütlesinin Mart-Nisan, Ağustos-Ekim 2001 döneminde önemli ölçüde artması, muhtemelen sırasıyla yağış artışı nehir girdisi ve kuru atmosferik çökeltmenin taşıdığı besin tuzlarının sonucudur. Haziran-Ekim 2001 yaz fitoplankton biyokütlesi, Aralık 2000-Kasım 2001 dönemini kapsayan bir sene (toplam 100 m aşağıya kadar olan) bütünleşmiş (toplam) fitoplankton biyokütlesinin sadece % 16'sını oluşturmuştur.

ABSTRACT

IMPORTANCE OF ATMOSPHERIC SAHARAN DUST IN THE PHYTOPLANKTON DYNAMICS

In this study, the so-called "Cemiliana hypothesis" of "wet deposition of Saharan dust stimulates *Emiliana huxleyi* blooms (due to iron dissolution) in 1-2 weeks causing strong reflection visible from the NOAA satellites" by Saydam along with the effects of other sources of nutrients on phytoplankton dynamics were investigated in a systematic fashion.

Dust load and reflectance from the satellites were regularly observed together with frequent (generally biweekly but sometimes as frequent as 3 days intervals) field sampling of phytoplankton, usual physical and chemical parameters of seawater from a deep and a shallow station in the northeastern Mediterranean during March-June 1999 and December 2000-April 2002.

No correlation was observed between the abundance of any phytoplankton group (or of *Emiliana huxleyi*) and high reflectance from the NOAA-AVHRR images. Reflectance events were probably mostly due to sun glittering rather than phytoplankton. Indeed, the maximum concentrations of *E. huxleyi* were well below the bloom concentrations reported in the northeastern Atlantic or the Black Sea. Highest abundances of *Emiliana huxleyi* also occurred during October – November 2001 which could be related with the sharpness and thickness of the mixed layer combined with the dry and wet deposition of nutrients from the atmosphere in this period.

Precipitation positively correlated with abundance and biomass of total (mainly contributed by diatoms) but not with that of *E. huxleyi*.

The 1999 period was more productive than 2001. Highest nitrate, phosphate, chlorophyll-a and phytoplankton abundance and biomass values were found in 1999 probably due to the much stronger river influence.

At the deep station, the major phytoplankton bloom along the water column in January-February 2001 was found to be mainly due to winter mixing (i.e. upwelling). Notable increases in phytoplankton abundance and biomass at the surface waters in March-April and August-October 2001 were probably due to precipitation plus river inflow and to dry atmospheric deposition, respectively. It should be noted that the summer biomass during June-October 2001 accounts for 16% of the total integrated phytoplankton biomass (down to 100 m) during one year (December 2000-November 2001).

İçindekiler	iii
Kısaltmalar	iii
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İçindekiler	viii
Tablolar	x
Şekiller	xi
GİRİŞ	1
1.1 Atmosferik besin elementi girdisi	2
1.1.1 N ve P	2
1.1.2 Demir	3
1.1.3 Demir ihtiyacı ve demirin hücre fizyolojisi üzerine olan etkileri	4
1.2 Akdeniz'in fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri	5
1.3 <i>Emiliana huxleyi</i> 'nin bazı biyolojik özellikleri	7
1.3.1 <i>E. huxleyi</i> 'nin yaşam döngüsü ve farklı hücre formları arasındaki geçişler	8
1.3.2 <i>E. huxleyi</i> 'de kokolit üretimi	8
1.4 Çalışmanın amacı	9
2 YÖNTEM	10
2.1 Saha örnekleme ve Fitoplankton analizi	10
2.2 Uydu Gözlemleri	12
2.3 Tanımlama, sayım ve biyokütle tahmini	13
2.4 İstatistiksel Analizler	13
2.4.1 Korelasyon Analizi	13
2.4.2 Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (Multidimensional Scaling Analysis, MDS)	14
3 SONUÇLAR	14
3.1 SAHA ÖRNEKLEMESİ	14
3.1.1 Örnekleme Bölgesine Toz Transferi	14
3.1.2 Parlaklık	17
3.1.3 Yağış	25
3.1.4 Hidrolojik ve biyokimyasal parametrelerin yüzey suyunda zamana bağlı değişimleri	26
3.1.4.1 Hidrografi	26
3.1.4.2 Besin elementleri	26
3.1.4.3 Yüzeyde ve öfotik bölgede N/P oranları	28
3.1.4.4 Toplam klorofil-a ve aktif klorofil-a	30
3.1.4.5 Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu	32
3.1.4.6 Partikül organik karbon/Klorofil-a (K/Klo-a) oranı	36
3.1.4.7 Çevresel parametreler ve fitoplankton arasındaki korelasyon analizi	37
3.1.5 Su kolonunda hidrolojik ve biyokimyasal parametrelerin zamana bağlı dağılımları	38
3.1.5.1 Hidrografi	38
3.1.5.2 Besin elementleri	39
3.1.5.3 Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu	41
3.1.5.4 Öfotik tabaka derinliği	49
3.1.5.5 Klorofil-a'nın düşey dağılımı	50
3.1.5.6 MDS analizi kullanarak fitoplanktonun derinliğe ve zamana bağlı olarak gruplanması	51
4 TARTIŞMA	53
4.1 Örnekleme Bölgesi	53

4.2	Örnekleme bölgesine toz taşınımı.....	53
4.3	Uydulardaki parlaklıklar	54
4.4	Hidrografi (sıcaklık ve tuzluluk).....	56
4.5	Deniz suyundaki besin elementleri	58
4.6	N, P ve Si oranları	62
4.7	Öfotik bölge derinliği.....	64
4.8	Klo-a	64
4.9	Partikül organik karbon/klorofil-a (K:Klo-a) oranı	64
4.10	Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu.....	65
	Tür kompozisyonu	69
4.11	Doğu Akdeniz'de kokolitofor ve özellikle <i>Emiliana huxleyi</i> bolluğu	70
4.12	Yağış, yansıma, toz ve fitoplankton (özellikle <i>E. huxleyi</i>) bolluğu arasındaki ilişkinin değişik kombinasyonlarda araştırılması.....	71
4.13.	Toz, yağış, nehir girdisi, düşey ve yatay karışımın besin elementleri, Klo-a ve fitoplankton üzerine olan etkilerinin birlikte değerlendirilmesi	74
5.	KAYNAKÇA	79

EKLER

Ek A.	SeaWIFS ve NOAA-AVHRR uydularından elde edilen günlük görüntüler	CD'de
Ek B.	Akdeniz'deki akıntı dinamiğini gösteren NOAA-AVHRR kanal 4 uydu görüntülerinin animasyonu.....	CD'de
Ek C.	Akdeniz'deki akıntı dinamiğini gösteren NOAA-AVHRR kanal 4 uydu görüntüleri..	CD'de
Ek D.	1999 ve 2001 döneminde SeaWIFS'den Klo-a dağılımı (örnekleme istasyonları kırmızı karo sembolüyle gösterilmiştir) http://www.me.sai.jrc.it/me-website/contents/shared_utilities/frames/index_windows.htm	CD'de
Ek E.	Aralık 2000-Nisan 2002 ve Nisan-Haziran 1999 döneminde sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri.	88
EkF.	Derin istasyonda Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde düşey nitrat, fosfat ve silikat konsantrasyonları	95
Ek G.	Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde tanımlanan bütün fitoplankton türlerinin listesi	102
Ek H.	Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 döneminde düşey fitoplankton bolluk, biyokütle ve silikat dağılımı.....	108

Tablolar

Tablo 2-1. ODTÜ-DBE Erdemli açıklarındaki sığ ve derin istasyonundan toplanan örnekler.	
.....	11
Tablo 3-1. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin örnekleme esnasında ölçülen ortalama değerleri (\pm standart sapma).....	26
Tablo 3-2. Derin ve sığ istasyonların yüzey sularından Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde tespit edilen fitoplankton tür sayıları (flagellat sayıları minimum 3 olarak farzedilmiştir).....	32
Tablo 3-3. Atmosferik ve biyokimyasal parametreler arasında Mart-Haziran 1999-Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde yüksek Spearman Rank korelasyonuna sahip ilişkiler	37
Tablo 3-4. Atmosferik ve biyokimyasal parametreler arasında Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde Spearman Rank korelasyonuna sahip ilişkiler	38
Tablo 3-5. Su kolonunda Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde hem derin hem de sığ istasyonlarda tanımlanan fitoplankton tür sayıları (sığ istasyonda sadece yüzey suyundan sayım yapılmıştır, sığ istasyondaki tür sayısı için ayrıca Tablo 3.3'e de bakınız).	42
Tablo 3-6. Aralık 2000 ve Nisan 2002 döneminde su kolonunda en yüksek bolluk ve biyokütleyle sahip olan türler.....	45
Tablo 3-7. Mart-Haziran 1999 döneminde su kolonunda en yüksek bolluk ve biyokütleyle sahip olan türler.....	47
Tablo 4-1. Örnekleme bölgesindeki besin elementleri ve Klo-a'nın diğer bölgelerle karşılaştırılması (ortalama \pm standart sapma, ortalama (minimum - maksimum)).....	59
Tablo 4-2. En yüksek ve en düşük fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri ve besin elementi konsantrasyonları.....	61
Tablo 4-3. Kuzey Levantin baseninde öfotik bölge içinde çözünmüş besin elementlerinin ortalama molar N/P oranı; sadece Mart 1992'de girdap (=eddy) bölgeleri hesaba katıldığında önemli fark gözlemlendi	63
Tablo 4-4. Akdeniz'in farklı bölgelerinde diyatomların ve dinoflagellatların toplam bolluğa olan katkıları	68
Tablo 4-5. Derin istasyonda yağış, parlama, toz ve <i>E. huxleyi</i> bolluğu arasındaki ilişki seviyeleri	74

Şekiller

Şekil 1-1 2001 yılında K10-a' nın küresel dağılımı (SeaWIFS web sitesinden http://seawifs.gsfc.nasa.gov/cgi/level3.pl/S20010012001365.L3m_YR_CHLO.jpg?DAY=11462&PER=y&TYP=chlo_r4&IMG=big).....	1
Şekil 1-2. Akdeniz' de sirkülasyon özellikleri (ÖZSOY, 1989'dan).....	5
Şekil 1-3. (a) Kokolit taşıyan C-hücreleri, ve (B) pul taşıyan S-hücreleri (John Green'den (cetvel bar=1 mikronmetre).....	8
Şekil 1-4. İki farklı denizdeki <i>E. huxleyi</i> kokolitlerinin karşılaştırılması.....	9
Şekil 2-1. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde örnekleme istasyonları.....	10
Şekil 3-1. Sea-WIFS fotoğraflarından Paint Shop Pro 7 programı kullanılarak elde edilen göreceli toz yükü. Yatay çizgi en yüksek değerleri görebilmek için çizilmiştir.....	14
Şekil 3-2. SeaWIFS görüntülerinde görüldüğü gibi örnekleme döneminde çalışma bölgesine gelen en şiddetli toz taşınım zamanları (Bulutlar beyaz, toz sarı renkte görülmektedir). 15	
Şekil 3-3. Aralık 2000 ve Nisan 2002 döneminde NOAA uydularından gözlenen en şiddetli parlaklık olayları ve geçiş saatleri (http://noaa.bilten.metu.edu.tr).	18
Şekil 3-4. Farklı baz istasyonlarından (Soldaki DBE-ODTÜ veya MIH'dan, ortadaki TÜBİTAK-Bilten'den ve sağdaki DFD'den) alınan NOAA-AVHRR görüntülerinin karşılaştırılması. Ortadaki iki görüntü birbirinin aynısıdır fakat daha açık gri tonda olan Pain Shop Pro programında enhance edilmiştir. Saatler evrensel saate göre verilmiştir. 19	
Şekil 3-5. Eylül 2001' de mümkün bulut veya toz parlaması (SeaWIFS görüntüleri bulut ve tozu daha iyi görebilmek için eklenmiştir).	23
Şekil 3-6. Ekim 2001' de hava açıkken (bulutsuz ve tozsuz) NOAA 14 uydusu ile tespit edilen parlaklıkların NOAA 16 ve SeaWIFS uydularıyla karşılaştırılması.....	24
Şekil 3-7. NOAA 16 –AVHRR uydusundan gözlenen parlaklığın doğuya hareketi.....	25
Şekil 3-8. Örnekleme döneminde yağış miktarları.....	25
Şekil 3-9. Örnekleme dönemi boyunca a) derin istasyonda b) sığ istasyonda sıcaklık ve tuzluluk değişimleri.....	27
Şekil 3-10. Örnekleme döneminde yüzey suyunda besin elementi konsantrasyonları (toplam yükseltgenmiş azot= NO_3+NO_2 , Orto-fosfat= PO_4-P ve reaktif silikat= Si); a) derin istasyonda, b) sığ istasyonda. (Derin istasyonda 23 Ekim 2001 ve ölçümün 0.06'nın üzerinde olduğu diğer birkaç seferde fosfat konsantrasyonları hatalı olarak çok yüksek ölçülmüş olabilir).	27
Şekil 3-11. N/P oranları a) derin istasyon yüzeyinde b) derin istasyon öfotik bölgesinde c) kıyı istasyonu yüzeyinde, Si/NO3 ve Si/PO4 oranları d) derin istasyon yüzeyinde e) kıyı istasyonu yüzeyinde.....	29
Şekil 3-12. a) Derin istasyonda b) sığ istasyonda toplam fitoplankton biyokütlesi ve toplam klorofil-a değişimleri.....	31
Şekil 3-13. a) Derin istasyonda b) sığ istasyonda toplam fitoplankton biyokütlesi ve aktif klorofil-a değişimleri.....	31
Şekil 3-14. Örnekleme dönemi boyunca derin ve kıyı istasyonlarında yüzey suyunda toplam fitoplankton (a) bolluk ve (b) biyokütle değişimleri.....	32
Şekil 3-15. Farklı fitoplankton gruplarının derin istasyonun yüzey suyunda (a) bolluk ve (b) biyokütle değerleri (Lütfen skalaların farklı olduğuna dikkat ediniz).	33
Şekil 3-16. Farklı fitoplankton gruplarının kıyı istasyonu yüzey suyunda (a) bolluk ve (b) biyokütle değerleri.....	33

Şekil 3-17. Farklı fitoplankton gruplarının toplam a) derin istasyonda bolluk ve b) biyokütle, c) kıyı istasyonunda bolluk ve d) biyokütleyle olan katkıları (2001 ve erken 2002 ortalaması).....	34
Şekil 3-18. Farklı fitoplankton gruplarının toplam a) derin istasyonda bolluk ve b) biyokütle, c) kıyı istasyonunda bolluk ve d) biyokütleyle olan katkıları (1999 ortalaması).....	35
Şekil 3-19. Örnekleme süresince derin ve kıyı istasyonlarında <i>E. huxleyi</i> hücre çapındaki değişimler.....	35
Şekil 3-20. Örnekleme boyunca fitoplankton karbon biyokütlesi ve Karbon/Klo-a oranları a) derin istasyonda b) kıyı istasyonunda (Kıyı istasyonunda 1999 döneminde K/Klo-a oranları verilmemiştir çünkü Klo-a ve fitoplankton örneği farklı bölgelerden alınmıştır bakınız Bölüm 2.1).....	36
Şekil 3-21. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey sıcaklık ve tuzluluk dağılımı.....	39
Şekil 3-22. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey nitrat+nitrite, fosfat ve silikat dağılımı.....	41
Şekil 3-23. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey fitoplankton bolluk ve biyokütle dağılımı.....	42
Şekil 3-24. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey diyatom bolluk ve biyokütle dağılımı.....	43
Şekil 3-25. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey dinoflagellat bolluk ve biyokütle dağılımı.....	43
Şekil 3-26. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey <i>Emiliania huxleyi</i> bolluk ve biyokütle dağılımı.....	44
Şekil 3-27. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde derin istasyonda su kolonunda fitoplankton gruplarının ortalama bolluk ve biyokütlesi.....	45
Şekil 3-28. Saha örnekleme süresince derin ve sığ istasyonda öfotik tabaka derinliği.....	50
Şekil 3-29. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi aktif Klorofil-a ve toplam klorofil-a konsantrasyonlarının su kolonundaki (50 m) aylık değişimleri.....	50
Şekil 3-30. Fitoplankton bolluğunun iki boyutlu, metrik olmayan Çok boyutlu Ölçekleme (MDS) ordınasyonu (Harfler aşağıda belirtilen mevsimleri, tireden önce gelen 2 ve 9 rakamları 2002 ve 1999 yıllarını, tireden sonraki sayı derinlikleri göstermektedir. Harflerden sonra 2 ve 9 yoksa bu Aralık 2000-Kasım 2001 tarihleri arasındaki dönemi göstermektedir).....	51
Şekil 3-31. Mevsimler ve derinlikler arasında Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde mevsimler ve derinlikler arasındaki Bray-Curtis benzerliği.....	52
Şekil 4-1. SeaWIFS ile tespit edilen (18 km çözünürlükte) a) kompozit 2001 b) 27-31 Aralık 2001 kompozit sınıflanmış bütün <i>E. huxleyi</i> patlamaları (görüntüler orjinal tüm çözünürlük görüntülerinden (=4048 x2048) elde edilmiştir (Harita Christopher Brown'dan, NASA National Environmental Satellite, Data and information Service, Office of Research and Applications, Oceanic Research and Applications Division)....	56
Şekil 4-2. Kasım 1978'den Haziran 1986'ya kadar dünya denizlerinde CZCS görüntüleriyle tespit edilen olan kokolitofor patlamaları (>4800 km ² ölçerek) (BROWN and YODER, 1994'den). Beyaz kokolitofor patlamasını, mavi kokolitofor patlaması olmayan bölgeleri, yeşil karaları ve siyah data olmadığını göstermektedir.....	57
Şekil 4-3. 2001 yılında küresel kokolitofor patlamalarını gösteren kompozit SeaWIFS görüntüsü (18 km çözünürlük), harita Dr. Christopher Brown'dan.....	57
Şekil 4-4. Örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda yağış, parlama, toz ve <i>E. huxleyi</i> bolluğu arasındaki ilişki.....	73

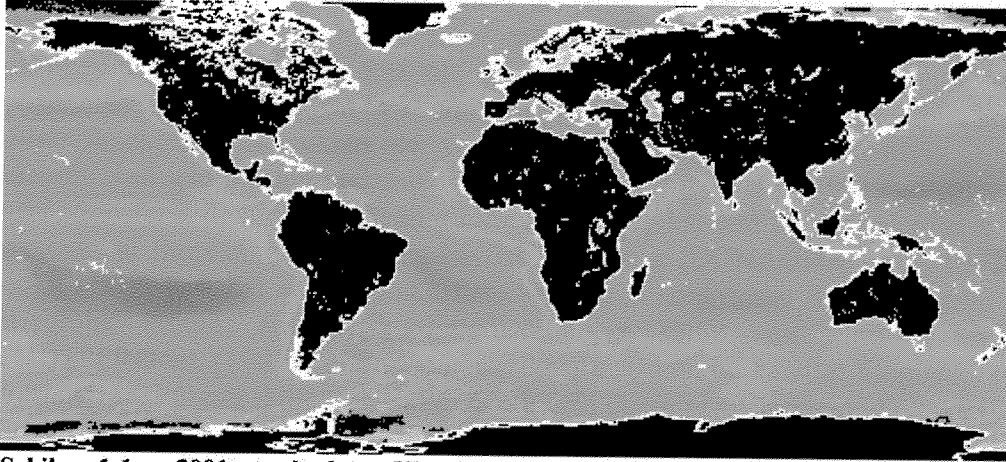
Şekil 4-5. 16 Ağustos 2001'de besin elementi, fitoplankton bolluğu (hücre l ⁻¹) ve biyokütlesi (µg l ⁻¹).	76
Şekil 4-6. 2000-2002 döneminde <i>Emiliana huxleyi</i> bolluğu ve a) Si, b) Si/NO ₃ , c) NO ₃ +NO ₂ d) PO ₄ ilişkileri (23 Ekim 2001'deki fosfat konsantrasyonu hatalı olarak çok yüksek ölçülmüştür).	77

GİRİŞ

Klasik denizsel besin zincirinde fitoplankton, çoğunluğunu krustaselerin oluşturduğu mesozooplankton (200-2000 μm) aracılığıyla balıklara ve balinalara kadar ulaşan besin zincirinin birinci halkasını oluşturur. Zincirin ilk halkası olması nedeniyle diğer bütün deniz canlılarının yaşamı bu canlı grubunun zaman-mekan ölçekli çoğalması, dağılımı ve bolluğuna bağlıdır (VAULOT, 2001).

Okyanussal bitki biyokütlesi toplam biyosferik toplamın sadece %0.2 sini oluşturur. Buna rağmen son tahminlere göre okyanussal birincil üretim ($\sim 40\text{-}50 \text{ Pg C y}^{-1}$, [Bir petagram (Pg) = bir milyar ton], LONGHURST ver ark., 1995; FIELD vd., 1998; GEIDER vd., 2001) yeryüzü net birincil üretimin yarısını oluşturur (FIELD vd., 1998).

Besin elementleri ve ışık denizde fitoplankton büyümesini etkileyen en önemli iki faktördür. Işık genellikle yüzey sularında fitoplankton için sınırlayıcı değildir (kutuplarda tamamen karanlık geçen dönemler hariç). Buna karşılık besin elementi bazı tropik ve subtropik bölgelerde su kolonu tabakalaşması varken sınırlayıcı olabilmektedir. Bu yüzden suların iyi karışmış olduğu kutup ve kutupların hemen altındaki enlemlerde klorofil-a miktarları fazla görülmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1-1 2001 yılında Klo-a' nın küresel dağılımı (SeaWiFS web sitesinden http://seawifs.gsfc.nasa.gov/cgi/level3.pl/S20010012001365.L3m_YR_CHLO.jpg?DAY=11462&PER=y&TYP=chlo_r4&IMG=big)

İrmak girdileri, açık su ve kıyasal upwelling ve akıntılar ışıklı yüzey sularına besin girdisi sağlayan önemli kaynaklar arasındadır. Bu kaynaklara ek olarak atmosfer kaynaklı kuru (toz) ve yağ (yağmur) çökelmelerin önemi son yıllarda daha fazla anlaşılmıştır (PROSPERO vd., 1996; PAERL, 1997; BERGAMETTİ vd., 1992; GUERZONİ vd., 1999; HERUT vd., 1999; RİDAME ve GUIEU, 2002; MARKAKİ vd. 2003).

Küresel net birincil üretimdeki katkısının yanı sıra fitoplankton, atmosferik karbon dioksit içeriğini ve bulut oluşumunu (dimetilsülfat –DMS üretimi vasıtasıyla) etkilediği için, küresel iklim değişiminde rol oynaması nedeniyle de önemlidir (MANN ve LAZIER, 1991).

Son yıllarda (örneğin ormanların yok edilmesi veya fosil kaynakların kullanılması sonucu) artan CO_2 basıncı nedeniyle, küresel ısınma dünya nüfusunun önemli endişelerinden biri olmuştur. Bu yüzden fitoplankton havadaki CO_2 'i CaCO_3 yada organik madde olarak deniz tabanına transfer ederek atmosferdeki CO_2 seviyelerinin düşmesinde önemli rol oynayabilir. Karasal sistemlerde karbon, yapraklarda, odunsu materyalde ve toprakta bulunur.

Fotosentez ve solunumun temel işlevleri okyanus ve kara bitkilerinde benzerdir fakat karbon döngüsünün etkinliği birbirinden son derece farklılıklar gösterir. Küresel fitoplankton biyokütlesi yaklaşık 2-6 günde geri dönüşüme uğrarken, karasal sistemlerde geri dönüşüm

süresi komünite kompozisyonuna bağlı olarak (orman ekosistemi veya diğer yeşil alanlarda) 10 yıllarla veya yüzyıllarla ifade edilir.

Net birincil üretimi etkileyebilecek belirgin değişimler karasal bitkilerde yıllar veya yüzyıllar gerektirirken, sucul bitkilerde günler yeterlidir (GEİDER vd., 2001) ve bu yüzden de okyanussal karbon döngüsü denge içinde değildir (FALKOWSKİ vd., 1998; GEİDER vd., 2001). Okyanussal akıntılar, biyolojik işlevler (geri dönüşüm, partikül organik madde akışı, çözünmüş organik madde depolanması), öfotik bölgeye N, P, Si ve demir sağlanması net birincil üretimi etkileyen faktörler arasındadır. Okyanuslardaki üretimin hızlı değişimi nedeniyle okyanussal birincil üretimi kontrol eden faktörleri anlamak elzemdir.

KELLER vd. (1989) kokolitoforların diğer prymnesiofitler, dinoflagellatlar ve diyatamlar gibi dimethylsulfoniopropionate (DMSP)'yi diğer fitoplankton gruplarından daha fazla üretmeye meyilli olduğunu kaydetmişlerdir. Bu bileşik, görünüşte osmoregülasyonda kullanılmaktadır ve dimetilsülfat (DMS) üretimine neden olmaktadır. CHARLSON vd. (1987) bu gazın sülfirik asite okside olduğunu ve sülfirik asitin aktif ve oldukça hidroskopik olması nedeniyle mineral aerosol yüzeylerine özellikle de ıslak yüzeylere adsorbe olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak sülfirik asit banyosu yapan mineral fazdaki demir ve mangan aerosollerinin efektif olarak çözünmesi beklenir. Bu aerosoller ise fitoplanktonca kullanıma hazır haldedirler. Bu durumda aerosol partiküllerinin atmosferde bulut oluşumunu teşvik eden en önemli çekirdekler arasında olduğu öne sürülmektedir. Böylece, onlar yağışa, yağış ise çözünmüş demir, mangan ve amonyumun okyanusa taşınmasına bir araç teşkil ettiği düşünülmektedir. Gerçekten de yağış ile olan depozisyon atmosferik demirin okyanusa ulaşabilmesi için birincil mekanizmadır (DUCE ve TINDALE, 1991) ve yukarıda bahsedildiği gibi atmosferik demir ve mangan girdisi azot düşey karışım ile dip sulardan taşınabileceği için okyanussal fitoplankton için esas kaynak sayılabilir (DONAGHAY vd., 1991). Dahası, artan bulut örtüsü yeryüzü albedosunu arttıracığı için kokolitoforlar dünya iklimini de etkileyebilir. Biyolojik üretim, atmosferik dimetilsülfat ve sülfat aerosollerini arasındaki korelasyon PROSPERO vd. (1991) tarafından gösterilmiştir. Bütün bu kanıtlar fitoplanktonun (özellikle *E. huxleyi*'nin) küresel iklim değişikliği üzerindeki önemini göstermektedir.

1.1 Atmosferik besin elementi girdisi

1.1.1 N ve P

Atmosferik çökeltme, özellikle oligotrofik sular veya besin elementinin yüksek olmasına rağmen klorofil-a'nın düşük olduğu (HNLC) bölgeler için önemli bir kaynak teşkil edebilir.

ZHUANG ve LIU (1994) Sarıdeniz'e (Doğu Çin Denizi'nin kuzeyi, Büyük Okyanus) çözünmüş inorganik azotun %65'inin ve çözünmüş inorganik fosforun %70'inin atmosfer ile sağlandığını belirtmiştir. Atmosferik azotun (inorganik yaş veya kuru) çökeltmesi Baltık Denizinde toplam yeni azotun >%25'ini (RODHE vd., 1980), batı Baltık Denizinde %60'ını (PRADO-FIEDLER, 1990), Kuzey Pasifik Okyanusunun tabakalaşmış yüzey sularında %40-70'ini (PROSPERO ve SAVOİE, 1989) ve Sargasso Denizi yüzey sularında %25'ini (DUCE, 1986) oluşturur. Ek olarak, atmosferik azot girdisi körfez ve kıyısız suların ötrofikasyonunda ve zararlı alglerin görülmesinde direkt veya su girdisi yoluyla sorumlu tutulabilir (PAERL, 1997; WALSH ve STEIDİNGER, 2001).

Genelde doğu Akdeniz'in fosfor limitasyonu (ZOHARY ve ROBARTS, 1998; KROM vd., 1991), batı Akdeniz'in azot limitasyonu (RAÏMBAULT ve COSTE, 1990; THINGSTAD ve RASSULZADEGAN, 1995) gösterdiği ileri sürülmektedir. Ancak limitasyonun döneme (DOLAN vd., 1995) veya bölgeye (WOODWARD ve OWENS, 1989) bağlı olarak değiştiğini gösteren kanıtlar artmaktadır.

Toplam inorganik azotun atmosferik girdisi kuzeybatı Akdeniz'de ($0.7 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) (GUERZONİ vd., 1999) güneydoğuya göre ($0.32 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) (HERUT vd., 1999) daha

fazlayken atmosferik inorganik fosfor depozisyonu (TIP, kuru ve yaş) kuzey batı ve güneydoğuda ($0.03-0.04 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) benzerdir (HERUT vd., 1999).

Islak inorganik azot depozisyonu kuzeybatı Akdenizde ($100 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) (LOYE-PILOT vd., 1990) güneydoğuya göre ($60 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) (HERUT and KROM, 1996) ve kuzeybatı Akdeniz'e tahmin edilen kuru IN depozisyonundan ($25 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) (KLEIN, 1998; GUERZONİ vd., 1999'dan) ve kuzeydoğu Akdeniz'e olan kuru depozisyonundan ($43 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ Erdemli İstasyonu için) (MARKAKİ vd., 2003) daha fazladır. Nehirsel girdilerin inorganik besin elementi katkısı da batı Akdeniz'de doğuya göre daha önemlidir (HERUT vd., 2002; GUERZONİ vd., 1999).

BERGAMETTİ vd. (1992) atmosferik fosforun kuzeybatı Akdeniz'de yeni üretimde kullanılan fosforun %2 ile %10'unu oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Fakat yaz aylarında atmosferik fosfor yeni üretimin büyük çoğunluğunu oluşturabilir. Atmosferik IP gidisinin esas kısmını antropojenik fosfor oluşturur (%58-75) bu fosfor da karasal (crustal) fosfora nazaran (%8) daha çok çözünebilir özelliktedir (%40-100). Bununla birlikte karasal fosfor kuzeybatı Akdeniz'de yıllık olarak atmosferik fosfor girdisinin %23'ünü oluştururken bu oran toz taşınım zamanlarında toplam atmosferik fosforun %50'sini oluşturabilir (BERGAMETTİ vd., 1992). HERUT vd. (1999) da çöl tozunun (%25) Avrupa orijinli yani antropojenik fosfora göre (%45 medyan) daha az çözünebilir özellikte olduğunu belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, HERUT vd. (1999) güneydoğu Akdeniz'de yağmur suyunun besin elementi (nitrat ve amonyum) içeriğinin Sahra kökeninden ziyade çoğunlukla antropojenik kökenli olduğunu rapor etmişlerdir. Fakat, MARKAKİ vd. (2003) toz taşınımında, Sahra kökenli peryotları Rusya veya Avrupa kökenli peryotlarla karşılaştırarak öncekinin 2-3 kat daha fazla nitrat içerdiğini belirtmişlerdir. Bu da KOUVARAKIS vd. (2001) ve OZSOY vd., (2000)'nın gözlemleriyle uyum içindedir. Bu eğilim Sahra tozunun HNO_3 'ü tutmasına bağlanmıştır (DENTENER vd., 1996). Erdemli'de en düşük nitrat konsantrasyonu Arap yarımadası ve Anadolu kökenli toz taşınımı olduğu zamanlarda görülmüştür. Bu araştırmacılar bu yönden gelen tozların düşük nitrat içerdiğini fakat taşınımın sadece kış aylarında gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

1.1.2 Demir

Demir fitoplankton için gerekli olan besin elementlerinden biridir. Makro besin elementi sınırlayıcılığının yanında, ekvatoryal Pasifik ve subarktik Pasifik gibi bazı bölgelerde birincil üretim için demir limitasyonunun olduğu rapor edilmiştir (MARTİN vd., 1990; MARTİN vd., 1994; LANDRY vd., 2000). Bu yüzden bu bölgelerde fitoplankton büyümesinde nitrat veya fosfata kıyasla çözülmüş demir girdileri önem kazanmaktadır. Çünkü, fitoplankton için önemli olan partikül değil, çözülmüş demirdir. Bu yüzden partikül demir konsantrasyonları yanında, demirin çözünme kinetiği de önemlidir. Demirin çözünme mekanizması son zamanlarda gelişen teknolojiye rağmen hala tamamen anlaşılmış değildir. Bununla beraber bu konuyla ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Denizin yüksek pH'sı nedeniyle demirin oksijenli yüzey sularında genellikle partikül formda (genellikle Fe(III) olarak) bulunduğu bilinmektedir. WELLS vd. (1995) çözülmüş demirin %99.9'nun hem açık hem de kıyı sularda organik keleytirlerle (chelator, metal ve ametal bileşimi) kompleks oluşturmuş şekilde bulunduğunu önermişlerdir. Böylece organik keleytirlerin demirin çözülmüş halde bulunmasında önemli bir yere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Demirin çözünürlüğünde diğer mekanizmalar da vardır. Mesela, krizofit "*Ochromonas*" gibi bazı mikсотrofik fitoplankton türleri partikül demiri alıp bu türün içinde bulunan bakteriler vasıtasıyla demiri çözülmüş forma çevirebilirler (MARANGER vd., 1998). SAYDAM ve ŞENYUVA (2002) Fe(II) nin fotokimyasal olarak iki saat içinde oluştuğunu fakat karanlıkta Fe(II) konsantrasyonunun düştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca fotokimyasal indirgenmenin Sahra

tozunda çok daha fazla olduğu, Anadolu ve Arap yarımadasından gelen tozdaki demirin 10 kat daha az çözünür olduğunu kaydedilmiştir (SAYDAM ve ŞENYUVA, 2002). Akdeniz yüzey suyu ile karıştırılan tozda ise demirin çözünmediği kaydedilmiştir. Akdeniz'e ulaşan partikül demirin ana kaynağı Sahra tozudur, antropojenik katkı ise çok azdır (GUIEU vd., 2002a).

Çözünemeyen atmosferik partiküllerin doğu Akdeniz'e olan katkısı (41×10^6 ton) batı Akdeniz'e göre (24×10^6 ton) daha fazladır (GUERZONİ vd., 1999). KUBILAY ve SAYDAM (1995) da atmosfer ile gelen partikül demir ve alüminyumun Erdemli'de batı Akdeniz'deki ölçümlere göre daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir. ÖZSOY ve SAYDAM (2001) de Erdemli'de 1996-1997 döneminde yağmur suyundaki çözülmüş demir ile partikül demir arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır. Ancak, çözülmüş demirin fitoplanktonca tüketilmesi, yağmur suyunun asitliliği gibi faktörler deniz suyundaki ve yağmur suyundaki çözülmüş demir konsantrasyonlarını etkilemektedir. İlişkinin bulunamaması bu nedenlerle olabilir. Yukarıda bahsedildiği gibi, fitoplankton demiri organik keleytir salgılayarak da alabilir. Ek olarak, bazı fitoplankton gruplarının çok az demir ile idare edebildiği de bilinmektedir.

Gelişmiş tekniklere rağmen, çözülmüş demir konsantrasyonlarını ölçmek hala zordur. Dikkatli ve temiz çalışma gerektirmektedir ve pahalı aletlere ihtiyaç vardır (mesela Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, ICP veya stripping voltametre). Bu yüzden, denizlerde hala sınırlı sayıda çözülmüş demir ölçümü bulunmaktadır.

Doğu Akdeniz'de demirin sınırlayıcı besin elementi olup olmadığını anlamak için hiçbir çözülmüş demir ölçümü bulunmamaktadır. Ancak, bazı ipuçları (bu bölgedeki partikül demir ölçümleri, demirin çözünme kinetiği ve diğer besin elementlerinin konsantrasyonları) bu bölgede demirin sınırlayıcı olmadığına işaret etmektedir (ileriki paragraflara bakınız).

SUNDA ve HUNTSMAN (1995) okyanussal alglerin büyüme limitasyonunun sadece birkaç pikomolar seviyelerde gerçekleştiğini fakat çözülmüş demir konsantrasyonlarının okyanusların yüzey sularındaki konsantrasyonlarının 50-100 pM seviyelerinde olduğunu belirtmişlerdir (JOHNSON vd., 1997). Bununla birlikte, bazı okyanus habitatlarında 20-30 pM çözülmüş demir konsantrasyonunun fitoplankton için sınırlayıcı olduğu önerilmiştir (MARTİN vd., 1991; WELLS vd., 1995).

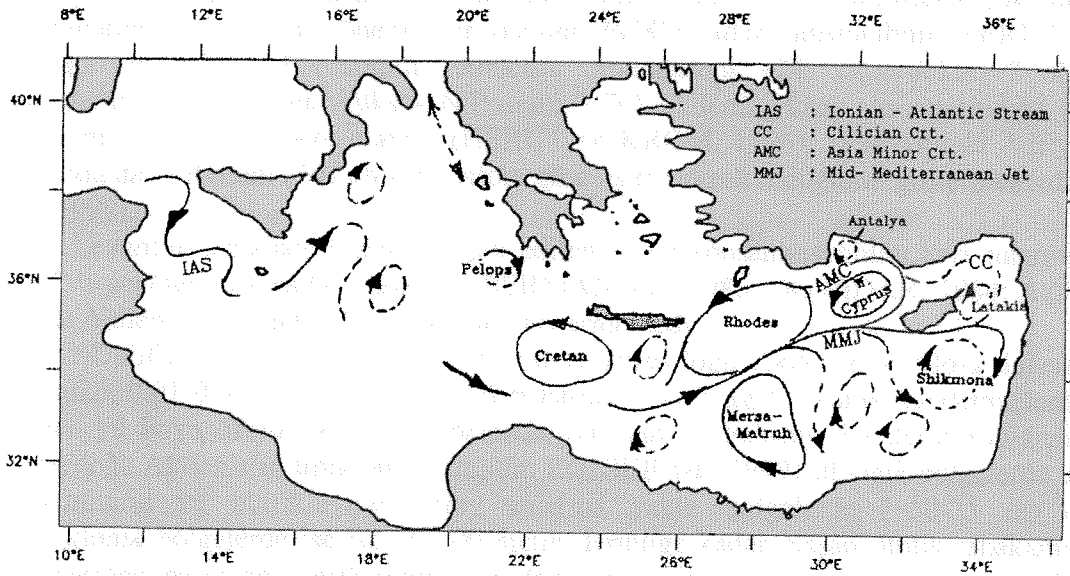
GUERZONİ vd. (1999) batı Akdeniz'deki çözülmüş demir konsantrasyonlarının genellikle 1 nM (1000 pM)'in üzerinde olduğunu belirtmişlerdir ve bu konsantrasyon genellikle fitoplankton için sınırlayıcı değildir. Ek olarak Akdeniz yüzey suyu besin elementince fakir olduğundan fitoplanktonun demir ihtiyacı da az olacaktır. SARTHOU ve JEANDEL (2001) batı Akdeniz'de minimum çözülmüş demir konsantrasyonunu <0.13 nM olarak Mayıs 1995'de fitoplankton patlaması ve su tabakalaşması varken tespit etmişlerdir. Aynı bölgede maksimum çözülmüş demir konsantrasyonunu ise 4.8 nM olarak rapor etmişlerdir. Sonuç olarak, ölçülen en düşük çözülmüş demir konsantrasyonu bile fitoplankton büyümesi için yeterli gibi görünmektedir. Benzer olarak, ÖZSOY vd. (2000) sadece yağmur ile gelen reaktif demirin kuzeydoğu Akdeniz'deki birincil üretimi desteklemek için yeterli olabileceğini hesaplamışlardır.

1.1.3 Demir ihtiyacı ve demirin hücre fizyolojisi üzerine olan etkileri

Demir fitoplankton büyümesinde pek çok işleve sahiptir. Fotosentez ve solunumda elektron transfer ajanı olarak bulunur ve bazı enzimlerin (özellikle nitrat ve nitrit reduktaz) yapısında yer alır. Demirin sınırlayıcı olduğu ortamlarda bu eksikliği gidermek için fitoplanktonun geliştirdiği bazı mekanizmalar vardır. Örneğin, ortamda yeteri kadar amonyum iyonu var ise nitrat veya nitrit yerine besin kaynağı olarak kullanılmaktadır.

1.2 Akdeniz'in fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri

Akdeniz Kuzey Atlantik Okyanus'una dar ve sığ bir (400 m) boğaz (yani Cebelitarık) vasıtasıyla bağlanır. Atlantik yüzey suyu Cebelitarık Boğazı yakınlarında Atlantik Akıntı sistemini (Atlantic Stream System, ASS) oluşturur. Levantin Denizine doğru akıntı esnasında bu system Sicilya Boğazı'na girerken İyon-Atlantik Akıntısını (Ionian Atlantic Stream, IAS) oluşturur (Şekil 1.2). Bu da bölgede dolaşırken Orta Akdeniz Akıntısını (Mid Mediterranean Jet, MMJ) meydana getirir. Bu akıntı kuzeyde siklonik Rodos döngüsü ile güneyde antisiklonik Şikmona döngüsü arasından doğuya doğru hareket eder. Bu akıntının bir dalı Kıbrıs'ın doğusundan kuzeye doğru yol alır ve Asya Minor akıntı (Asia Minor Current, AMC) sistemini oluşturur. Bu da Türkiye kıyılarından batıya doğru hareket eder (Şekil 1.2, DEMIROV ve PINARDI., 2002). Akdeniz'e Cebelitarık Boğazından giren ve 36.15 ‰ tuzluluğa sahip olan Atlantik yüzey suyu bölge içine doğru taşınırken çevre sularla karışarak değişime uğrar ve 38.6 ‰ tuzluluğa yükselir (ÖZSOY vd., 1989) ve 50-100 m derinliğe doğru iner. Kış karışımı Levantin baseninde Levantin Ara Suyunu (Levantine Intermediate Water, LIW) oluşturur, bu da batıya doğru 300 ile 500 m derinlikler arasında taşınır. Doğu Akdeniz derin suyu Adriatik Denizi'nde (ROETHER ve SCHLITZER, 1991) veya Ege Denizi'nde (ROETHER vd., 1996) oluşur. Daha sonra da bağıl olarak daha dar ve daha sığ olan boğazlar vasıtasıyla derin sulara taşınır.



Şekil 1-2. Akdeniz'de sirkülasyon özellikleri (ÖZSOY, 1989'dan).

Özetlenecek olursa, Doğu Akdenizde farklı derinlik seviyelerinde farklı su kütleleri oluşur. Yüzey suyu sıcak (16-25 °C) ve tuzlu (38.8-39.4 ‰) bir karaktere sahiptir ve Levantin yüzey suyu olarak adlandırılır. Bu su tabakası altında 50-100 m derinliklerde yaklaşık 17 °C sıcaklıkta ve 38.77-38.86 ‰ tuzlulukta Atlantik suyu yer alır. Bu tabaka altında yüzey altı tuzluluk maksimumu olarak bilinen Levantin Ara Suyu bulunmaktadır. Bu tabakanın (200-310 m) tuzluluğu yıl boyu 38.94-38.98 ‰ ve tipik sıcaklığı 15.5 °C olarak kalır. Akdeniz Derin Suyu 600-700 m derinlikleri aşan sularda görülür ve 13.8 °C'den daha düşük sıcaklığa ve ≤38.74 ‰ tuzluluğa sahiptir (HECHT vd., 1988).

Batı Akdeniz'deki besin elementi konsantrasyonu esas olarak kirli nehir suları girdileri nedeniyle doğuya göre daha fazladır. Bunun yanında Bölüm 1.1.1'de belirtildiği gibi atmosferik azot girdisi de batı Akdeniz'de doğuya göre daha fazladır. Batı Akdeniz derin su tabakasında nitrat ve fosfat konsantrasyonu ($\text{NO}_3=7.6 \mu\text{M}$, $\text{PO}_4=0.38 \mu\text{M}$, Mc GILL, 1965; DELMAS ve

TREGUER, 1984; BETHOUX vd., 1992) doğudakinden ($\text{NO}_3+\text{NO}_2= 5.5 \mu\text{M}$, $\text{PO}_4= 0.2 \mu\text{M}$, $\text{Si}= 9.7 \mu\text{M}$) daha yüksektir (YILMAZ ve TUĞRUL, 1998; KROM vd., 1993). Batı Akdeniz'de besin elementi konsantrasyonu göreceli olarak daha yüksek de olsa tüm Akdeniz besin elementi bakımından fakir bir denizdir. KROM vd. (1988) doğu Akdeniz'in derin sularında (>500 m) nitrat ve silikat konsantrasyonunun Pasifik ve Hint okyanusunun (sırasıyla $40 \mu\text{M}$ ve $10 \mu\text{M}$) ve de Atlantik sularının ($20 \mu\text{M}$ ve $40-100 \mu\text{M}$) (SPENCER, 1975) aynı derinlikteki sularından daha düşük olduğunu kaydetmişlerdir. Yukarıda belirtildiği gibi batı Akdeniz derin suları da diğer denizlerle karşılaştırılınca daha düşük görülmektedir.

Doğu Levantin Denizi'nin yüzey suları besin elementi açısından oldukça oligotroftir. Fosfat konsantrasyonu genellikle $0.02 \mu\text{M}$ 'in altında ve nitrat konsantrasyonu $0.6 \mu\text{M}$ 'ı geçmez. Nütriklayn 150-200 m arasında gözlenmeye başlar ve 500-600 mtere derinliğe kadar uzanır (YAKOBI vd., 1995; Krom vd., 1991).

Besin elementi ve Klo-a konsantrasyonları batı Akdeniz'in farklı bölgelerine göre değişim gösterir. Daha az tuzlu ve soğuk Adriyatik yüzey sularında ($\text{N}-\text{NO}_3=2.3 \mu\text{M}$ ve $\text{Klo-a}= 0.4 \mu\text{g l}^{-1}$) daha tuzlu İyon Denizi yüzey sularına göre ($\text{N}-\text{NO}_3=1.3 \mu\text{M}$ and $\text{Chl-a} = 0.3 \mu\text{g l}^{-1}$) 1994 yılında daha yüksek bulunmuştur (SOCAL vd., 1999).

MARKAKI vd. (2003) Girit ve Erdemli'de ıslak ve kuru atmosferik çökeltide DIN/DIP molar oranının 63 ve 349 arasında değiştiğini, bunun ise Akdeniz'de gözlenen N/P oranından (25-28) 22 kattan daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca atmosferik çökelti yazın ve sonbaharda yeni üretimin önemli bir kısmını (%38'e kadar) oluşturabilir. HERUT vd. (2000) 150-400 m deki N/P oranının geometric ortalamasını ~24, yüzeydekini 7 olarak rapor etmişlerdir. Atmosferdeki yüksek N/P oranı (~70) Akdeniz yüzey altı sularındaki yüksek N/P oranlarının (20-27) sebebi olabilir (HERUT ve KROM, 1996). 1994 yılında Adriyatik yüzey suyunda da N/P oranı (50) azotun fosfora göre aşırı yüksek olduğunu göstermektedir (SOCAL vd., 1999).

Levantin denizinde önceden rapor edilen Klo-a konsantrasyonları kıyı sularında bile $1.0 \mu\text{g l}^{-1}$ 'i geçmeyecek kadar düşüktür (BERMAN vd., 1986; DOWIDAR, 1984; AZOV, 1986). Bu da Akdeniz'in oligotrofik karakterini göstermektedir.

EDIGER vd. (1999) 1991-1994 yılında kuzeydoğu Akdeniz'de Klo-a değerlerinin yaz aylarında $0.01-0.6 \mu\text{g l}^{-1}$, kış ve erken baharda $0.1-1.7 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak kaydetmişlerdir. Hemen hemen yıl boyu öfotik bölgenin tabanında yer alan iyi gelişmiş bir derin Klo-a maksimumu kuzeydoğu Akdeniz'in tipik bir özelliğidir. EDIGER vd. (1999) siklonik bölgelerde derin Klo-a maksimumu ve nütriklaynın yüzey sularına yakın bölgelerde (~50-75 m) çakıştığını, antisiklonik bölgelerde ise ise 90-100 metre derinliğe kadar ulaşan öfotik tabakanın, 150-200 metrelerden başlayan nütriklaynın çok daha üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu bölgede ortalama öfotik tabaka derinliği 80 m olarak rapor edilmiştir.

HERUT vd. (2000) mevsimsel olarak değişen Klo-a konsantrasyonlarının İsrail açıklarında 1996-1998 yılları arasında 0.003 ve $0.415 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında olduğunu belirtmişlerdir. Dahası sonbahar ve kışı takiben farklı fitoplankton biyokütellerinin geliştiğini ve bunu orta derecede bir ilkbahar yükselmesinin izlediğini not etmişlerdir. Ayrıca doğu Akdeniz'de maksimum Klo-a konsantrasyonunun yüzey sularının karışımının şiddetli olduğu geç kış döneminde ortaya çıktığını belirtmişlerdir (BERMAN vd., 1986; AZOV, 1986; KROM vd., 1991; EDIGER ve YILMAZ, 1996).

Benzer olarak YAKOBI vd. (1995) Klo-a miktarlarının doğu Levantin Denizi'nde 0.0092 ile $0.423 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında ve üst 200 m de ortalama olarak $0.126 \pm 0.086 \mu\text{g l}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir. Sözkonusu çalışmada Klo-a konsantrasyonunun tüm basende benzer değerler gösterdiği bulunmuştur. Derin Klo-a maksimumunu 90-110 m arasında $0.25 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir. Bu değerlerin ultraoligotrofik karakteri yansıttığını da belirtilmektedir.

Doğu Akdeniz'deki fitoplankton çalışmalarının çoğu 1960'lı ve 1970'li yıllarda yapılmıştır (HALIM, 1960; EL-MAGHRABY ve HALIM, 1965; HALIM vd., 1967; KIMOR ve BERDUGO, 1967; KIMOR, 1975). 1980 ve 1990'lı yıllarda sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (LAKKIS ve LAKKIS, 1981; KIMOR, 1981, 1983, 1987; DOWIDAR, 1984; AZOV, 1986; LAKKIS, 1991; POLAT vd., 2000; IGNATIADES vd., 2002; KIDEYŞ vd., 1989; EKER ve KIDEYS, 2000). Anılan bu çalışmalardan sadece iki tanesi 55 µm boyutundan daha küçük kokolitoforları içeren fitoplankton grubunu çalışmalarına dahil etmişlerdir (KIMOR, 1975, 1987). Batı Akdeniz'de de tüm fitoplankton taksonomik kompozisyonunu ve bolluk değerlerini içeren çalışma azdır (SOCAL vd., 1999; RAIMBOLD, 1993; GOTSIS-SKRETAS vd., 1999; BELIAEFF vd., 2001).

Klo-a konsantrasyonlarından anlaşılacağı gibi Akdeniz'de asıl fitoplankton patlaması kış-ilkbahar döneminde meydana gelmektedir (EDIGER vd., 1999; GOTSIS-SKRETAS vd., 1999). KIDEYŞ vd. (1989) and EKER and KIDEYŞ (2000) Erdemli'de 1985 ve 1996 yıllarında asıl fitoplankton patlamasını Şubat ayında gözlemişlerdir. 1981-1983 yılları arasında sadece birkaç aylık aralıklarla yaptıkları çalışmada KIMOR vd. (1987) maksimum diyatom ve kokolitofor bolluğunu Nisan'da gözlemişlerdir, fakat toplam bolluk (küçük flagellatlar nedeniyle) hem yüzeyde hem de derin Klo-a maksimum derinliğinde yazın bulunmuştur. SOCAL vd. (1999) batı Akdeniz'de 1994 yılında ilkbahar ve sonbahar'da gözlemişlerdir. Çalışmalarında minimum bolluğu yazın tespit etmişlerdir. LAKKIS ve LAKKIS (1981) 1973-1975 yılları arasında Lübnan neritik sularında Mayıs bolluğunun diğer aylardan daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bolluk yükselmelerindeki farklı sezonlaşma kıyasal alanlardan etkilenme ile ilişkili olabilir. Ek olarak, bolluk her zaman biyokütle maksimumunu göstermeyebilir. Bu yüzden, fitoplankton bolluk değerleri yerine Klo-a değerleri biyokütle değerleri yerine kullanılabilir.

Doğu Akdeniz'de fitoplankton içinde genellikle diyatamlar en önemli grubu oluşturmaktadır (POLAT vd., 2000; POLAT ve ISIK, 2002; 2000; KIDEYŞ vd., 1989; EKER ve KIDEYS, 2000; LAKKIS ve LAKKIS, 1981; KORAY, 1995; GOTSIS-SKRETAS vd., 1999; HALIM, 1960). Dinoflagellatlar veya kokolitoforlar (eğer dahil edilmişse) daha sonra gelen önemli gruplar arasında yer alır.

Doğu Akdeniz'de yapılan pek çok çalışmanın 55 µm'nin üzerinde olduğu dikkate alınır, kokolitoforlar ile ilgili çok az çalışmanın yapıldığı ortaya çıkar. Bu çalışmalar genellikle sık aralıklarla yapılmış çalışmalar değildir. Bu yüzden geçmişteki uydudan görülen parlaklıklar ile fitoplankton grupları veya bollukları arasında ilişki kurmak mümkün olmayıp, bunun yeni bir çalışma çerçevesinde yapılması gerekliydi.

1.3 *Emiliana huxleyi*'nin bazı biyolojik özellikleri

Kokolitofor grubu küresel olarak şu iki nedenden dolayı çok önemlidir:

- (1) kokolit kalsit üretimi önemli boyutlarda CO₂ çıktısı ile sonuçlanır.



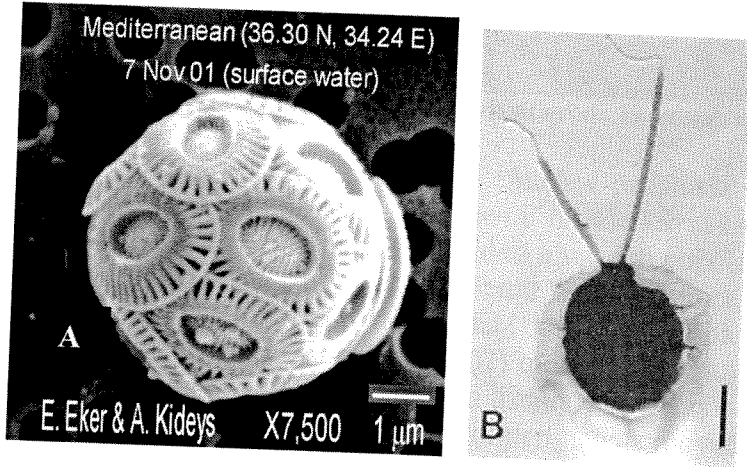
- (2) oksidasyon ürünü olarak salgılanan dimetilsülfat patlama dönemlerinde albedoyu dolayısıyla dünya iklimini etkileyebilir.

E. huxleyi günümüz okyanuslarında yaşayan en önemli kokolit türüdür, tüm kokolitler içinde bolluğun genellikle %60-80'nini oluşturur (WINTER ve SIESSER, 1994). Bu öneminden dolayı aşağıda bu türle ilgili detaylı bilgi sunulmaktadır.

1.3.1 *E. huxleyi*'nin yaşam döngüsü ve farklı hücre formları arasındaki geçişler

E. huxleyi hala tam olarak anlaşılmamış kompleks bir yaşam döngüsüne sahiptir. Pek çok araştırmacı *E. huxleyi*'nin başlıca 3 formda bulunduğunu kaydetmişlerdir (GREEN vd., 1996; PAASCHE, 2002). Bunlar kokolit taşıyan ve hareketsiz C-hücreleri, hareketli fakat kokolit taşımayan ancak organik pullara sahip olan S- hücreleri (Şekil 1.3), ve hem hareketsiz hem de çıplak N-hücreleri. Fakat bu formlar arasındaki ilişkiler henüz tam olarak çözülememiştir. Ayrıca C-hücreleri için genetik olarak farklı subtipler de rapor edilmiştir (Tip A, B ve C).

Bunlara ek olarak ayrıca bir de hareketli, sadece laboratuvar ortamında meydana geldiği düşünülen ve flagellata sahip olmayan ameboid form da rapor edilmiştir (PAASCHE, 2002).



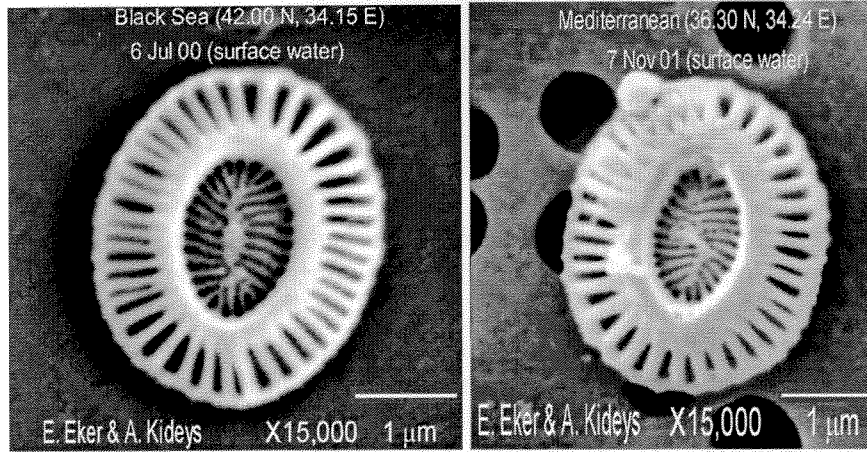
Şekil 1-3. (a) Kokolit taşıyan C-hücreleri, ve (b) pul taşıyan S-hücreleri (John Green'den (cetvel bar=1 mikronmetre))

1.3.2 *E. huxleyi*'de kokolit üretimi

E. huxleyi kokoliti (30-40 segmentten oluşan) bir heterokokolittir (Şekil 1.4). Belli bir boyuttaki kokolit başına düşen kalsiyum miktarı oldukça değişkendir. Bu kokolit morfolojisini bir hayli etkilemektedir. Farklı yerlerden izole edilen kültürlerin (yani farklı nesillerin, Tip A, B ve C) her birinde şiddetli olarak kalsifikasyonu azalmış kokolitleri görmek oldukça yaygın bir durumdur. Bu ortamdaki CaCO_3 'ün tüketilmesi nedeniyle olabilir (YOUNG ve WESTBROEK, 1991). YOUNG ve WESTBROEK (1991) ayrıca kokolitlerdeki bozuk yapılanmanın kültürde yaygın bir durum olduğunu bunun yanında okyanuslarda da gözlemlendiğini belirtmişlerdir (Şekil 1.3a, ayrıca Fotoğraf 1g).

Kokolit üretimi ile ilgili olarak PAASCHE (2002) hem ayrı ayrı laboratuvar erlenlerinde hem de devamlı kültürlerde (kemostat) azot ve fosfor çok fazla sınırlayıcı olduğunda hücre başına düşen kokolit sayısının 70-120'ye çıkabileceğini belirtmişlerdir. Molar Ca/C oranı da bu besin elementlerinin sınırlayıcı olduğu durumlarda 1.07'den yaklaşık 1.38'e çıkmıştır. Her iki tipteki limitasyon her kokolit başına düşen kalsiyum miktarında zıt etki yapmıştır. Azot limitasyonunda kokolit başına düşen kalsiyum miktarı 0.60 pg'dan 0.46-0.49 pg'a düşmüş, fosfor limitasyonunda ise 0.67-0.73 pg'a yükselmiştir.

Akdeniz klonunun, Atlantik (0.6-0.82 pg Ca kokolit⁻¹) ve İskandinav (0.67-0.76 pg Ca) klonları ile karşılaştırıldığında daha fazla kalsiyuma sahip olduğu (0.89 pg Ca kokolit⁻¹) bulunmuştur (Şekil 1.4'deki gibi). Hücre başına düşen kokolit miktarı şiddetli N veya P limitasyonu artışında önemli ölçüde artar (PAASCHE, 2002).



Şekil 1-4. İki farklı denizdeki *E. huxleyi* kokolitlerinin karşılaştırılması

BROWN ve YODER (1994) *E. huxleyi* patlamalarındaki biyokütle oluşumunun kalsit karbonu ve dimetilsülfat açısından önemli ölçüde kaynak olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak, pelajik karbonat sedimanındaki kokolitleri oluşturan populasyonun büyük çoğunluğunun CZCS görüntülerinde görülmediğini eklemişlerdir. Son tahminler, öncekilerin aksine (BRAMLETTE, 1958), *E. huxleyi*'nin deniz tabanındaki kalsit miktarına olan katkısının çok az (%0.3-%5; SUNDQUIST, 1985; PAASCHE, 2002) olduğunu belirtmektedir. MİLLİMAN vd. (1999) üst su kolonunda yani lisoklin derinliğinin üzerinde de geniş çapta kokolit çözünmesi olabileceğini önermişlerdir. Eğer *E. huxleyi* kokolitleri küçük boyutları nedeniyle çözünmeye yatkınsa pelajik kalsit üretimine olan katkılarının sediman kayıtlarına olan katkılarından daha fazla olabileceği ortaya çıkar. Fakat, kokolitlerin suda tekrar çözünmesi kalsifikasyon ile ortaya çıkan denizdeki CO₂ kısmi basıncı artırması etkisini de yok etmiş olacaktır.

1.4 Çalışmanın amacı

SAYDAM (1996) Sahra'dan gelen demirin ıslak depozisyonunun Akdeniz yüzey sularında gündüz zamanı fitoplankton patlamasını tetikleyebildiğini öne sürmüştür. Dahası SAYDAM (1996), indirgenmiş demir ile patlaması tetiklenen *E. huxleyi*'nin kalsiyum karbonat pulları nedeniyle 1-2 hafta içinde NOAA-AVHRR uydularında parlaklığa sebep olduğunu iddia etmiştir. SAYDAM'ın yazarları arasında bulunduğu uluslararası saygın bilimsel makalelerde bu olaylar "Cemiliana hipotezi yada teorisi" olarak adlandırılmıştır. (KAPUR ve diğ. 2000; GUERZONİ vd. 1999).

NOAA-AVHRR uydularında yüksek yansıma olayları ara sıra görülmektedir (bu uydular 1978'den beri işlevseldir). Bu yansımaların *E. huxleyi* patlamaları nedeniyle önerilmektedir (SAYDAM, 1996). İddiaya göre, Sahra tozundaki partikül demir taşınım esnasında nemli ve asidik bulutlar içinde gün içinde çözünmüş forma geçer ve yağmur ile denize karışan demir 1-2 hafta içinde fitoplankton özellikle *E. huxleyi* patlamasına sebep olur, ve bu da uydularda yansımaya sebep olur. SAYDAM ve POLAT (1999)'daki çalışmasına dayanarak, *E. huxleyi* nedeniyle AVHRR görüntülerinde parlaklıklar gözlemlendiği KUBILAY vd. (2002) tarafından da belirtilmiştir.

Bizim bu çalışmadaki amacımız aşağıda belirtilen hususların doğruluğunu araştırmaktır.

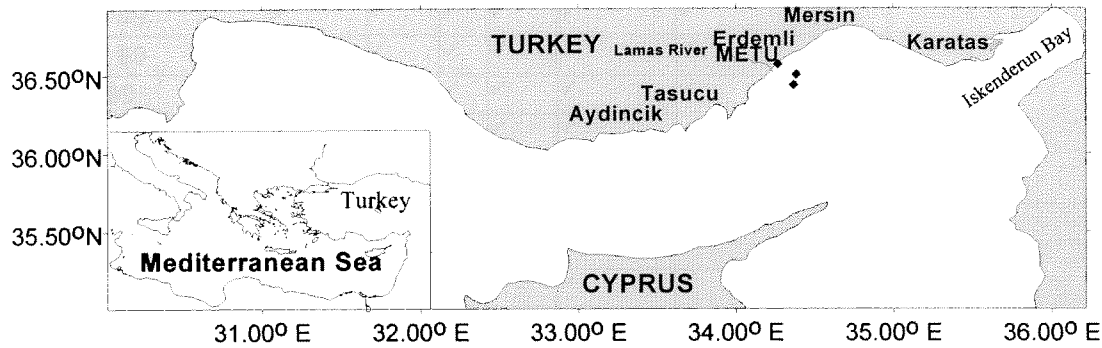
- 1) Uydularda gözlenen bu yansıma olayları gerçekten *E. huxleyi* patlamaları nedeniyle mi?
- 2) Sahra tozu, fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu arasında herhangi bir ilişki var mı? Bölgede fitoplankton (özellikle *E. huxleyi*) dinamiğini hangi mekanizmalar kontrol eder?

2 YÖNTEM

2.1 Saha örnekleme ve Fitoplankton analizi

Saha örnekleme biri derin (~150 m, kıydan yaklaşık 6 deniz mili uzaklıkta 36°30'N ve 34°22'E) ve biri de sığ (~15 m, kıydan yaklaşık 0.4-0.5 deniz mili uzaklıkta, 36°33'N ve 34°15'E) iki istasyondan Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemlerinde yapılmıştır. Aralık 2001 ve Nisan 2002 döneminde örnekleme lokasyonu bir miktar açığa kaydırılmıştır, (kıydan yaklaşık 9.5 deniz mili uzağa ve <200 m derinliğe, 36°26' N ve 34°22' E). Ayrıca Nisan-Haziran 1999 döneminde fitoplankton örneklerinin kıyı istasyonu yerine liman içinden (36°34 N ve 34°15 E) alındığı da not edilmelidir (Şekil 2.1, Tablo 2.1).

Derin istasyonda fitoplankton ve besin elementi örnekleri 5 farklı derinlikten (1, 25, 50, 75 ve 100 m) alınırken Klo-a örnekleri 3 derinlikten (1, 25 ve 50 m) alınmıştır. Kıyı istasyonunda bütün örnekleme 1 m ve 10 m derinliklerden yapılmıştır. Ek olarak 20, 22, 23, 24, 27 Nisan ve 2 Mayıs 2001 tarihlerinde toz olaylarının yoğun görüldüğü Datça (36° 41'N, 27° 23'E), kıyılarından da fitoplankton ve besin elementi örnekleri alınmıştır.



Şekil 2-1. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde örnekleme istasyonları

Fitoplankton örnekleri 1 litrelik kahverengi cam şişeler içine alınmıştır. Tamponlanmış formaldehit ile %2.5 konsantrasyonda tesbit edilmiştir. Formaldehit hazırlanırken 60g boraks 1 litre distile su içinde 1 gece çözülmeye bırakılmış ve 2 litre %37'lik formaldehit içine 400 ml borakslı su konulmuştur. Formaldehit bazı fitoplankton türleri için seçici olduğu için (mesela bazı çıplak flagellat türlerinin şekillerini bozabileceği için) nötral formaldehit çözeltisi kullanılmıştır. Örneklerin mikroskopik analizi için hazırlanmasında sedimentasyon metodu kullanılmıştır. 1 litrelik fitoplankton şişeleri 1-2 hafta hareketsiz bekletildikten sonra şişelerin içine ince hortumlar koyulmuş ve üst su damla damla boşaltılarak konsantre edilmiştir. Daha küçük şişelere boşaltılan konsantre örnek 1 hafta kadar daha bekletilip daha ince ve uçları eğimli hortumlar yardımıyla yaklaşık 20 ml'ye kadar tekrar konsantre edilmiştir. Seki Disk ölçümleri kaydedilmiş, sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk verileri SeaBird model bir CTD probu yardımıyla alınmıştır. Geleneksel kimyasal ölçümler (PO₄-P, NO₃-N ve Si) için deniz suyu örnekleri asitle yıkanmış polietilen şişeler içine alınmış ve ölçüm yapılmaya kadar (bir kaç hafta) derin dondurucu içinde saklanmış ve Technicon Model 3 kanallı bir otoanalizör ile ölçülmüştür (STRICKLAND ve PARSONS, 1972). Klo-a örnekleri GF/F filtrelerinden süzölmüş ve %90 aseton çözeltisi içinde ekstrakte edilmiştir. Temiz ekstraktların floresan şiddeti Hitachi F-3000 Model bir spectrofluorometre yardımıyla ölçülmüştür (STRICKLAND ve PARSONS, 1972; HOLM-HANSEN ve RIEMANN, 1978). Florometre, ekstrakte edilmiş örnekleri geniş bir mavi bant aralığında ($\lambda=420-425$ nm) eksite eder. Sonuçta meydana gelen kırmızı fluoresans ise ($\lambda=660-669$ nm) fotomultipliyer tüp ile tespit edilir. Floremetrede feopigmentler tarafından çıkarılan şiddetli floresan ise örneği asit

ile muamele ettikten sonra bulunan floresan değerini toplamdan çıkararak elimine edilir. Asit ile muamele, tüm aktif klorofil-a'yı feopigmente çevirir. Sonuçta Sigma-Aldrich Co. Ltd.'den alınan Klo-a standardı ile örneğin floresan şiddeti hem Klo-a hem feopigment için çevirme faktörleri ile konsantrasyona çevrilir.

Tablo 2-1. ODTÜ-DBE Erdemli açıklarındaki sığ ve derin istasyonundan toplanan örnekler.

Tarihler	Seki disk	NO3+ NO2-N	PO4-P	Si	Klo-a	Sıcaklık	Tuzluluk	Fito
3 Mart 99		✓	✓	✓	✓			✓
9 Mart 99		✓	✓	✓	✓			✓
23 Mart 99		✓	✓	✓	✓			✓
9 Nisan 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 Nisan 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21 Nisan 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
28 Nisan 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 Mayıs 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14 Mayıs 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18 Mayıs 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27 Mayıs 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 Haziran 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9 Haziran 99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
07 Aralık 00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20 Aralık 00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
04 Ocak 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24 Ocak 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
08 Şubat 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
03 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
08 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27 Mart 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12 Nisan 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
03 Mayıs 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 Mayıs 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18 Mayıs 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22 Mayıs 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25 Mayıs 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
08 Haziran 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21 Haziran 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
29 Haziran 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13 Temmuz 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25 Temmuz 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16 Ağustos 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
06 Eylül 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tarihler	Seki disk	NO3+ NO2-N	PO4-P	Si	Klo-a	Sıcaklık	Tuzluluk	Fito
04 Ekim 01	✓	✓	✓	✓	✓			✓
23 Ekim 01	✓	✓	✓	✓	✓			✓
07 Kasım 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14 Kasım 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11 Aralık 01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23 Ocak 02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19 Şubat 02	✓	✓	✓	✓	✓			✓
09 Nisan 02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Samples taken from Palamutpükü Datça, Marmaris								
20 Nisan 01		✓	✓	✓		✓	✓	✓
22 Nisan 01		✓	✓			✓	✓	✓
23 Nisan 01		✓	✓			✓	✓	✓
24 Nisan 01		✓	✓			✓	✓	✓
27 Nisan 01								✓
2 Mayıs 01								✓

2.2 Uydu Gözlemleri

National Oceanic and Atmospheric Administration-Advanced Very High Resolution Radiometer (NOAA-AVHRR) uydu görüntüleri (Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 tarihleri arasında 900'den fazla görüntü verisi) düzenli olarak <http://isis.dlr.de/services/ISIS/ISIS-query.html> (German Remote Sensing Data Center, DFD, Intelligent Satellite Data Information System, ISIS) ve <http://noaa.bilten.metu.edu.tr> (TÜBİTAK-METU-Bilten) internet sitelerinden indirilmiştir. Atıldıkları tarihe göre farklı NOAA uyduları bulunmaktadır (mesela NOAA-12, NOAA-14, NOAA-16). NOAA-12 14 Mayıs 1991 tarihinde fırlatılmış ve 17 Eylül 1991 tarihinde işlevsel hale geçmiştir. NOAA-14 30 Aralık 1994'de fırlatılmış ve 10 Nisan 1995 de işlevsel hale geçmiştir. NOAA-16 21 Eylül 2000'de fırlatılmış ve 20 Mart 2001'de işlevsel hale geçmiştir. Örnekleme dönemi boyunca gözlenen bu 3 uydunun görüntüleri örnekleme dönemi boyunca işlevselliğini korumuştur (Fakat bazı dönemlerde bazı küçük problemler belirmiştir (uydunun son durumunu görmek için <http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/status.html> sitesine bakınız).

NOAA-AVHRR uyduları 5 kanala sahiptir:

Kanal	Band	Dalga Boyu (µm)	Uygulama
Görünür	1	0.58-0.68	bulut, kar ve buzun izlenmesi
Yakın Kızıl Ötesi	2	0.725-1.10	su, bitki örtüsü ve tarım araştırmaları
Kısa Dalga Kızıl Ötesi	3A	1.58-1.64	kar, buz ve bulutun ayırdedilmesi
Orta Dalga Kızıl Ötesi	3B	3.55-3.93	Deniz yüzeyi su sıcaklığı, volkan ve orman yangını olayları
Termal Kızıl Ötesi	4	10.3-11.3	Deniz yüzeyi su sıcaklığı, toprak nemi
Termal Kızıl Ötesi	5	11.3-12.5	Deniz yüzeyi su sıcaklığı, toprak nemi

Deniz suyu sıcaklıkları genellikle son iki kanal vasıtasıyla tespit edilmektedir. Fakat, gündüz vakti gözlenebilen yansıma olayları kanal 1 ve 2'de oluşmaktadır. Ek olarak, NOAA-AVHRR uydularının ham verileri DBE-ODTÜ istasyonundan alınmış ve Ukraynalı bilim adamları tarafından yazılan programlar vasıtasıyla (mesela HRPT-ALBEDO, SATVIEW) da deniz suyu sıcaklık ve albedosu'nun detaylarını görmek için analiz edilmiştir. Bu programlar ile görülebilir, yakın infrared ve infrared kanalların verileri detaylarıyla analiz edilebilmiştir. Bunlardan başka Seastar-SeaWIFS görüntüleri de (~600 görüntü verisi) <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/cgi/brs/seawifs/browse.pl> internet sitesinden elde edilmiştir. Toz konsantrasyonları ve toz yükü, basitçe bu görüntülerin Paint-Shop Pro programında açılıp örnekleme lokasyonuna en yakın görünebilir alanını seçip (~30x30 km²) yeşil ve mavi kanallar toz konsantrasyonunu iyi temsil edemediği için kırmızı kanalı seçerek tahmin edilmiştir.

Yağmur verileri kıyı örnekleme istasyonuna yaklaşık 10 km uzaklıkta bulunan Erdemli meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

2.3 Tanımlama, sayım ve biyokütle tahmini

Fitoplankton tanımlama ve sayma işlemleri için Nikon model ters bir mikroskop ve gene Nikon model Optiphot-2 ışık mikroskopları kullanılmıştır. Büyük hücreler için x100, daha küçük hücreler için x200 ve x400 büyütme kullanılmıştır. Bazen tanımlama sadece cins (=genus) seviyesinde yapılabilmektedir. Mikro ve nano-fitoplankton, Sedwick Rafter sayma kamarası ve Palmer Maloney sayma kamarası kullanılarak faz kontrast mikroskopları ile sayılmıştır.

Nadir, büyük hücreler sayma kamarasının tamamında sayılırken, çok fazla sayıda bulunan hücreler sayma kamarasının bir kısmında sayılmışlardır. Sayılan alanın hacmi litredeki hücre sayısını bulmak için not edilmiştir.

Litredeki hücre sayısı, sayılan hücrelerin bir sabitle (K) ile çarpılması sonucu belirlenir.

K aşağıdaki gibi hesaplanır

$$K = \frac{V_2 \times 1000}{V_3 \times V_1}$$

Burada

V1= İlk alınan örnek hacmi (bu örneklemede 1000 ml)

V2= Sedimentasyon sonundaki hacim (ml)

V3= Sayma kamarasında hücrelerin sayıldığı hacim (ml)

Fitoplankton tanımlamasında kullanılan kitaplar şunlardır; KISELOV (1950), PROSHKINA-LAVZENKO (1955), CUPP (1977), RAMPI ve BERNHARD (1980), WINTER ve SIESSER (1994), ve TOMAS (1997).

Her hücrenin hacmi uygun morfometrik şekline bakarak, çap, uzunluk yada genişliğinin ölçülmesi sonucu hesaplanmıştır (SENICHKINA, 1986; HILLEBRAND *vd.*, 1999). Hücre hacimlerinin biyokütleyle eşit olduğu (1 $\mu\text{m}^3 = 1 \text{ pg}$) kabul edilerek hesaplanmıştır. Bu değerler karşılaştırma ve Karbon/Klo-a oranlarını bulmak için STRATHMANN (1967) eşitliği ($\log C = 0.422 + 0.758 \log V$ diatomlar için ve $\log C = 0.460 + 0.866 \log V$ diğer gruplar için) kullanılarak karbon değerlerine çevrilmiştir (C= Karbon, V=hacim).

2.4 İstatistiksel Analizler

2.4.1 Korelasyon Analizi

Çalışma alanının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile (sıcaklık, tuzluluk, nitrat, fosfat, silikat konsantrasyonu vb.) ve fitoplankton bolluğu veya biyokütlesi arasındaki ilişki Spearman'ın rank korelasyonu kullanılarak analiz edilmiştir (ZAR, 1984).

2.4.2 Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (Multidimensional Scaling Analysis, MDS)

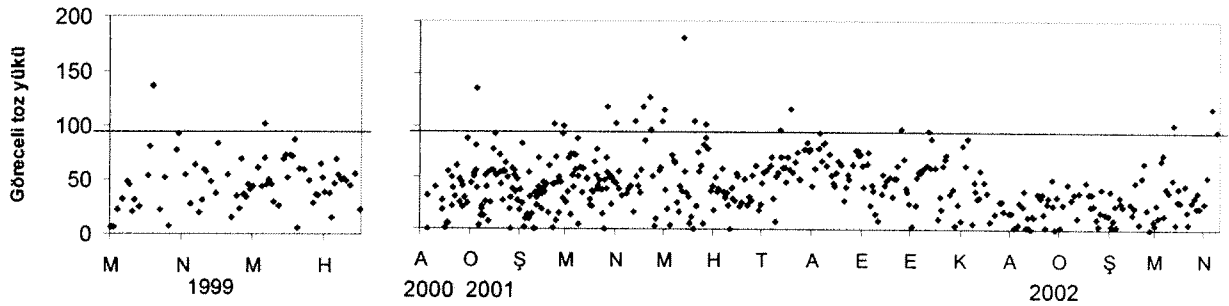
Bu analiz örnekleme boyunca ve farklı derinliklerde popülasyonlar arasındaki benzerliği araştırmak amacıyla Primer (Multivariate Analysis Package-Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalama fitoplankton bolluğunun Ln'I ve standart sapmanın Ln'I arasında yapılan regresyon analizinde bulunan eğim 1 bulunduğu için bu programda log transformasyon seçeneği uygulanmıştır. Eğer eğim 0.75 çıksaydı çift karekök, 0.5 çıksaydı karekök transformasyonu uygulanacaktı, eğim "0" bulunsaydı hiç transformasyon uygulanmayacaktı. Farklı tarihler arasındaki bolluk açısından benzerliği göstermek için Bray-Curtis Coefficient uygulanmıştır. Benzerlik matrisinden dendogram üretmek için farklı hiyerarşik sıralama stratejileri arasından grup ortalaması tercih edilmiştir.

3 SONUÇLAR

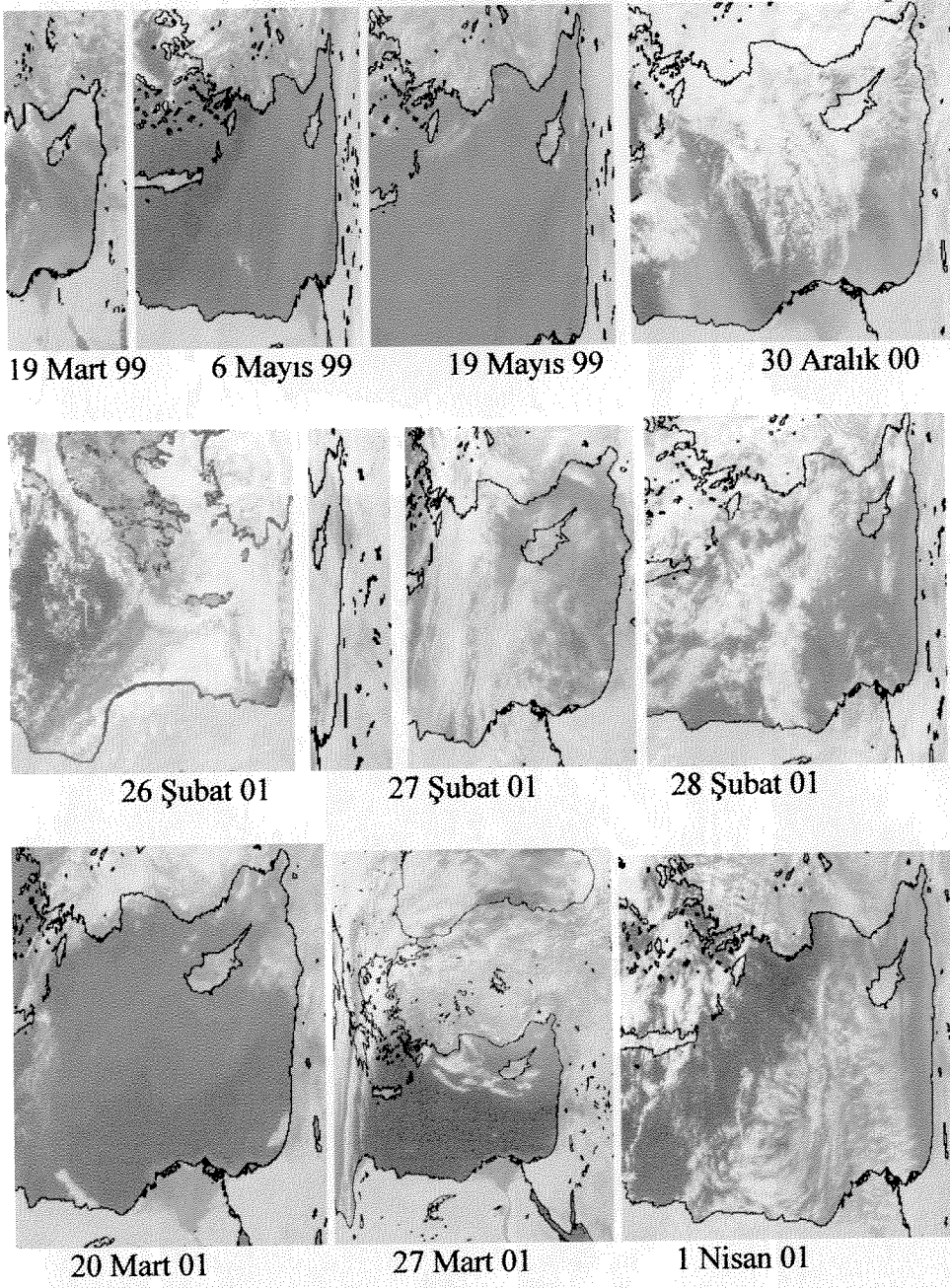
3.1 SAHA ÖRNEKLEMESİ

3.1.1 Örnekleme Bölgesine Toz Transferi

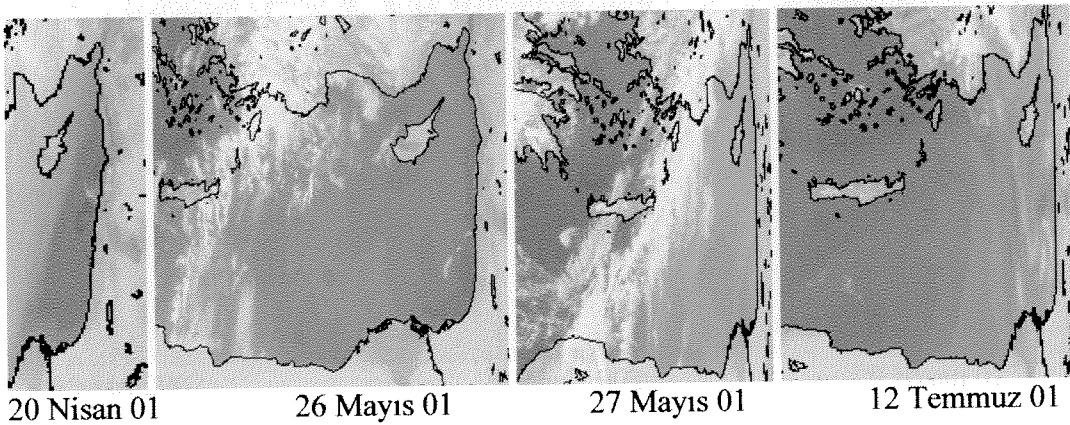
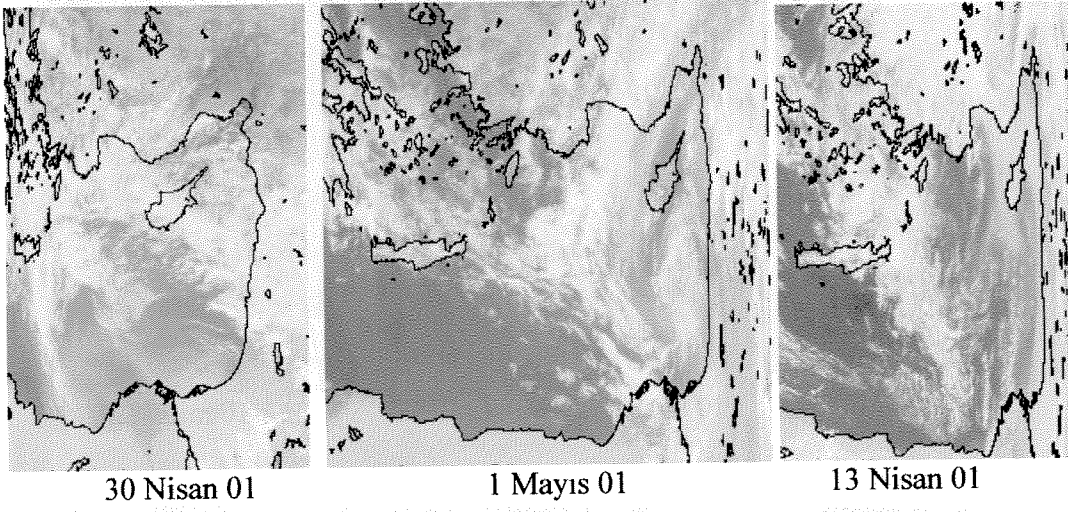
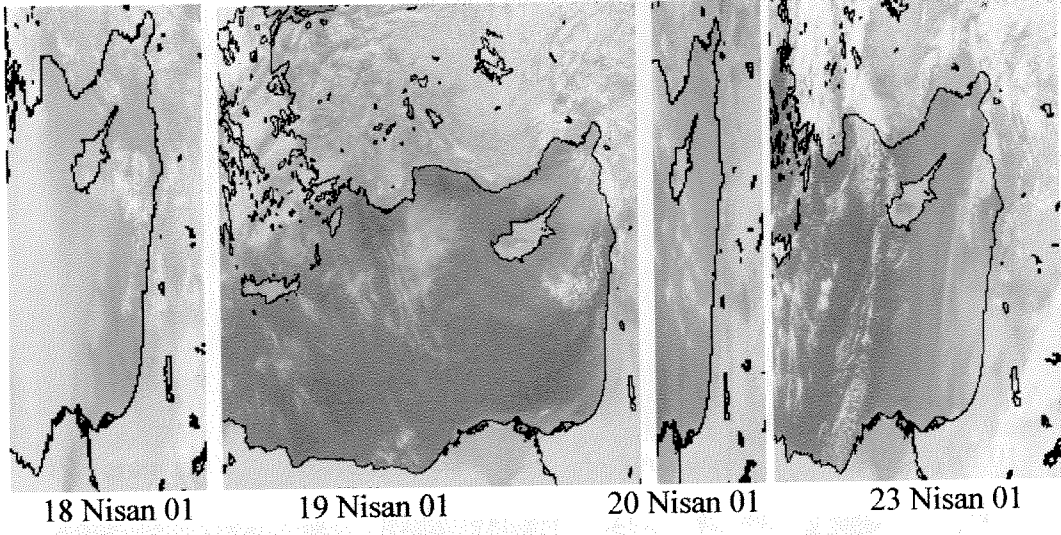
Genellikle Sahra orijinli olan toz örnekleme bölgesine yıl boyunca taşınmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2; ayrıca Ek A'ya günlük uydu verileri için bakınız). Bununla birlikte Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 tarihleri arasında en şiddetli toz taşınım olayları ilkbaharda gözlenmiştir. Yaz ve sonbaharda olan toz yükü kıştan daha fazla idi (Şekil 3.1, 3.2). Şiddetli toz taşınım olayları genellikle Mısır ve Libya üzerinden geldi (mesela 19 Mart 1999, 26-27 Şubat 2001, 23 Nisan 2001, 1 Mayıs 2001, 18-19 Temmuz 2001) (Şekil 3.2 ve Appendix B). Bununla birlikte bazen toz Cezayir, Tunus ve Libya'dan Yunanistan ve İtalya'ya doğru taşınmış ve oradan doğuya (örnekleme bölgemize) doğru hareket etmiştir (mesela 26 ve 27 Mart 2001, 3 ve 5 Mart 2002).



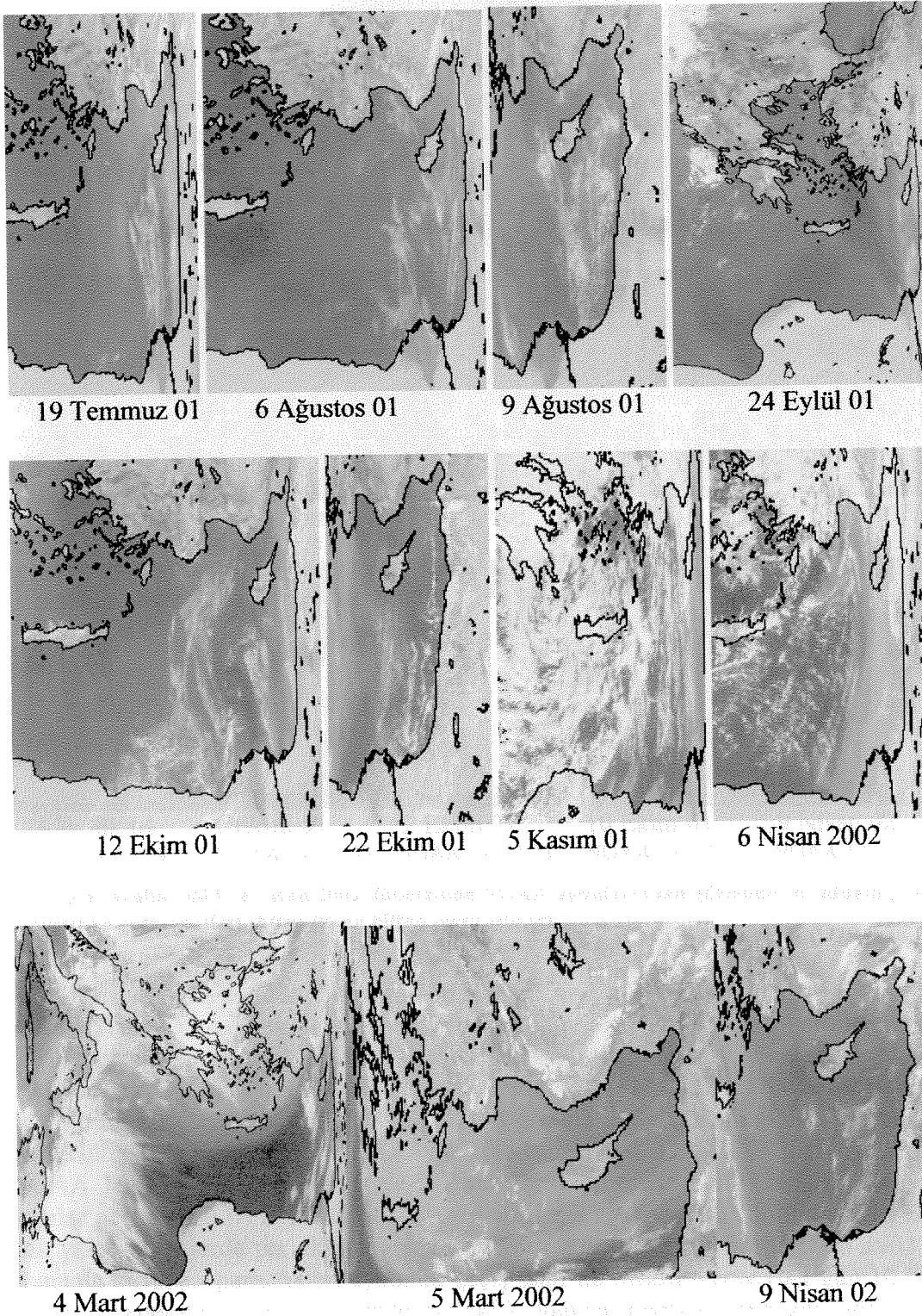
Şekil 3-1. Sea-WIFS fotoğraflarından Paint Shop Pro 7 programı kullanılarak elde edilen göreceli toz yükü. Yatay çizgi en yüksek değerleri görebilmek için çizilmiştir.



Şekil 3-2. SeaWIFS görüntülerinde görüldüğü gibi örnekleme döneminde çalışma bölgesine gelen en şiddetli toz taşınım zamanları (Bulutlar beyaz, toz sarı renkte görülmektedir).



Şekil 3.2 devamı

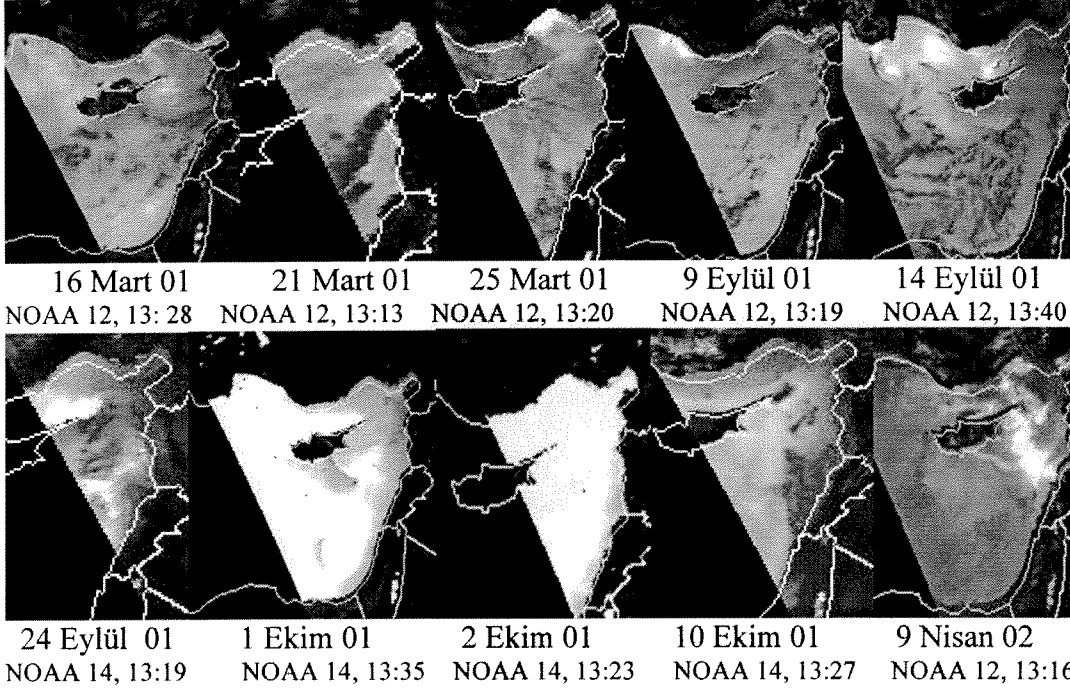


Şekil 3-2. devamı

3.1.2 Parlaklık

TÜBİTAK-METÜ Bilten'in internet sitesinden gözlenen en şiddetli yansıma olayları sonbaharda olsa da ilkbaharda ve yazın da bazı önemli parlaklık olayları gözlenmiştir (Şekil 3.3). En fazla parlaklığın olduğu günler 25 Mart, 24 Eylül, 1-2 Ekim 2001 ve 9 Nisan 2002'de gözlenmiştir (Şekil 3.3).

Farklı alıcı istasyonlarından alınan AVHRR datası (DBE-ODTÜ, TÜBİTAK-METU-Bilten, German Remote Sensing Data Center, DFD ve MHI, Ukrayna) farklı programlarla işlendiğinde beklendiği gibi benzer sonuçlar elde edildi (Şekil 3.4). Görünür kanallar 1 ve 2 (burada gösterilmedi) benzer parlaklıklar gösterdi. Bununla birlikte yüksek yansıma olayları NOAA'nın bütün uydularıyla gözlenemedi: Genellikle NOAA 14 ve 12 ile gözlenirken NOAA 16 ile gözlenemedi (Şekil 3.5 ve 3.6). Uydular arasındaki farklılıklar sadece geçiş



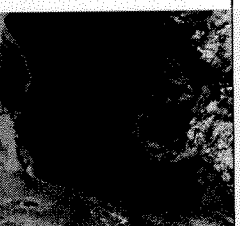
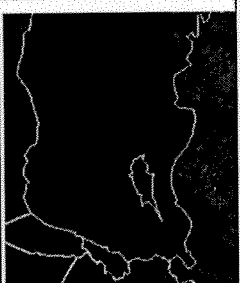
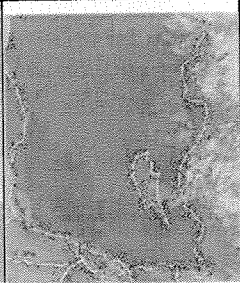

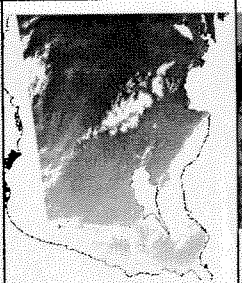

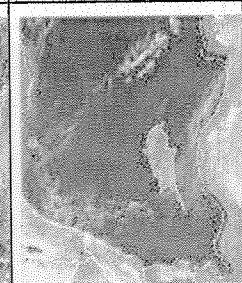
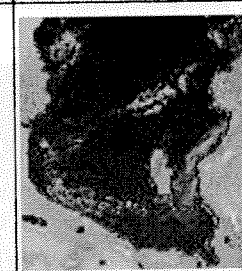
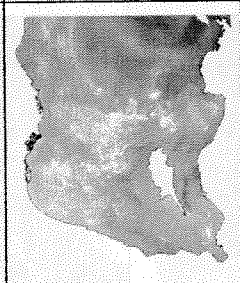
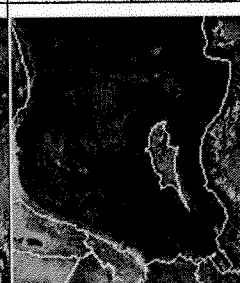
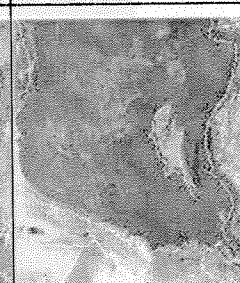
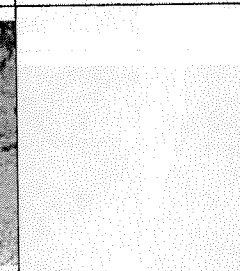
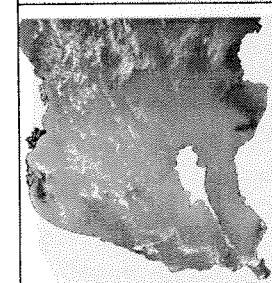
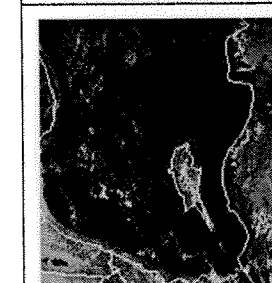
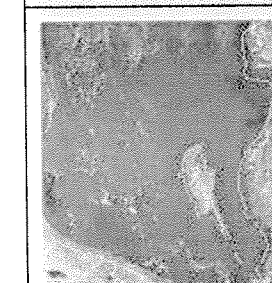
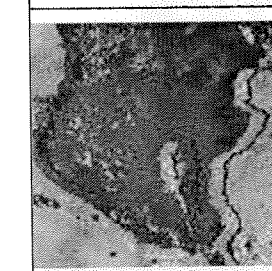
Şekil 3-3. Aralık 2000 ve Nisan 2002 döneminde NOAA uydularından gözlenen en şiddetli parlaklık olayları ve geçiş saatleri (<http://noaa.bilten.metu.edu.tr>).

zamanlarıyla ilgili değildi. Geçiş zamanları birbirine çok yakın da olsa (yaklaşık 1 saat) aynı parlaklıklar NOAA 12 ve 14 görüntülerinde görülürken NOAA 16'da görülmedi (Şekil 3.5 ve 3.6). İstisna olarak bulutlar veya toz da parlamaya gibi göründü (Şekil 3.5, 21 ve 24 Eylül 2001'de toz, 14-17 Eylül 2001'de toz veya bulut, 8-9 Nisan 2002'de toz). Bununla birlikte bazı tarihlerde (1 ve 2 Ekim 2001) SeaWIFS görüntülerinde hiç toz veya bulut görünmese de parlaklık NOAA 12 ve 14 uydularıyla gözlemlendi (Şekil 3.6). TÜBİTAK-METU'de işlenen NOAA 16-AVHRR görüntüleri de 2 Ekim 2001 tarihinde buluta veya sise benzeyen bazı yapılar gösterirken DFD tarafından işlenen verilerde aynı yapılar görülmemiştir. Bazen kıyıya çok yakın bölgelerde parlaklık tespit edilmiştir (mesela 25 Mart ve 9 Eylül 2001, Şekil 3.3). Bununla birlikte, parlamamın uydunun geçiş saati ile ilişkili olarak (her gün 10 dakika erken geçmesi nedeniyle) her yeni günde parlaklık doğuya doğru kaymış gibi görülmüştür (Şekil 3.7).

Tarih, NOAA uydusu No, saat	DBE-Türkiye or Ukrayna	TÜBİTAK-Bilten Websayfasında	TÜBİTAK-Bilten websayfasından-enhanced	DFD-Almanya
14 Mart 2001, NOAA 14, 13:32-13:38				
15 March, 2001, NOAA 14, 13:20-13:26				
16 March 2001, NOAA 14, 13:09-13:14				

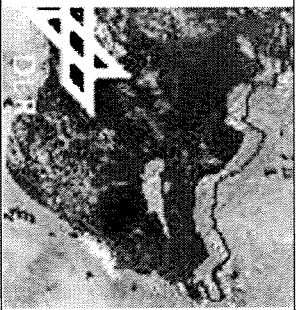
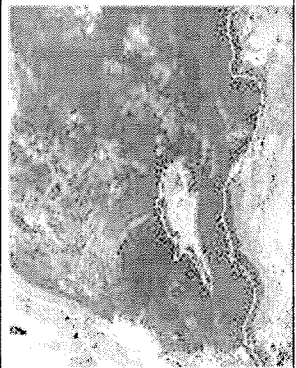
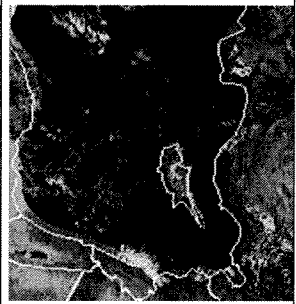
Sekil 3-4. Farklı baz istasyonlarından (Soldaki DBE-ODTÜ veya MİH'dan, ortadaki TÜBİTAK-Bilten'den ve sağdaki DFD'den) alınan NOAA-AVHRR görüntülerinin karşılaştırılması. Ortadaki iki görüntü birbirinin aynısıdır fakat daha açık gri tonda olan Pain Shop Pro programında enhance edilmiştir. Saatler evrensel saate göre verilmiştir.

Sekil 3.4. devamı

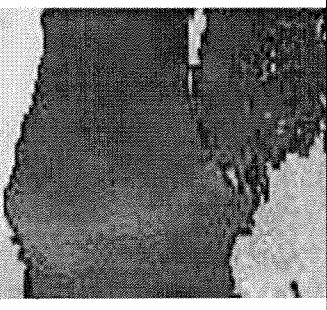
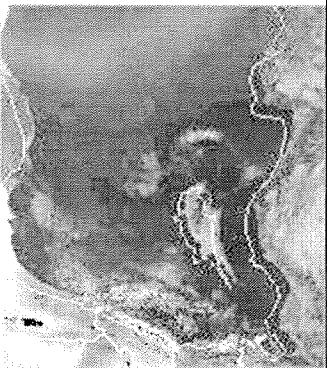
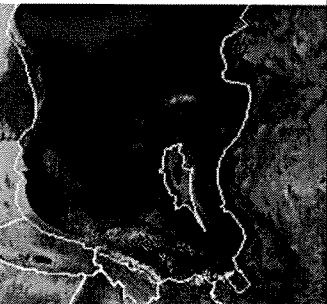
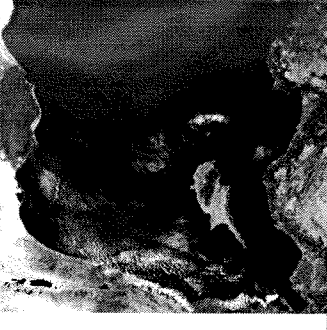
<p>19 Mart 2001, NOAA 14, 14:14-14:19</p>				
<p>25 Mart 2001, NOAA 16, 11:45-11:45</p>				
<p>31 Ağustos 2001, NOAA 16, 10:53</p>				
<p>09 Eylül 2001, NOAA 16, 10:59-11:00</p>				

Sekil 3.4. devamı

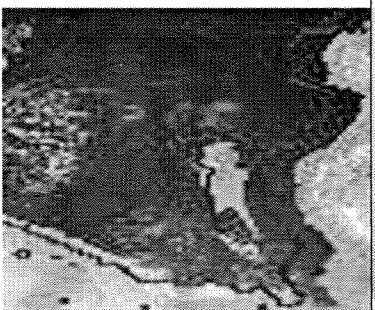
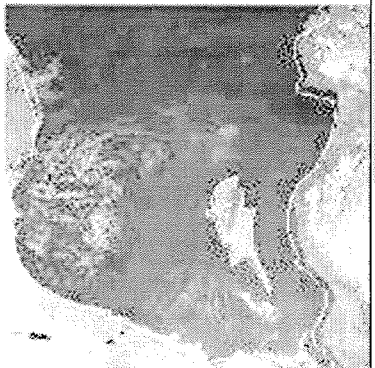
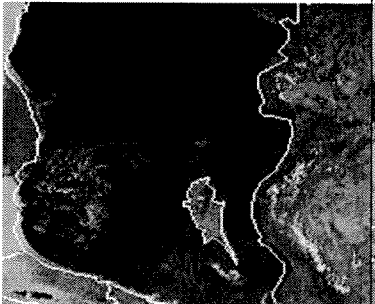
11 Eylül 2001,
NOAA 16,
10:38-10:46



20 Eylül 2001,
NOAA 16,
10:42-12:25

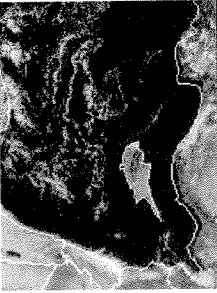
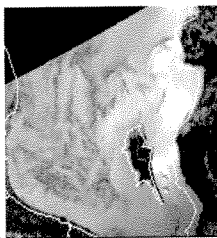
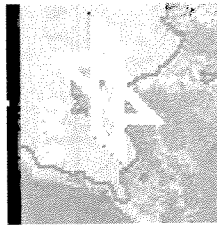
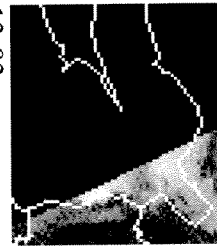
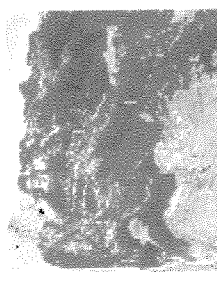

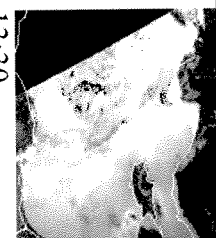
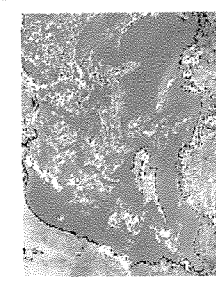
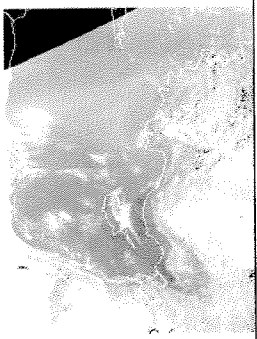
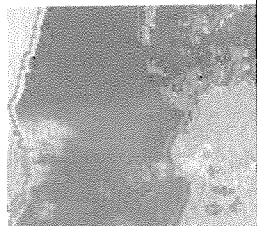
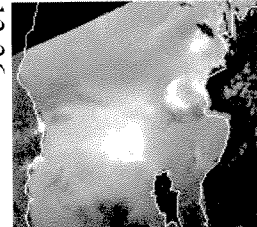
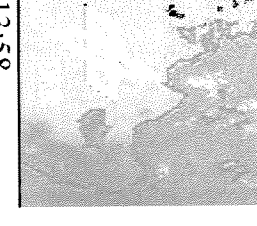
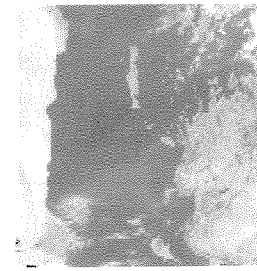


24 Eylül 2001,
NOAA 16,
11:41-11:49


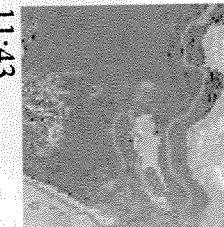
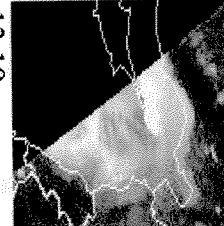
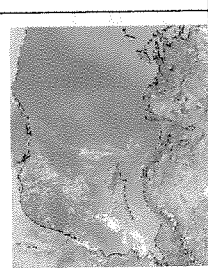
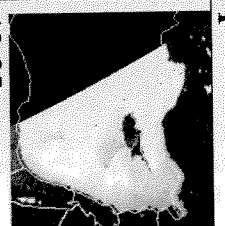



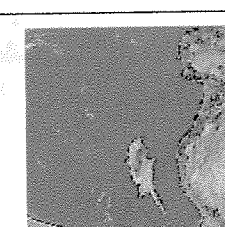
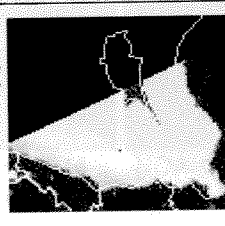
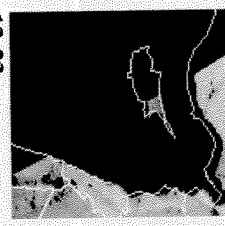
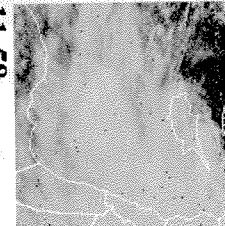
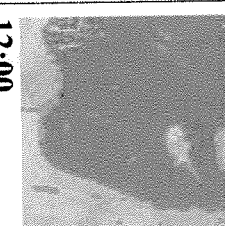
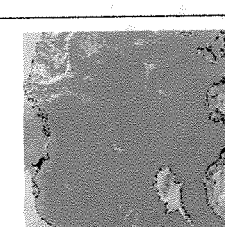


Şekil 3.4. devamı

<p>26 Eylül 2001, NOAA 16, 11:19-11:28</p>				
<p>8 Nisan 2002, NOAA 13:39-14:45</p>				
<p>9 Nisan 2002, NOAA 16, 11:43</p>				

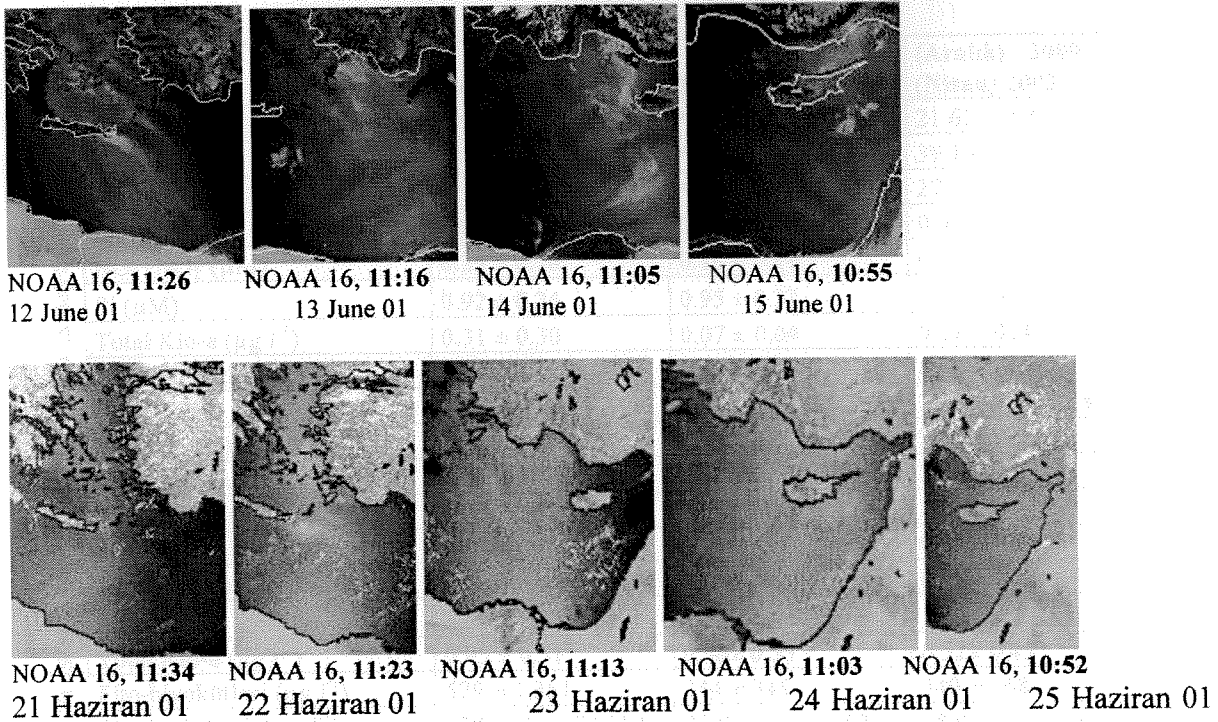
Tarih	NOAA 16	NOAA 16	NOAA 12 or NOAA 14	NOAA 14	NOAA 12	Sea WIFS colour	true
14 Eylül 2001							
17 Eylül 2001							
21 Eylül 2001							

Şekil 3-5. Eylül 2001'de mümkün bulut veya toz parlaması (Sea WIFS görüntüleri bulut ve tozu daha iyi görebilmek için eklenmiştir).

Sekil 3.5. devamı						
24 Eylül 2001						
	11:49	11:43	13:19			
Tarih	NOAA 14, Kanal 1	NOAA 14, Kanal 3	NOAA 16, Kanal 3	NOAA 14	NOAA 16	SeaWiFS true colour
01 Ekim 2001						
	13:35	13:35		13:39	12:10	
02 Ekim 2001						
	13:23	13:23	11:58		12:00	

Sekil 3-6. Ekim 2001'de hava açıkken (bulutsuz ve tozsuz) NOAA 14 uydusu ile tespit edilen parlaklıkların NOAA 16 ve SeaWiFS uydularıyla karşılaştırılması

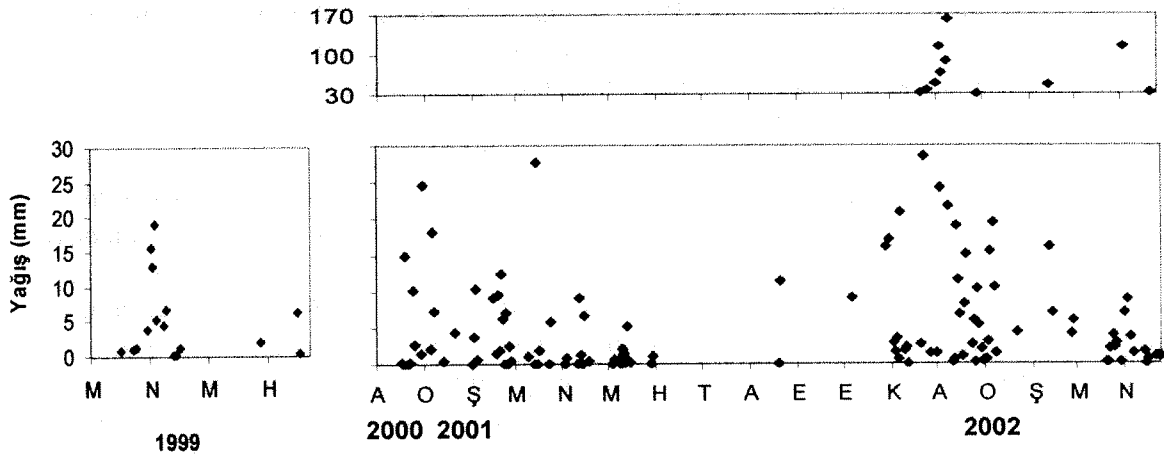
Şekil 3-6. NOAA 16 -AVHRR uydusundan gözlenen parlaklığın doğuya hareketi



Şekil 3-7. NOAA 16 -AVHRR uydusundan gözlenen parlaklığın doğuya hareketi

3.1.3 Yağış

Maksimum yağış kışın ve ilkbahar döneminde gözlenmiştir (Şekil 3.8, Tablo 3.1). Kasım ve Aralık, 2001 yılında en fazla yağış alan aylardı. Mart-Nisan 1999 yağışı (2 ayın toplamı 72 mm) Mart-Nisan 2001'e göre daha yüksekti (55 mm). Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran 1999'daki ortalama yağış da 2001'in aynı aylarının ortalamasından daha yüksekti. Yağış derin istasyonda toplam fitoplankton bolluğu, biyokütlesi, diyatom bolluk ve biyokütlesiyle bölüm 3.1.4.7'de gösterileceği gibi doğru orantılıydı ($p < 0.05$ ve $r > 0.3$).



Şekil 3-8. Örnekleme döneminde yağış miktarları

Tablo 3-1. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin örnekleme esnasında ölçülen ortalama değerleri (\pm standart sapma).

		1999 (M, N, M, H)	2001 (M, N, M, H)	(Aralık) 2000 - (Nisan) 2002
Derin istasyon	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	*21.21 \pm 2.42	*20.87 \pm 1.70	21.62 \pm 3.87
	Tuzluluk (‰)	*38.77 \pm 0.26	*39.11 \pm 0.1	39.14 \pm 0.18
	Sigma-t (kg m^{-3})	*27.28 \pm 0.72	*27.62 \pm 0.46	27.42 \pm 1.04
	PO_4 (μM)	0.05 \pm 0.04	0.05 \pm 0.04	0.04 \pm 0.03
	NO_3+NO_2 (μM)	0.25 \pm 0.16	0.18 \pm 0.11	0.19 \pm 0.13
	Si (μM)	0.92 \pm 0.26	0.95 \pm 0.32	1.11 \pm 0.38
	Total Klo-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	0.31 \pm 0.30	0.07 \pm 0.04	0.18 \pm 0.24
	Fito-biyokütlesi ($\mu\text{g l}^{-1}$)	502 \pm 556	99 \pm 147	86 \pm 130
	Fito bolluğu (hücre l^{-1})	124,237 \pm 153,140	16,202 \pm 13,762	29,333 \pm 52,218
Kıyı istasyonu	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	*20.55 \pm 2.44	*21.02 \pm 2.11	21.73 \pm 4.10
	Tuzluluk (‰)	*38.36 \pm 0.49	*38.87 \pm 0.13	38.86 \pm 0.68
	Sigma-t (kg m^{-3})	*27.16 \pm 0.91	*27.43 \pm 0.68	27.17 \pm 1.25
	PO_4 (μM)	0.08 \pm 0.11	0.08 \pm 0.12	0.11 \pm 0.19
	NO_3+NO_2 (μM)	2.68 \pm 4.59	0.28 \pm 0.23	0.38 \pm 0.49
	Si (μM)	2.60 \pm 3.32	1.26 \pm 0.69	1.43 \pm 0.75
	Total Klo-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	0.95 \pm 0.51	0.56 \pm 0.53	0.52 \pm 0.45
	Fito-biyokütlesi ($\mu\text{g l}^{-1}$)	529 \pm 1,351	344 \pm 348	340 \pm 368
	Fito bolluğu (hücre l^{-1})	278,717 \pm 670,010	73,932 \pm 107,053	68,077 \pm 76,803
	Toplam yağış	75	67	1337

* Sıcaklık, tuzluluk ve sigma-t ortalamaları sadece Nisan, Mayıs ve Haziran aylarını içerir

3.1.4 Hidrolojik ve biyokimyasal parametrelerin yüzey suyunda zamana bağlı değişimleri

3.1.4.1 Hidrografi

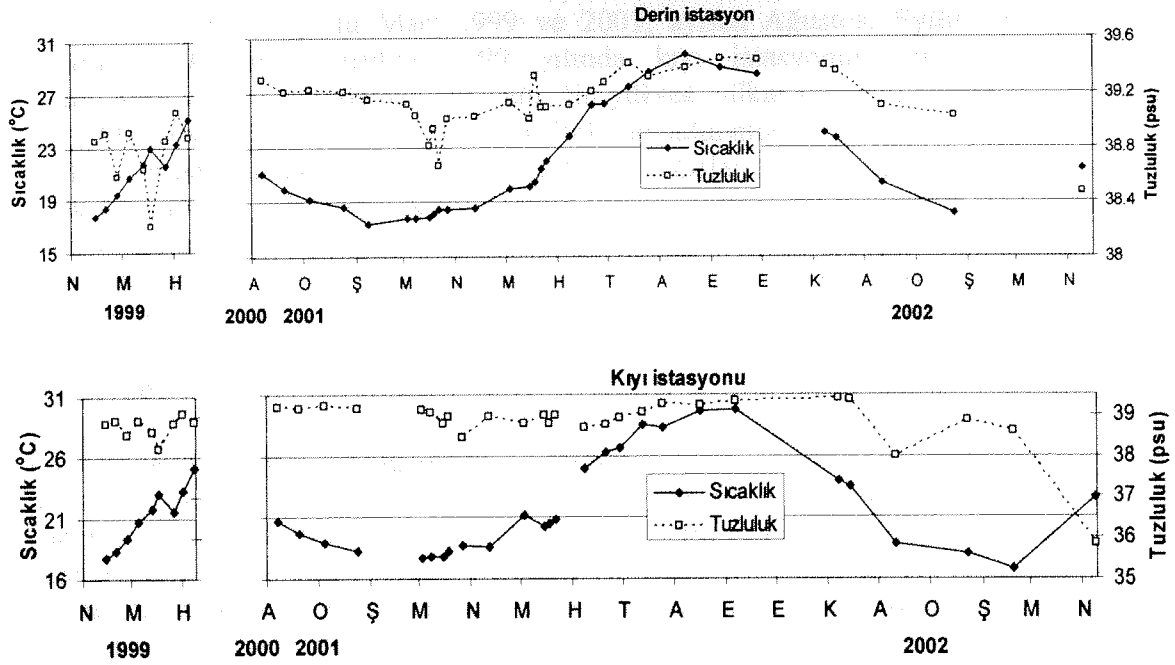
En düşük deniz suyu sıcaklıkları hem derin hem de sığ istasyonda Şubat-Mart 2001 aylarında gözlenirken en yüksek sıcaklık (29.8°C) derin istasyonda Ağustos, sığ istasyonda Eylül ayında bulundu (Şekil 3.9). Derin istasyonda en düşük tuzluluk Mayıs 1999'da 38.2‰ bulunurken en yüksek tuzluluk 39.4‰ ile Eylül ayında kaydedildi. Sığ istasyonda en yüksek tuzluluk Kasım 2001'de (39.4‰) minimum tuzluluk ise Nisan 2002'de (35.8‰ olarak) gözlenmiştir. Benzer aylar karşılaştırıldığında 1999'daki ortalama tuzluluk 2001'den daha düşüktü (Şekil 3.9, Tablo 3.1). Düşük tuzluluk değerleri her zaman yağmur nedeniyle oluşmamıştır. Tuzluluğun derin istasyonda minimum (38.2‰) olarak bulunduğu 18 Mayıs 1999 tarihinden 1 ay öncesine kadar yağmur kaydedilmemiştir. Ek olarak, Nisan-Haziran 2001 arasındaki yağış (67 mm) 1999'un aynı döneminde yağın yağmurdan (75 mm) daha fazla olmasına karşılık, sonraki dönemde tuzluluk (derin istasyonda $38.77 \pm 0.26 \text{‰}$ ve kıyı istasyonunda $38.36 \pm 0.49 \text{‰}$) önceki dönemden (derin istasyonda $39.11 \pm 0.10 \text{‰}$ ve kıyı istasyonunda $38.87 \pm 0.13 \text{‰}$) daha fazladır. Bununla birlikte tuzluluk değerlerinin yağış ile aynı günlerde ölçülmediği de hesaba katılmalıdır.

NOAA uydularından elde edilen günlük sıcaklık değişimlerinin animasyonları kuzeydoğu Akdeniz'de akıntuların genellikle siklonik (doğudan batıya) olduğunu göstermektedir (bkz Ek B ve Ek C). Bu bölgenin yazın güneydoğu Akdeniz'den daha sıcak fakat kışın daha soğuk olduğu farkedilmektedir. Bu animasyonlarda özellikle yaz aylarında iyi bilinen Rodos siklonunu görmek mümkündür.

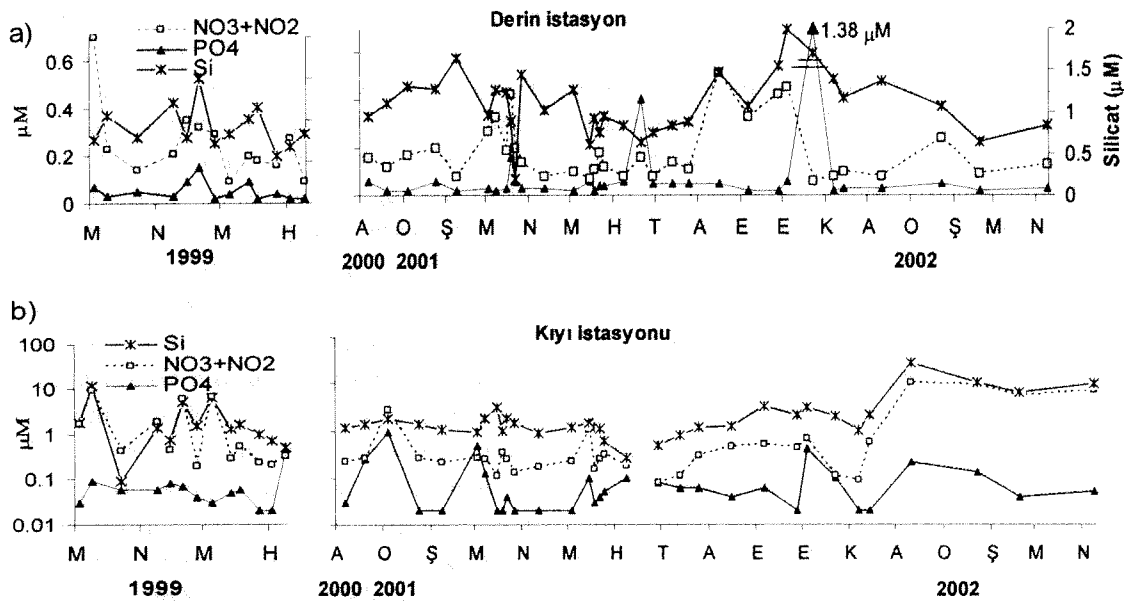
3.1.4.2 Besin elementleri

Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemlerinde derin istasyonda beklendiği gibi ölçülen besin elementi konsantrasyonu sığ istasyonda bulunandan daha düşüktü (Tablo 3.1

ve Şekil 3.10). Tekli Faktör ANOVA sonuçları iki bölge arasında nitrat ve silikat açısından istatistiksel farklılık göstermiştir.



Şekil 3-9. Örneklem dönemi boyunca a) derin istasyonda b) sığ istasyonda sıcaklık ve tuzluluk değişimleri



Şekil 3-10. Örneklem döneminde yüzey suyunda besin elementi konsantrasyonları (toplam yükseltgenmiş azot= NO_3+NO_2 , Orto-fosfat= $\text{PO}_4\text{-P}$ ve reaktif silikat= Si); a) derin istasyonda, b) sığ istasyonda. (Derin istasyonda 23 Ekim 2001 ve ölçümün $0.06'$ nın üzerinde olduğu diğer birkaç seferde fosfat konsantrasyonları hatalı olarak çok yüksek ölçülmüş olabilir).

Derin istasyonun yüzey sularında yaklaşık üç ayın (Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran başı) 1999 yılındaki nitrat+nitrit konsantrasyonu ortalaması ($0.25 \pm 0.16 \mu\text{M}$) 2001 yılı aynı dönem ortalamasından ($0.18 \pm 0.11 \mu\text{M}$) daha yüksektir (Tablo 3.1). Derin istasyona benzer olarak,

kıyı istasyonunda da 1999 nitrat+nitrit ortalamaları ($2.68 \pm 4.59 \mu\text{M}$) 2001 yılının ortalamasından ($0.28 \pm 0.23 \mu\text{M}$) daha fazladır. Buna karşılık fosfat değerleri (0.04 ± 0.03) her iki dönemde de birbirine benzer bulunmuştur. Derin istasyonun yüzey suyunda en yüksek nitrat+nitrit konsantrasyonu Mart 1999 ve 2001, ayrıca Ağustos, Eylül ve Ekim 2001'de görülmüştür. Bununla birlikte 1999 yılında kıyı istasyonun yüzey suyunda silikat konsantrasyonu 2001 yılında daha fazladır. En yüksek silikat konsantrasyonu derin istasyonda Ekim 2001'de ve kıyı istasyonunda Aralık 2001'de bulunmuştur.

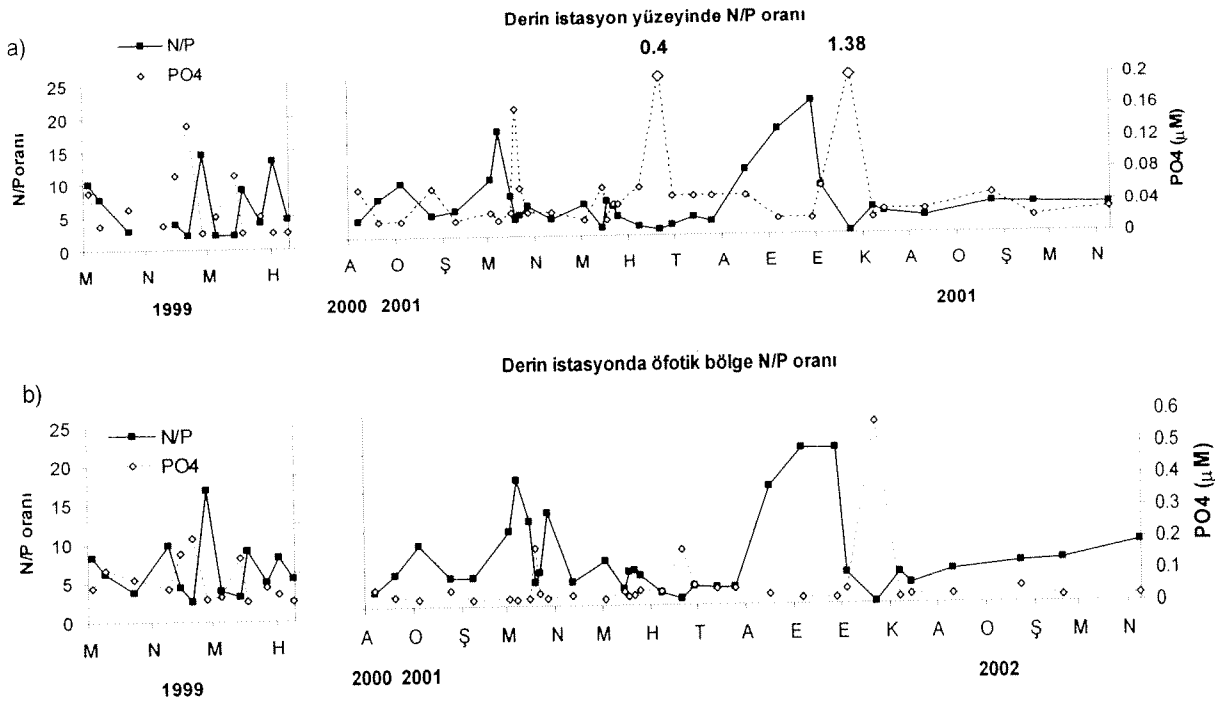
Kıyı istasyonunda Aralık 2001'de şiddetli yağışları takiben nitrat+nitrit ve silikat çok yüksek konsantrasyonlara (yıllık ortalamanın ~20 kat üzerine) ulaşmıştır (Şekil 3.8, 3.10b). Fosfat konsantrasyonu bütün örnekleme dönemi boyunca nadiren $0.05 \mu\text{M}$ 'ı aşarak düşük seviyelerde değişim göstermiştir. En düşük besin elementi konsantrasyonları Nisan-Ağustos 2001 arasında derin istasyonun yüzey sularında rapor edilmiştir. Sadece Mayıs ayındaki bir sefer hariç besin elementi konsantrasyonu kıyı istasyonunda da çok düşük seviyelerde olmuştur (Şekil 3.10b).

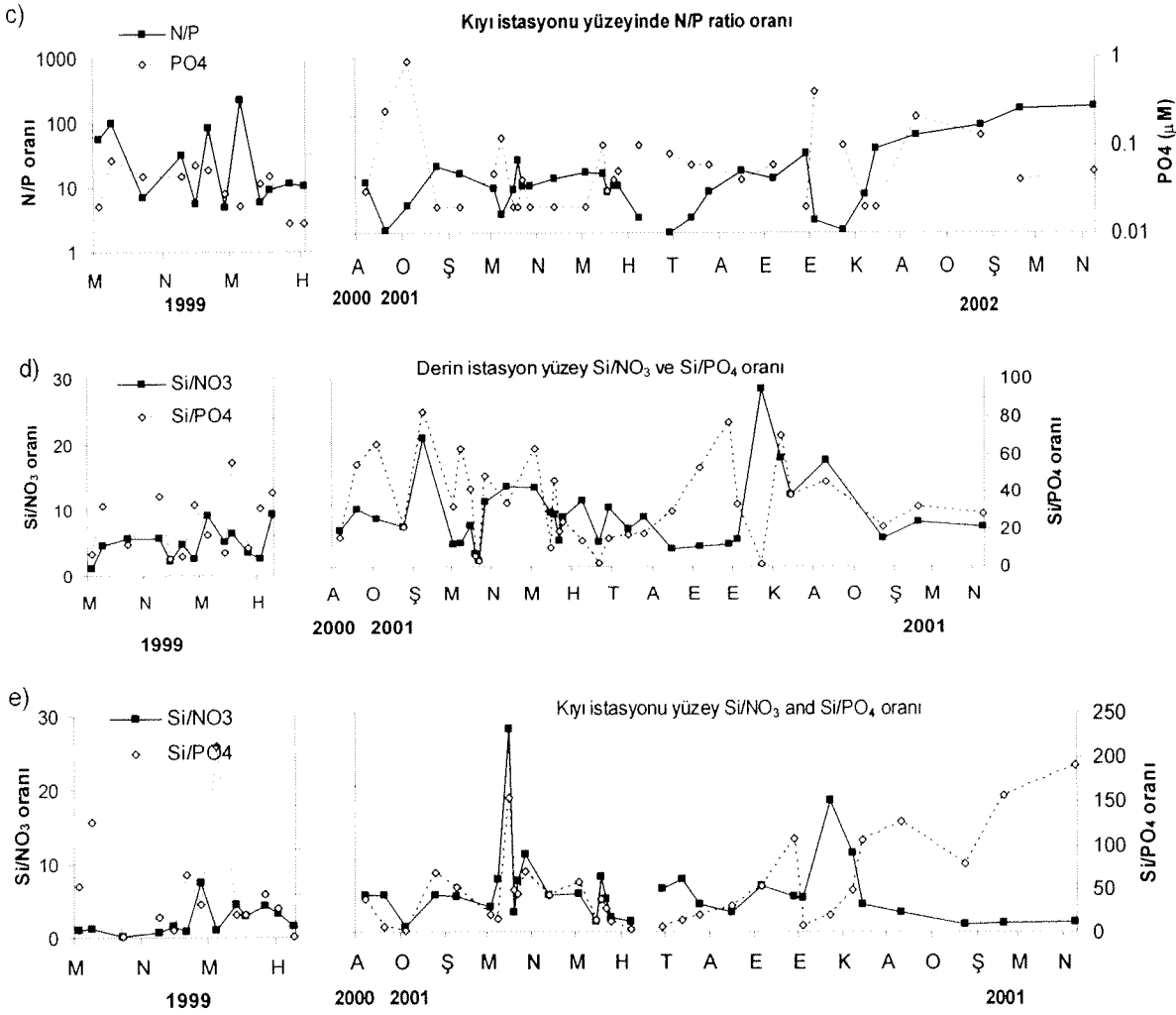
3.1.4.3 Yüzeyde ve öfotik bölgede N/P oranları

Derin istasyonda nitrat/fosfat (molar N/P) oranı yüzey suyu ve öfotik bölgede birbirine benzer bulunmuştur (yaklaşık 6). Örnekleme döneminde derin istasyonda N/P oranı yüzey suyunda ortalama 5.8 ± 4.5 , öfotik bölgede ortalama 6.3 ± 4.8 bulunmuştur. Bu oran Mart ve Eylül 2001'de en yüksek değerler olan ~15'e ve ~20'ye yükselmiştir (Şekil 3.11). Kıyı istasyonunda 2001 yılı boyunca ortalama N/P oranı 7.6 ± 6.4 olarak bulunmuştur. Kasım 2001'den sonra bu oran karasal nitrat girdisinin artışına bağlı olarak 50'nin üzerine çıkmıştır. Mart-Haziran 1999 dönemindeki N/P oranı sığ istasyonda 42 ± 62 idi. Burada ölçümlerin üçte birinde fosfat konsantrasyonu tespit sınırının altında olduğunu belirtmek gerekir. Bu yüzden bazı dönemlerde N/P oranı büyük ihtimalle olduğundan daha düşük hesaplanmıştır. Bilinen klasik yöntemle ölçülen reaktif fosfat derişimi, oldukça düşük pH (<1) da gerçekleştirilir. Bu nedenle, örnek içindeki doğal orto-fosfatın yanısıra, sudaki toplam fosforu oluşturan ve fosfata göre de oldukça fazla olan diğer organik ve inorganik fosfor bileşiklerin asitli (pH<1) ortamda kısmen bozunarak/parçalanarak renklendirme reaktifleriyle tepkimeye girebilen fosfat iyonlarına ayrışması çok olasıdır. Asitli ortamın ürünü olan bu iyonlar da reaktif fosfat olarak ölçülür ve örnekteki gerçek fosfat değerinin üzerinde ölçüme neden olmaktadır. Bu girişimin etkisinin düşük olması için örnekteki doğal fosfat derişiminin yüksek olması ve ortamdaki toplam fosforun önemli bir yüzdesini oluşturmalıdır. Oysa Akdeniz'in fosfat iyonlarınca fakir ve klasik yöntemle ölçülen görünür (gerçek + pozitif girişim) fosfatın genellikle $0.01-0.02 \mu\text{M}$ aralığında olduğu bir gerçektir. Toplam fosfor derişimi ise $0.2-0.3 \mu\text{M}$ aralığında olduğu dikkate alınır, fosfatın toplam fosfor içindeki payının yüzey sularında ne kadar düşük olduğu açıkça görülmektedir. Toplam fosforu oluşturan diğer bileşenlerin yalnızca %10'unun dahi deneyin yapıldığı düşük pH (<1) altında parçalandığı ve reaktif fosfata dönüştüğü dahi kabul edilirse, klasik yöntemle ölçülen orto-fosfatın görünür fosfat değeri olduğu ve ölçülen değer önemli bir yüzdesinin (muhtemelen %50-90 arasında) deneysel yöntemin neden olduğu kimyasal girişimden kaynaklandığı ileri sürülebilir. Ancak bu görüşü doğrudan destekleyecek ölçüm tekniği yoktur. Fakat, biyo-assay çalışmalarında izotop tekniği ile yapılan dolaylı hesaplamalarda Akdenizde ölçülen reaktif fosfatın ancak %10-20'sinin orto-fosfat, yani fotosentezde kullanılabilir özellikte olduğu ileri sürülmüştür (MOUTIN vd., 2002). Bu görüş dikkate alındığında, (nitrat+amonyak)/fosfat oranının gerçekte hesaplanandan çok daha yüksek olduğunu belirtmek mümkündür. Sonuç olarak, raporda yer alan nitrat/fosfat oranları, gerçek değerlere göre oldukça düşüktür. Çünkü düşük nitratlı ortamda, organik maddenin parçalanmasından açığa çıkan ilk inorganik nitrojen (azot) bileşeni olan amonyum iyonu konsantrasyonu önemlidir. Yine yukarıda belirtildiği gibi, besin elementlerince fakir Akdeniz yüzey sularında fazla değişim göstermeden uygulanan yöntemin

tespit sınırı seviyesine yakın ölçülen reaktif fosfat derişiminin önemli bir yüzdesinin sudaki toplam fosforun diğer bileşenlerinden gelmesi çok muhtemeldir. Bu iki faktör birlikte dikkate alındığında, yüzey sularındaki gerçek inorganik nitrogen (nitrat+amonyak)/fosfat oranlarının, nitrat ve fosfat ölçümlerinden hesaplanandan N/P oranlarından çok daha yüksek olduğunu önemle vurgulamakta yarar vardır.

Derin istasyon yüzey suyu ve öfotik bölgesinde Si/NO₃ ve Si/PO₄ oranları (sırasıyla ortalama 7.3 ± 5.3, sınırlar 1-28 ve ortalama 33 ± 20, sınırlar 3.5-70) her zaman sırasıyla 1 ve 3'ün üzerindeydi. 3 Mart 1999'da ve 22 Mart 2001'de sudaki silikat azalmasından dolayı en düşük Si/NO₃ oranı (~1) bulunmuş; maksimum oran ise sudaki nitrat azalmasından dolayı 23 Ekim 2001'de 28 olarak tespit edilmiştir. 22 Mart 2001'de Si/PO₄ oranı da düşüktür (3.3) (Şekil 3.11c, d). Bununla birlikte kıyı istasyonunda Si/NO₃ oranları daha düşüktür (ortalama 4.7 ± 4.9 ve sınırlar 0.2-27). Mart-Nisan 1999 ve Ocak 2001'de silikat limitasyon göstererek bu oran 1'in altında kaydedilmiştir.





Şekil 3-11. devamı.

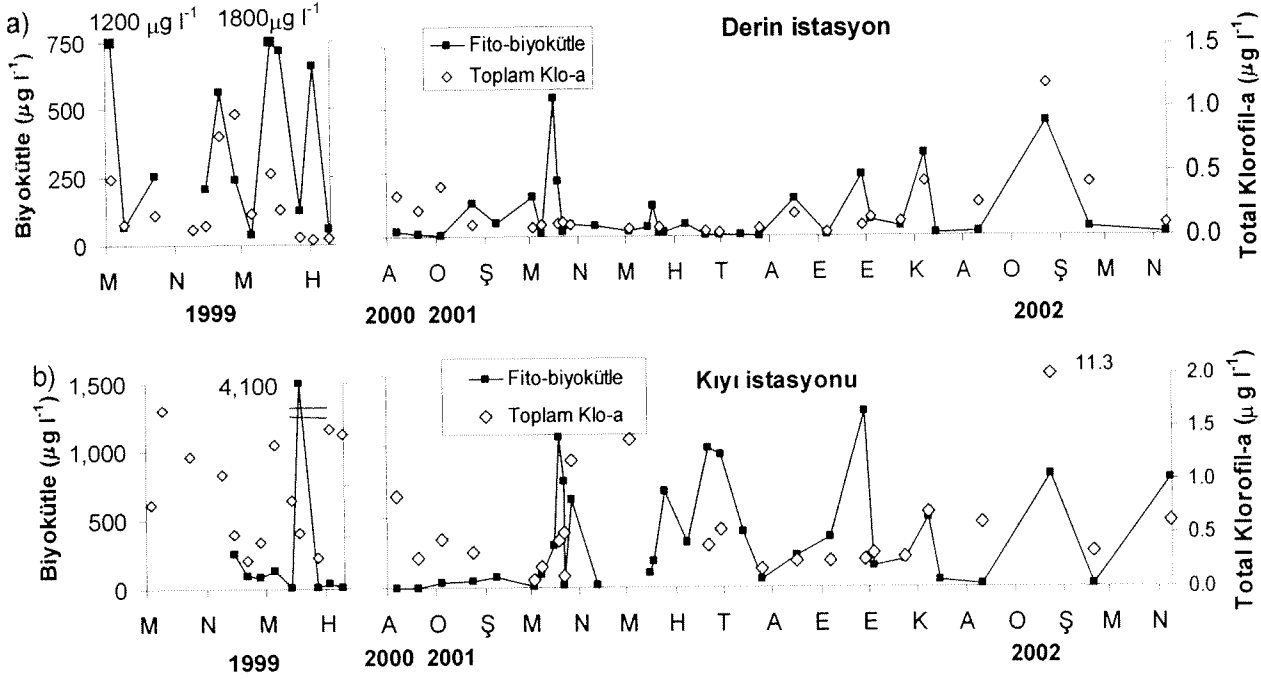
3.1.4.4 Toplam klorofil-a ve aktif klorofil-a

Feopigment (Aktif Klo-a'nın bozunma ürünü) derin ve sığ istasyonlarda sırasıyla toplam klorofil-a'nın %14'ü ve %8'ini oluşturmuştur. Minimum, maksimum ve ortalama toplam Klo-a konsantrasyonları örnekleme dönemi boyunca (Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002) derin istasyonda sırasıyla 0.02, 1.19 $\mu\text{g l}^{-1}$ ve $0.2 \pm 0.3 \mu\text{g l}^{-1}$ iken sığ istasyonda 0.08, 7.46 $\mu\text{g l}^{-1}$ ve $0.8 \pm 1.2 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak bulunmuştur (farklı dönemlerdeki ortalamalar için Tablo 3.1'e bakınız). Hem derin hem de sığ istasyonlarda Mart-Haziran 1999 toplam klorofil-a ve aktif klorofil-a konsantrasyonları 2001'in aynı dönemi ile karşılaştırılınca daha yüksektir (Şekil 3.12, Şekil 3.13, Tablo 3.1, bkz Ek D).

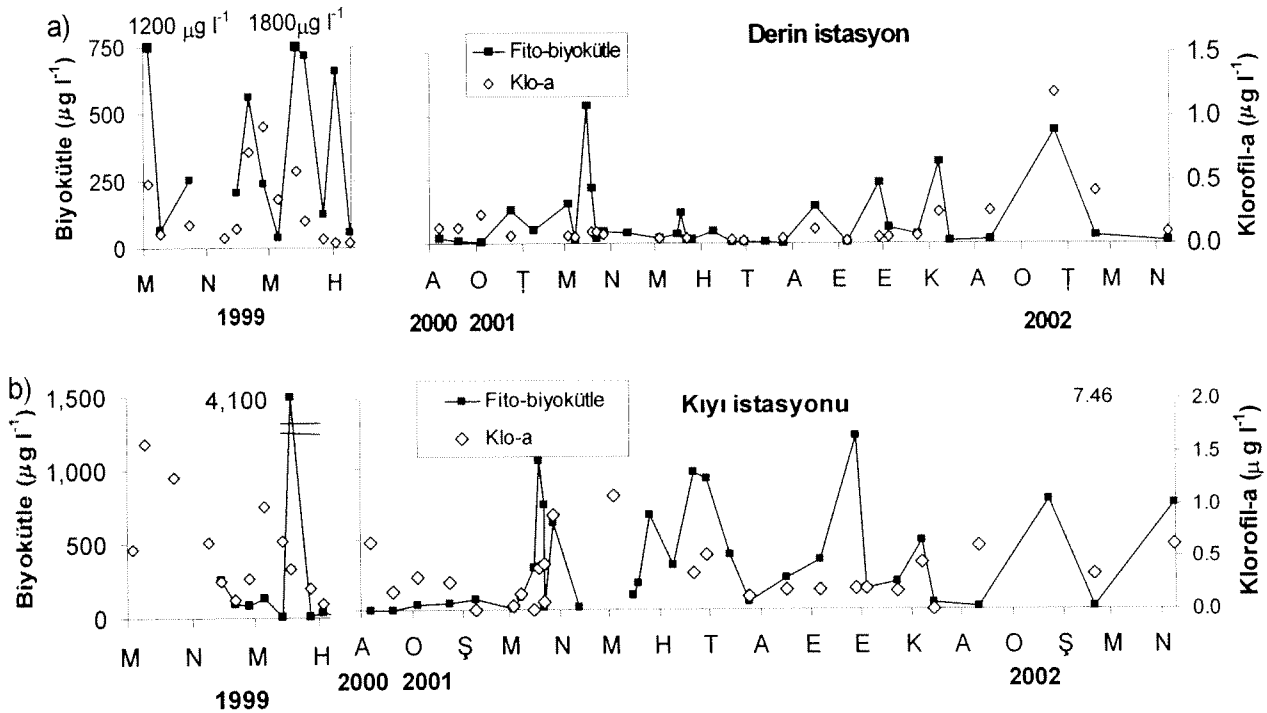
Örnekleme dönemi boyunca ölçülen yüksek toplam klorofil-a pikleri her zaman yüksek fitoplankton biyokütlesi ile çakışmadı (Şekil 3.12). Bununla birlikte derin istasyonda toplam klorofil-a ve fitoplankton biyokütlesi arasında güçlü bir pozitif korelasyon vardı ($P < 0.05$, $r = 0.49$). Aynı korelasyon sığ istasyonda görülmedi.

Derin istasyonun yüzey sularında toplam klorofil-a maksimum konsantrasyonuna kış döneminde ulaşmıştır (Şekil 3.12a). En yüksek toplam klorofil-a Ocak 2002'de şiddetli yağışları ve güçlü su karışımını takiben görüldü. Kıyı istasyonunda en yüksek toplam klorofil-a Mayıs 2001'de görülürken yaz aylarındaki değerler de kış aylarındakine benzer bulundu.

Fakat, Ocak 2002'de toplam klorofil-a konsantrasyonu sığ istasyonda da son derece artmıştır (yıllık ortalamanın hemen hemen 15 kat üzerine).



Şekil 3-12. a) Derin istasyonda b) sığ istasyonda toplam fitoplankton biyokütlesi ve toplam klorofil-a değişimleri



Şekil 3-13. a) Derin istasyonda b) sığ istasyonda toplam fitoplankton biyokütlesi ve aktif klorofil-a değişimleri.

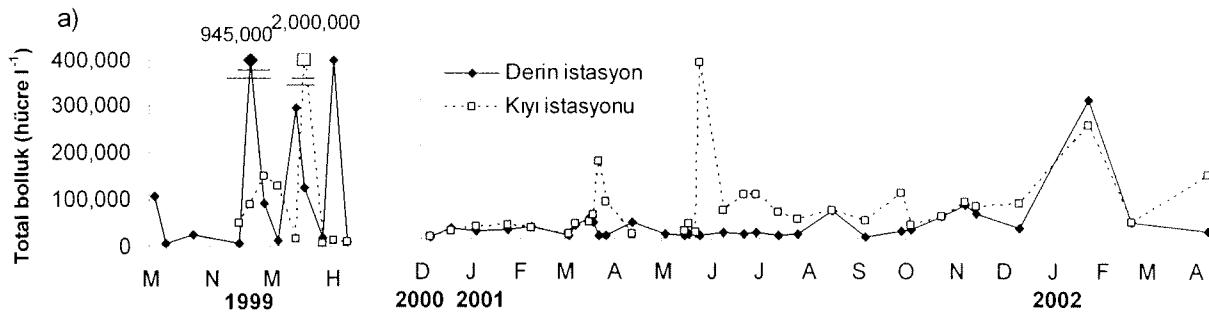
3.1.5.5 Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu

Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 tarihleri arasında yüzey sularında toplam 213 tür tespit edilmiştir (Tablo 3.2). Tür sayısı açısından dinoflagellatlar ve diyatomlar en önemli gruplardır. Diyatom ve dinoflagellat tür sayıları birbirine yakın bulunmuştur, fakat bazen diyatomlar bazen dinoflagellatlar tür sayısı açısından dominant hale gelmiştir (Tablo 3.2). Örneklerde 20'den fazla kokolitofor türü bulunmuştur. Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde 188 tür, Mart-Haziran 1999 döneminde 110 tür tespit edilmiştir.

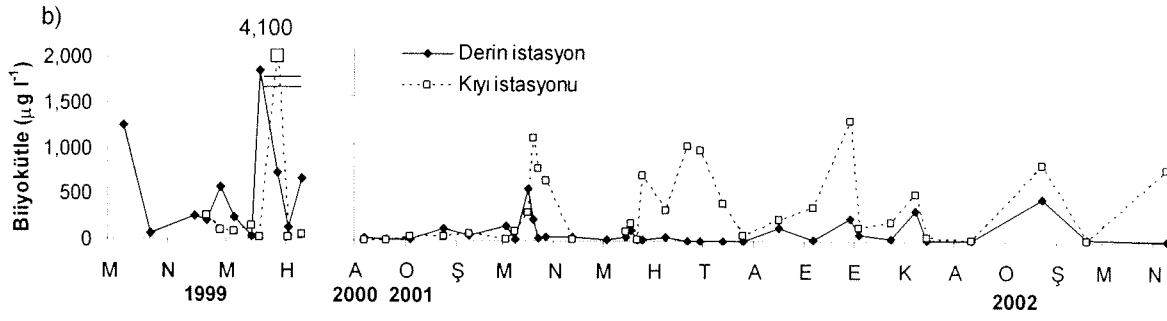
Tablo 3-2. Derin ve sığ istasyonların yüzey sularından Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde tespit edilen fitoplankton tür sayıları (flagellat sayıları minimum 3 olarak farzedilmiştir).

Dönemler	Mart-Mayıs 1999			Aralık 2000-Nisan 2002			Genel toplam
	Kıyı+Derin istasyonlar	Derin istasyon	Kıyı istasyonu	Kıyı+Derin istasyon	Derin istasyon	Kıyı istasyonu	
Dinoflagellatlar	50	38	26	77	45	73	90
Diyatomlar	42	29	31	77	57	70	84
Kokolitoforlar	11	9	5	19	16	13	23
Silicoflagellatlar	0	0	0	5	2	4	5
Klorofitler	1	0	1	5	1	5	4
Kriptomonadlar	1	1	1	1	1	1	1
Siyanofitler	2	1	1	1	2	2	3
Flagellatlar	~3	~3	~3	~3	~3	~3	~3
Toplam	110	81	68	188	127	171	213

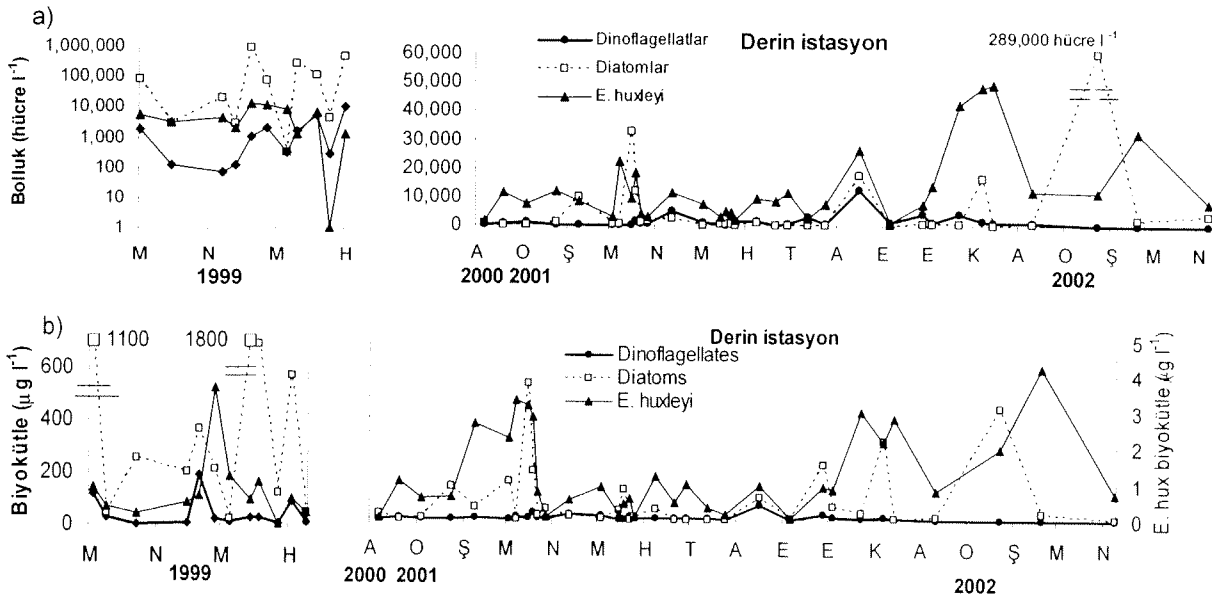
Derin istasyonda, toplam yüzey fitoplankton bolluk ve biyokütle pikleri 2001 yılında Mart, Ağustos ve Kasım aylarında gözlenmiştir (Şekil 3.14a, b). Örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda en yüksek bolluk ve biyokütle değerleri 945.000 hücre l^{-1} (Nisan 1999) ve 1800 $\mu g l^{-1}$ (Mayıs 1999), sığ istasyonda 2.000.000 hücre l^{-1} (Mayıs 1999) ve 4100 $\mu g l^{-1}$ (Mayıs 1999) idi. Bu piklere ek olarak, Eylül 2001'de bolluk değeri düşükken biyokütle değeri fazla bulunmuştur. Sonuçta hem derin hem de sığ istasyonda Mart-Nisan 1999 dönemindeki fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri 2001 yılının aynı döneminde bulunandan daha yüksekti (Şekil 3.14, Tablo 3.5 ve 3.6). Beklenildiği gibi örnekleme dönemi boyunca sığ istasyonda hem bolluk hem de biyokütle değerleri derin istasyona göre daha fazlaydı (Şekil 3.14a, b). Fakat, Mayıs'dan Ekim'e kadar olan dönem hariç piklerin bulunduğu dönemler arasında her iki bölgede benzerlikler görüldü.



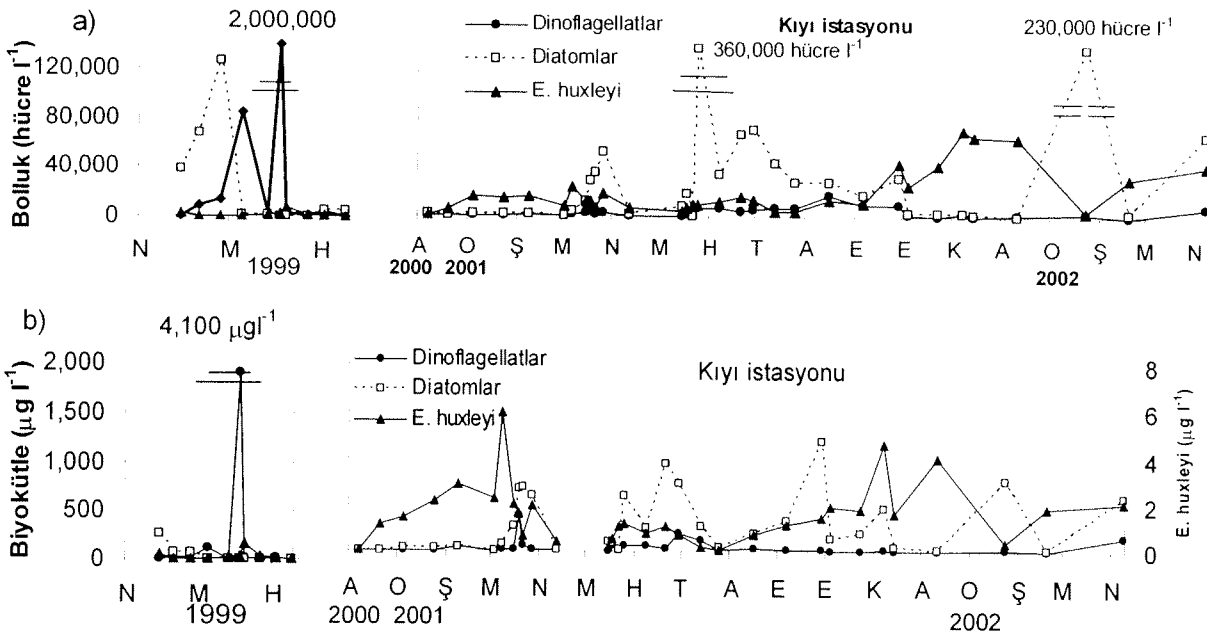
Şekil 3-14. Örnekleme dönemi boyunca derin ve kıyı istasyonlarında yüzey suyunda toplam fitoplankton (a) bolluk ve (b) biyokütle değişimleri.



Şekil 3-14. devami.



Şekil 3-15. Farklı fitoplankton gruplarının derin istasyonun yüzey suyunda (a) bolluk ve (b) biyokütle değerleri (Lütfen skalaların farklı olduğuna dikkat ediniz).



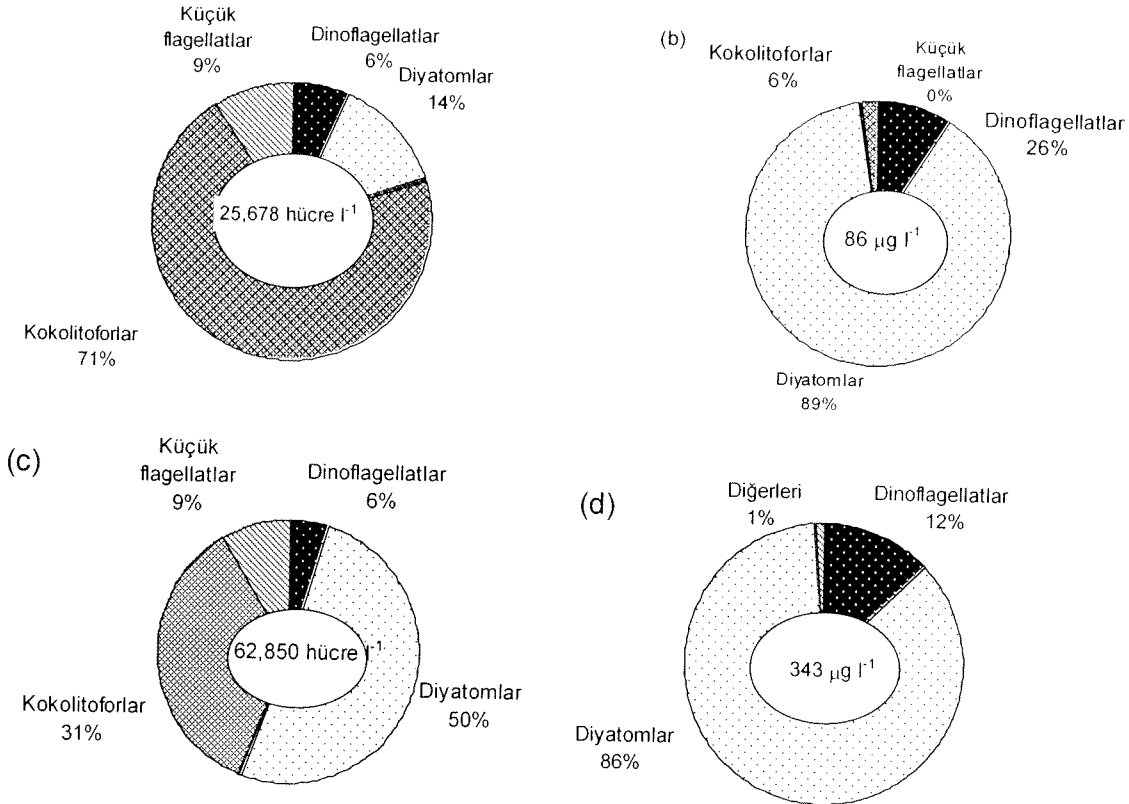
Şekil 3-16. Farklı fitoplankton gruplarının kıyı istasyonu yüzey suyunda (a) bolluk ve (b) biyokütle değerleri.

Sığ istasyonda, derin istasyona benzer olarak Mart ve Kasım 2001 bolluk ve biyokütle değerleri de yüksekti (Şekil 3.14a, b).

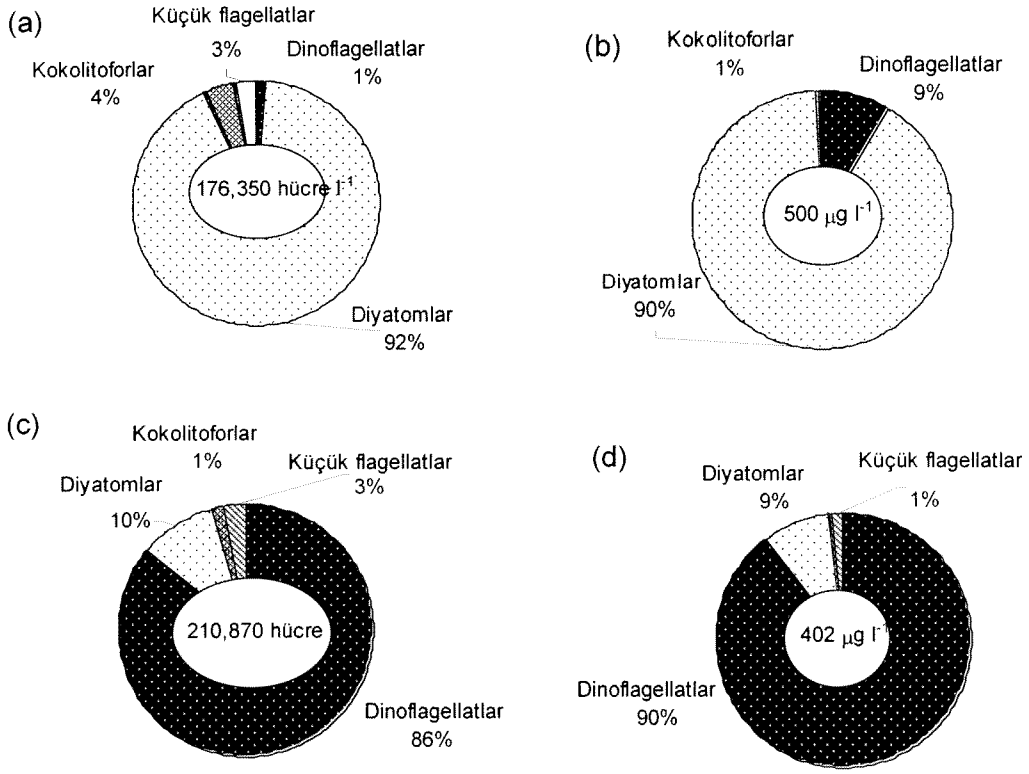
Bütün çalışma dönemi boyunca genellikle diyatomlar hem bolluk ve hem de biyokütle açısından dominanttı. Fakat kokolitoforlar 2001 dönemi boyunca bolluk bakımından ve 1999 yılında kıyı istasyonunda dinoflagellatlar hem bolluk hem de biyokütle açısından en dikkat çeken gruplardı (Şekil 3.15-3.18).

Aralık 2000 ve Nisan 2002 tarihleri arasında sığ istasyonda bazı aylarda (genellikle sonbaharda) kokolitoforlar, diğer aylarda (genellikle yazın) diyatomlar en yüksek bolluğa sahip oldu (Şekil 3.16a). 2001 ve erken 2002'de sığ istasyonda diyatom biyokütlesi diğer gruplarından daha fazlaydı (Şekil 3.18b). Fakat sığ istasyonda Mart-Haziran 1999 dönemi içinde Mayıs ayında dinoflagellat bolluk ve biyokütlesi sadece tek bir tür (*Prorocentrum micans*) nedeniyle diyatomlarınkinin üzerine çıktı (Şekil 3.18c, d).

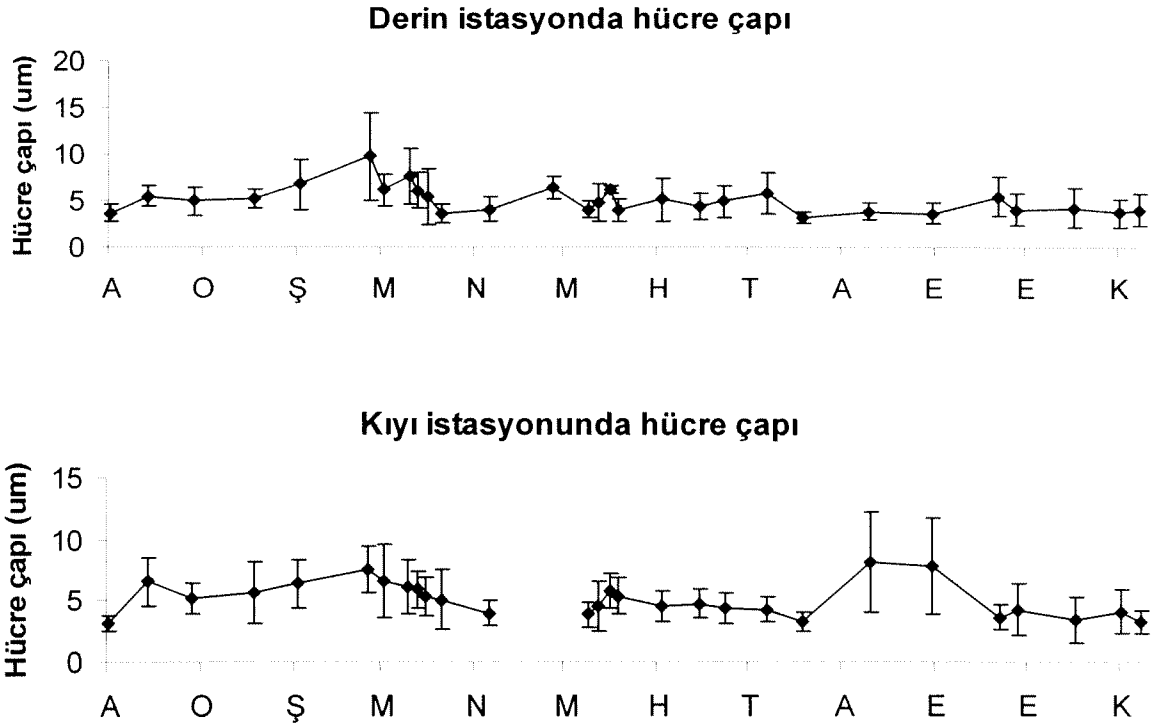
Ortalama olarak, %94'ünü *Emiliana huxleyi*'nin oluşturduğu kokolitoforlar derin istasyonda Aralık 2000 ve Nisan 2002'de bolluk bakımından dominant gruptu (Şekil 3.17a). Bu grup toplam bolluğun %71'ini oluşturdu. Bu bollukta bile örnekleme dönemi boyunca kokolitoforların toplam biyokütleye olan katkısı çok düşüktü (maksimum %6). Sığ istasyonda diyatomlar en yüksek bolluğa sahip oldu (toplam bolluğun %50'si) (Şekil 3.17c). Biyokütle açısından diyatomlar hem derin hem de sığ istasyonlarda en yüksek katılıma sahip oldu (toplam biyokütlenin >%80'i) (Şekil 3.17b, d). Kokolitoforların toplam biyokütleye olan katkısı sadece %1 veya daha düşüktü. En önemli kokolitofor türü olan *E. huxleyi*'nin hücre çapı 2001 yılı içinde 3 ile 10 μm arasında değişti (Şekil 3.19).



Şekil 3-17. Farklı fitoplankton gruplarının toplam a) derin istasyonda bolluk ve b) biyokütle, c) kıyı istasyonunda bolluk ve d) biyokütleye olan katkıları (2001 ve erken 2002 ortalaması).



Şekil 3-18. Farklı fitoplankton gruplarının toplam a) derin istasyonda bolluk ve b) biyokütle, c) kıyı istasyonunda bolluk ve d) biyokütleyle olan katkıları (1999 ortalaması).

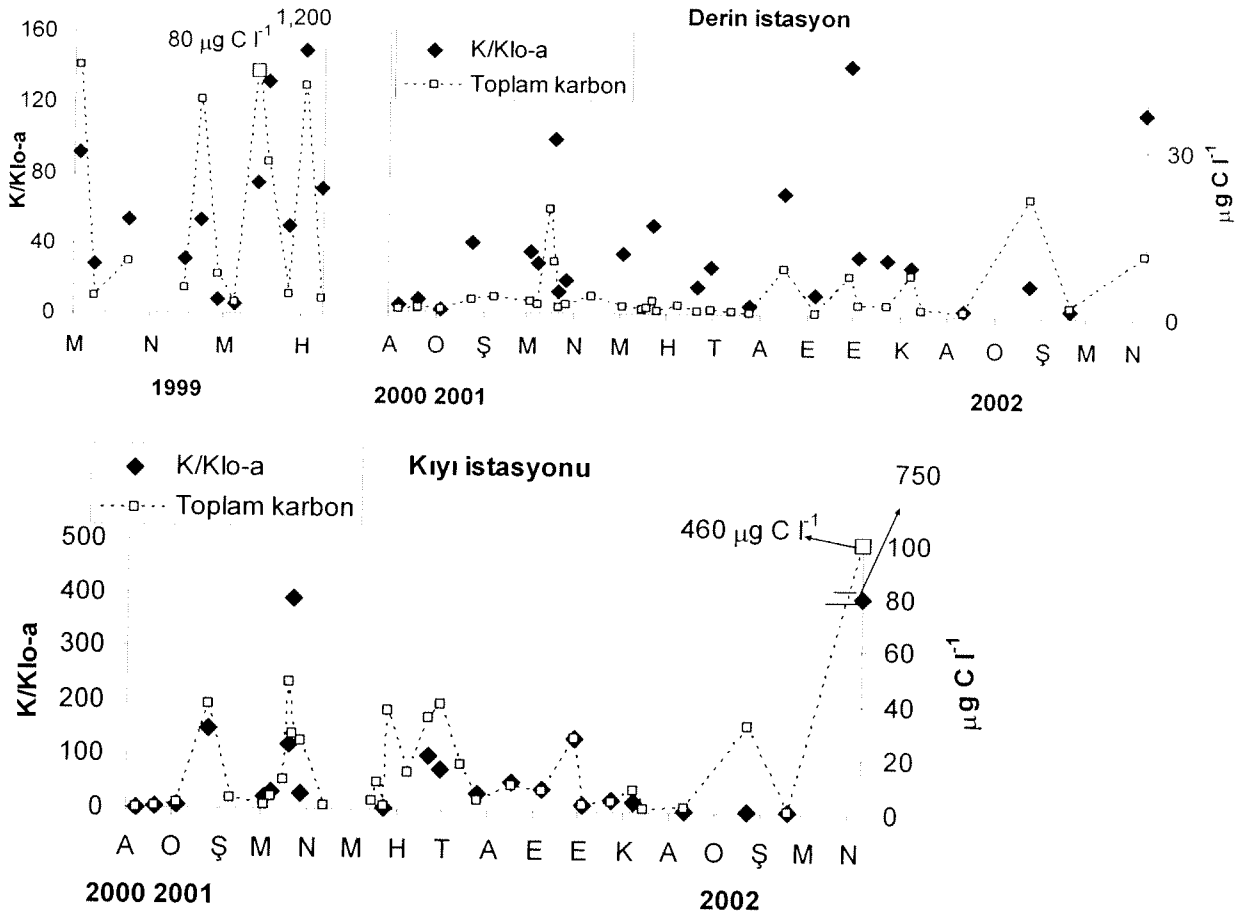


Şekil 3-19. Örnekleme süresince derin ve kıyı istasyonlarında *E. huxleyi* hücre çapındaki değişimler

17-18 Nisan 2001'deki şiddetli yağışları takiben 20 Nisan ve 5 Mayıs arasında Datça kıyılarında bulunan fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri oldukça düşüktü ($<10,000$ hücre l^{-1} ve $15 \mu g C l^{-1}$).

3.1.4.6 Partikül organik karbon/Klorofil-a (K/Klo-a) oranı

Fitoplankton biyokütle değerlerini karbona çevirmek için Strathman (1967)'nin çalışmasında bulunan eşitlik kullanılmıştır (ayrıca bölüm 2.3'e de bakınız). Fitoplankton Karbon:Klo-a oranı bütün örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda ortalama 75 ± 196 olarak ve 1.7 ve 1200 arasında değişmiştir (Şekil 3.20). Ancak fitoplankton karbonu hesaplanırken 2-3 μm boyunun altındaki organizmalar mikroskopta değerlendirildiği için bu boyutun altında klo-a'ya sahip olan canlılar K:Klo-a oranının düşük bulunmasına yol açmış olabilir. Maksimum değer olan 1200 çıkarıldığında ortalama K/Klo-a oranı 42 ± 41 olarak hesaplanmıştır. Bu oran kış ayında, Aralık ve Ocak aylarında su kolonu iyi karışmış durumdayken düşüktü. Sadece bir kaç durumda (Mart 1999 ve 2001, Mayıs 1999, Ağustos 2001, Eylül 2001 ve Nisan 2002) yüksek görüldü (Şekil 3.20). Bu oran Aralık 2000 ve Nisan 2002 arasında kıyı istasyonunda daha yüksekti (Şekil 3.20b).



Şekil 3-20. Örnekleme boyunca fitoplankton karbon biyokütlesi ve Karbon/Klo-a oranları a) derin istasyonda b) kıyı istasyonunda (Kıyı istasyonunda 1999 döneminde K/Klo-a oranları verilmemiştir çünkü Klo-a ve fitoplankton örneği farklı bölgelerden alınmıştır bakınız Bölüm 2.1).

Kıyı istasyonunda Aralık 2000 ve Nisan 2002 tarihleri arasında ortalama K/Klo-a oranı 87 ± 167 idi. Fakat, maksimum değer olan 750 çıkarıldığında bu oran 57 ± 87 olarak hesaplandı. Bu oran benzer dönem için derin istasyonda bulunandan (35 ± 37) daha yüksekti.

3.1.4.7 Çevresel parametreler ve fitoplankton arasındaki korelasyon analizi

Çevresel ve uyduya ait parametreler (sıcaklık, tuzluluk, toplam yağış ve örnekleme dönemlerinden 1 hafta öncesine kadar olan toplam toz yükü, 3 gün öncesine kadar olan yansıma) ile fitoplankton (farklı fitoplankton gruplarının bolluk ve biyokütlesi) ve besin elementleri arasında korelasyon analizi yapıldı. Tablo 3.3 ve 3.4'de sadece önemli olan korelasyonlar gösterilmiştir. Yüksek yansıma ve fitoplankton bolluk ve biyokütlesi arasında önemli bir korelasyon bulunamamıştır (ayrıca bölüm 4.12'ye bakınız).

Tablo 3-3. Atmosferik ve biyokimyasal parametreler arasında Mart-Haziran 1999-Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde yüksek Spearman Rank korelasyonuna sahip ilişkiler

Derin İstasyon	N	Spearman R	P-seviyesi
Göreceli toz yükü & Dinoflagellat bolluğu	45	0.29	0.05
Yağış & Toplam bolluk	32	0.41	0.02
Yağış & Diyatom bolluğu	32	0.55	0.00
Yağış & Toplam biyokütle	32	0.37	0.04
Yağış & Diyatom Biyokütlesi	32	0.39	0.03
NO3+NO2 & Diyatom bolluğu	45	0.30	0.04
NO3+NO2 & Toplam biyokütle	45	0.43	0.00
NO3+NO2 & Dinoflagellat biyokütlesi	45	0.35	0.02
NO3+NO2 & Diyatom biyokütlesi	45	0.41	0.01
Si & E. huxleyi bolluğu	45	0.42	0.00
Sıcaklık & Dinoflagellat bolluğu	40	0.50	0.00
Sıcaklık & Diyatom bolluğu	40	-0.34	0.03
Sıcaklık & E. huxleyi biyokütlesi	40	-0.38	0.01
Tuzluluk & Toplam biyokütle	40	-0.50	0.00
Tuzluluk & Diyatom biyokütlesi	40	-0.48	0.00
Kıyı İstasyonu			
Yağış & Dinoflagellat bolluğu	31	-0.40	0.03
Yağış & Diyatom bolluğu	31	-0.37	0.04
Yağış & E. huxleyi biyokütlesi	31	0.44	0.01
Si & Toplam bolluk	40	0.35	0.03
Si & E. huxleyi bolluğu	40	0.35	0.03
Sıcaklık & Dinoflagellat bolluğu	35	0.53	0.00

Korelasyonlar açısından derin ve sığ istasyonlarda farklılıklar vardır. Bazı parametreler (mesela yağış ve diyatom bolluğu arasında, Tablo 3.3) derin istasyonda pozitif korelasyon varken, sığ istasyonda negatif korelasyon bulunmuştur. Göreceli toz yükü ile dinoflagellat bolluğu bütün örnekleme dönemi hesaba katıldığında sadece derin istasyonda ilişki bulunmuştur. Fakat, 1999 dönemi çıkarıldığında (ki bu dönemde kıyı istasyonunda dinoflagellat patlaması görüldü) kıyı istasyonunda da aynı korelasyon ortaya çıktı. Yağış bütün örnekleme döneminde (Mart-Haziran 1999- Aralık 2000-Nisan 2002) derin istasyonda toplam fitoplankton bolluğu ve biyokütlesi ile ilişkili bulunmuştur (Tablo 3.3). Nitrat+nitrit ve diyatom bolluğu ve biyokütlesi ve dinoflagellat biyokütlesi ile aynı dönemde derin istasyonda ilişkili çıkmıştır. Bununla birlikte nitrat+nitrit ve fitoplankton ilişkileri 1999 yılı çıkarıldığında gözlenememiştir. Gerçekten de nitrat+nitrit konsantrasyonları Mart-Haziran 1999 döneminde 2001 yılındaki aynı dönemden daha yüksektir. Bu da 1999 döneminde bu besin elementinin önemini gösterir (Tablo 3.1). Silikat konsantrasyonu toplam fitoplankton bolluk ve

biyokütlesiyle aynı zamanda diyatom biyokütlesi ile Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde pozitif olarak ilişkili bulunmuştur (Tablo 3.4). 1999 dönemi analize dahil edildiğinde bu korelasyon kaybolmuştur. Fosfat hiçbir biyolojik parametre ile ilişkili bulunamamıştır. Hem derin hem de sığ istasyonlarda silikat ve *E. huxleyi* bolluğu arasında görülen pozitif korelasyon bir sürprizdi. Diyatom bolluğu ve biyokütlesi sıcaklık ve tuzluluk ile negatif olarak ilişki göstermiştir. Bu da diyatomların kış-erken ilkbahar döneminde dominant olduğuna da işaret etmektedir. Dinoflagellat bolluğu sıcaklık ile hem derin hem de sığ istasyonda pozitif ilişki göstermiştir (Tablo 3.3 ve 3.4).

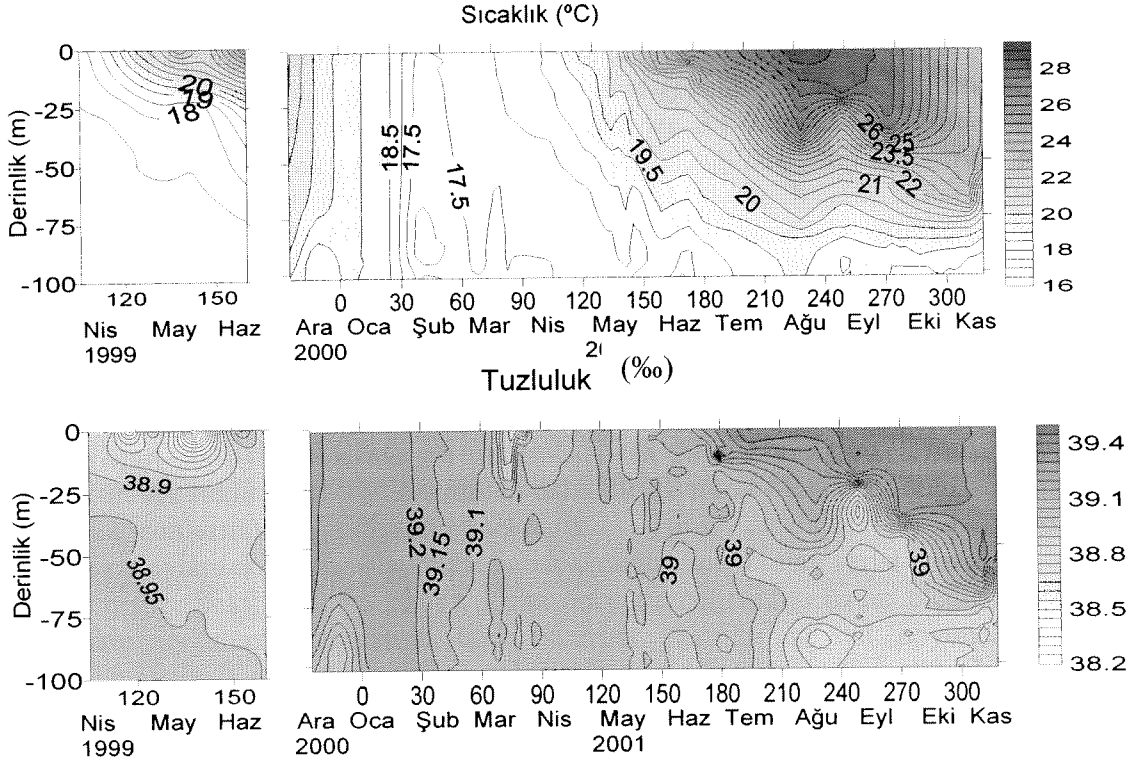
Tablo 3-4. Atmosferik ve biyokimyasal parametreler arasında Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde Spearman Rank korelasyonuna sahip ilişkiler

	N	Spearman R	p-seviyesi
Derin istasyon			
Yağış & Toplam bolluk	32	0.41	0.02
Yağış & Diyatom bolluğu	32	0.55	0.00
Yağış & Toplam biyokütle	32	0.37	0.04
Yağış & Diyatom biyokütlesi	32	0.39	0.03
Si & Toplam bolluk	33	0.42	0.01
Si & Toplam biyokütle	33	0.4	0.02
Si & Diyatom biyokütlesi	33	0.34	0.05
Si & <i>E. huxleyi</i> bolluğu	33	0.36	0.04
Sıcaklık & Dinoflagellat bolluğu	31	0.5	0.00
Sıcaklık & Diyatom bolluğu	31	-0.49	0.00
Sıcaklık & Toplam biyokütle	31	-0.43	0.02
Sıcaklık & <i>E. huxleyi</i> biyokütlesi	31	-0.47	0.01
Tuzluluk & Dinoflagellat bolluğu	31	0.35	0.05
Tuzluluk & Diyatom bolluğu	31	-0.51	0.00
Sığ istasyon	N	R	p-level
Göreceli toz yükü & Dinoflagellat bolluğu	32	0.37	0.04
Yağış & Diyatom bolluğu	31	-0.37	0.04
Yağış & Dinoflagellat bolluğu	31	-0.4	0.03
Yağış & <i>E. huxleyi</i> biyokütlesi	31	0.44	0.01
Sıcaklık & Toplam bolluk	28	0.38	0.04
Sıcaklık & Diyatom bolluğu	28	0.37	0.05
Sıcaklık & Dinoflagellat bolluğu	28	0.63	0.00
Sıcaklık & <i>E. huxleyi</i> biyokütlesi	28	-0.48	0.01
Tuzluluk & Toplam bolluk	28	-0.37	0.05
Tuzluluk & Diyatom bolluğu	28	-0.4	0.04
Si & <i>E. huxleyi</i> bolluğu	31	0.52	0.00
Si & Dinoflagellat biyokütlesi	31	-0.37	0.04

3.1.5 Su kolonunda hidrolojik ve biyokimyasal parametrelerin zamana bağlı dağılımları

3.1.5.1 Hidrografi

İlkbahar 1999 ile karşılaştırınca, 2001 ilkbaharında, bağıl olarak daha tuzlu ve daha soğuk sular oluştu (Şekil 3.21). Düşük tuzluluğa sahip yüzey suları 28 Nisan 1999, 14 ve 18 Mayıs 1999, 22 Mart 2001 ve 9 Nisan 2002 tarihlerinde yağmur yokken gözlemlendi (Ek E).



Şekil 3-21. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düzey sıcaklık ve tuzluluk dağılımı.

Kış aylarında düzey olarak tamamen karışan ve homojen hale gelen kıta sahanlığı sularında, Mart 2001'de üst 20 m de tuzluluk tabakalaşması görüldü (Ek E). Mayıs 2001'de hafif sıcaklık tabakalaşması oluşmaya başladı.. Ağustos 2001'e kadar sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk tabakalaşması gittikçe daha da belirginleşti (Ek E, Şekil 3.21). Eylülde yoğunluk tabakalaşması çok belirgin hale geldi (20 ve 35 m'ler arasında tuzluluk 39.44 ile 38.8 ‰, sıcaklık ise 28.73 ile 23.75 °C arasında değişti). Maalesef Ekim 2001'de CTD probundaki bir problem nedeniyle veri alınamamıştır. Sonbahar aylarında yüzey sularının soğumasıyla homojen karışimli üst tabakanın giderek derinleştiği/kalınlaştığı ve Kasım 2001'de 70 metrelere kadar indiği görüldü (Şekil 3.21, Ek E). Mayıs 1999'da 2001'e göre yüzeyde daha belirgin tuzluluk ve sıcaklık tabakalaşması görüldü (Şekil 3.21, Ek E). Yani 1999 yılında yüzey sularının ısınması ve buharlaşma daha erken başlamıştır. Ancak termoklin altındaki suların daha az tuzlu ve daha düşük sıcaklıkta olması bölgenin tabanında, 2001 yılına göre daha derinden gelen ara tabaka sularının bulunduğunu belirtebiliriz.

3.1.5.2 Besin elementleri

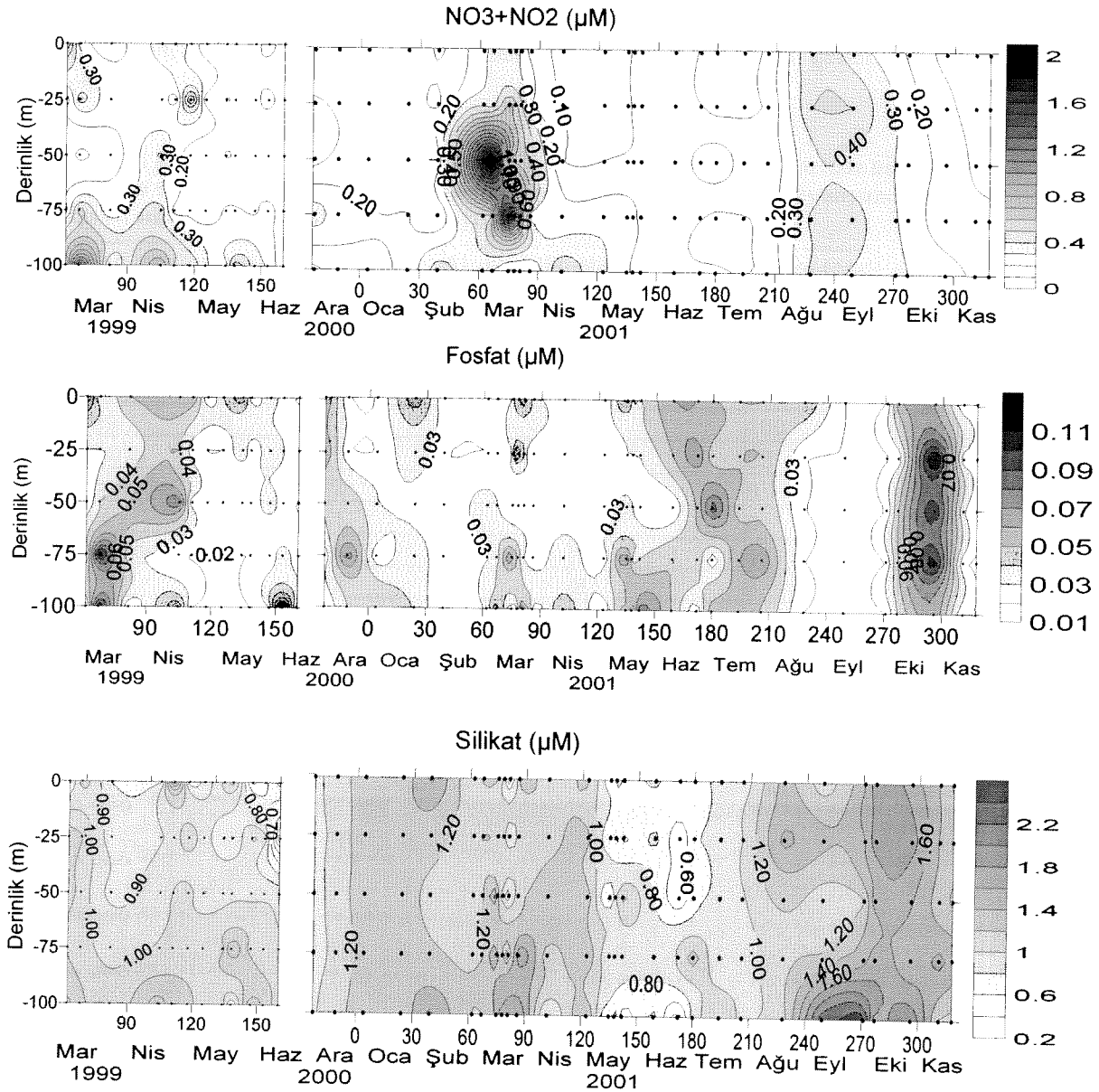
Doğu Akdeniz kıta sahanlığında besin elementlerinin sıf ve derin sulardaki dağılımlarının karasal ve atmosfer kaynaklı girdilerden etkilenmesi beklenir. Çünkü nehir ve yağmur suları nitrat iyonlarınca zengindir. Böylece, akarsu girdisi alan bölgelerde ve yağmurlu dönemlerde yüzey sularında nitrat artışı beklenir. Fakat yağmur suları her zaman silikat iyonlarınca ve çoğu dönemlerde de fosfat iyonlarınca fakirdir. Afrika kökenli (Sahra Çölünden kalkan) tozların bölgeye ulaştığı dönemlerde yağmur ve nehir sularının fosfat iyonlarınca zenginleştiği gözlenmiştir. Nehir suları silikatça her zaman zengin, fakat yağmur suları ise çok fakirdir. Bölgenin yüzey sularına dış kaynaklardan olduğu kadar denizdeki düzey karışımlar ve derindeki suların yüzeye kadar çıkması yoluyla besin elementleri taşınır. Ancak, Akdeniz'in ara tabaka suları fosfat iyonlarınca çok fakirdir ve genellikle 0.005-0.1 µM seviyesinde fosfat içerir. Nitrat ve silikat derişimleri ise fosfata kıyasla daha fazladır. Kıyusal sulardaki besin elementlerinin mevsimsel dağılımını incelerken bölgedeki iç ve dış

girdilerin konsantrasyonları ve N/P/Si oranları birlikte dikkate alınarak incelendiğinde, deniz ortamındaki besin elementleri değişimlerini daha iyi anlayabiliriz.

Açık istasyonun üst tabaka sularında fosfat genelde düşüktü. Kış dönemi hariç olmak üzere nitrat konsantrasyonu da bu sulara azdı ve 0.1-0.5 μM aralığında değişmiştir. Kış aylarında meydana gelen düşey karışımlar sonucu Şubat-Mart aylarında nitrat derişimi dikkate değer artış göstermiş, 50 metre altında 2.11 μM seviyesine kadar ulaşmıştır. Ancak, benzer artışlar silikat ve fosfat derişimlerinde gözlenmemiştir. Bu sonuçlardan, bölgeye ulaşan tuzlu Akdeniz ara tabaka sularının nitrat iyonlarınca kısmen zenginleştiği, fakat diğer besin elementleri konsantrasyonun yüzey sularına kıyasla fazla artış göstermediği anlaşılmaktadır. Su kolonunda henüz belirgin yoğunluk tabakalaşmasının başlamadığı Mart-Nisan 1999'da üst tabaka suları muhtemelen nehir etkisinden dolayı tuzluluğu düşüktür. Bu suların nitrat+nitrit değerleri Mart ve Nisan 1999'da 0.3-0.4 μM seviyesinde bulunmuştur; bunlar Mart-2001 ölçümlerine göre düşük, Nisan 2001 nitrat sonuçlarından (0.1 μM) daha yüksektir. Az tuzlu Mart-99 döneminde daha düşük nitrat ölçülmesi, kıyı sulara nehir etkili düşey karışımların varlığını işaret etmektedir.

Bazı aylardaki fosfat ölçümleri hatalı olduğundan, zaman serisi içinde değerlendirmeye alınmamıştır (Şekil 3.22 ve Ek F). Daha önce de belirtildiği üzere ölçülen fosfat değerleri genellikle uygulanan yöntemin tayin sınırına yakındır ve yıl boyunca fazla değişim göstermemiştir. Çok düşük konsantrasyonlardaki (nanomolar) fosfat değişimleri, düşük değerlerin ölçümünden kaynaklanan deneysel hataları ve düşük pH'da fosfat ölçüm yapılmasından dolayı diğer fosfor bileşiklerinin çözünerek/parçalanarak az da olsa pozitif girişimlerinden de kaynaklanabileceği unutulmamalıdır. Mart ve Haziran 1999'da üstteki 25 m, 2001'e göre fosfat bakımından daha zengindi. En yüksek fosfat konsantrasyonu (50 m'de 0.23 μM) olarak 23 Ekim 2001'de gözlemlendi. Şubat ve kısmen Mart-Nisan ve Eylül'de fosfat konsantrasyonu düşüktü (Şekil 3.22). Fakat en yüksek nitrat konsantrasyonu Mart 2001'de 50-75 m arasında ve maksimum değer 2.11 μM (Şekil 3.22) olarak görüldü.

Su kolonunun homojen olduğu ve alt tabakadan düşey karışımlarla besin elementleri taşındığı Mart-Nisan 2001 dönemi silikat konsantrasyonları, 1999 yılı aynı dönem ölçümlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ancak, mevsimsel tabakalaşmanın daha hızlı olduğu, yüzey suları daha sıcak ve daha tuzlu olan Mayıs-Haziran 2001 döneminde silikat konsantrasyonları 1999'a kıyasla daha düşüktür. Yani, bu dönemde alt tabakadan ve nehirler yoluyla yüzey sularına daha az besin elementleri girdisi olduğunu belirtmek mümkündür. Genellikle 0.6-2.0 μM arasında değişen silikat konsantrasyonu; en düşük değerlere Mayıs, Haziran ve Temmuz 2001'de en yüksek seviyelere ise Ocak, Eylül (2.59 μM) ve Ekim 2001'de ulaşmıştır (Şekil 3.22).



Şekil 3-22. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düzey nitrat+nitrite, fosfat ve silikat dağılımı.

(N/P oranları için 3.1.4.3 bölümüne bakınız, Si/NO₃ ve Si/PO₄ oranları derin istasyonda öfotik bölgede her zaman sırasıyla 1 ve 3'ün üzerindedir.)

Yüzey sularında fitoplankton bolluğu veya biyokütlesi ile silikat konsantrasyonları arasında Aralık 2000 ve Nisan 2002 arasında pozitif bir korelasyon vardır (Spearman Rank Korelasyonu sonucu $P < 0.02$). Ancak istatistiksel analize 1999 verileri eklendiğinde bu korelasyon ortadan kaybolduğu görülmüştür. Bununla birlikte onun yerine nitrat ve toplam biyokütle arasında pozitif bir ilişki gözlemlendi ($P < 0.04$).

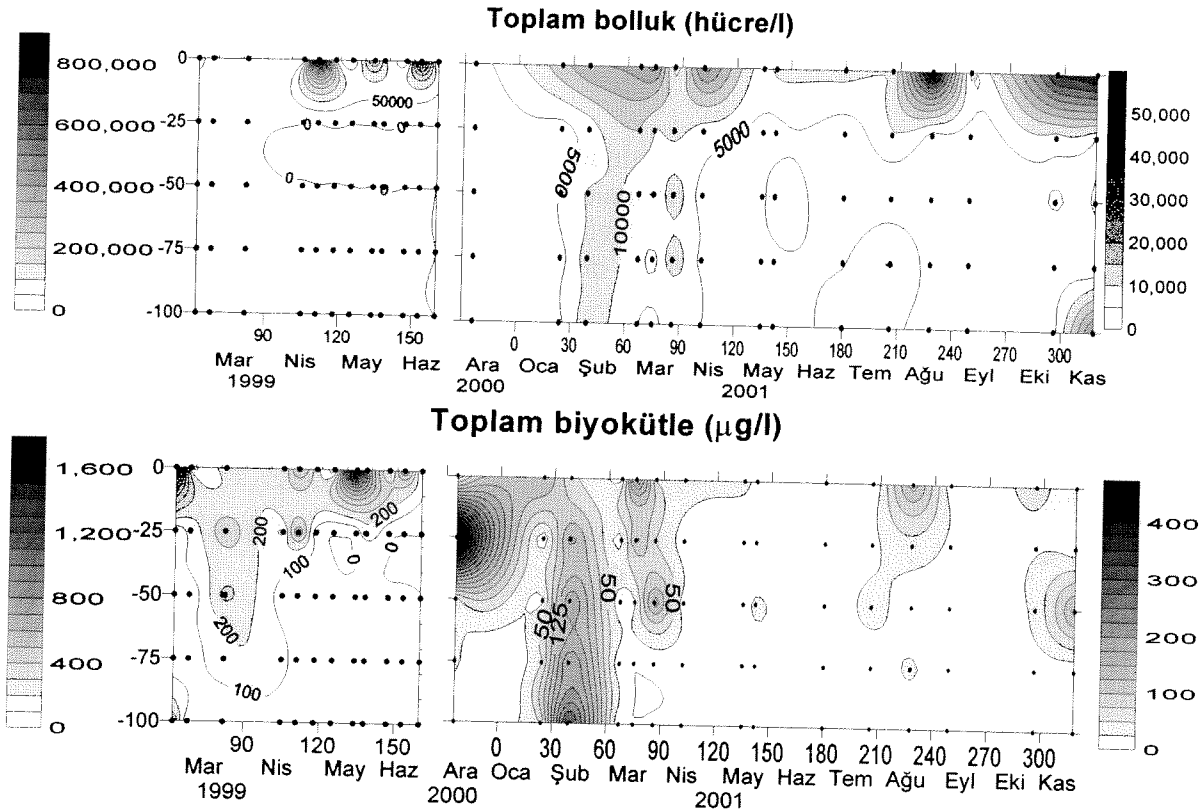
3.1.5.3 Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu

Bütün örnekleme dönemi boyunca derin ve sığ istasyonlarda su kolonunda toplam 264 fitoplankton türü tespit edilmiştir (Tablo 3.7, Ek G). Dinoflagellatlar ve diyatamlar tür sayısı bakımından en önemli gruplardı. Dinoflagellatların tür sayısı diyatamlarınkinden daha fazlaydı.

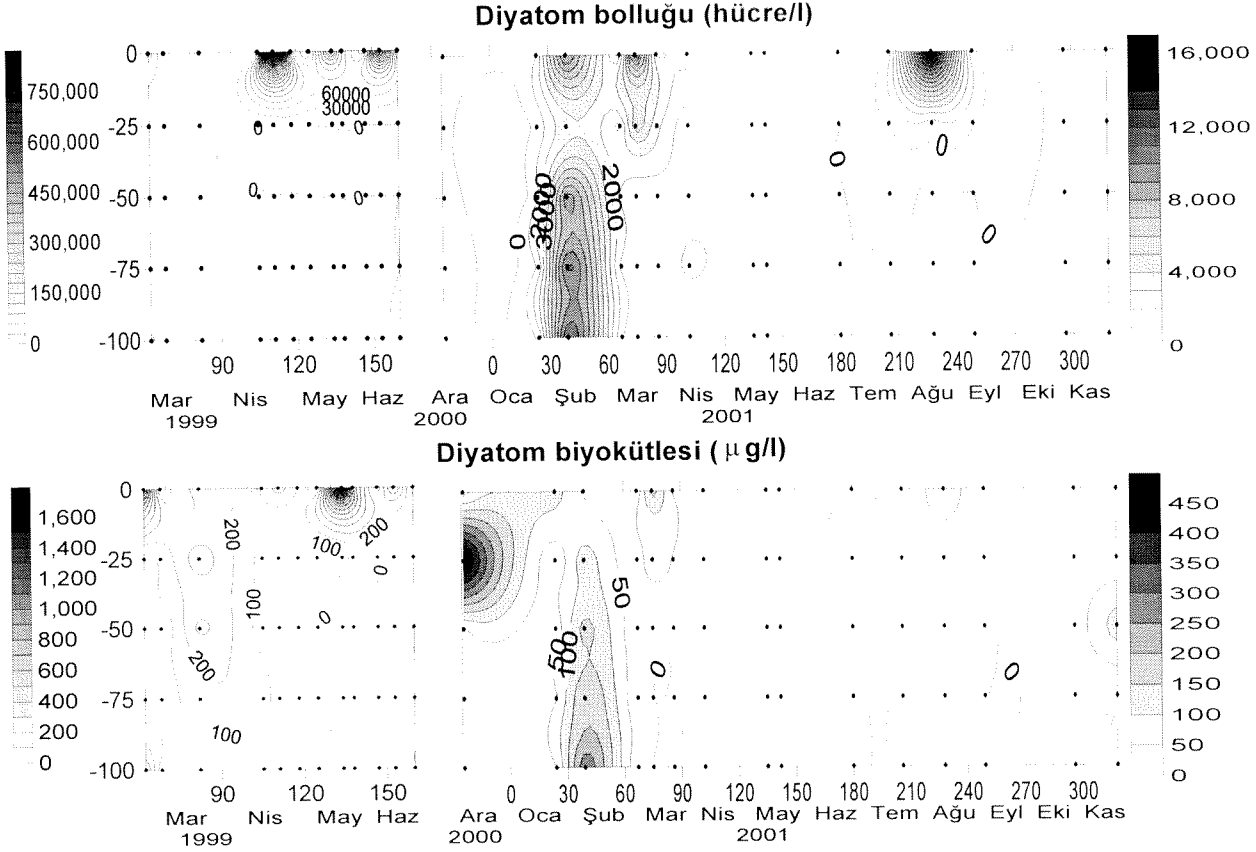
Mart-Haziran 1999'da su kolonundaki toplam bolluk ve biyokütle 2001'in aynı dönem ile karşılaştırınca daha yüksekti (sırasıyla 15 ve 4 kat) (Şekil 3.23, Ek H). Örnekleme dönemi boyunca Şubat ve Mart hariç fitoplankton bolluk ve biyokütlesi genellikle yüzeyde daha yüksekti.

Tablo 3-5. Su kolonunda Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde hem derin hem de sığ istasyonlarda tanımlanan fitoplankton tür sayıları (sığ istasyonda sadece yüzey suyundan sayım yapılmıştır, sığ istasyondaki tür sayısı için ayrıca Tablo 3.3'e de bakınız).

Dönemler	Mart-Mayıs 1999		Aralık 2000-Nisan 2002		Genel-total
	Sığ+Derin istasyon	Derin istasyon	Sığ+Derin istasyon	Derin istasyon	
Dinoflagellatlar	65	56	124	90	118
Diyatomlar	49	39	95	80	100
Kokolitoforlar	17	16	20	16	25
Silikoflagellatlar	2	2	5	2	5
Klorofitler	2	1	5	4	6
Kriptomonadlar	1	1	1	1	1
Siyanofitler	2	2	4	5	5
Öglenofitler	1	1	1	1	1
Flagellatlar	3	3	3	3	3
Toplam	142	121	258	202	264

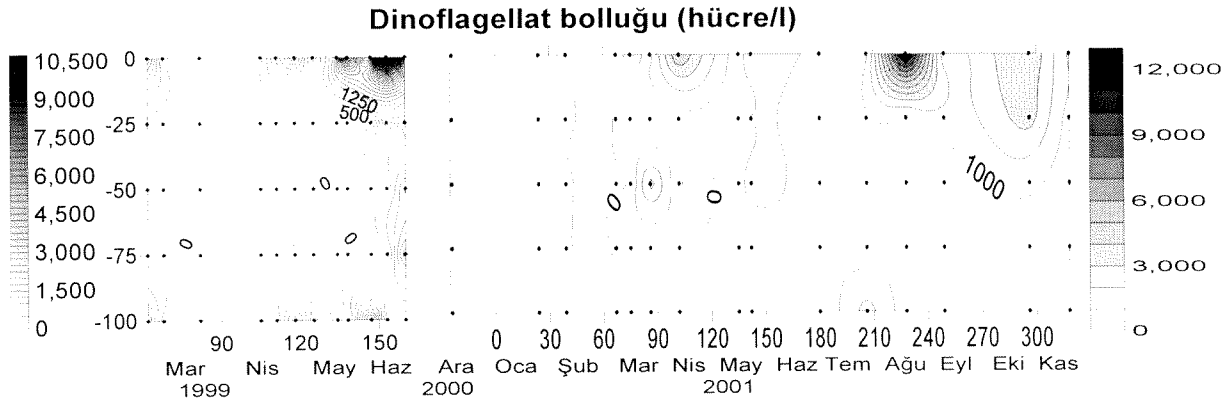


Şekil 3-23. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey fitoplankton bolluk ve biyokütle dağılımı

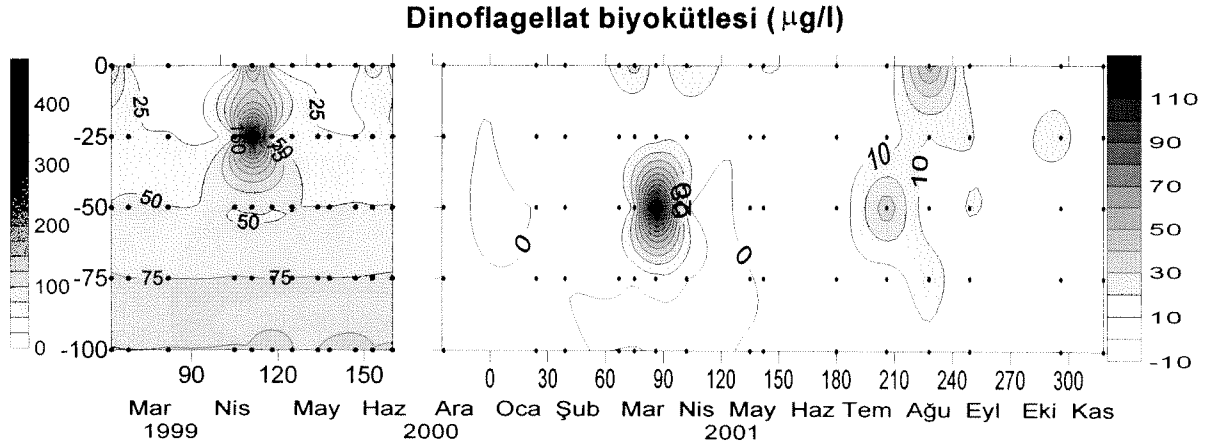


Şekil 3-24. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey diyatom bolluk ve biyokütle dağılımı

Su kolonunda diyatomların düşey dağılımı toplam biyokütleninkine çok benzerdir. Çünkü diyatomlar ölçüm yapılan aylarda toplam biyokütlenin %88'ini oluşturdu (Şekil 3.24). Mayıs, Haziran ve Temmuz 2001'de diyatom bolluğu düşmüştür. Kokolitoforlar ve dinoflagellatlar bu aylarda yüzey bolluğunun büyük çoğunluğunu oluşturmuştur (Şekil 3.25 ve 3.26).

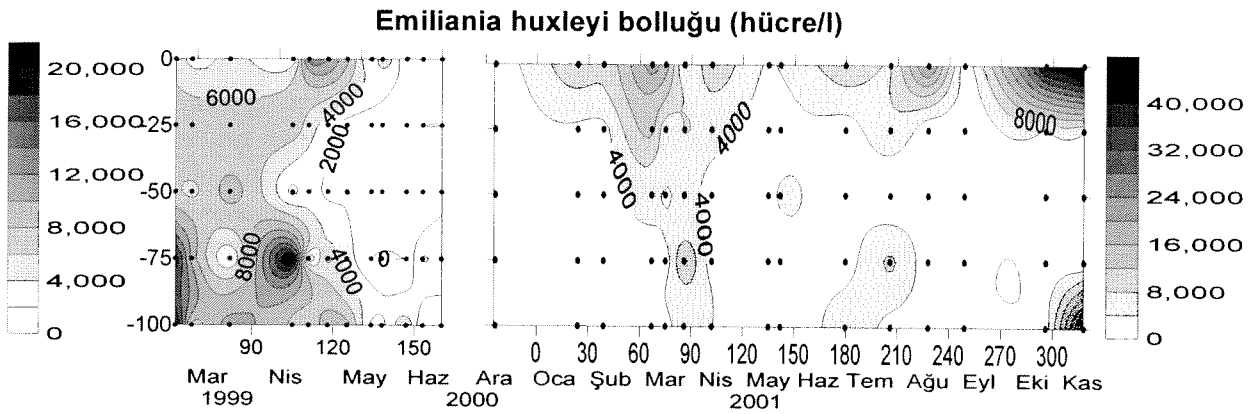


Şekil 3-25. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey dinoflagellat bolluk ve biyokütle dağılımı



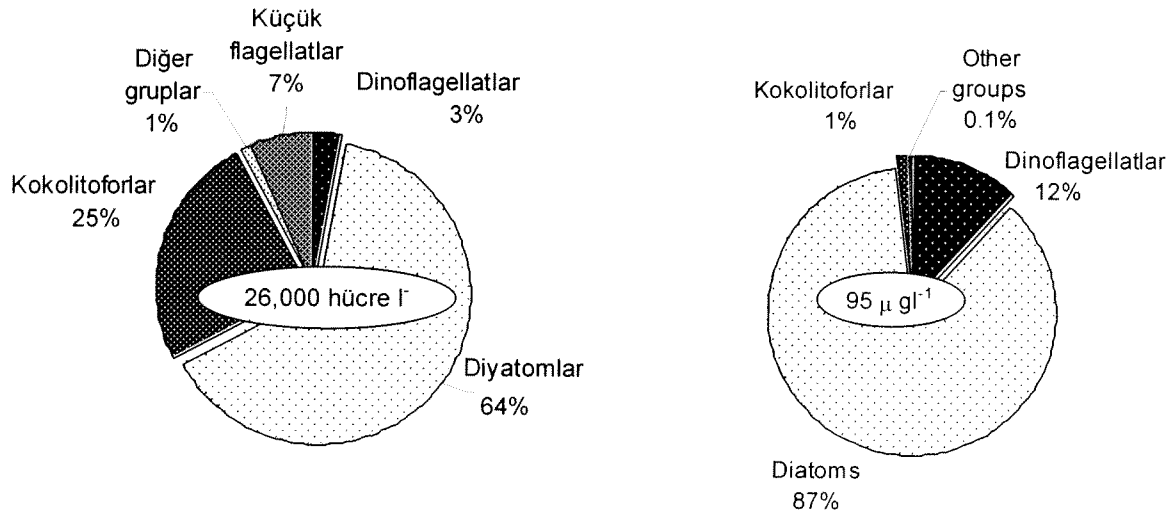
Şekil 3-25. devamı.

Mart ve Nisan 2001'de su kolonunda *E. huxleyi* konsantrasyonu yüksekti. *E. huxleyi* bolluğu Şubat ve Mart 2001'deki diyatom patlamasından sonra artmış görüldü. Diyatomlara zıt olarak yüzey sularındaki *E. huxleyi* bolluğu yaz aylarında azalmadı. *E. huxleyi* bolluğu 2001 yılında genellikle yüzey suyunda, 1999'da ise daha derin seviyelerde (100 m'ye kadar) daha çoktu. 2001'de sadece Mayıs ve Eylül *E. huxleyi* bolluğu düşüktü.



Şekil 3-26. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi düşey *Emiliana huxleyi* bolluk ve biyokütle dağılımı

Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemleri ele alındığında diyatomlar en önemli gruptu (Şekil 3.27).



Şekil 3-27. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde derin istasyonda su kolonunda fitoplankton gruplarının ortalama bolluk ve biyokütlesi.

Su kolonunda farklı yıllarda farklı fitoplankton grupları dominant oldu (Tablo 3.8, ayrıca tüm fitoplankton tür listesini görmek için Ek G'ye bakınız).

Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde bolluk açısından en yaygın türler *Emiliania huxleyi* Lohmann, *Skeletonema costatum* Greville) Cleve, *Chaetoceros socialis* Lauder, *Proboscia alata* Brightwell, *Exuviaella cordata* Kisselew, *Pseudonitzschia cf. fraudulenta* (Cleve) Hasle, *Cerataulina bergonii* (Cleve) Hendeey, *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Chaetoceros affinis* Lauder, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatula* (Hasle) Hasle, *Glenodinium paululum* Lind, *Detonula confervacea* (Cleve) Granand, *Nitzschia pungens* Grun, *Thalassiothrix mediterranea* Pavillard, *Chaetoceros decipiens* Cleve, *Asterionella japonica* Cleve et Müller, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Guinardia flaccida* (Castracane) H. Peragallo idi. Biyokütle açısından *Pseudosolenia calcar-avis*, *Proboscia alata* Brightwell, *Cerataulina bergonii* (Cleve) Hendeey, *Guinardia flaccida* (Castracane) H. Peragallo, *Thalassiothrix mediterranea* Pavillard, *Chaetoceros affinis* Lauder, *Detonula confervacea* (Cleve) Gran dominant oldu (Tablo 3.8).

Tablo 3-6. Aralık 2000 ve Nisan 2002 döneminde su kolonunda en yüksek bolluk ve biyokütleyle sahip olan türler

	Ortalama bolluk		Ortalama biyokütle
Dinoflagellatlar	hücre l⁻¹	Dinoflagellatlar	µg l⁻¹
<i>Exuviaella cordata</i> Kisselew	270	<i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vanhöffen	1.5
<i>Glenodinium paululum</i> Lind	110	<i>Exuviaella compressa</i> Ostenfeld	0.5
<i>Amphidinium sp.</i>	60	<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparede et Lachmann	0.5
<i>Glenodinium sp.</i>	80	<i>Ceratium carriense</i> Gourret	0.4
<i>Peridinium sp.</i>	40	<i>Gymnodinium fuscum</i> (Ehrenberg) Stein	0.3
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen	35	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	0.25
<i>Glenodinium sp.</i>	30	<i>Peridinea sp.</i>	0.2
<i>Exuviaella compressa</i> Ostenfeld	25	<i>Ceratium teres</i> Kofoid	0.2

Tablo 3-6. devamı.

<i>Protoperidinium punctulatum</i> (Paulsen) Balech	20	<i>Protoperidinium steinii</i> (Jörgensen) Balech	0.2
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	15	<i>Ceratium pavillardii</i> Jörgensen	0.2
<i>Gyrodinium sp.</i>	10	<i>Ceratium tripos</i> (Müller) Nitzsch	0.15
<i>Glenodinium penardi</i>	10	<i>Exuviaella cordata</i> Kisselew	0.15
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	10	<i>Ceratium hexacanthum</i> Gourret	0.15
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich	10	<i>Ceratium setaceum</i> Jörgensen	0.15
Diyatomlar		<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof et Sw.	0.13
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	1410	<i>Ceratium gibberum</i> Gourret	0.13
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	1170	<i>Gymnodinium fusus</i> Schiller	0.11
<i>Proboscia alata</i> Brightwell	390	<i>Ceratium macroceros gallicum</i> Kofoid	0.11
<i>Chaetoceros sp.</i>	270	<i>Peridinium sp.</i>	0.11
<i>Pseudonitzschia fraudulenta</i> (Cleve) Hasle	240	<i>Gymnodinium sp.</i>	0.1
<i>Chaetoceros neglectus</i>	170	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid et Swezy	0.1
<i>Cerataulina bergonii</i> (Cleve) Hendey	160	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid	0.1
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	120	Diyatomlar	
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	110	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Schultze	13
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatula</i> (Hasle) Hasle	110	<i>Proboscia alata</i> Brightwell	9
<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	100	<i>Rhizosolenia castracanei</i> H. Peragallo	6
<i>Nitzschia pungens</i> Grun	90	<i>Cerataulina bergonii</i> (Cleve) Hendey	4
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pavillard	80	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	4
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	75	<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pavillard	2
<i>Asterionella japonica</i> Cleve et Müller	70	<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	1.5
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	45	<i>Rhizosolenia alata indica</i> (H. Peragallo) Gran	1.3
<i>Thalassiosira sp.</i>	35	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	1.3
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran	30	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> H. Peragallo	1.3
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg) Wm.	25	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	0.8
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> H. Peragallo	20	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck	0.6
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld	20	<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow	0.5
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	20	<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith	0.4
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck	15	<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	0.4
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith	15	<i>Coscinodiscus sp.</i>	0.3

Tablo 3-6. devamı

<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	15	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	0.3
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	15	<i>Guinardia sp.</i>	0.3
<i>Pennata sp.</i>	15	<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	0.3
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> Schultze	10	<i>Centrica sp.</i>	0.25
Kokolitoforlar		<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	0.2
<i>Emiliana huxleyi</i> Lohmann	6800	<i>Chaetoceros sp.</i>	0.2
<i>Syracosphaera sp.</i>	105	<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman in Pritchard	0.2
<i>Coccolithus pelagicus</i>	20	<i>Navicula sp.</i>	0.15
<i>Coccolithus sp.</i>	20	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	0.15
<i>Discosphaera tubifer</i>	15	<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran	0.15
<i>Pontosphaera sp.</i>	15	<i>Nitzschia pungens</i> Grun	0.12
<i>Acanthoica lithostratos</i>	15	<i>Pseudonitzschia fraudulenta</i> (Cleve) Hasle	0.1
<i>Syracosphaera cornifera</i>	10		
Silicoflagellatlar		<i>Emiliana huxleyi</i> Lohmann	0.67
<i>Dictyocha fibula</i>	10		
Kriptomonadlar			
<i>Hillea fusiformis</i>	30		
Siyanofitler			
Olive green cells	30		
<i>Anabaena sp.</i>	10		
<i>Nostoc sp.</i>	15		

Pseudonitzschia pseudodelicatissima Hasle, *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschowsky, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Thalassiothrix mediterranea* Pavillard, *Emiliana huxleyi* Lohmann, *Thalassiothrix frauenfeldii* Grunow, *Hemiaulus haucki* Grunow in Van Heurck, *Proboscia alata* Brightwell, *Chaetoceros affinis* Lauder, *Detonula confervacea* (Cleve) Gran, *Chaetoceros diversus* Cleve, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Glenodinium paululum* Lind, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich, *Gyrodinium fusiforme* Kofoid et Swezy, *Protopteridinium steinii* (Jørgensen) Balech Mart-Haziran 1999 döneminde bolluk açısından en önemli türler arasındaydı (Tablo 3.9).

Tablo 3-7. Mart-Haziran 1999 döneminde su kolonunda en yüksek bolluk ve biyokütleyle sahip olan türler.

	Ortalama bolluk		Ortalama biyokütle
Dinoflagellatlar	hücre l ⁻¹	Dinoflagellatlar	µg l ⁻¹
<i>Glenodinium paululum</i> Lind	180	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid et Swezy	10
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	75		
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich	70	<i>Polykrikos schwartzii</i> Bütschli	1
<i>Achradina sp.</i>	45	<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof et Sw.	0.9
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid et Swezy	40	<i>Protopteridinium depressum</i> (Bailey) Balech	0.8
<i>Cochlodinium sp.</i>	30	<i>Protopteridinium steinii</i>	0.7

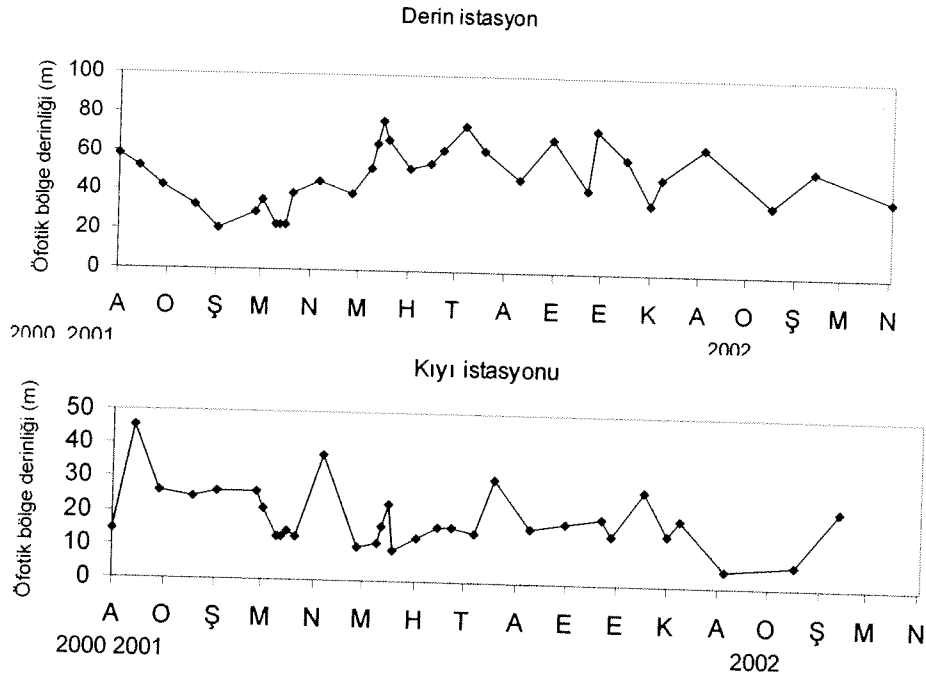
Tablo 3-7 devamı			
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	25	<i>Gyrodinium lachryma</i> (Meunier) Kof. et Sw	0.5
<i>Gonyaulax ligustica</i> Rampi	20	<i>Gyrodinium pingue</i> (Schütt) Kofoid & Swezy	0.4
<i>Oxytoxum viride</i> Schiller	20	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid	0.4
<i>Gyrodinium pingue</i> (Schütt) Kofoid & Swezy	20	<i>Exuviaella compressa</i> Ostenfeld	0.35
<i>Exuviaella cordata</i> Kisselew	15	<i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen) Balech	0.25
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	10	<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	0.22
<i>Exuviaella compressa</i> Ostenfeld	10	<i>Ceratium candelabrum</i> (Ehrenberg) Stein	0.2
		<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich	0.2
Diyatomlar		<i>Peridinium sp.</i>	0.15
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i> Hasle	16870	<i>Ornithocercus quadratus</i> Schütt	0.1
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	8925	<i>Achradina sp.</i>	0.1
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	3760	<i>Glenodinium paululum</i> Lind	0.1
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pavillard	1370	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	0.1
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	1110		
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck	880	Diyatomlar	
<i>Proboscia alata</i> Brightwell	600	<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pavillard	25
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	320	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	20
<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	250	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	20
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	220	<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell	15
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	180	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze	10
<i>Cerataulina bergonii</i> (Cleve) Hende y	175	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck	9
<i>Asterionella japonica</i> Cleve et Müller	115	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	5.5
<i>Chaetoceros sp.</i>	80	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> H. Peragallo	4
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	75	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	3
<i>Nitzschia pungens</i> Grun	75	<i>Nitzschia delicatula</i>	3
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	70	<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	2
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> H. Peragallo	55	<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow	2
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	40	<i>Cerataulina bergonii</i> (Cleve) Hende y	2

Tablo 3-7 devamı

<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow	20	<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	1
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	20	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	1
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve et Müller	15	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	0.8
<i>Thalassiosira sp.</i>	15	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	0.8
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs in Pritchard	15	<i>Chaetoceros sp.</i>	0.7
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve and Grunow	15	<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	0.7
		<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	0.4
Kokolitoforlar		<i>Rhizosolenia alata indica</i> (H. Peragallo) Gran	0.35
<i>Emiliana huxleyi</i> Lohmann	4760	<i>Asterionella japonica</i> Cleve et Müller	0.3
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	190	<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	0.3
<i>Syracosphaera sp.</i>	185	<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs in Pritchard	0.2
<i>Rhabdosphaera stylifer</i>	35	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	0.15
<i>Discosphaera thomsoni</i>	75	<i>Nitzschia pungens</i> Grun	0.15
<i>Pontosphaera sp.</i>	75	<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve et Müller	0.1
<i>Calyptrosphaera sp.</i>	40	<i>Thalassiosira sp.</i>	0.1
<i>Rhabdosphaera sp.</i>	40		
<i>Sciphosphaera apsteii</i>	35	Kokolitoforlar	
<i>Acanthoica guattospina</i>	25	<i>Emiliana huxleyi</i> Lohmann	0.75
<i>Syracosphaera pupulifera</i>	25	<i>Discosphaera thomsoni</i>	0.3
<i>Syracosphaera cordiformis</i>	25	<i>Syracosphaera sp.</i>	0.2
<i>Coccolithus sp.</i>	20	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	0.15
<i>Pontosphaera nigra</i>	20	<i>Coccolithus sp.</i>	0.15
<i>Pontosphaera syracusana</i>	20	<i>Pontosphaera syracusana</i>	0.1
<i>Discosphaera tubifer</i>	20		

3.1.5.4 Öfotik tabaka derinliği

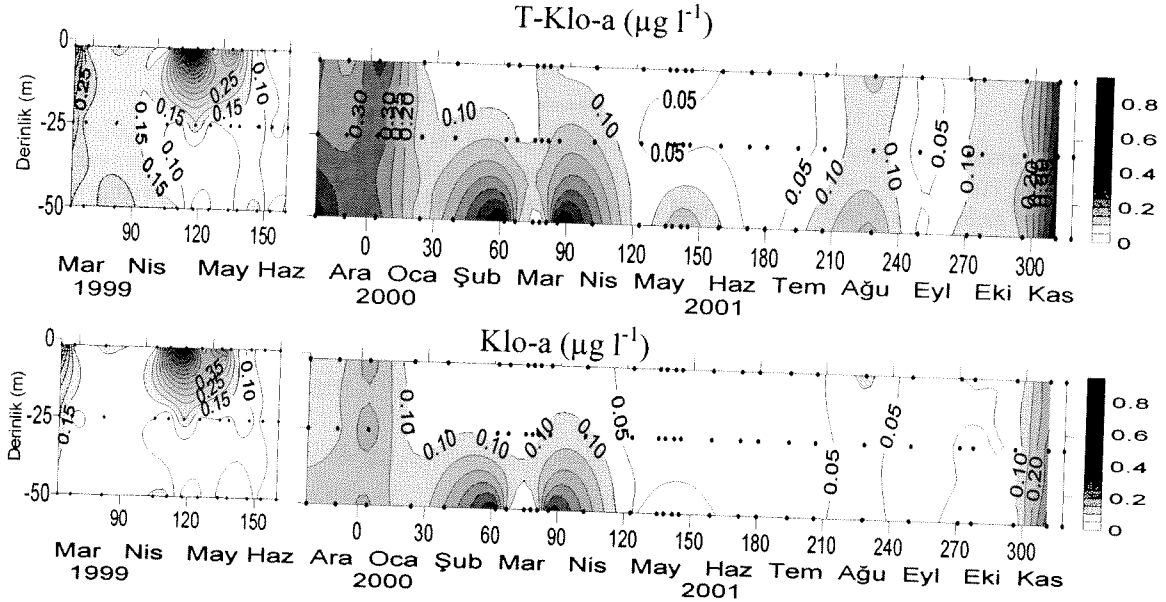
Deniz ortamında öfotik tabaka derinliği (%1 ışık derinliği) hesabında klasik Seki Disk ölçüm sonuçları kullanılmıştır. Ölçülen Seki Disk derinliği (metre), 2.7 faktörü ile çarpılmış ve %1 ışık derinliği olarak tanımlanan öfotik tabakanın ulaştığı derinlik hesaplanmıştır. Tüm örnekleme döneminde bu derinlik genelde derin istasyonda (ortalama 50 ± 16 m) sığ istasyona göre (ortalama 18 ± 9 m) yaklaşık 2.5 kat dahafazla olmuştur. Derin istasyonda 2001 yılında en düşük öfotik tabaka derinliği (alt sınırı), sudaki birincil üretimin artmasına ve ışık şiddetinin zayıflamasına bağlı olarak Şubat - Mart döneminde (~20 m) gözlemlendi. Sürekli nehir etkisinde kalan, dalga ve rüzgar etkili düşey karışımların etkin olduğu sığ istasyonda en düşük değerler Aralık ve Ocak 2002'de ve azami değerler genellikle Aralık, Ocak ve Şubat 2001'de hesaplandı (Şekil 3.28).



Şekil 3-28. Saha örnekleme süresince derin ve sahil istasyonunda öfotik tabaka derinliği.

3.1.5.5 Klorofil-a'nın düşey dağılımı

Toplam klorofil-a ve aktif Klo-a değerleri yıl boyunca birbirine yakındı. Feopigment değerleri örnekleme dönemi boyunca toplam klorofil-a'nın %15'ini oluşturdu. Su kolonunun homejen karıştığı Şubat ve Mart'ta 50 m'de yüksek toplam klorofil-a yüksek fitoplankton



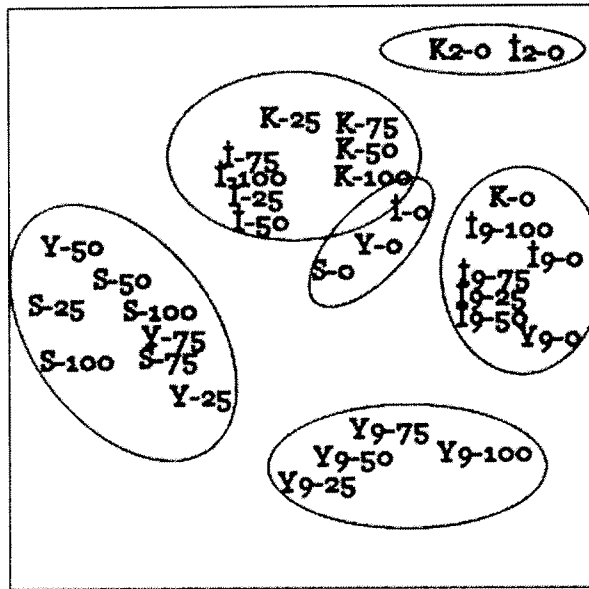
Şekil 3-29. Derin istasyonda Nisan-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 dönemi aktif Klorofil-a ve toplam klorofil-a konsantrasyonlarının su kolonundaki (50 m) aylık değişimleri.

bolluğuyla eş zamanlıydı (Şekil 3.24, 3.29). Bununla birlikte, Mayıs ve Ağustos'ta 50 m'deki yüksek toplam klorofil-a yüksek fitoplankton biyokütlesi ile çakışmadı (Şekil 3.24, 3.29). Bu da

az ışıklı ortamda hücre içindeki K/Klo-a oranının düştüğünü, yani hücre içinde daha fazla klorofil pigmenti sentezlendiğini işaret etmektedir.

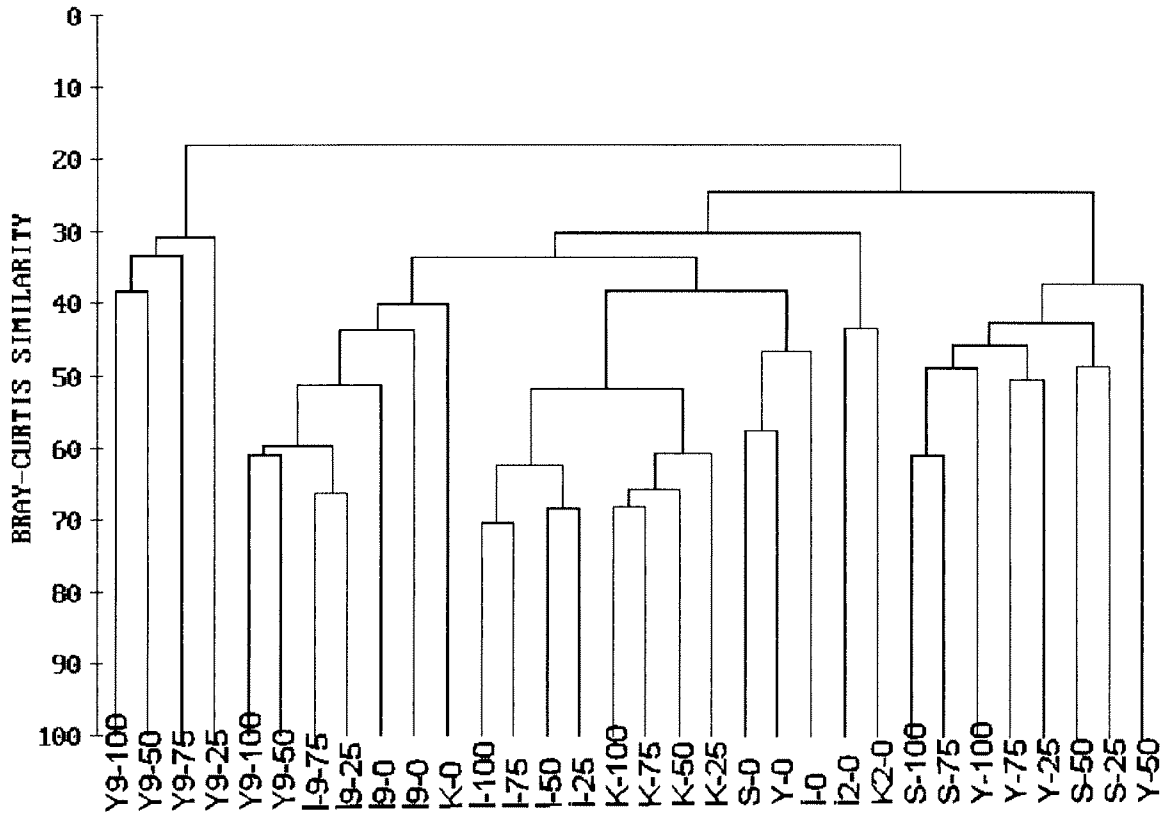
3.1.5.6 MDS analizi kullanarak fitoplanktonun derinliğe ve zamana bağlı olarak gruplanması

MDS haritası fitoplankton kompozisyonu ve bolluğunun yıldan yıla, mevsimden mevsime ve yüzeyden derine doğru değiştiğini göstermektedir. Şekil 3.30'de görüldüğü gibi, 1999, 2001 ve 2002 grupları genellikle ayrı gruplar oluşturmaktadır. Bununla birlikte bolluk ve kompozisyonlar arasında su kolonunun iyi karışmış olduğu dönemlerde benzerlikler görüldü (Şekil 3.21). Şekil 3.30'de hem 2001 hem de 1999'da kış ve ilkbahar aylarında derin (yüzeyin altı) ve yüzey tür kompozisyonlarının birbirine benzediği görülmektedir. Derin seviyeler için yaz ve sonbahar kompozisyonları birbirine benzerdi. İlkbahar mevsimi yaz-sonbahar ve kış arasında bulunarak bir geçiş dönemi olduğunu gösterdi.



Şekil 3-30. Fitoplankton bolluğunun iki boyutlu, metrik olmayan Çok boyutlu Ölçekleme (MDS) ordinasyonu (Harfler aşağıda belirtilen mevsimleri, tireden önce gelen 2 ve 9 rakamları 2002 ve 1999 yıllarını, tireden sonraki sayı derinlikleri göstermektedir. Harflerden sonra 2 ve 9 yoksa bu Aralık 2000-Kasım 2001 tarihleri arasındaki dönemi göstermektedir).

K= Kış= Aralık, Ocak, Şubat
İ= İlkbahar= Mart, Nisan, Mayıs
Y= Yaz= Haziran, Temmuz, Ağustos
S= Sonbahar= Eylül, Ekim, Kasım).



Şekil 3-31. Mevsimler ve derinlikler arasında Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde mevsimler ve derinlikler arasındaki Bray-Curtis benzerliği

Bray-Curtis Benzerlik indeksi de MDS'ye benzer sonuçları gösterdi (Şekil 3.31). Kış ve ilkbahar aylarında derin su seviyelerindeki popülasyon yüzey sularındakine benzerdi. 2001 yaz ve sonbahar mevsimlerinde ise derin sulardaki fitoplankton kompozisyonu 2002 kış ve ilkbaharındaki yüzey sularında bulunandan çok uzaktı.

4 TARTIŞMA

4.1 Örnekleme Bölgesi

Bölüm 2.1'de bahsedildiği gibi düzenli örnekleme bölgesi Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 tarihleri arasında bir derin (kıyıdan yaklaşık 8 deniz mili uzaklıkta) ve bir de sığ (kıyıdan yaklaşık <0.01 deniz mili uzaklıkta) iki istasyondan ibarettir. Derin istasyonun toplam derinliği genellikle açık ve kıyıyı genellikle birbirinden ayırdığı düşünülen 200 m sınırından daha az olsa da bu ayırım için daha az toplam derinliği kullanan çalışmalar da mevcuttur (örneğin 100 m, Tablo 4.2'ye bakınız). Daha önemli olarak Aralık 2000 ve Kasım 2001 arasında derin istasyonda ölçülen Klo-a değerleri oligotrofiyi gösteriyordu ($1 \mu\text{g l}^{-1}$ Klo-a değerlerinden oldukça altındaydı, ortalama $0.08 \pm 0.06 \mu\text{g l}^{-1}$). Bu yüzden, bu istasyon özellikle 2001 yılında kıyıdan (özellikle Lamas, Göksu ve Seyhan ırmaklarından) fazla etkilenmemiş görülmektedir. SeaWIFS görüntüleri de örnekleme bölgesi civarında düşük Klo-a değerleri olduğunu kabaca göstermektedir (Ek D). Dahası, Aralık 2001 ve Nisan 2002 tarihleri arasında daha açık istasyondan (>200 m derinlikte) alınan örneklerde tespit edilen Klo-a değerleri hem Aralık 2000 ve Nisan 2001 tarihleri arasında tespit edilenden ($0.1 \pm 0.05 \mu\text{g l}^{-1}$) hem de Aralık 2000 ve Kasım 2001 tarihleri arasında tespit edilenden daha yüksekti (muhtemelen bölgesel farkdan çok yıllar arasındaki farkdan dolayı). Sığ istasyonda da Aralık 2001 ve Nisan 2002 tarihleri arasındaki Klo-a değerleri, Aralık 2000-Kasım 2001 dönemiyle karşılaştırınca oldukça yüksekti. Mart-Haziran 1999 dönemi Klo-a değerleri de ($0.30 \pm 0.29 \mu\text{g l}^{-1}$), Mart-Haziran 2001 dönemiyle karşılaştırılınca ($0.07 \pm 0.02 \mu\text{g l}^{-1}$) oldukça yüksekti. Bu da gene farklı yılların farklı ortalamalara sahip olabileceğini göstermektedir.

4.2 Örnekleme bölgesine toz taşınımı

SeaWIFS görüntülerine göre Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemlerinde örnekleme bölgesine en şiddetli toz taşınımını ilkbaharda (Mart-Mayıs), yazın (Ağustos) ve sonbaharda (Ekim) geldi (Şekil 3.1). Benzer olarak Ağustos 1991 ve Aralık 1992 tarihleri arasında da bölgede yüksek miktarlarda toz konsantrasyonu ve çökmesi (ıslak ve kuru olarak) geçiş dönemlerinde (ilkbahar (Mart-Mayıs) ve sonbahar (Ekim)) meydana geldi (KUBILAY vd., 2000). Fakat, mevcut çalışmada yazın tespit edilen konsantrasyonlar da oldukça önemliydi. DULAC vd. (1996) da 1983 yılında multilayer Meteosat ISCCP-B2 data serilerini inceleyerek batı Akdeniz'de ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yüksek toz yükü olduğunu ve oldukça güçlü yıllık farklar meydana gelebildiğini vurgulamışlardır.

Ağustos 1991 ve Aralık 1992 tarihleri arasında iki kısa fakat şiddetli toz taşınımı, toplam yıllık ortalamanın %30'una kadar olan kısmını oluşturmuştur (KUBILAY vd., 2000). Fakat mevcut çalışmada SeaWIFS görüntülerinden gözlemlendiği kadarıyla ani ve çok miktarda (episodik) meydana gelen toz taşınımını çok önemli değildi (Şekil 3.1). Örnekleme bölgesinde Ağustos 1991 ve Aralık 1992 tarihleri arasında ıslak ve kuru çökmenin yıllık çökmeye olan katkıları sırasıyla %44 ve %56'ydı (KUBILAY vd., 2000).

Uydu fotoğraflarına göre mevcut çalışmada örnekleme bölgesine gelen tozun büyük bir kısmı Afrika'dan gelmiş göründü (Şekil 3.2 ve Ek A). KUBILAY ve SAYDAM (1995), ve KUBILAY vd. (2000) de 1991-1992 yılları arasında Erdemli'de atmosferik tozun büyük bir kısmını Sahra tozunun oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Fakat, HERUT vd. (2001) Avrupa'dan ve Kuzey Afrika-Arabistan kaynaklı tozun İsrail kıyılarında (güneydoğu Akdeniz) önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Çözünemeyen partiküllerin atmosferik girdisinin doğu Akdeniz'de (41×10^6 ton), orta (24×10^6 ton) ve batıdan (10×10^6 ton) daha fazla olduğu bulunmuştur (GUERZONI vd., 1999). Bölgeye ulaşan tozun Sahra'dan geldiği, Al ve Fe içeriğinin fazla olmasından anlaşılabilir. 1991-1992 döneminde KUBILAY ve SAYDAM (1995) çalışma bölgesine gelen tozun içerdiği partikül demir ve alüminyumun geometric ortalamalarının her ikisini de yaklaşık 685 ng m^{-3}

olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyon batı Akdeniz'de (ki bu bölgede Sahra kaynaklı daha az kuru çökeltme olduğu bilinmektedir) kaydedilenden bir kaç kat daha fazlaydı.

Mevcut çalışmada sadece bir-iki durumda kuru çökeltmenin Arabistan yarımadası tarafından gelen tozdan (yani sonbahar 2001'de) kaynaklandığı belirlenmiştir. Fakat 1999 yılında Ocak, Şubat, Aralık aylarında, çalışma bölgesinin, Türkiye'nin doğusundan ve Arap yarımadası tarafından oldukça fazla etkilendiği geri trajectory analizi yapılarak gösterilmiştir (MARKAKI vd., 2003). Finokalia, Girit istasyonu aynı dönemde bu kaynaklı tozlardan fazla etkilenmemiştir. Aralık 1999'da Erdemli'de toplanan örneklerin %80'i kuru alanlardan (temel olarak Arap Yarımadası'ndan) gelen hava kütleleriyle birleşmiş olduğu tespit edilmiştir (MARKAKI vd., 2003). Erdemli'de Finokalia'ya oranla daha az yağışın olması Erdemli'de daha yüksek oranlarda tozun bulunmasının bir sebebidir.

Maalesef, ne geri trajectory ne de toz içeriği analizleri, bu çalışmada uyduyla tespit edilen tozun kaynağının onaylanması için elde edilememiştir.

4.3 Uydulardaki parlaklıklar

Emiliana huxleyi patlamalarının LANDSAT, CZCS, AVHRR, OCTS, SeaWIFS, MODIS, MERIS (kısaltmaların açıklamaları için baş sayfaya bakınız) gibi uydular tarafından tespit edilebildiği ile ilgili pek çok çalışma vardır (BALCH vd., 1991; 1996; HOLLIGAN vd., 1983; 1993; TOWNSED vd., 1994; BROWN ve YODER, 1994; HEAD vd., 1998; TYRRELL ve MERICCO, 2004). Bu çalışmalarda *E. huxleyi* patlamaları subarktik kuzey Atlantik, Kuzey Denizi, Norveç Denizi, Batı İngiliz Kanalı, Kuzey Pasifik, Main Körfezi, Arjantin kıyıları ve düşük enlemlerde marjinal denizlerde ve kıyı sularında yoğunlaşmıştır. CZCS datasına göre yıllık ortalama parlaklık alanları (kokolitofor patlamaları) 1979-1985 döneminde 1.4×10^6 km² idi (BROWN ve YODER, 1994). Subpolar bölgeler bu parlak yüzey alanının %71'ini oluşturdu. BALCH vd. (1991), 1988-1989 döneminde Main körfezinde gözlenen ve üst 20 m'yle sınırlı olan kokolitofor patlamalarının 50,000 km² alanı kapladığını rapor etmişlerdir.

Bununla birlikte denizlerde ve göllerde görülen bazı parlaklık olaylarının *E. huxleyi* patlamalarından kaynaklanmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur. Mesela,

- 1- STRONG ve EADIE (1978), 1972-1975 döneminde ABD'nin Great Lakes'de yaz ve sonbahar aylarında düzenli olarak meydana gelen parlaklık olaylarının kalsiyum karbonat süperdoygunluğu nedeniyle olduğunu rapor etmişlerdir.
- 2- THOMPSON vd. (1997) bir syanobakteri olan "*Synechococcus*"ün alkali bir gölde (Fayetteville Green lake, New York) kalsiyum karbonat çökeltmesine sebep olması nedeniyle uydularda parlaklığa sebep olduğunu belirtmişlerdir.
- 3- *Trichodesmium* (azot fikse eden bir syanobakteri) absorpsiyon spektrisi nedeniyle oligotrofik tropikal okyanuslarda (mesela Sargasso Denizi'nde) parlaklığa sebep olabilmektedir (LEWIS vd., 1988).
- 4- Ek olarak, TYRRELL ve MERICCO (2004), içi boş diyatom früstüllerinin (pek çoğu kırılmış) Bering Denizi'nin ortalama 70 m derinliğe sahip sahil bölgesinde, kış aylarında SeaWIFS görüntülerinde tespit edilen parlaklıklara sebep olduğunu göstermiştir. Diyatom früstülleri yılın bir önceki patlama döneminden kaldığı deniz tabanına çöktüğü ve güçlü kış karışımı ile tekrar yüzey sularına karışmasıyla parlaklığa sebep olduğu tespit edilmiştir.
- 5- NOAA fotoğraflarında görülen pek çok güçlü parlama olaylarının güneş parlaması nedeniyle olduğu düşünülmektedir (Dr. Dr. Sergey Stanichny, MHI-IBSS, Ukrayna ile kişisel haberleşme). Bu parlaklıklar, bu çalışmada da gözlenmiştir (Şekil 3.8).
- 6- *E. huxleyi*'nin yoğun olarak bulunmasının önemli kanıtı devamlılığıdır. Bazı uydu görüntüleri parlaklığın ~2-3 hafta kadar sürebildiğini göstermiştir çünkü kokolitlerin çökme oranı yavaştır (WINTER ve SIESSER, 1994; HOLLIGAN vd., 1993; BALCH

vd., 1991). Ekim 2001'de bir sefer hariç bu çalışmada parlaklık olayları kısa süreli olmuştur (bir günden az).

- 7- BROWN ve YODER (1994) uydulardan tespit edilen parlaklıkların hepsinin *E. huxleyi* patlamaları nedeniyle olmadığını belirtmişlerdir. Gerçekten de CZCS görüntülerinde kuzey Avustralya'da görülen parlaklık olaylarının daha sonra gerçekten kokolitofor nedeniyle olmadığı önerilmiştir (Şekil 4.2, IGLESIAS vd., 2002). Avustralya açıklarında CZCS görüntülerinde 1980'lerde görülen parlak suların şu anki SeaWIFS görüntülerinde olmadığı görülmektedir. Bu da kullanılan önceki algortimanın yanlışlığından olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.3, C. Brown ile kişisel haberleşme).
- 8- Parlaklık olayları Türk göllerinde de görülmektedir. Bu parlaklıklar muhtemelen kokolitofor nedeniyle değildir çünkü bu grup daha önce Türkiye'nin tatlı sularında hiç rapor edilmemiştir. Dinoflagellat ve diyatomlara zıt olarak bu grup hemen tamamen deniz ortamına hastır (VAULOT, 2001). *Hymenomonas roseola* tatlı su kokolitoforidlerini temsil eden tek türdür (SCHILLER, 1930).
- 9- Aslında, GROOM ve HOLLIGAN (1987) 1980'li yıllarda yaptıkları bir çalışmada AVHRR görüntüleri için, Kanal 2'de parlaklığın (yakın kızılötesi kanal olduğu için) çok az olduğunu, bu yüzden bu kanalın sadece uydu çalışmalarında probleme sebep olan tozu ortadan kaldırmak için kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu durumda, *E. huxleyi*'den kaynaklanan parlamaların sadece Kanal 1'de görülmesi gerekmektedir.

Dr. Brown (http://orbit-net.nesdis.noaa.gov/orad2/images/S20001052000112_wrlld_ehux.gif) 10 günlük ve yıllık SeaWIFS görüntülerini analiz ederek 2001 yılında kuzeydoğu Akdeniz'de tektük kokolitofor patlaması olduğunu öneren tek bilim adamıydı. SeaWIFS'de görülen parlamalar sadece Ocak ayının ilk haftası, Kasım ayının son haftası ve Aralık 2001'deydi. Bu aylarda havanın çok kötü ve bulutlu olması kayda değerdi (Ek A). SeaWIFS datası Karadeniz'de de bulutlu havalarda parlamaya sebep olmuştur (Tülay Çokacar ile kişisel haberleşme, DBE, ODTÜ). Dr. Brown, kişisel haberleşmemiz sonrası daha sonra bu parlaklıkların, tekrar askıya alınan sediman nedeniyle de olabileceğini önermiştir. Genellikle geniş çaplı kokolitofor patlamalarının subpolar bölgelerde yaz ve erken sonbahar arasındaki dönemde, daha alt enlemlerde kış ortası ve erken ilkbahar arasındaki dönemde olduğu belirtilmiştir (BROWN ve YODER, 1994).

Bazen uydu datası ve görüntüleri yanlış bilgi verdikleri için şiddetle eleştirilmektedir. Mesela, Karadeniz açık sularında SeaWIFS ile tespit edilen Klo-a değerleri in-vivo değerlerden çok daha fazlaydı (Dr. Oleg Yunev, MHI, Ukrayna ile personel haberleşme). In-vivo Klo-a ve SeaWIFS Level 2 Klo-a değerleri arasında 1997-2002 döneminde önemli bir istatistiksel ilişki bulunamadı. Dr. Yunev Case 2 suları için lokal bir algoritma geliştirilmesi gerektiğini çünkü bu suların Atlantik Okyanusu suları gibi Case 1 sularından farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Sivastopol Deniz Hidrofizik Enstitüsü'nden (Marine Hydrophysical Institute, MHI, Sevastopol, Ukrayna) optisyenler Dr V. Suslin ve V. Suetin, fitoplankton pigmenti ve renkli organik madde (sarı madde) için bir algoritma geliştirmişlerdir (MHI algoritması) ve bu algoritma in-vivo Klo-a değerleri ve uydu datası arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki vermiştir. In-vivo Klo-a ve MHI algoritmasıyla elde edilen uydu datasındaki mevsimsel ve yıllık değişimler birbiriyle uyumludur.

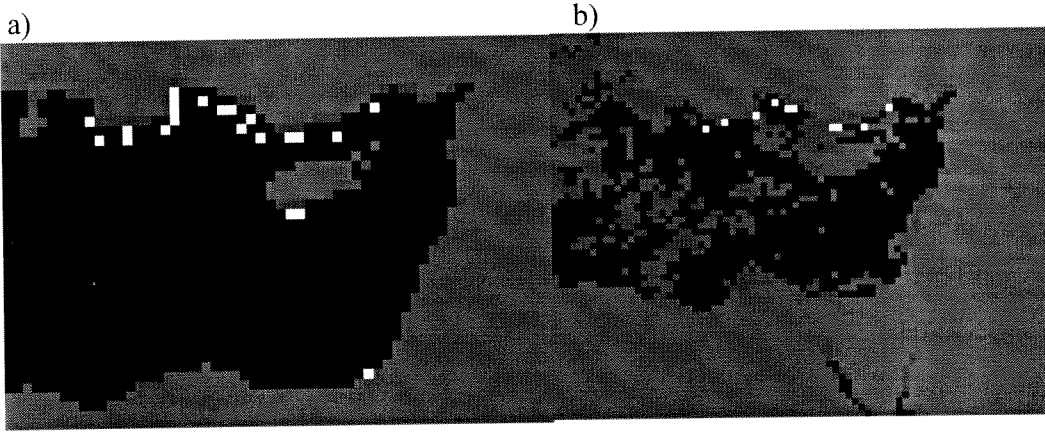
NOAA-AVHRR görüntülerinde yüksek parlama olayları ilkbahar, geç yaz ve sonbahar dönemlerinde fazla bulunurken, SeaWIFS görüntülerinde (Dr. C. Brown ile personel haberleşme) bu olayların kış dönemine rastlaması bir başka çelişkidir.

Bölüm 4.11'de anlatılacağı gibi mevcut çalışmada derin istasyonda *E. huxleyi* konsantrasyonları 50.000 hücre l^{-1} seviyesinin üzerine hiç çıkmamıştır. Bu konsantrasyon ise yukarıda belirtilen alanlarda parlaklık olduğu zamanlarda görülen konsantrasyondan ($<1.000.000$ hücre l^{-1}) çok daha düşüktür. Mesela Main körfezinde parlaklık zamanında *E. huxleyi* hücre konsantrasyonu 2.000.000 hücre l^{-1} iken kokolit sayısı 3×10^8 hücre l^{-1} idi

(BALCH vd., 1991). Yüksek kokolit yoğunluklarında ($<2 \times 10^8 \text{ l}^{-1}$) CZCS görünür bant kanalları ışığa doymuş olmaya eğilim göstermektedir (HOLLIGAN vd., 1993). (BALCH vd., 1991). Bu çalışmada *E. huxleyi* konsantrasyonu ve yüksek parlaklık olayları arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır (ayrıca bölüm 4.16'deki açıklamalara bakınız).

Sonuç olarak gerçek *E. huxleyi* patlamalarını gerçek olmayanlardan ayırmak ve küresel karbon döngüsü ve küresel iklim değişimi (bu türün DMSP ve DMS üretmesi ve DMSnin ise bulut oluşumu için bir çekirdek vazifesi görerek iklim değişimlerinde rol oynaması konularında salt kalibre edilmemiş uydu datasına bakarak model çalışmaları veya hesaplamalara kalkışmamak gerekir. Yeni kullanılmaya başlayan SeaDAS –MODIS uydusu hem kalsiyum hem de kokolit konsantrasyonunun tespiti için bir algoritmaya sahiptir. Fakat, bu data saha örnekleriyle kalibre edilmelidir. Bu gelecekte yapılması gereken bir çalışmadır.

Kokolit:kokolitofor oranı patlama merkezinde en yüksek, perifer bölgede en düşüktü.

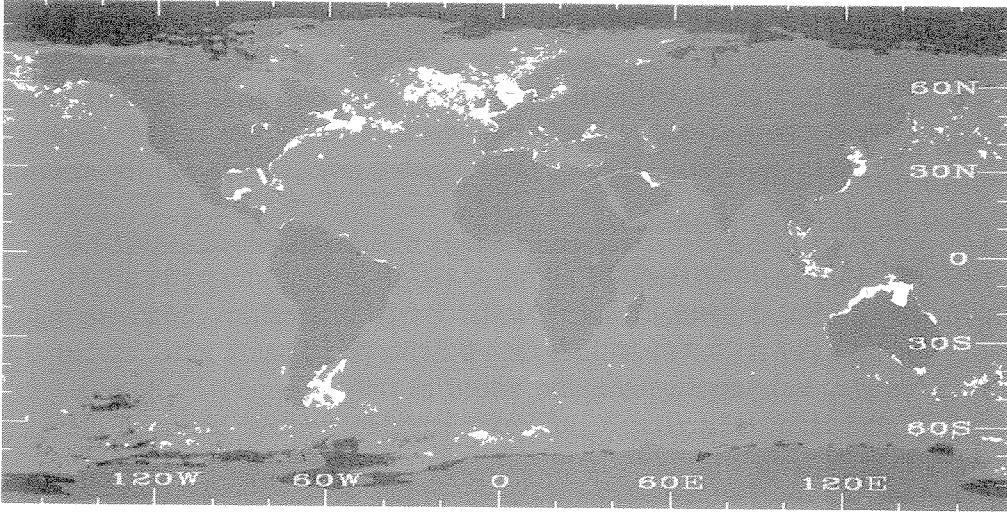


Şekil 4-1. SeaWIFS ile tespit edilen (18 km çözünürlükte) a) kompozit 2001 b) 27-31 Aralık 2001 kompozit sınıflanmış bütün *E. huxleyi* patlamaları (görüntüler orjinal tüm çözünürlük görüntülerinden (=4048 x2048) elde edilmiştir (Harita Christopher Brown'dan, NASA National Environmental Satellite, Data and Information Service, Office of Research and Applications, Oceanic Research and Applications Division)

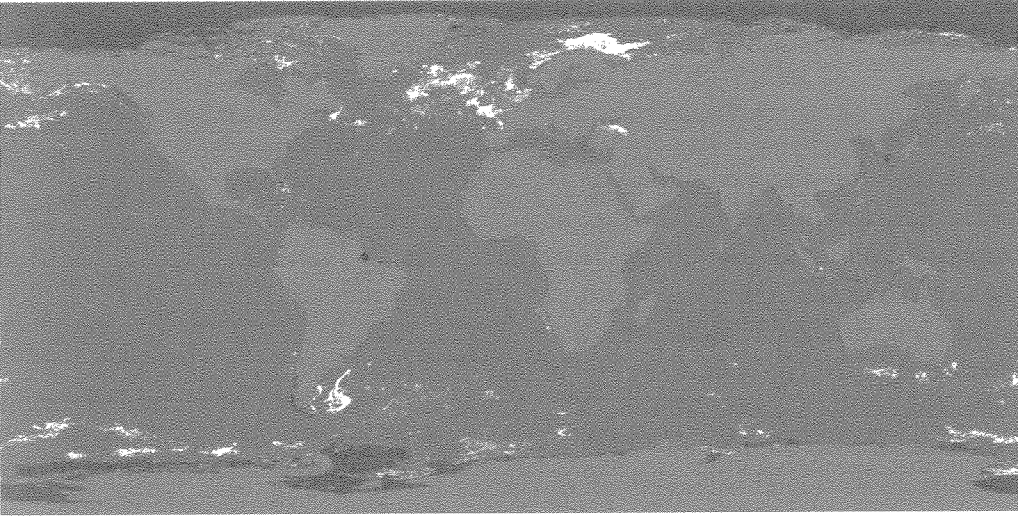
4.4 Hidrografi (sıcaklık ve tuzluluk)

Aralık ve Mart 2001 ayları arasında güçlü düşey karışım belirgindi. Mayıs sonundan itibaren sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk tabakalaşması gittikçe daha belirginleşti. Eylül'de tabakalaşma en keskinen, en derin termoklin derinliği Kasım 2001'de (70 m) gözlenmiştir (Şekil 3.22, Ek E).

Tuzluluk yüzey sularında kışın düşey veya yatay karışım ve yağış ile, yazın ise buharlaşma ile kontrol ediliyor görülmektedir. Mevcut çalışmada düşey veya yatay karışımın tuzluluk üzerine etkisi yağıştan daha önemli olarak görülmektedir. En yüksek yağış olayları Nisan 1999 başında, Ocak-Mart ve Kasım-Aralık 2001 döneminde olurken, düşük tuzluluğa



Şekil 4-2. Kasım 1978'den Haziran 1986'ya kadar dünya denizlerinde CZCS görüntüleriyle tespit edilen kokolitofor patlamaları (>4800 km² ölçerek) (BROWN and YODER, 1994'den). Beyaz kokolitofor patlamasını, mavi kokolitofor patlaması olmayan bölgeleri, yeşil karaları ve siyah data olmadığını göstermektedir.



Şekil 4-3. 2001 yılında küresel kokolitofor patlamalarını gösteren kompozit SeaWIFS görüntüsü (18 km çözünürlük), harita Dr. Christopher Brown'dan.

sahip yüzey suları Mayıs 1999 ve Nisan 2002'de yağış yokken belirgindi (Şekil 3.8, 3.9, 28 Nisan, 14 ve 18 Mayıs 1999, 22 Mart 2001 ve 9 Nisan 2002 tarihlerinde yağmur yokken düşük tuzluluğuna sahip yüzey sularını görmek için Ek E'ye bakınız).

Mart-Haziran 1999 döneminde, muhtemelen Lamas Nehrinin su hareketleri ile açığa taşınmasından dolayı, tüm su kolonunda tuzluluk 2001 yılının aynı dönemine göre daha az tuzluydu. 16 Mart 2001'de üst 20 m'de tuzluluğun düşük bulunması 13 Mart'ta yağın yağmur (27 mm) ve buna ek olarak nehir girdisi olabilir (Ek E). Benzer olarak, yağış miktarıyla orantılı olmayarak 11 Aralık 2001'de şiddetli yağıştan sonra (159 mm) yüzey tuzluluğu bir miktar düşmüştü. Sonuçta yağış dolaylı veya dolaysız olarak deniz yüzey suyunun tuzluluğunu değiştirebilir. Dolaylı olarak nehir girdilerini artırarak tuzluluğu etkileyebilir. Yağış ile veya lateral taşınım ile gelen besin elementlerinin sulandırılmasında düşey karışım da etkilidir. Mart 2001'de üst 20 m'de karışım azken hem nehir hem de yağış nedeniyle tuzluluk tabakalaşması gözlenmiştir (Ek E).

Lateral karışım veya yağış nedeniyle derin istasyonun yüzey suyu sıcaklıklarında herhangi bir değişim tespit edilememiştir (düşük tuzluluğa sahip kış-ilkbahar aylarında bu yüzey sularında farkedilse bile yüzey suyu sıcaklığı derin sulardakinden bu nedenlerle farklı değildi). Yüzey suyu sıcaklıkları genellikle hava sıcaklıklarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Şekil 3.22, ayrıca düşey sıcaklık değişikliklerini görmek için Ek E'ye de bakınız).

4.5 Deniz suyundaki besin elementleri

Derin istasyonun yüzey suları ve öfotik bölgesinde ölçülen en düşük ve en yüksek nitrat değerleri, doğu Akdeniz'in farklı bölgelerinde ölçülen değerlerin altındaydı. Fakat, yüzey sularındaki fosfat konsantrasyonları diğer çalışmalara benzer veya daha yüksekti (Tablo 4.1).

Yılmaz ve Tuğrul (1998)'in öfotik bölge değerlerine benzer olarak, KROM vd. (1993) nütriklin üzerinde fosfatın oldukça tüketilmiş ($<0.03 \mu\text{M}$) fakat hala dikkate değer miktarda nitratın ($0.2-0.6 \mu\text{M}$) olduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışmada öfotik bölgede fosfat konsantrasyonları $0.03-0.04 \mu\text{M}$ civarındayken (ki bu değerler KROM vd. tarafından ölçülen değerlerden biraz daha fazladır), nitrat konsantrasyonları $0.05 \mu\text{M}$ ile $0.75 \mu\text{M}$ arasında değişti (ortalama $0.2 \mu\text{M}$). Bu çalışmada bulunan yıllık ortalama nitrat konsantrasyonu KROM vd. (1993) tarafından nütriklin tabakası üzerinde bulunan minimum konsantrasyona eşitti. Onların nütriklin üzerinde bulunduğu silikat konsantrasyonu (yaklaşık $1-2 \mu\text{M}$) bu çalışmada öfotik bölgede bulunanlara benzerdi.

BOYLE (1998) günümüz okyanuslarında silikatın, daha çabuk çözünebilir besin elementleri olan nitrat ve fosfata göre daha hızlı bir şekilde derin sulara çöktüğünü rapor etmiştir. Azalan demir konsantrasyonlarının diatomların silika kabuklarının da kalınlaşmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Günümüz denizlerinde demir konsantrasyonları eskiye göre daha az olduğu için diatomların daha hızlı tabana doğru çöktüğü belirtilmiştir.

Maalesef bu çalışmada nütriklin altında (genellikle $200-450 \text{ m}$, upwelling bölgelerinde 50 m 'ye kadar çıkabilir ve downwelling bölgelerinde 700 m 'ye kadar inebilir) bölgeye ve zamana bağlı değişimleri daha iyi karşılaştırma yapabilmek için veri yoktur (istasyondaki toplam derinlik $150-200 \text{ m}$ olduğundan). Fakat gene de diğer çalışmalarda bulunan değerler verilmiştir. Nütriklin tabakasının bittiği yerde (alt sınırında) küçük bir maksimum vardır ve bunun altında temel olarak nitrat ($5.8 \mu\text{M}$) ve fosfat ($0.23 \mu\text{M}$) konsantrasyonları sabittir. Fakat silikat konsantrasyonları nütriklin altında da artmaya devam eder. TUĞRUL ve YILMAZ (1998), 1991 ve 1994 yılları arasında doğu Akdeniz'de nütriklin altına karşılık gelen LDW (Levantin derin sularında) da benzer değerler bulmuşlardır (siklonik ve antisiklonik bölgelerde $\text{NO}_3+\text{NO}_2= 5.5 \mu\text{M}$, $\text{PO}_4= 0.2 \mu\text{M}$, $\text{Si}= 9.7 \mu\text{M}$). Silikat hariç bu değerler batı Akdeniz derin sularında bulunanlardan ($\text{NO}_3=7.6 \mu\text{M}$, $\text{PO}_4= 0.38 \mu\text{M}$, Mc GILL, 1965; DELMAS ve TREGUER, 1984; BETHOUX vd., 1992) daha düşüktür. Derin silikat konsantrasyonları doğu ve batı Akdeniz'de benzerdir.

Tabakalaşma döneminde çözünebilir besin elementlerinin LIW'deki (Levantin ara tabakası) konsantrasyonu yüzey suyundan gelen girdiler nedeniyle artar (YILMAZ ve TUĞRUL, 1998). Bu artıştaki birincil neden yüksek besin elemetine sahip kuru çökeltme olabilir (MARKAKI vd., 2003; HERUT ve KROM, 1996). Bu bölgede tabakalaşma döneminde yüzey suyunun besin elementlerindeki artış Ağustos ve Ekim aylarında belirgindi (Ek F). LIW'de nitrat ve fosfat artışı silikat artışından daha fazladır çünkü silikatın biyojenik bozulması nitrat ve fosfata göre daha yavaştır.

Tablo 4-1. Örnekleme bölgesindeki besin elementleri ve Klo-a'nın diğer bölgelerle karşılaştırılması (ortalama± standart sapma, ortalama (minimum - maksimum))

Tarih	Bölge	TNO _x (µM)	P-PO4 (µM)	Si-SiO ₂ (µM)	Klo-a (µg l ⁻¹) ortalama (sınırlar)
Mart-Haziran 1999- Aralık 2000-Nisan 2002 ^a	Erdemli (derin ist) yüzey	0.20 ± 0.14 (0.06-0.7)	0.04±0.03 (0.02-0.16)	1.04 ± 0.35 (0.2-1.99)	0.20 ± 0.26 (0.02-1.9)
Mart-Haziran 1999- Aralık 2000-Nisan 2002 ^a	Erdemli (stğ ist) surface	1.70 ± 3.30 (0.08-19.9?)	0.09 ±0.15 (0.02-0.47)	2.82 ±4.49 (0.27-26.72)	0.71 ± 1.22 (0.04-7.46)
Mart-Haziran 1999- Aralık 2000-Nisan 2002 ^a	Erdemli (derin ist.) Euphotic zone average	0.20±-0.11 (0.05-0.75)	0.04±-0.03 (0.02-0.23)	1.06±-0.30 (0.2-1.99)	
~haftalık 1997-2000 ^b	Erdemli (derin ist.)				0.15±0.18 (0.01-0.90)
Ekim 1991 ^c	Kuzey Levantin (kıyı) (EZ)	ND	ND	ND	0.05 (0.01-0.09)
Ekim 1991 ^c	Siklonik Kuzey Levantin (EZ)	ND	ND	ND	0.07 (0.04-0.16)
Mart 1992 ^c	Siklonik Kuzey Levantin (EZ)	~5.5	~0.2	ND	0.45 (0.38-0.49)
Mart 1992 ^c	Kuzey Levantin (kıyı) (EZ)	~1.5	~0.05	ND	0.5 (0.2-1.10)
Temmuz 1993 ^c	Kuzey Levantin (kıyı) (EZ)	ND	ND	ND	0.32 (0.19-0.42)
Temmuz 1993 ^c	Siklonik Kuzey Levantin (EZ)	~0.2	~0.03	ND	0.42 (0.28-0.57)
Mart 1994 ^c	Kuzey Levantin (kıyı) (EZ)	ND	ND	ND	0.17 (0.12-0.25)
Mart 1994 ^c	Siklonik Kuzey Levantin (EZ)	~0.5	ND	ND	0.35 (0.20-0.57)
Mart 1991 ^d	Doğu Akdeniz (EZ)	0.58±-0.54	0.03±-0.01	1.53±-0.57	
Ekim 1991 ^d	Doğu Akdeniz (EZ)	0.21±-0.23	0.02±-0.01	1.33±-0.30	
Mart 1992 ^d	RG CYC (EZ)	4.66±-0.41	0.16±-0.02	7.81±-0.43	
Mart 1992 ^d	Antalya Körfezi P+F CB (EZ)	1.70±-0.88	0.06±-0.02	2.87±-0.78	
Mart 1992 ^d	Antalya Körfezi ACYC (EZ)	0.76±-0.26	0.03±-0.01	1.65±-0.23	
Şubat 1993 ^d	RG CYC (EZ)	3.82±-0.65	0.14±-0.02	7.25±-0.73	
Temmuz 1993 ^d	Doğu Akdeniz (EZ)	0.16±-0.07	0.02±-0.01	1.52±-0.96	
Mart 1994 ^d	Doğu Akdeniz (EZ)	0.40±-0.39	0.02±-0.01	1.61±-0.48	
Mevsimsel 1981-1983 ^e	İsrail açıkları (>100 m) Yüzey 0-30 m	ND	ND	ND	0.04±0.02
İki haftalık 1983-1984 ^f	İsrail (kıyı) Yüzey 0-30 m	(1.11-7.78)	0.04-1.95	ND	0.34 (0.12-0.94)
İki haftalık 1983-1984 ^f	İsrail açıkları Yüzey 0-30 m	(1.13-3.26)	(0.04-0.26)	ND	0.13 (0.05-0.5)
1994-1995 ^g	Lübnan (kıyı) Yüzey	0.07 (0.02- 1.85)	0.07 (0-1.15)	ND	2.5 (0.08-5)
Şubat, Mayıs, Eylül, Kasım 1989 ^h	Güneydoğu Akdeniz, nutriklin üstü <200-400 m	(0.2-0.6)	<0.03		
Mevsimsel Haziran 1996-Mayıs 1998 ⁱ	İsrail kıyıları (EZ)				0.04-0.43

Mevsimsel Haziran 1996-Mayısı 1998 ¹	İsrail açıkları (EZ)				0.03-0.21
1981-1984 ¹	İsrail açıkları >100m EZ average				0.06-0.12
1981-1984 ¹	İsrail kıyıları <100m EZ ortalaması				0.06-0.44
1981-1982 ^k	Mısır açıkları >100m EZ ortalaması				0.09-0.79
1981-1982 ^k	Mısır kıyıları <100m EZ ortalaması				0.13-1.87
1994-1995 ¹	Girit Denizi, açık EZ (0-100 m) mevsimsel ortalama	0.83±0.46	0.03±0.02	1.50 ± 0.30	Surface 0.32±0.14
1983-85 ve 1995 ^m	Saronikos Körfezi, Ege Denizi (0-30 m)	2.98±1.26	0.21±0.13	2.25±2.12	ND
1984-85 ve 1995 ^m	Thermaikos Körfezi (0-30 m)	2.54±1.86	0.6±0.1	3.0±1.6	ND
Şubat, Ağustos, 1994 ⁿ	Mayıs, Kasım Adriyatik Denizi, yüzey	2.3			0.4
Şubat, Ağustos, 1994 ⁿ	Mayıs, Kasım İyonya Denizi, yüzey	1.3			0.3
1983-1984 ^o	Izmir Körfezi	2.43±3.25 (0-12.71)	1.37±2.33 (0.01-16.39)	9.11±9.36 (0-47.13)	
1993-1994 ^p	Izmir Körfezi, su kolonu	0.93 (0.91-4.93)	1.75 (0.02-6.42)	ND	8.51 (0.02-189)
Mayıs 1984 ^r	Gülbahçe Körfezi, İzmir	ND	ND	ND	0.85 (0.45-1.37)
Ağustos 1984 ^r	Gülbahçe Körfezi, İzmir	ND	ND	ND	1.87 (1.09-3.18)
Kasım 1984 ^r	Gülbahçe Körfezi, İzmir	ND	ND	ND	0.2 (0.02-0.34)
1984-85 ^r	Gülbahçe Körfezi, İzmir	2.26 (0.5-5.3)	0.11 (0.00-0.37)	5.66 (0.99-17.37)	ND
26 Ekim, 1999 ^s	Oludeniz lagün içi, yüzey	2.35 ± 0.87	0.026 ± 0.006	8.87 ± 3.43	0.15±0.04
26 Ekim, 1999 ^s	Oludeniz lagün dışı, yüzey	0.58 ± 0.13	0.053 ± 0.04	2.48 ± 0.88	0.08±0.02
1990-1997 ^m	Varna Körfezi, Bulgaristan (0-30 m)	159±74	3.06±1.66	23±20	ND
1995-1996 ^t	Güney Karadeniz (EZ)	(0.16-1.48)	(0.03-0.35)	ND	(0.1-1.5)
Eyl-Eki 1995 ^t	Güney Karadeniz (EZ)	0.5±0.4	0.06±0.02	ND	(EZ) 0.72±0.36
Eylül 1998 ^s	Karadeniz (açık)	1.07±0.59	0.05±0.03	2.3±0.29	0.2±0.09

^aBu çalışma; ^bYılmaz vd. (2003); ^cEdiger ve Yılmaz (1996); ^dYılmaz ve Tugrul (1998); ^eKimor vd. (1987); ^fAzov (1986); ^gLakkis ve Zeidane (1997); ^hKrom vd. (1993); ⁱHerut vd. (2000); ^jBerman vd. (1986); ^kDowidar (1984); ^lGotsis-Skretas (1999); ^mMoncheva vd. (2001); ⁿSocal vd. (1999); ^oKoray ve Buyukisik (1986); ^pBizsel ve Uslu (2000); ^rBüyükisik (1988); ^sMETU, Institute of Marine Sciences; ^tYılmaz vd. (1998); ND= No data
EZ=Öfotik bölge, RG= Rodos Gyre, CYC=Siklonik Bölge, ACYC= Antisiklonik Bölge, P+F= Periferik bölgeler

Çalışma dönemlerimiz boyunca en yüksek ve en düşük besin elementi konsantrasyonları en yüksek ve en düşük fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleriyle çakışmadı (Tablo 4.2). Bu dışarıdan örnekleme bölgesine ek besin elementi girdisi olduğunu (lateral ve düşey karışım veya atmosferik girdi nedenleriyle) gösterebilir. 16 Mart 2001'de fitoplankton biyokütlesi

oldukça yüksekti ve fosfat konsantrasyonu düşüktü (0.03 μM) fakat bir sonraki örneklemede yani 19 Mart 2001'de fosfat konsantrasyonu oldukça yüksek bulundu. Bu yüksek konsantrasyonda 19 Mart'daki yağışın yanınada yatay veya düşey karışımla fosfat girdisinin katkısı olabilir. Ayrıca zooplanktonca etkin otlama da bu ilişkide bir role sahip olabilir.

İstatistiksel analizler toplam fitoplankton veya diyatom biyokütlesi veya diyatom bolluğu ve nitrat konsantrasyonları arasında Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemlerinde pozitif bir korelasyon bulunduğunu göstermiştir ($p < 0.05$ and $r^2 = 0.3-0.4$). 1999 dönemi bu analizden çıkarıldığında ise bu ilişki kaybolmuştur, onun yerine silikat ve toplam diyatom bolluğu ve biyokütlesi arasında pozitif korelasyon oluşmuştur ($p < 0.05$, $r^2 = 0.34-0.42$) (Tablo 3.3, 3.4).

HERUT vd. (2000), Haziran 1996-Mayıs 1998 döneminde güneydoğu Akdeniz'in İsrail kıyılarında ilkbahar-yaz döneminde yüksek nitrat (öfotik tabaka, 120 m ve üzeri derinlikte $\sim 0.3-0.5 \mu\text{M}$), sonbahar-kış döneminde yüksek fosfat ve silikat (sırasıyla $\sim 0.01-0.08 \mu\text{M}$ ve $\sim 1.5-2 \mu\text{M}$) değerleri bulunmuştur.

Tablo 4-2. En yüksek ve en düşük fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri ve besin elementi konsantrasyonları

Besin elementi (μM) ve fitoplankton	Mart-Haziran 1999-Aralık 2000-Nisan 2002 dönemi					
	Derin istasyon			Siğ istasyon		
	Min-Maks	Minimum tarihi	Maksimum tarihi	Min-Maksimum	Minimum tarihi	Maksimum tarihi
PO ₄	0.02-0.16		19-Mar-01	0.02-0.47		3-Mar-01
NO ₃ +NO ₂	0.06-0.7	23-Eki-01	3-Mar-99	0.08-19.9	29-Haz-01	11-Ara-01
Si	0.2-1.99	22-Mar-01	4-Eki-01	0.27-26.72	8-Haz-01	11-Ara-01
Bolluk (hücre l ⁻¹)	2,500-945,000	7-Ara-00	21-Nis-99	3,300-2,000,000	07-Ara-00	18-May-99
Biyokütle ($\mu\text{g l}^{-1}$)	2-1,800	25-Tem-01	14-May-99	4-4,000	20-Ara-00	18-May-99

Minimum fosfat konsantrasyonu (0.02 μM) bir çok tarihte bulunmuştur fakat en yüksek fitoplankton bolluğu veya biyokütlesiyle aynı tarihlerde bulunmamıştır.

HERUT vd. (2000)'in bulduklarına benzer olarak bu çalışmada da sonbahar-kış döneminde silikat konsantrasyonları daha yüksekti. Fakat, nitrat konsantrasyonları yazın değil, kış-ilkbahar ve erken sonbahar dönemlerinde daha yüksekti. Fosfat konsantrasyonları kış, yaz ve sonbaharda ilkbahara göre daha yüksekti.

Yüzey sularına benzer olarak su kolonunda da besin elementi konsantrasyonlarını etkileyen bazı faktörler vardı; örneğin fitoplanktonca tüketim, düşey ve/veya yatay taşınım ve atmosferik girdi gibi. Fitoplankton tarafından tüketildiğinde besin elementi konsantrasyonları genellikle kış aylarında (mesela Şubat 2001) su kolonunda azaldı (Şekil 3.22 ve 3.23). Mayıs, Haziran ve Temmuz 2001'de fitoplankton bolluğu ve biyokütlesi az da olsa nitrat ve silikat konsantrasyonları azdı (Şekil 3.22). Muhtemelen bu aylarda bu besin elementlerinin atmosferik, düşey veya yatay taşınımı çok önemli miktarlarda değildi. Fakat fosfat konsantrasyonları orta seviyelerdeydi. Ekim ayında fosfat konsantrasyonundaki artış muhtemelen atmosferik girdi nedeniyleydi (Ek F). Ekim ayında CTD probunda bir problem çıktığı için sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk datası alınamamış olsa da, Eylül (karışım tabakası 40 m) ve Kasım (karışım tabakası 70 m) aylarında su kolonunun oldukça fazla tabakalaşması göz önüne alındığında Ekim'de de tabakalaşmanın benzer şekilde olduğunu

farzedebileceğimiz ortaya çıkar. Bu da Ekim ayındaki fosfat artışının düşey karışımdan ziyade atmosfer kaynaklı olabileceği görüşünü desteklemektedir.

4.6 N, P ve Si oranları

Mevcut çalışmada fosfat konsantrasyonları hem sığ hem de derin istasyonda ölçümlerin üçte birinde tespit sınırında ($0.02 \mu\text{M}$) bulunmuştur. Ayrıca 3.1.4.3'de bahsedildiği gibi analitik hata da fosfor konsantrasyonlarının olduğundan yüksek ölçülmesine ve N/P oranının düşük görülmesine sebep olmuş olabilir (Şekil 3.10, 3.11a, b).

Bu çalışmada derin istasyonda yüzey veya öfotik bölgedeki N/P oranları 1'den 21'e kadar (ortalama 6) değişti (Tablo 4.3, Şekil 3.11). YILMAZ ve TUĞRUL (1998) 1991-1994 arasında doğu Akdeniz'in farklı bölgelerinde bu oranı en düşük 8 olarak bulmuştur. Bizim oranlarımız da genellikle doğu Akdeniz'deki (EDIGER vd., 1999; YILMAZ ve TUĞRUL, 1998; HERUT vd., 2000), batı Akdeniz'deki (SOCAL vd., 1999) ve Atlantik'deki (15.2; BAINBRIDGE, 1981) diğer çalışmalarda bulunandan daha düşüktü (Tablo 4.3).

YILMAZ ve TUĞRUL (1998) 1991-1994 yılları arasında doğu Akdeniz'de öfotik bölgede N/P molar oranlarının 8 ve 28 arasında değiştiğini, nütriklinin başlangıcında ise (40-120 değerlerine ulaşabilen) belirgin bir pikin olduğunu belirtmişlerdir. Böyle önemli bir artış görünüşte nitrat ve fosfat arasındaki kayma nedeniyledir. Nütriklin altında N/P oranları düzenli olarak düşmüş ve tüm basende sabit derin su oranına (28) gelmiştir. Tablo 4.3'de görüldüğü gibi öfotik bölge N/P oranı 8 ve 29 arasındadır. Bu değerler yüzey partikül madde oranlarından da (PON/PP=10-18) yüksektir (EDIGER vd., 1999).

HERUT vd. (2000) da 150-400 m'de (~ 24), yüzeye göre (ortalama 7), daha yüksek N/P oranı bulmuştur. Yüzey sularında böyle düşük N/P oranı bulmak ilginçtir çünkü atmosferdeki N/P oranı (güneydoğu Akdeniz'de ~ 70 , HERUT ve KROM, 1996) ve dip sularından gelen suyun N/P oranı yüksektir. Onlar PON'in PP'ye göre daha çabuk bozunması nedeniyle veya başka bir yerden lateral advectif taşınım veya girdap difüzyonu (eddy diffusion) ile gelen DON'nin dip sularındaki N/P oranının yükselttiğini önermişlerdir.

Bu çalışmada N/P oranı tüm örnekleme dönemi boyunca 100 m derinlikte (9.8 ± 8.2) yüzeydekenden çok az bir miktar daha fazlaydı (9.2 ± 9.2). 100 m derinlikteki ve yüzeyde düşük N/P oranları birbiriyle uyumluydu. Ocak ve Aralık 1999'da Erdemli'de aerosol örneklerinde DIN/DIP oranları da yüksekti (217-294 arasında değişti, MARKAKI vd., 2003) (Tablo 4.3). Deniz suyundaki çözünür IN:IP oranlarının toz taşınım zamanlarında eksponensiyel olarak azaldığı fakat hiç bir zaman Redfield oranının (N:P=16:1) altına düşmediği not edilmiştir (HERUT ve KROM, 2002). Bununla birlikte bu kadar yüksek oranlara rağmen yüzey sularındaki düşük N/P oranlarının nedeni, yüzey sularında azotun farklı formlarının (amonyum, organik formlar gibi) ölçülmemesi ve fosfatın olduğundan fazla ölçülmesi olabilir. Azotun büyük bir kısmının atmosferden sağlanabileceğini kabul edersek Ağustos 2001'de yüzey suyundaki yüksek nitrat konsantrasyonu beklenen bir sonuçtur.

Ayrıca mevcut çalışmada, nitrat konsantrasyonlarının düşük bulunması, farklı büyüme evrelerinde fitoplanktonca nitratın daha çok tüketilmesi nedeniyle olabilir. CORRELL (1999) algal hücrelerin (besin elementi sınırlayıcı değilken) farklı büyüme evrelerinde N/P oranlarının dört kat kadar değişebileceğini belirtmiştir. Sınırlayıcı besin elementi varken sınırlayıcı elementin türüne göre 5 ile 20 kat arasında değişebileceği de not edilmiştir. Bir besin elementi sınırlayıcıysa ve o ortama aniden herhangi bir yerden taşınırsa bu elementin fitoplanktonca tüketimi daha hızlı olabilmektedir. CORRELL (1999) fosfattan yoksun bırakılan fitoplanktonun fosfor eklemesi yapıldığında hücre içi fosfor içeriğinin 1 saat içinde 26 kat arttığını (temel olarak polifosfatlar olarak) gözlemişlerdir. Işık limitasyonunda da bu oran ayrıca 2 kat değişebilir.

Tablo 4-3. Kuzey Levantin baseninde öfotik bölge içinde çözünmüş besin elementlerinin ortalama molar N/P oranı; sadece Mart 1992'de girdap (=eddy) bölgeleri hesaba katıldığında önemli fark gözlemlendi

Yazar	Tarih	Bölge ve girdap	Su seviyesi	NO ₃ (µM)	PO ₄ (µM)	N/P
Mevcut çalışma	Mart-Haziran-1999-Aralık 2000-Nisan 2002	Kuzeydoğu Akdeniz	yüzey			5.8 ± 4.5
Ediger vd. (1999)	1992-1994	Kuzeydoğu Akdeniz	EZ PON/PP			10-18
Herut vd. (2000)	Sonbahar-Kış 1996 -1998	İsrail açıkları	150 m üzerinde			3-5
Herut vd. (2000)	İlkbahar-Yaz 1996-1998	İsrail açıkları	150 m üzerinde			9-11
Moncheva vd. (2001)	1984-1985, 1995	Thermaikos Körfezi Kuzey Ege Denizi	Kıyı bölgesi 0-30 m			5
Moncheva vd. (2001)	1983-1985, 1995	Saronikos Körfezi orta Ege Denizi	Kıyı bölgesi 0-30 m			17
Polat ve ark. (2000)	Min Temmuz, maks Nisan 1994-1995	İskenderun Körfezi	yüzey			1.4-8
Socal vd. (1999)	Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım 1994	Adriatik yüzey suları				50
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Mart 1991	Bütün basen	EZ (75 m)	0.58±0.54	0.03±0.01	19.3
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Ekim 1991	Bütün basen	EZ (85 m)	0.21±0.23	0.02±0.01	10.5
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Mart 1992	RG CYC	EZ (59 m)	4.66±0.41	0.16±0.02	29.1
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Mart 1992	Antalya Körfezi P+F CB	EZ (55 m)	1.70±0.88	0.06±0.02	28.3
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Mart 1992	Antalya Körfezi ACYC	EZ (66 m)	0.76±0.26	0.03±0.01	25.3
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Şubat 1993	Antalya Körfezi RG CYC	EZ (60 m)	3.82±0.65	0.14±0.02	27.3
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Temmuz 1993	Bütün basen	EZ (85 m)	0.16±0.07	0.02±0.01	8
Yılmaz ve Tugrul (1998)	Mart 1994	Bütün basen	EZ (88m)	0.40±0.39	0.02±0.01	20

RG= Rodos Gyre, ACYC= Antisiklonik bölge, CYC= Siklonik bölge, P+F= periferik bölgeler
EZ= öfotik bölge

Bu çalışmada bulunan N/P oranları doğu Akdeniz'de, YILMAZ VE TUĞRUL (1998)'in öfotik bölge için bulduğu değerler hariç, diğer çalışmalara benzer olarak Redfield oranından (16) daha düşük bulunmuştur.

Sığ istasyondaki N/P oranları oldukça değişkendi (1 ve 220 arasında). Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 dönemlerinde ortalama 25±45 idi. 2001 yılında sığ istasyondaki N/P oranları genellikle düşüktü (<10). Fakat, Kasım 2001'de şiddetli yağışları takiben bu oran yaklaşık 10 kat arttı.

Bu çalışmada N/P oranlarından çıkan sonuçları özetlersek:

- 1) Bu çalışmada bulunan N/P oranı bölgede daha önce bulunanların en düşükleri arasındaydı
- 2) Atmosferdeki yüksek N/P oranlarına rağmen (ayrıca nütriklin altında da yüksek N/P oranları bulunur) yüzey sularında N/P oranları düşüktü.
- 3) Fakat, N/P oranlarında belirgin mevsimsel değişimler vardır. Örnekleme dönemi boyunca açık istasyonda silikat sınırlayıcı bir element olmadı..

4.7 Öfotik bölge derinliği

Bu çalışmada öfotik bölge derinliği derin istasyonda 21 m (8 Şubat 2001) ile 76 m (22 Mayıs 2001) ve sığ istasyonda 5 m (11 Aralık 2001) ile 45 m (20 Aralık 2000) arasında değişti (1999 dikkate alınmadan). Akdeniz açık sularında öfotik bölge derinliği genellikle 75-150 m arasında değişir (HERUT vd., 2000; GOTSIS-SKRETAS vd., 1999; EDIGER ve YILMAZ, 1996; DOWIDAR, 1984). Bu çalışmada tespit edilen değerlerin daha düşük olmasının nedeni kısmen fitoplankton patlama dönemlerini de içermesi olabilir.

4.8 Klo-a

Ortalama Klo-a konsantrasyonu örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda $0.2 \pm 0.26 \mu\text{g l}^{-1}$ (sınırlar $0.02-1.19 \mu\text{g l}^{-1}$) ve sığ istasyonda $0.71 \pm 1.22 \mu\text{g l}^{-1}$ (sınırlar $0.04-7.46 \mu\text{g l}^{-1}$) arasında değişmiştir (Tablo 4.1). Açık istasyonda gözlenen en yüksek Klo-a değeri, doğu Akdeniz'de daha az sıklıkta yapılan çalışmalarda bulunan değerlerden daha yüksektir (Tablo 4.1). Bu çalışmada bulunan ortalama değer Akdeniz'deki diğer çalışmalara bakıldığında orta seviyelerdedir. Bölüm 4.1.1'de belirtildiği gibi Mart-Haziran 1999 dönemindeki Klo-a değerleri ($0.3 \pm 0.28 \mu\text{g l}^{-1}$), 2001 yılının aynı döneminde ($0.07 \pm 0.02 \mu\text{g l}^{-1}$) bulunandan daha yüksekti. Benzer olarak sığ istasyonda da 1999 yılı değerleri ($0.82 \pm 0.56 \mu\text{g l}^{-1}$) 2001'den ($0.43 \pm 0.41 \mu\text{g l}^{-1}$) daha fazlaydı. 1999 yılında Klo-a değerlerinin yüksek olması bütün doğu Akdeniz'de gözlenen yıllık farkla ilgili olabilir (Şekil 3.12). SeaWIFS verileri de 2001 yılında 1999'a göre daha düşük değerler göstermektedir (Ek D, Şekil 3.13). Eğer 1999 ve 2002 değerleri ortalamadan çıkarılırsa Klo-a değerleri derin istasyonda 0.02 ile $0.2 \mu\text{g l}^{-1}$ değişir, ki bu değerler de doğu ve batı Akdeniz, Ege ve Karadeniz'de ölçülen pek çok değerden daha düşüktür (Tablo 4.1).

KIMOR vd. (1987) 1981-1983 döneminde derin Klo-a maksimumunun (DCM) İsrail açıklarında 75 ve 125 m ler arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. HERUT vd. (2000) aynı bölgede 1996-1998 döneminde Klo-a maksimumunun 75 ve 150 m arasında bulmuşlardır; onların çalışmasında bu derinlik %1 ışık geçirgenliği derinliğine denk geliyordu. ABDEL-MOATI (1990)'nin Mısır sularındaki Haziran -Temmuz 1986 dönemindeki çalışmasında DCM 75 ve 100 m arasında kaydedilmiştir. EDIGER ve YILMAZ (1996) 1991-1994 boyunca kuzeydoğu Akdeniz'de DCM'yi 50 ve 130 m arasında tespit etmişlerdir. Çalışmalarında öfotik bölge derinliği 55 ve 95 m arasındaydı. Maalesef mevcut çalışmamızda Klo-a datası 50 m derinliğe kadar alınmıştır bu yüzden bazı derin Klo-a pikleri kaçırılmış olabilir.

DOWIDAR (1984) Mısır açıklarında 100-300 mlerde yaptığı çalışmada Klo-a değerlerini, kışın ve ilkbaharda ($0.79 \mu\text{g l}^{-1}$ ve $0.76 \mu\text{g l}^{-1}$) yaza ($0.09 \mu\text{g l}^{-1}$) ve sonbahara ($0.44 \mu\text{g l}^{-1}$) göre daha yüksek bulmuştur. Benzer olarak, kış-ilkbahar döneminde sığ istasyonda da yüksek değerler bulundu.

4.9 Partikül organik karbon/klorofil-a (K:Klo-a) oranı

Mevcut çalışmada K:Klo-a (ağırlık olarak) oranları derin istasyonda (çok yüksek değerler çıkarıldığında, Şekil 3.20) 42 ± 41 (~2-140) bulundu. Bu çalışmada bulunan düşük K:Klo-a oranları (<10) büyük ihtimalle mikroskopta farkedilemeyen $2 \mu\text{m}$ boyunun altında bulunan organizmalarca oluşturulan karbon değerleri nedeniyledir. Nitekim, ZOHARY vd. (1998)

güneydoğu Akdeniz'de Klo-a'nın %60'ının 2 µm boyunun altındaki canlılar tarafından oluşturulduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, SOCAL vd. (1999) da Adriatik ve İyon Denizi bölgelerinde partikül organik karbonun %50 sinin 2 µm 'den küçük organizmalarca oluşturulduğunu kaydetmişlerdir. Onlar PPC (partikül fitoplankton karbonu):Klo-a oranının Adriatik, İyon Denizi ve batı Akdeniz yüzey sularında çok değişken olduğunu ve kendi çalışmalarında ortalamayı 23 olarak bulduklarının belirtmişlerdir. Buna karşılık benzer değerler diğer oligotrofik sularda da bulunmuştur (RABITTI vd., 1994). Onların çalışmasında PPC değeri toplam POC'nun %12'si olarak bulunmuştur. EDIGER vd. (1999) POC:Klo-a oranlarını 60-242 olarak kaydetmişlerdir. Fakat biz, bakteri, zooplankton ve detritustan gelecek olan karbon miktarını bilmediğimizden, POC değerlerini hesaplayamadık.

HARRISON vd. (1977) K:Klo-a oranının genellikle sağlıklı hücrelerde 20 ve 60 arasında değiştiğini ve ortalama olarak 40'ın kullanıldığını belirtmişlerdir. Sonuçta, derin istasyonda bulunan değer bu ortalamaya çok yakındır. Fakat, bu oran sığ istasyonda çok daha fazladır (yani 87 ± 167). Bu da herhangi bir besin elementinin sınırlayıcı olduğunu gösterebilir. Mesela nitrat veya amonyum sınırlayıcıyken bu oran 4 ile 10 kat arasında 200'lü seviyelere çıkabilmiştir (HARRISON vd., 1977). Benzer olarak, HARRISON vd. (1977) silikat sınırlayıcıyken diatomların K:Klo-a oranını, karbon içeriğindeki artış nedeniyle, daha yüksek bulunmuştur. K:Klo-a oranı Haziran-Temmuz 1986'da Mısır açıklarında 206-245 arasında bulunmuştur (ABDEL-MOATI, 1990).

Bütün örnekleme dönemi boyunca ne toplam Klo-a ne de Klo-a pikleri her zaman yüksek fitoplankton biyokütlesi ile çakışmıştır (Şekil 3.12) bu da kısmen yukarıda bahsedildiği gibi besin elementlerinin sınırlayıcılığıyla ilgili olabilir. Yüksek toplam Klo-a fakat düşük fitoplankton biyokütlesi yüzey sularında kış aylarında (Kasım, Aralık ve Ocak), yani besin elementlerinin göreceli olarak daha fazla olduğu zamanlarda görülmüştü. EDIGER vd. (1999)'nın çalışmasında da yüksek Klo-a değerleri, besin elementi konsantrasyonu fazlayken bulunmuştur. ESCARAVAGE vd. (1999) nitrat eklenmesiyle Klo-a değerlerinin doğrusal olarak arttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca besin elementi sınırlayıcılığının K:Klo-a oranını arttırdığını da kaydetmişlerdir. Buna ek olarak pek çok çalışmada, demir zenginleştirilmesi K:Klo-a oranının azalmasına neden olmuştur (VAN LEEUWE ve ark., 1997; LINDLEY ve BARBER, 1998). LANDERY vd. (2000) da VAN LEEUWE vd. (1997)'ne benzer olarak demirin eklenmesiyle ekvatoryal Pasifik'de ünlü IronExII deneyinde K:Klo-a oranının azaldığını (Mayıs-Haziran 1995) kaydetmişlerdir.

K:Klo-a oranının, sığ istasyonda derin istasyona göre daha yüksek olması ilginçti. Bu da sadece nitrat veya fosfat değil bir başka elementin de (mesela silikat veya demir) sınırlayıcı olabileceğini gösterebilir. Mesela K:Klo-a (ıslak:ıslak) oranı doğu ekvatoryal Pasifik'de deneyin başında 150'den büyüktü, fakat 225 kg demir eklenmesi yapıldığında 70'e düşmüştür (LANDERY vd., 2000). Ek olarak SUNDA ve HUNTSMAN (1997) düşük ışık şiddeti altında Klo-a'nın (mol Fe^{-1}) arttığını çünkü demire olan ihtiyacın arttığını belirtmişlerdir.

Kışın mevcut olan düşük ışık şiddeti de, K:Klo-a oranının azalmasına sebep olmuş olabilir (SOCAL vd., 1999; SUNDA ve HUNTSMAN, 1997). Derin sularda hücre başına düşen Klo-a da düşük ışık şiddetine adaptasyon nedeniyle artmaktadır. SOCAL vd. (1999) batı Akdeniz'in DCM'sinde düşük fitoplankton K:Klo-a oranının ($=20$), hücre başına düşen Klo-a'nın fazla olduğuna işaret eder ki bu da düşük ışık şiddetine bağlı olarak meydana gelmiştir.

4.10 Fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve kompozisyonu

Karasal kökenli girdilerden etkilendiği için sığ istasyonda bulunan fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri derin istasyondakinden daha fazlaydı. Kıyı suları genellikle açık sulardan daha verimlidir (THURMAN, 1985). THURMAN (1985) okyanuslardaki fotosentetik üretkenliğin açık sularda $0.1 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ile oldukça verimli kıyı sularında $10 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir.

Mart-Haziran 1999'da toplam fitoplankton bolluğu, biyokütlesi ve toplam Klo-a (daha fazla nitrat + nitrit konsantrasyonları nedeniyle) 2001'in aynı döneminde bulunandan, hem derin hem de sıg istasyonda daha fazlaydı (Şekil 3.15, 3.17, 3.12, Tablo 3.1).

Nanoplanktonu da içeren bu çalışmada bulunan sonuçları, sadece 55 µm boyuttan fazla olan fitoplankton grubunu kapsayan çalışmalarla (hem bolluk ve hem de biyokütle açısından) karşılaştırmak zordur. 2001-2002 döneminde ortalama fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri 29.000 hücre l⁻¹ ve 86 µg l⁻¹ idi. Ayrıca en yüksek değerler Mart 2001 (45x10³ hücre l⁻¹, 540 µg l⁻¹) ve Ocak 2002 (300x10³ hücre l⁻¹, 440 µg l⁻¹) döneminde gözlenmiştir. 1999 yılında ortalama bolluk ve biyokütle değerleri 175.000 hücre l⁻¹ ve 500 µg l⁻¹'dir ve en yüksek bolluk ve biyokütle değerleri 945.000 hücre l⁻¹ (Nisan) ve 1.800 µg l⁻¹'dir (Mayıs). Tablo 4.4'e göre 2001 bolluk değerleri genellikle doğu Akdeniz ve Ege Denizinde bulunanlara benzerdi. Fakat, 1999 ve Ocak 2002 değerleri doğu Akdeniz'de bulunan sınırlı sayıda çalışma ile karşılaştırıldığında yüksekti. Tablo 4.4'de bazı ötrofik bölgelerde bolluk değerinin 1.000.000 hücre l⁻¹'den daha yüksek olduğu görülmektedir. Mesela ötrofik İzmir körfezinde fitoplankton bolluğu 102 ve 56.000.000 hücre l⁻¹ arasında değişmiş olduğu (BIZSEL ve USLU, 2000) ve 1956 yılında Mısır açıklarında Nil suları bırakıldığı zamanlar 2.000.000 hücre l⁻¹'e kadar çıktığı belirtilmiştir (HALIM, 1960). Bu çalışmada 2001 ve 2002 yıllarında bulunan ortalama biyokütle değerleri güney Karadeniz'de Mart-Nisan 1995 (170 ± 90 µg l⁻¹), Ekim 1995 (1790 µg l⁻¹), Haziran-Temmuz 1996 (250 µg l⁻¹), Mart-Nisan 1998 (1370 µg l⁻¹) ve Eylül 1998'de (630 µg l⁻¹) bulunan değerlerden daha düşüktü. Fakat 1999 ortalama biyokütle değeri 500 µg l⁻¹ Karadeniz değerleriyle karşılaştırılınca benzer seviyelerdeydi ve doğu Akdeniz değerleri için oldukça fazlaydı.

MDS plot fitoplankton kompozisyonunun ve bolluğunun yıldan yıla, mevsimden mevsime ve yüzeyden derin sulara doğru değiştiğini göstermiştir. 1999, 2001 ve 2002 yılları bu analizde farklı bölgelerde toplanmıştır (Şekil 3.31). MDS plotu yaz ve sonbahar mevsimlerinin aynı yıl içinde ve 25 m ve onun altındaki derinlikler için birbirine yakın olduğunu göstermiştir. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde yüzey suları derin sulardakine benzerdi. Yani su kolonu iyi karışmışken tür kompozisyonu ve bolluk değerleri yüzey ve derin sularda birbirine benzerdi (Şekil 3.22).

Mevcut çalışmamızda 2001 yılında, Şubat ve Mart (sırasıyla su kolonu ve yüzey için) derin istasyonda fitoplankton için esas patlama dönemleriydi, ikinci patlama dönemi geç yaz-sonbahardı.

Esas patlama 2002 yılında Ocak ayına kaymıştır. KIDEYŞ vd. (1989), EKER ve KIDEYŞ (2000) sırasıyla 1985 ve 1996 yıllarında esas fitoplankton patlamasını Şubat ayında gözlemişlerdir. LAKKIS ve LAKKIS (1981) 1975-1975 döneminde Lübnan neritik sularında Mayıs fitoplankton bolluğunun (270,000 hücre l⁻¹) diğer aylardan daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Diyatom bolluğu derin istasyonda dinoflagellatlarınkinden her zaman daha fazlaydı (Tablo 4.4). Bu çalışmaya benzer olarak POLAT vd. (2000, 2002), LAKKIS (1981, 1997), EKER ve KIDEYŞ (2000), KORAY (1995), KIDEYŞ vd. (1989), HALIM (1960) da farklı dönemlerde diyatom bolluğunun kuzeydoğu ve güneydoğu Akdeniz'de dinoflagellat bolluğundan daha fazla bulmuşlardır (Tablo 4.4).

RAIMBAULT vd.(1993) su kolonu iyi karışmışken diyatomların tabana çökemediğini bu yüzden de karışım dönemlerinde dominant olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da diyatomlar güçlü kış karışımı varken dominant hale gelmiştir (Şubat 2001'de). Buna karşılık dinoflagellatların çoğalması için diyatomlar gibi türbülans gerekmiyordu (LEGENDRE and FEVRE, 1989).

Mevcut çalışmada, derin istasyonun yüzey ve dip sularında Mart-Haziran 1999 döneminde genellikle diyatom bolluğu kokolitofor (temel olarak *Emiliania huxleyi*) bolluğundan daha fazlaydı. 2001 ve erken 2002 döneminde ise kokolitofor bolluğu

diyatomlarınkinden daha fazlaydı (Şekil 3.18a). *E. huxleyi* konsantrasyonları Mart ve Nisan 2001 döneminde su kolonunda yüksekti. Bu türün bolluğunun 2001'in Şubat ve Martında diyatom patlamasından sonra artmış olduğu görüldü. 2001 yılının Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında diyatom bollukları düşüktü. Diyatomlara zıt olarak *E. huxleyi* bolluğu yüzey sularında yaz aylarında düşmedi. *E. huxleyi* konsantrasyonları 2001 yılında yüzey sularında, 1999 yılında ise daha derin sularda (100 m'ye kadar) daha fazlaydı. Sadece Mayıs ve Eylül aylarında kokolitoforların ve diğer fitoplankton gruplarının bolluk değerleri sırasıyla şiddetli nitrat ve fosfat sınırlayıcılığı nedeniyle düşüktü (Şekil 3.11, 3.27, 3.23). GOTSIS-SKRETAS vd. (1999)'un 1994-1995 döneminde Girit açıklarında yaptığı çalışmaya benzer olarak (ki orada kokolitoforlar sonbaharda toplam bolluğun %40'ını oluşturdu) bu çalışmada da kokolitoforlar toplam bolluğa en çok katkıyı sonbaharda yapmışlardır (%77). GOTSIS-SKRETAS vd. (1999) diyatomlar ve (çoğunluğunu kriptofit ve rodofitlerin oluşturduğu) diğer grupların kışın ve ilkbaharda, dinoflagellatların ise yazın daha fazla miktarlarda olduğunu rapor etmiştir. Onların çalışmasında en düşük kokolitofor bolluğu yazındır. Grupların mevsimsel ortalamaları alındığında diyatomların toplam bolluğa olan katkısı (%30) dinoflagellatlar (%25) ve kokolitoforlarla (%21) karşılaştırınca en yüksekti. Bununla birlikte kokolitoforların küçük kütleli olmaları nedeniyle, diyatomlar bütün örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda biyokütlenin büyük bir kısmını oluşturmuştur (Şekil 3.18b). IGNATIDES vd. (2002) farklı yıllarda farklı fitoplankton gruplarının dominant olduğunu gözlemiştir. Mesela 1997 ilkbaharında kuzey ve güney Ege Denizi'nde kokolitoforlar dominant iken (~%40), 1998 ilkbaharında dinoflagellatlar (%54) ve diyatomlar (%51) dominant oldu. Sonbaharda dinoflagellatlar her iki alanda da popülasyonun >%70'ini oluşturarak dominant taxa olmuşlardır. SOCAL vd. (1999) Adriatik ve İyon Denizlerinde, fitoplankton bolluk maksimasını ilkbahar ve sonbaharda, minimumunu yazın gözlemişlerdir. Yüksek diyatom bolluğu Girit açıklarında 1994-1995 döneminde kış ve ilkbaharda, Ege Denizi'nde ilkbahar ve sonbahar 1997 ve ilkbahar 1998'de (IGNATIDES vd., 2002), kuzeydoğu Akdeniz'de (Erdemli açıklarında) 1984-1985 arasında (KIDEYŞ vd., 1989) ve 1995-1997 döneminde kış döneminde (EKER ve KIDEYŞ, 2000) görülmüştür.

Mevcut çalışmada nanoplanktonun Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde toplam bolluğa olan katkısı (%58) Mart-Haziran 1999 dönemine göre (%6.5) daha fazlaydı. Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde nanoplanktonun dominant olma sebebi besin elementi konsantrasyonunun bu dönemde 1999 dönemine göre daha az olması olabilir. Oligotrofik bölgelerde yüzeyin hacme oranının hücre boyu küçüldükçe artması nedeniyle küçük formlar daha yoğun olarak bulunmaktadır. Adriatik ve İyon Denizlerinde Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım 1994'de bolluk bakımında küçük flagellatlar (2-10 µm) ve kokolitoforlar dominanttı (SOCAL vd., 1999). O çalışmada boyutlara göre ayrılan POC ölçümlerine göre (<2 µm, 2-10 µm ve >10 µm boy grupları arasında) en yüksek katılım <2 µm boy grubu tarafından sağlanmıştır. KIMOR vd. (1987) DCM bölgesinde ve yüzeye yakın bölgede kokolitoforların (<20 µm) ve küçük flagellatların en bol gruplar olduğunu belirtmişlerdir. İlginç olarak pennat diyatomlar ve küçük dinoflagellatlar DCM seviyesinde ve sentrik formlar yüzeye yakın seviyelerde dominanttı. Ayrıca nano ve pikoplankton İsrail açıklarında toplam fitoplanktonun (toplam bolluğun %71 ile %99'u) ve Klo-a'nın büyük çoğunluğunu oluşturmuştu. Onların tek yönlü ANOVA analizine göre ise yüzey ve DCM seviyesi arasında ana fitoplankton grupları açısından (diyatomlar, dinoflagellatlar, kokolitoforlar ve diğer gruplar) ilkbahar, yaz ve sonbahar 1981-1983 döneminde fark yoktu (KIMOR vd., 1987).

Mevcut çalışmada sığ istasyonda, derin istasyona benzer olarak Mart-Nisan ve Kasım aylarında bolluk ve biyokütle pikleri görüldü, fakat derin istasyondan farklı olarak Mayıs'dan Ekim'e kadar biyokütle değerleri yüksek kaldı, bu da büyük ihtimalle Lamas Nehrinden devamlı besin elementi sağlanması nedeniyle (Şekil 3.17a, b).

Tablo 4-4. Akdeniz'in farklı bölgelerinde diyatomların ve dinoflagellatların toplam bolluğa olan katkıları

Referans	Boy grubu	Diyatomlar (hücre l ⁻¹)	Dino-flagellatlar (hücre l ⁻¹)	Toplam bolluk (hücre l ⁻¹)	Dönemler	Bölge
Mevcut çalışma	>2 µm	10-914,000	0-12,000	161-945,000	Mart-Haziran 1999, Aralık 2000-Nisan 2002	Yüzey Erdemli, KD Akdeniz Derin istasyon
KÖKSALAN (2000)	>2 µm	~10-30,000	~0-6,500	~10-32,000	Haftalık 1998	Yüzey Erdemli, KD Akdeniz Derin istasyon
POLAT vd. (2000)	>55 µm	400-60,000	90-1,000	700-60,000	1994-1995 aylık	Yüzey Iskenderun körfezi
POLAT ve ISIK (2002)	>55 µm	700-28,000	700-12,000	1000-28,000	İlkbahar, yaz, sonbahar, kış 1998-1999	Yüzey Karataş, Adana
EKER ve KIDEYS (2000)	>55 µm	500-12,000	20-700	16-12,000	1995-1997 haftalık	yüzey ODTÜ, DBE Limanı
LAKKIS (1991)	>55 µm			45,000-470,000	1984-1986 aylık	0-50 m derinlik Lübnan suları
LAKKIS ve LAKKIS (1981)	>55 µm	35,000-175,000	5-95	45,000-270,000	1973-1975, aylık	0-25 m derinlik Lübnan suları
LAKKIS (1997)	>55 µm	30,000-750,000	200-6,000		1994-1995	Düşey çekim Lübnan
KORAY (1995)	>55 µm	35%	25%	40% nano-flagellatlar	1978-1990	yüzey İzmir körfezi
KIMOR vd. (1987)	≥2 µm	10-380	20-400	1,000-82,000	İlkbahar, yaz, kış, 1981-1983	f İsrail kıyı ve açıkları
GOTSIS-SKRETAS vd. (1999)	>2 µm	30%	25%	0-100 m derinlik ortalaması 11,500 (3,300-27,000)	1994-1995 mevsimlik	Girit Denizi öfotik bölge
IGNATİDES vd. (2002)	>2 µm			0-120 m derinlik ortalaması 1000-50,000	İlkbahar-sonbahar 1997, ilkbahar 1998	Kuzey ve güney Ege Denizi
KIDEYS vd. (1989)	>55 µm	99%	0.10%		1984-1985	0-75 m derinlik Erdemli KD Akdeniz 3.5 deniz mili açık
HALIM (1960)	>2 µm	98%		1,240,000-2,400,000	1956 Nil taşkınına takip eden fitoplankton patlaması esnasında	Yüzey, Mısır suları
HALIM (1960)	>2 µm	40-90%	8-14%	40,000-124,000	Fitoplankton patlamasından önce 1956	Yüzey, Mısır suları

Tür kompozisyonu

Bu araştırmada tespit edilen dominant türler (Tablo 3.8) daha önce doğu Akdeniz'de bulunanlara benzerdi.

KİMOR vd. (1987) 1981-1983 döneminde İsrail açıklarının yüzey sularında diyatomlar arasında *Thalassiothrix fraunfeldii*, *Rhizosolenia- Chaetoceros* birlikteliği, dinoflagellatlar arasında *Gymnodinium sp.* dominant olduğunu rapor etmiştir. *Nitzschia seriata* ve *Asterionella glacialis* gibi pennat diyatomlar DCM seviyesinde bulunurken yüzey sularında bulunamamıştı. *Thalassiothrix frauenfeldi* de DCM'de bol olan türler arasındaydı (485 hücre l⁻¹) fakat yüzeye doğru giderek azalmıştı. GOTSİS-SKRETAS vd. (1999) öfotik bölgenin derin seviyelerinde *T. frauenfeldii*, *Pseudo-Nitzschia delicatissima*, *Dactyliosolen fragillissimus* and *Chaetoceros affinis* türlerinin fitoplankton içinde önemli bir katılıma sahip olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmada en yüksek *T. frauenfeldi* bolluğu (23.000 hücre l⁻¹) yüzeyde (21 Nisan 1999'da) idi.

KIDEYŞ vd. (1989)'nin 1984-1985'de Erdemli açıklarında gerçekleştirilen çalışmasında *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Thalassiothrix mediterranea*, *Chaetoceros curvisetus*, *C. decipiens*, *C. affinis*, *C. pseudocurvisetus*, *Ceratium horridum*, *Ceratium macroceros*, *C. fusus* türleri en önemli türler arasındaydı.

MONCHEVA vd. (2001) Batı Ege Denizinin Elefsis, Saranikos, Keratsini ve Thermaikos Körfezi'nde yaptığı çalışmalarda yaklaşık 30 kadar patlama yapan tür olduğunu belirtmişlerdir. *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich, *Guinardia delicatula* (Cleve) Hasle, *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey, *Dactyliosolen fragillissimus* (Berg.) Hasle, *Skeletonema costatum* (Grev) Cleve, *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschkowsky, *Emiliana huxleyi* (Locham) Hay ve Mohler *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Chaetoceros socialis* Lauder, *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reiman ve Lewin, *Leptocylindrus danicus* türleri 1983-1985 ve 1995 yıllarında bahsedilen bölgelerde bollukları 10⁶ hücre l⁻¹ üzerinde patlama yapan türler arasındadır. Bu türlerin çoğu bizim çalışmamızda da dominant türler arasındaydı.

MALEJ vd. (1995) küçük bir yarıkapalı körfez olan Trieste Körfezi'nde (Adriatik Denizi), *Skeletonema costatum*, *Nitzschia spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Rhizosolenia delicatula*, *Rhizosolenia fragillissima* 'nın dominant türler olduğunu gözlemiştir.

POLAT vd. (2000) İskenderun Körfezi'nde, 1994-1995 döneminde Bacillariophyceae grubuna ait en bol cinslerin *Cerataulina*, *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix* ve *Nitzschia* olduğunu not etmişlerdir. *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Prorocentrum* ve *Dinophysis* türleri ise Dinophyceae grubuna ait en önemli genustur. *Hemiaulus hauckii*, *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Ceratulina pelagica*, *Leptocylindricus danicus* Cleve türleri çalışmaları boyunca en çok bulunan türlerdi. *Chaetoceros* da hemen bütün istasyonlarda bulunan ve kıyılarına doğru bolluğu artan bir genustur.

KİMOR (1983) *Pyrocystis sp.*, *Noctiluca sp.*, *Ceratium carriense*, *C. trichoceros* ve *C. massiliense* türlerinin Hint Okyanusu ve doğu Akdeniz'de en çok bulunan türler arasında olduğunu rapor etmiştir. *Chaetoceros -Rhizosolenia* cinsleri ise Saranikos Körfezi, Yunanistan ve Levantin baseninde en çok bulunanlardandır.

LAKKIS ve LAKKIS (1981) 1973-1975 döneminde Lübnan sularında patlama yapan diyatomları *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus*, *Nitzschia seriata*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *C. affinis* ve *Rhizosolenia sp.* olarak belirtmişlerdir. Dinoflagellatlar arasında *Ceratium* daha sonra da *Peridinium*, *Gonyaulax* ve *Ornithocercus* en bol genustandı.

KİMOR ve BERDUGO (1967) 1964 yazında doğu Akdeniz'de Kıbrıs, Türkiye'nin güneyi, Rodos ve Girit adalarını da içeren istasyonlarda en bol görünen >65 µm diyatom türlerini *Asterolampra marylandica*, *Gossleriella tropica*, *Ethmodiscus gazellae*, *Rhizosolenia acuminata* ve *R. hebetata* olarak tanımlamışlardır. En yaygın dinoflagellat türleri *Ceratium contrarium*, *C. carriense*, *C. macroceros*, *C. karstenii*, *C. euarquatum*, *C. symmetricum*,

Ceratocorys horrida, *Ornithocercus quadratus*, *Goniodoma polyedricum* ve *Pyrocystis pseudonoctulica* idi. Bu türlerin bazıları bizim çalışmamızda hiç bulunamadı.

AZOV (1986) 1983 ve 1984 arasında iki haftalık örneklerde Levantin baseninde en önemli diyatom türlerinin (örnekler >65 µm gözenek açıklı filtreden süzölmüş) *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* ve *Rhizosolenia spp.* olduğunu dinoflagellatlar arasında ise *Ceratium spp.*, *Protoperidinium spp.* olduğunu rapor etmişlerdir.

HALIM (1960) 1956 yılında Mısır sularında dominant türleri *Nitzschia delicatissima*, *Leptocylindrus danicus*, *Hermesinum adiraticum*, *Chaetoceros affinis*, *Cerataulina bergoni*, *Chaetoceros decipiens*, *Biddulphia rhombus*, *Exuviaella cordata*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Hemiaulus sinensis*, *Chaetoceros costatus*, *Rhizosolenia hebetata semispina* ve *Chaetoceros socialis* olarak kaydetmiştir. HALIM vd. (1967) 1956'daki Nil taşkınlından sonra sayıca oldukça fazla değişimin olmasına karşılık tür kompozisyonunun bütün örneklenen alanda oldukça benzer olduğunu rapor etmişlerdir. *Nitzschia seriata* bütün bölgede dominant türdü (hem patlama alanı ve hem de dışında). Bu türle beraber, *Asterionella japonica*, *Chaetoceros affinis*, *Thalassionema nitzschioides* ve *Leptocylindrus danicus* bütün örnekleme istasyonlarında sayıca çok fazla bulundu. Dinoflagellatlar arasında, *Ceratium massiliense*, *C. karsteini*, *C. carriense*, *C. macroceros*, *C. contrarium*, *C. extensum*, *Ceratocorys horrida* ve *Protoperidinium depressum* Pelusium körfezi (31.1 °N, 33 °E) ve Alexandria (31.2 °N, 29.9 °E) kıyıları ve açıklarında dominant türlerdi.

BIZSEL and USLU (2000) Nisan 1993 ve Temmuz 1994 arasında İzmir Körfezi'nde fitoplankton kompozisyonunun bölgeden bölgeye ve aydan aya değiştiğini belirtmişlerdir. Genellikle diyatomlar ve öglenoidler dominant gruplardı. Temel olarak, *Skeletonema costatum* ve *Euglena viridis* bu grupları temsil etti. Dinoflagellatlar arasında *Scropsiella trochoidea*, *Prorocentrum spp.*, *Ceratium spp.* ve *Protoperidinium spp.* önemli türlerdi.

GOTSIS-SKRETAS vd. (1999)'nın çalışmalarında kullandıkları kümeleme (=cluster) analizi, fitoplankton kompozisyonunu bölgeden çok mevsime göre grupladı. İlkbaharda, algal biyokütle *Chaetoceros affinis*, *Thalassiothrix frauenfeldii* ve *Thalassionema nitzschioides* tarafından dominant oldu. Kokolitoforlar onların çalışmasında sonbaharda (%40.8) dominant idi. Kışın, fitoplankton diyatomlar tarafından karakterize edildi (%44.5) *Pseudonitzschia delicatissima* ve *Nitzschia closterium* en önemli türlerdi

KIMOR ve WOOD (1975)'un çalışmasında, *Acanthoica acanthos* Schiller, *Calciosolenia murrayi* Gran, *Calyptrosphaera oblonga* Lohmann, *Emiliana huxleyi* Lohmann, *Coccolithus pelagicus* (Wall.), *Discosphaera thomsoni* Ostf. *Pontosphaera haeckelii* Lohmann, *Rhabdosphaera claviger* Murr., Blackm., *Rhabdosphaera styliifer* Lohmann, *Syphosphaera apsteinii* Lohmann, *Syracosphaera prolongata* Gran ve *Syracosphaera subsalsa* (Conr.) Kampt. Doğu Akdeniz'de 1965 yazında dominant kokolitoforlardı. Benzer olarak, *Emiliana huxleyi* Lohmann, *Rhabdosphaera styliifer* Lohmann, *Discosphaera thomsoni* Ostf., *Syphosphaera apsteinii* Lohmann bu çalışmada da bulunmuştur.

4.11 Doğu Akdeniz'de kokolitofor ve özellikle *Emiliana huxleyi* bolluğu

Bizim literatür araştırmamıza göre Akdeniz'de fitoplankton çalışmalarının sadece altısında 20 mikrondan küçük hücreler (ki bu kokolitoforları da içerir) araştırılmıştır. Bunlar arasında bir çalışma spesifik bir dönemde ve dört tanesi mevsimsel aralıklardaydı. Sadece bir çalışmada (Marsilya, Fransa) kokolitofor bolluğu sık aralıklarda 1994 ve 2000 yılları arasında incelenmiştir. Marsilya yakınlarındaki iki istasyonda (43.280 N 5.350 E: CAPCOM, 43.230 N 5.280: SOFCOM) en yüksek kokolitofor bolluğu SOFCOM'da 27 Haziran 2000'de 19,400 hücre l⁻¹ olarak (ortalama 1520±4075 hücre l⁻¹) ve CAPCOM'da 19 Mart 1999'da 8,700 cells l⁻¹ olarak (ortalama 618 ±1687 hücre l⁻¹) kaydedilmiştir (<http://www.com.univ-mrs.fr/PHYTOCOM>).

1981-1983 döneminde İsrail kıyılarının pelajik istasyonlarında (>100 m) hem yüzeye yakın bölgelerde ve DCM'de ortalama kokolitofor konsantrasyonu 2.100 hücre l⁻¹ (en yüksek=7000 hücre l⁻¹) ve 2.300 hücre l⁻¹ (en yüksek=10.000 hücre l⁻¹) idi (KIMOR vd., 1987). Kokolitoforlar ortalama olarak toplam fitoplankton bolluğunun %23'ünü oluşturdu. GOTSIS-SKRETAS vd. (1999) 1994-1995 döneminde Girit Denizi'nde kokolitoforların sonbaharda en yüksek katılımı (%40.8'ini) gösterdiğini belirtmişlerdir (100 m ortalaması 4.400 hücre l⁻¹) *Calyptrosphaera globosa*, *Pontosphaera* sp., *Calyptrosphaera superba* ve *Coccolithus huxleyi* türleri en fazla bulunan kokolitofor türleriydi. HALIM (1960) 1956'daki diyatom patlamasından önce ve sonra Mısır sularında kokolitoforların örneklerde ya hiç bulunmadığını ya da çok az konsantrasyonda olduğunu belirtmiştir. SOCAL vd. (1999) 1994 yılında Otranto kanalında (güney Adriatik Denizi) en yüksek *E. huxleyi* konsantrasyonunu Şubat'da (23.000 hücre l⁻¹) tespit etmişlerdir. Kasım (12.000 hücre l⁻¹), Mayıs (9.000 hücre l⁻¹) ve Ağustos (4.400 hücre l⁻¹) Şubat maksimumunu takip etmişti.

Bizim çalışmamızda en yüksek *E. huxleyi* konsantrasyonu Kasım 2001'de 50.000 hücre l⁻¹ idi. Bu konsantrasyon Elefsis Körfezi hariç (3.1 x10⁶ hücre l⁻¹) diğer bütün çalışmalardan daha yüksekti. *Coccolithus* sp. de aynı bölgede yüksek konsantrasyona ulaştı (0.42 x10⁶ hücre l⁻¹).

E. huxleyi ile yapılan bir mesokozm çalışması, patlamanın oluşması ile sığ karışım tabakası (yani 10-20 m) arasında bir ilişki olabileceğini önermektedir (NANNINGA ve TYRRELL, 1996). Bizim çalışmada en yüksek *E. huxleyi* konsantrasyonu geç yaz ve sonbahar döneminde bulunmuştur. Fakat bu dönemde karışım tabakasının derinliği sığ değildi (yaklaşık 70 m, Ek E) ama tabakalaşma en keskin seviyelerdeydi. GOTSIS-SKRETAS vd. (1999) da 1994-1995 döneminde en yüksek kokolitofor bolluğunu sonbaharda tespit etmişlerdir. Sonuçlarımız, *E. huxleyi* büyümesi için karışım tabakasının keskin olmasının derin olmasından daha önemli olabileceğini göstermektedir.

4.12 Yağış, yansıma, toz ve fitoplankton (özellikle *E. huxleyi*) bolluğu arasındaki ilişkinin değişik kombinasyonlarda araştırılması

Saydam (1996)'nın "Sahra tozunun ıslak depozisyonun (demir çözülmesi nedeniyle) *E. huxleyi* patlamasına yol açtığı ve 1-2 hafta içinde NOAA uydularında parlaklığa sebep olacağı hipotezi" toz, yağış, uydudan görülen parlaklık ve fitoplankton bolluğu gibi farklı parametrelerin değişik kombinasyonları ile araştırıldı (Tablo 4.4). Yüksek veya düşük parlaklık veren farklı durumlar incelendi (Şekil 4.5).

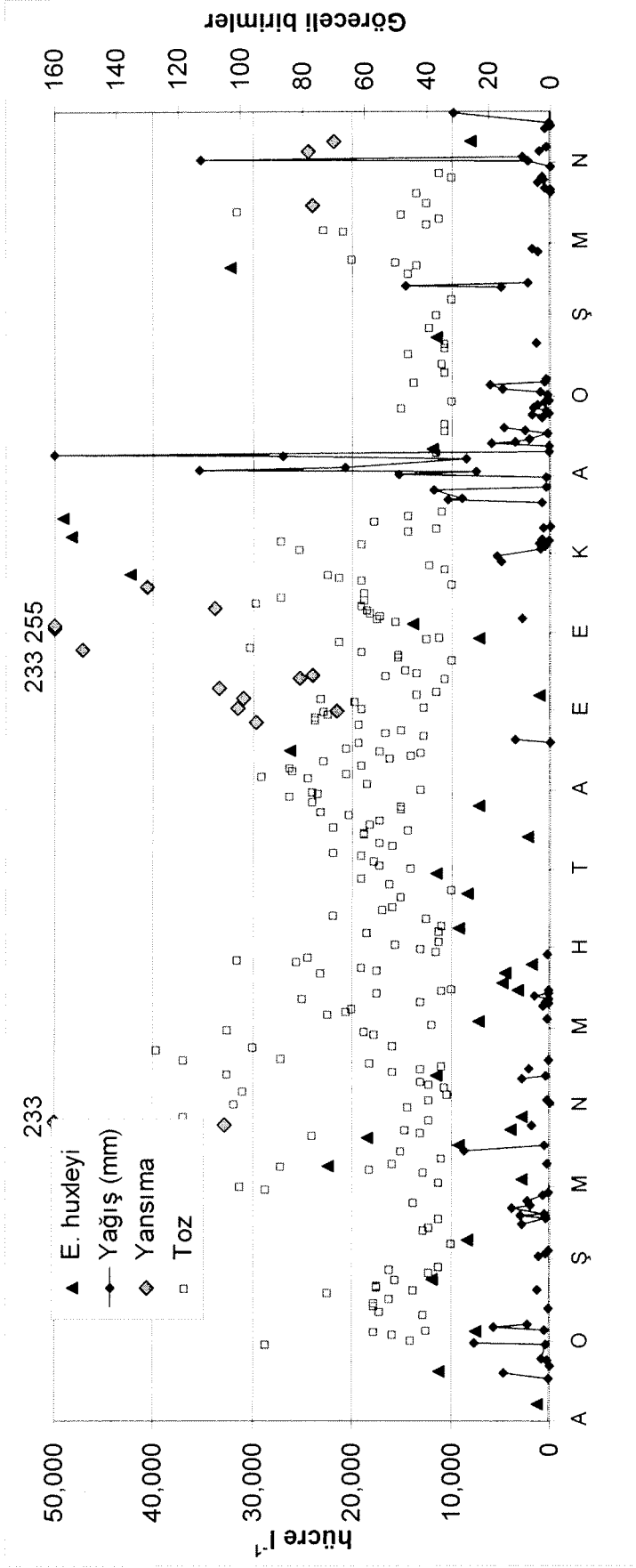
Buradaki gözlemler, yüksek miktarlardaki toz taşınımı ve yağışın bile *E. huxleyi* patlaması veya uydularda parlaklık ile sonuçlanacağı savını doğrular nitelikte değildir. Tablo 4.5'de görüldüğü gibi hemen hemen tüm parametrelerin farklı kombinasyonları mümkündür ve sonuçta bir genelleme yapmak imkansızdır.

Mesela, Haziran Ağustos 2001 arasında, az miktarda toz varken iddia edildiği gibi hiç veya az *E. huxleyi* varolup hiç parlaklık yoktu (Durum 1 ve 2, Tablo 4.5, Şekil 4.4). Diğer taraftan fazla toz yükünün olmadığı Şubat 2002'de (Durum 3), yüksek yağışı takip eden 2 hafta içinde, *E. huxleyi* artışı görüldü. Fakat bu artış, uyduda parlaklık ile sonuçlanmadı. Ancak gene fazla toz yükünün olmadığı Ocak 2001'de, bol yağış bu kez *E. huxleyi* artışı ile sonuçlanmadı (Durum 4) (Tablo 4.5, Şekil 4.4). Bir başka durumda düşük toz yükü, az yağış ve az *E. huxleyi* bolluğu varken (Ekim 2001'de), yüksek parlama olayı görülmüştür (Durum 5). Nisan – Mayıs 2001 arasında yüksek toz ve biraz yağış *E. huxleyi* bolluğunu arttırmadı ve parlama görülmedi (Durum 6). Fakat, bir başka benzer durumda (Mart 2001) yüksek toz ve düşük yağış hem yüksek *E. huxleyi* konsantrasyonu hem de yüksek parlama olayı ile sonuçlandı (Durum 7).

Hipotezin tersine, Aralık 2000 ve Ocak 2001 döneminde gözlenen yüksek toz ve yüksek yağış ne *E. huxleyi* artışına ne de parlamaya sebep oldu (Durum 8). Ekim 2001 sonundaki dikkate değer toz ve yağış sonrası Ekim sonu ve Kasım ayında *E. huxleyi* bolluğu da yüksek idi ancak uydu fotoğraflarında hiç parlama yoktu (Durum 9, Tablo 4.5).

Özet olarak bu çalışmanın sonuçları, Saydam (1996) tarafından ileri sürülen tüm hipotezi doğrular nitelikte değildir. Sadece Durum 9'da *E. huxleyi* artışı toz ve yağış sonrası en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır. Ancak bu yoğunluk (50 bin hücre l⁻¹), dünya denizlerinde gözlenen çok yoğun *E. huxleyi* patlamaları ile karşılaştırıldığında (1 milyon hücre l⁻¹) çok düşük bir seviyededir.

Sahra tozunun batı Akdeniz'e gerçekten önemli ölçüde çözülmüş demir taşıdığı gösterilmiştir (GUİEU vd., 2002a). Ayrıca GUİEU vd. (2002b), kuru Sahra tozu taşınımı esnasında ve su kolonu tabakalaşma varken, yüzey suyunda çözülmüş demirin zenginleştiğini (0.5 nM'dan 1.3 nM'a) tespit etmişlerdir. Demekki "Cemiliana hipotezinde" belirtildiği gibi sadece tozun ıslak depozisyonunun denizdeki çözülmüş demiri artırıp fitoplankton patlamasına sebep olması geçerli bir hipotez değildir, kuru depozisyon da çözülmüş demir miktarını arttırabilmektedir. Zaten GUERZONİ vd. (1999) da yeterince ışık bulunduğundan demirin yüzey sularında da çözünmesi gerektiğini, yani atmosferdeyken ıslaklığa gerek kalmayacağını belirtmiştir. "Cemiliana hipotezi"ne göre toz ile gelen demir fitoplankton patlamalarına sebep olmaktadır. Fakat Akdeniz yüzey sularında ölçülen çözülmüş demir miktarları genellikle büyüme limitasyonunun görüldüğü miktarlardan çok daha fazladır (genellikle 0.5-1 nM arasındadır, bölüm 1.1.2'ye bakınız). Akdeniz'deki düşük N ve P seviyeleri de göz önüne alındığında demirden çok diğer besin elementlerinin sınırlayıcı olması beklenir, bu yüzden de bu hipotezdeki demirin fitoplankton patlamasına sebep olması fikri zaten çelişkili görünmektedir. Hipotezin 'parlama' ilgili analizi yukarıda bölüm 4.3'te yapılmıştı.



Şekil 4-4. Örnekleme dönemi boyunca derin istasyonda yağış, parlama, toz ve *E. huxleyi* bolluğu arasındaki ilişki

Tablo 4-5. Derin istasyonda yağış, parlama, toz ve *E. huxleyi* bolluğu arasındaki ilişki seviyeleri

Kombinasyon	Toz çökmesi	Yağış	1-2 hafta sonra E. huxleyi artışı	1-2 hafta sonra yüksek parlama	Dönem
1	Düşük	Hiç	Hiç	Hiç	Haz-01
2	Düşük	Düşük	Hiç	Düşük	Ağu-01
3	Düşük	Yüksek	Yüksek	Hiç	Şub-02
2	Düşük	Yüksek	Hiç	Hiç	Oca-01
5	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek	Eki-01
6	Yüksek	Düşük	Hiç	Hiç	Nis-May 2001
7	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek	Mar-01
8	Yüksek	Yüksek	Hiç	Hiç	Ara-00-Oca-01
9	Orta	Yüksek	Yüksek	Hiç	Ekim sonu-Kas-01

4.13. Toz, yağış, nehir girdisi, düşey ve yatay karışımın besin elementleri, Klo-a ve fitoplankton üzerine olan etkilerinin birlikte değerlendirilmesi

Denizlerde, birincil üretim için gerekli olan besin elementlerinin üç farklı kaynağı olabilir. Bunlar besin elementince zengin dip suların karışımla öfotik bölgeye çıkması, kıyısal alanlardan lateral olarak taşınması veya atmosferik çökeldir. Bu katılımların miktarları, doğal olarak zamana ve yere göre değişmektedir. Bizim çalışmamızda bu üç kaynağın da etkisini farklı dönemlerde gözledik. Ocak ve Şubat aylarında fitoplankton miktarlarının esas olarak düşey karışımla gelen besin elementlerince, Mart-Nisan aylarında lateral taşınım veya yağış ile gelen besin kaynaklarınca ve, yaz aylarında ve sonbaharda atmosfer girdileri ile gelen besin elementleri tarafından kontrol edildiği görülmektedir.

Derin istasyonda, besin elementlerinin, fakir yüzey sularına taşınımı oldukça açıktı. Bu aslında, Şubat ayında tüm su kolonunda (100 m derinliğe kadar) gözlenen esas fitoplankton patlamasının meydana gelmesine yol açmıştır (Şekil 3.24). Bu yüzden esas patlamanın (toz veya kıyısal etkilerden ziyade), düşey karışımla yüzeye çıkan sular tarafından oluşturulduğu açıkça görülmektedir. Mart 2001'de yüzey suyundaki önemli fitoplankton biyokütlesi kıyıdan lateral taşınım veya yağmur neticesinde olabilir çünkü yüzey suyunun tuzluluğu düşüktü (mesela 16, 19 ve 22 Mart 2001, Ek E). Bazen yağışın veya lateral taşınımın, gerçekten tuzluluk düşüşüne sebep olduğu belirlenebildi. Mesela 16 Mart 2001'de, yüksek fitoplankton miktarları içeren ve tuzluluğu düşük sular gözlenmiştir. Bu muhtemelen 13 Mart'da yüksek yağış nedeniyledir. Diğer taraftan 22 Mart 2001'de lateral taşınım daha önemliydi. Bu tarihten önce en son yağmur 13 Mart 2001'de yağmıştı fakat 16 ve 19 Mart'daki tuzluluk değerleri 22 Mart'da olduğundan daha yüksekti (Ek E), bu da yeni bir tatlı su girdisinin olduğunu göstermektedir. Bütün örnekleme dönemi için, derin istasyonda toplam bolluk ve biyokütle, yağış miktarı ile pozitif ilişki verdi ($p < 0.04$ ve $r > 0.37$).

Sadece şiddetli yağış fitoplankton artışında etkili değildi. Genellikle besin elementlerini içeren atmosfer tozu ilk yağışla beraber denize çöker ve daha sonraki yağışlar atmosferin temizlenmesi nedeniyle ne kadar fazla olursa olsun denizdeki besin elementi konsantrasyonunu arttıramaz. Fakat şiddetli yağış yüzey suyu tuzluluğunu düşürebilir. 9 Nisan 2002'de açık istasyonda (>200 m toplam derinlik) yağış daha az tuzlu yüzey sularına

sebepl olmuştur (Ek E). Bu şiddetli yağışa rağmen, 9 Nisan 2002'de açık istasyonda, hem besin elementi hem de fitoplankton bolluğu düşük seviyelerdeydi. Bu tarihteki düşük fitoplankton bolluğu ve düşük besin elementi konsantrasyonu örneklemeden önce fitoplankton patlamasının bitmesi nedeniyle de olabilir. Benzer olarak, yoğun Sahra tozu taşınımı ve yağışın ardından Datça açıklarında (Ege Denizi) düşük seviyelerde fitoplankton bolluğu ve biyokütlesi tespit edildi. Dr. A. Tselepides (Institute of Marine Biology of Crete, Greece; personel konuşma) de ilkbahar 2002'de toz ve yağışı takip eden bilimsel sefer süresince düşük fitoplankton bolluğu gözlemiştir.

2001 ve 2002 dönemine göre 1999 (Mart-Haziran dönemi)'da çok daha yüksek biyokütle değerlerinin bulunma sebebi lateral taşınım nedeniyle olabilir (ama yağış nedeniyle değildir, çünkü her iki dönemde de yağış miktarları benzerdi, Şekil 3.8 ve Tablo 3.1). 1999'daki yüksek fitoplankton bolluğu genellikle yüksek besin elementi konsantrasyonlarıyla çakıştı (Ek N, 3 Mart, 21 Nisan, 14 Mayıs) ve aynı zamanda düşük tuzluluk değerleri de tespit edildi. Bu düşük tuzluluk ise sebebin nehir girdisi olduğuna işaret ediyordu, çünkü 1999'daki yüksek biyomas ve nutrient değerleri, genellikle yağışın az olduğu ve hiç olmadığı dönemlere denk gelmiştir. 1999'da yüksek biyokütle değerleri Klo-a dağılımından da anlaşılmaktadır (Ek D). Uydu görüntülerinde hem kıyısız ve hem de basen bazında (Kilikya) Klo-a yüksekti bu da tüm basen bazında suyun dinamik yapısını ve lateral taşınımın şiddetini göstermektedir. Sonuçta nehir girdisi fitoplankton için 1999 yılında 2001'e göre daha fazla besin elementi sağlamış gibi görüldü. YILMAZ vd. (2003) da 1999 yılında 2001'e göre daha yüksek P-PO₄ (ve aynı zamanda Klo-a) değerlerinin olduğunu belirtmiştir.

Bazen yüzey suyunda besin elementi konsantrasyonu az iken, fitoplanktonca tüketim nedeniyle, yüksek fitoplankton bolluğu tespit edildi. Gerçekten de 28 Nisan ve 18 Mayıs 1999 yüzey suyu tuzlulukları düşüktü (sırasıyla yüzeyde 38.5 ‰ ve 38.2 ‰ iken 25 m'de 38.9 ‰ idi) ve yüzey fitoplankton bolluğu da (sırasıyla ~90,000 hücre l⁻¹, ~122,000 hücre l⁻¹) 25 m'de bulunandan (~17,000 hücre l⁻¹, ~12,000 hücre l⁻¹) daha yüksekti. Yüzeydeki besin elementi konsantrasyonları ise düşüktü.

Mart-Haziran 1999 ve 2001 yılları arasındaki farkta, uydudan görüldüğü kadarıyla kantitatif olarak atmosferik çökmenin etkisi de önemsizdi. Şekil 3.24'de görüldüğü gibi atmosferik çökme ve yağmur miktarı iki yılda da benzerken, fitoplankton bolluğu ve biyokütlesi 1999 yılında, 2001'e göre (sırasıyla 15 ve 4 kat) fazlaydı. Bu fark muhtemelen 1999'daki daha yüksek nitrat konsantrasyonları nedeniyle (Tablo 3.1). Nitrat konsantrasyonları ise kıyı sularından lateral taşınım nedeniyle (muhtemelen daha güçlü su dinamiği nedeniyle) daha yüksekti. Bu da düşük tuzluluk değerlerinden belliydi (Şekil 3.9, 3.22).

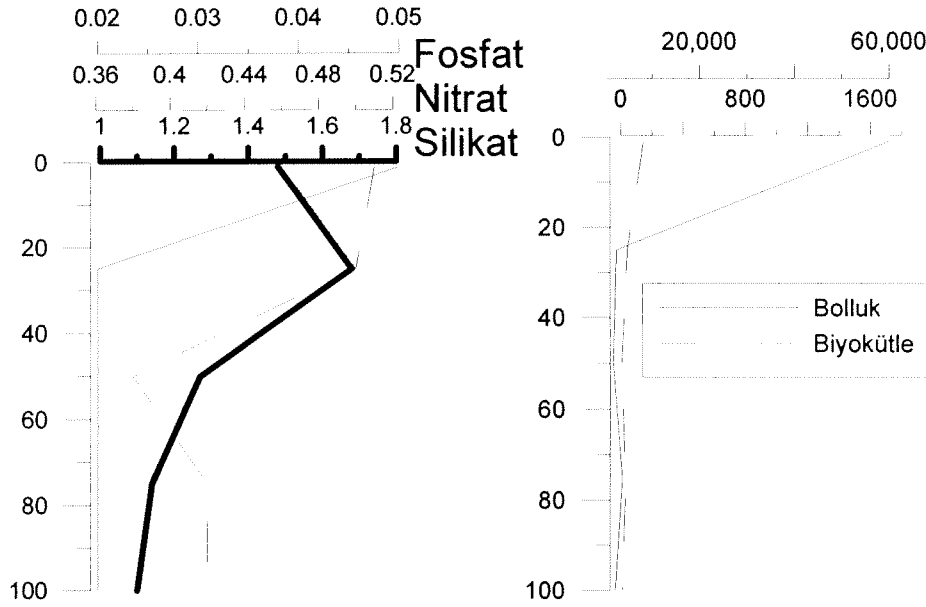
Derin istasyonda göreceli olarak daha yüksek toz yüküne rağmen, Nisan-Temmuz 2001 döneminde yüksek tuzluluk değerleriyle (aynı zamanda düşük besin elementleriyle) eş zamanlı olarak, fitoplankton seviyeleri daha düşüktü. Bu dönemdeki düşük bolluk ve biyokütle değerleri, zooplankton otlamasından değil de muhtemelen nitrat ve silikat eksikliği nedeniyleydi (Şekil 3.10). Zooplankton tarafından yüksek miktarlarda otlama olsaydı, besin elementi konsantrasyonunun yüksek olması gerekirdi; çünkü bu durumda fitoplanktonca tüketim az olacaktı. Gerçekten de en düşük silikat ve nitrat konsantrasyonları bu aylarda ölçülmüştür. Bu dönemde sığ istasyonda göreceli olarak düşük tuzluluk ve yüksek fitoplankton değerleri bulunması ilginçti. Bu kıyısız girdinin sığ istasyonda daha etkili olduğunu gösterir.

İstatistiksel analiz toz ve fitoplankton arasında herhangi bir ilişki göstermese de, Ağustos 2001'de derin istasyonunun yüzey suyunda gözlenen yüksek besin elementi, Klo-a, fitoplankton bolluğu ve biyokütlesi değerleri atmosferik girdiyle ilgili olabilir. Bu dönemde yağmur olmadığı için kuru çökme dominant formdu. Hem derin hem de sığ istasyonda

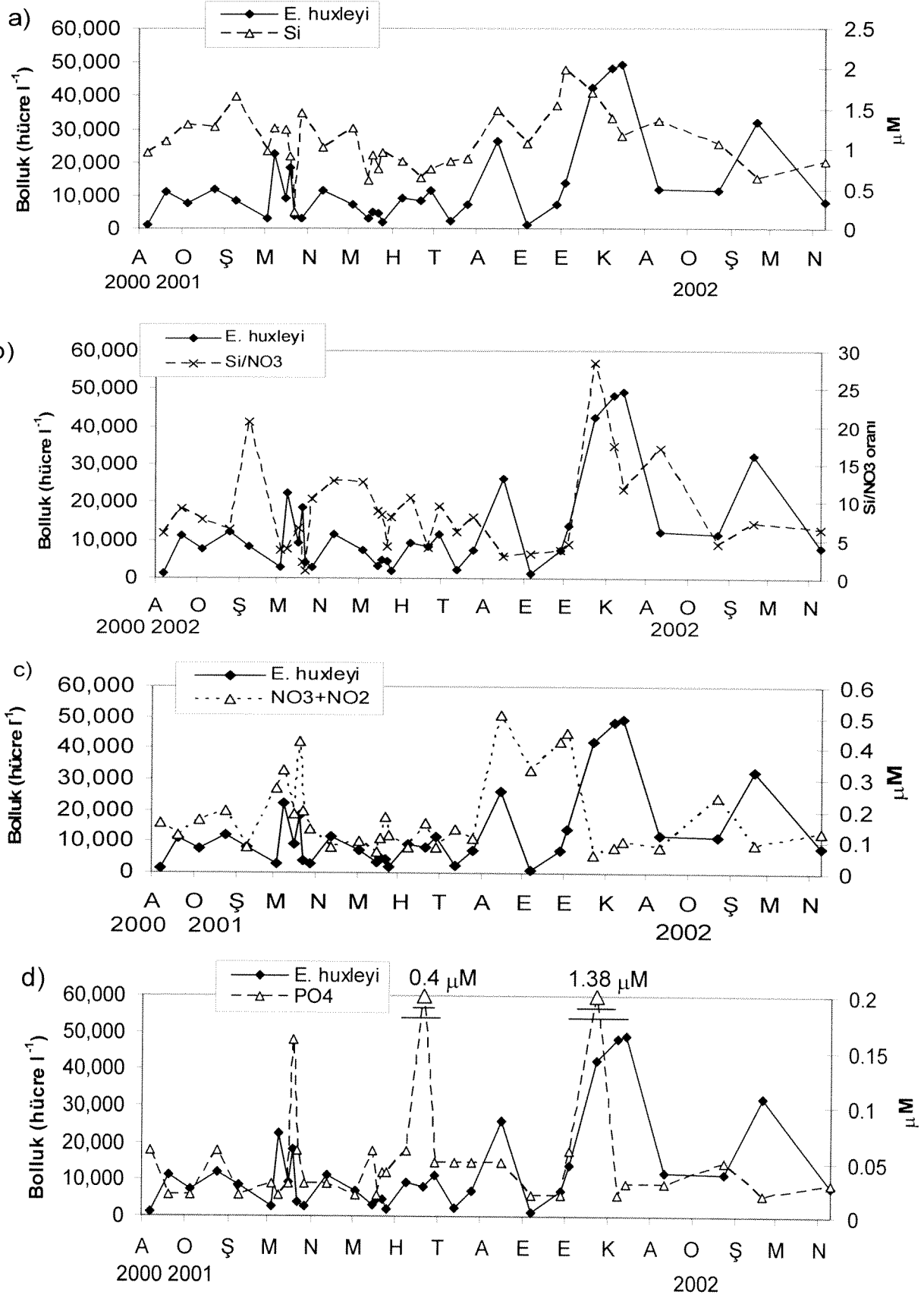
yüzeysel suyu tuzluluğu yüksekti ki bu da nehir etkisinin olmadığını işaretler. Önceki aylarda (Nisan -Temmuz 2001) sığ istasyonda düşük tuzluluğa ve yüksek fitoplankton bolluğu ve biyokütlesine sahip yüzeysel suları belirgindi. Bu aylarda derin istasyonda ise yüzeysel suyu tuzluluğu fazla ve fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri düşüktü. Bu da fitoplanktonun Nisan-Temmuz 2001'de sığ istasyonda nehirle gelen besin elementlerini tükettiğini ve derin istasyona taşınmadan tüketildiğini gösterebilir.

Benzer olarak, DULAC vd. (1996) Meteosat ISCCP-B2 uydusundan gözlenen güçlü toz taşınımının, 10 gün sonra, 16 Ağustos 1983'de Klo-a artışına sebep olduğunu gözlemişlerdir. Onlar CZCS'da 1979 ve 1982 yılları arasında 16 Ağustos 1983 tarihinde Klo-a değerlerinin yıllık ortalamının üzerine çıktığını tespit etmişlerdir. Sonuçta, belli dönemlerde inorganik besin elementlerinin atmosferik taşınımı, Akdeniz'de fitoplankton konsantrasyonlarını arttırmada etkili olabilir.

Dinoflagellat bolluğu ve toz yükü arasındaki istatistiksel korelasyon hariç, göreceli toz yükü ve farklı fitoplankton grupları veya toplam fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri veya Klo-a arasında hiçbir ilişki belirlenemedi (Tablo 3.3, 3.4). Fakat, bütün örnekleme döneminde dinoflagellat bolluğu (biyokütlesi de) düşük seviyelerdeydi (derin istasyonda en yüksek olarak toplam biyokütlenin %26'sını oluşturmuştur). Dinoflagellatların önemsiz bir şekilde ilkbahar, geç yaz ve sonbahar döneminde artması toz değil de sadece sıcaklıklardaki artış nedeniyle olabilir çünkü bu türün sıcak sularda dominant olduğu daha önce de rapor edilmiştir (TAIT, 1981; EKER ve KIDEYŞ, 2000; KIDEYŞ vd., 1989). Nisan 2001'de Türkiye'nin Ege kıyılarında fitoplankton bolluk ve biyokütle değerleri şiddetli toz taşınımı ve yağmuru takiben düşüktü.



Şekil 4-5. 16 Ağustos 2001'de besin elementi, fitoplankton bolluğu (hücre l⁻¹) ve biyokütlesi (µg l⁻¹).



Şekil 4-6. 2000-2002 döneminde *Emiliania huxleyi* bolluğu ve a) Si, b) Si/NO₃, c) NO₃+NO₂ d) PO₄ ilişkileri (23 Ekim 2001'deki fosfat konsantrasyonu hatalı olarak çok yüksek ölçülmüştür).

Sonbahardaki fitoplankton biyokütle pikleri muhtemelen besin elementlerinin kuru atmosferik çökmesi (Eylül ve erken Ekim döneminde nitrat ve silikat, geç Ekim'de fosfat nedeniyle, Şekil 3.10) nedeniyledir. Sonbahar döneminde güçlü bir tabakalaşma vardı ve bu yüzden besin elementlerinin derin sulardan yüzey sularına taşınıp yüksek fitoplankton biyokütle değerlerinin oluşumunu tetiklemesi çok düşük bir olasılıktır. Kasım ayında düşük nitrat ve fosfat konsantrasyonlarına rağmen yüksek fitoplankton biyokütlesinin olması muhtemelen atmosferden gelmiş olan besin elementlerinin hızlı tüketilmesi nedeniyledir.

MARKAKI vd. (2003), atmosferik nitrat ve amonyum konsantrasyonlarının Finokalia'da yazın en yüksekken Erdemli'de ilkbahar ve yazın yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Derin istasyonda, önceki ve sonraki aylara göre, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında daha yüksek nitrat ve fosfat değerlerinin gözlenmesi, bu aylarda dikkate değer bir atmosferik taşınımın olduğuna işaret etmektedir (Şekil 3.10). Ağustos ayında besin elementlerindeki bu artış fitoplankton bolluk ve biyokütle değerlerinin artmasına sebep olmuş olabilir. Şekil 3.15'de görüldüğü gibi bu tarihte en yüksek bolluğa sahip grup diatom ve dinoflagellatlardan çok *E. huxleyi*'nin dahil olduğu kokolitoforlar grubuydu.

En yüksek *E. huxleyi* bolluğu besin elementlerinin kuru ve yaş çökmesi ile ilgili olarak Ekim-Kasım ayları arasında bulunmuştur. Bu ayda karışım tabakasının en kalın ve en keskin olması kokolitofor bolluğunun etkileyen önemli faktörler arasında olabilir.

Hem Akdeniz ve hem de hemen tüm denizler için, çeşitli besin ve sınırlayıcı elementler, fitoplankton dinamiğinde önemlidir. Fakat, atmosferin önemi doğu Akdeniz'de daha fazla olmalıdır, çünkü bu bölgedeki birincil üretim, komşu bölgelerden besin elementi girdisinin az olması nedeniyle çok daha azdır. Buna rağmen, atmosfer girdisinin en önemli olduğu tabakalaşma döneminde (Haziran-Ekim 2001) yaz fitoplankton biyokütlesi bir sene boyunca (Aralık 2000-Kasım 2001) toplam (100 m aşağıya kadar olan) bütünleşmiş fitoplankton biyokütlesinin sadece % 16'sını oluşturdu. Bu da Doğu Akdeniz'de atmosfer veya Sahra tozunun fitoplankton üzerine etkisinin oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir.

5. KAYNAKÇA

- ABDEL-MOATI, A.R., Particulate organic matter in the subsurface chlorophyll maximum layer of the southeastern Mediterranean. *Oceanol. Acta* 13, 307–315, (1990).
- AZOV, Y., Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levant Basin (Mediterranean), *Journal of Plankton Research*, 8/1, 41-53, (1986).
- BAINBRIDGE, A.E., *GEOSECS, Atlantic Ocean Expedition*, vol. 2. GPO. PO, (1981).
- BALCH, W. M., Holligan, P. M., Ackleson, S. G., Voss, K. J., Biological and optical properties of mesoscale coccolithophore blooms in the Gulf of Maine, *Limnol. Oceanogr.* 36(4), 629-643, (1991).
- BALCH, W. M., Kilpatrick, K. A., Holligan, P., Harbour, D., Fernandez, E., The 1991 coccolithophore bloom in the central North Atlantic. 2. Relating optics to coccolith concentration. *Limnol. Oceanogr.* 41(8), 1684-1696, (1996).
- BELIAEFF, B., Gros, P., Belin, K., Raffin, B., Gailhard, I., Durbec, J-P., 'Phytoplankton events' in French coastal waters during 1987–1997. *Oceanologica Acta*, 24 /5, 425-433, (2001).
- BERGAMETTI, G., Remoudaki, E., Losno, R., Steiner, E., Chatenet, B., Source, transport, and deposition of atmospheric phosphorus over the northwestern Mediterranean. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 14, 501-513, (1992).
- BERMAN, T., Azov, Y., Scheneller, A., Walline, P., Townsend, D. W., Extent, transparency, and phytoplankton distribution of the neritic waters overlying the Israeli coastal shelf. *Oceanologica Acta*, 9, 439–447, (1986).
- BETHOUX, J.P., Morin, P., Madec, C., Gentili, B., Phosphorus and nitrogen behaviour in the Mediterranean Sea. *Deep Sea Res.* 39/9, 1641–1654, (1992).
- BIZSEL, N. and Uslu, O., Phosphate, nitrogen and iron enrichment in the polluted Izmir Bay, Aegean Sea, *Marine Environmental Research*, 49, 101-122, (2000).
- BOYLE, E., Pumping iron makes thinner diatoms. *Nature* 393, 733 – 734, (1998).
- BRAMLETTE, M. N. Significance of coccolithophorids in calcium carbonate deposition. *Bull. Geol. Soc. America*, 69, 121-126.
- BROWN, C. W., Yoder, J. A., Coccolithophorid blooms in the global ocean. *Journal Of Geophysical Research* 99 (C.4), 7467-7482. (1994).
- BÜYÜKİŞİK, B., Distribution of chlorophyll and nutrients in Izmir Bay (Aegean Sea) .XXXIe Congres-Assemble Pleinere , Athenes,Comite d'Oceanographie Chimique,17-22 Octobre 1988,Greece. *Rapp.Comm.Int.Mer Medit.*, 31, 2-42, (1988).
- CORRELL, D. L., Phosphorus, a rate limiting nutrient in surface waters. *Poultry Science*, 78, 674-682, (1999).
- CUPP, E., Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Otto Koeltz science publishers, Koenigstein / W-Germany. (1977), p. 237.
- DELMAS, R., Treguer, P., Resultats de la campagne PHYCEMED 2. Groupe Chimie des Ecosystemes Marins. Contrat CNEXO 83r29000, (1984).
- DEMIROV, E. and Pinardi, N., Simulation of the Mediterranean Sea circulation from 1979 to 1993, Part I. The interannual variability. *Journal of Marine Systems* 33/34, 23– 50, (2002).
- DENTENER, F., Carmichael, F., Zhang, Y., Lelieveld, J., Crutzen, P., Role of mineral aerosol as a reactive surface in the global troposphere. *Journal of Geophysical Research* 101, 22869–22889, (1996).

- DOLAN, J. R., Thingstad, T. F., Rassoulzadegan, F., Phosphate transfer between size-fractions in Villefranche Bay (N W Mediterranean Sea), France in autumn 1992. *Ophelia*, 41, 71–85, (1995).
- DONAGHAY, P. L., Liss, P. S., Duce, R. A., Kester, D. R., Hanson, A. K., Villareal, T., Tindale, N. W., Gifford, D. J., The role of episodic atmospheric nutrient inputs in the chemical and biological dynamics of oceanic ecosystems. *Oceanography*, 4, 62-70, (1991).
- DOWIDAR, N. M., Phytoplankton biomass and primary productivity of the south-eastern Mediterranean. *Deep-Sea Research*, 31, 983–1000, (1984).
- DUCE, R. A., Tindale, N. W., Chemistry and biology of iron and other trace metals. *Limnology and Oceanography*, 36, 1715-1726, (1991).
- DUCE, R.A., The impact of atmospheric nitrogen, phosphorus and iron species on marine biological productivity. In, Menard, P. Ed., *The Role of Air–Sea Exchange in Geochemical Cycling*, D. Reidel, Berlin, (1986), pp. 497–529.
- DULAC, F., Moulin, C., Lambert, C. E., Guillard, F., Poitou, J., Guelle, W., Quétel, C. R., Schneider, X., Ezat, U., Quantitative remote sensing of African dust transport to the Mediterranean. In, Guerzoni, S., Chester, R. (eds.), *The impact of desert dust across the Mediterranean*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, (1996), pp.25-49.
- EDIGER, D., Tugrul, S., Polat, S., Yilmaz, A., and Salihoglu, I. Abundance and elemental composition of particulate matter in the upper layer of the northeastern Mediterranean. P. Malonette-Rizzoli, P. and V. N. Eremeev (eds) *The eastern Mediterranean as a Laboratory Basin for the Assessment of Contrasting Ecosystems*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, (1999), pp.241-266.
- EDIGER, D. and Yilmaz, A. Characteristics of deep chlorophyll maximum in the northeastern Mediterranean with respect to environmental conditions, *Journal of Marine Systems*, 9, 291-303, (1996).
- EKER, E., Kideys A. E., Weekly variations in phytoplankton community structure of a harbour in Mersin Bay (north-eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany*, 24, 13-24, (2000).
- EL-MAGHRABY, A.M., Halim, Y., A quantitative and qualitative study of the plankton of Alexandria waters, *Hydrobiologia*, Fasc. 1-2, 221-238, (1965).
- ESCARAVAGE, V., Prins T. C., Nijdam C., Smaal A.C., Peeters J. C. H. Response of phytoplankton communities to nitrogen input reduction in mesocosm experiments, *Marine Ecology Progress Series*, 179, 187-199, (1999)
- FALKOWSKI, P. G., Barber R. T. and Smetacek V. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science*, 281, 200-206, (1998).
- FIELD, C. B., Behrenfeld M. J, Randerson J. T, Falkowski, P., Primary production of the biosphere, integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281, 237-240, (1998).
- GEIDER, R., Delucia, E. H., Falkowski, P. G., Finzi, A. C., Grime, J. P., Grace, J., Kana, T. M., Roche, J. L., Long, S. P., Osborne, B. A., Platt, T., Prentice, I. C., Raven, J. A., Schlesinger, W. H., Smetacek, V., Stuart, V., Sathyendranath, S., Thomas, R. B., Vogelmann, T. C., Williams, P., Woodward, F. I., Primary productivity of the planet earth, biological determinants and physical constraints in terrestrial and aquatic habitats. *Global Change Biology*, 7, 849-882, (2001).
- GOTSIS-SKRETAS, O., Pagou K., Moraitou-Apostolopoulou, M., Ignatiades, L., Seasonal horizontal and vertical variability in primary production and standing stocks of phytoplankton and zooplankton in the Cretan Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994–January 1995) *Progress in Oceanography*, 44, 625–649, (1999).

- GREEN, J.C., Course, P.A., Tarran, G.A., The life-cycle of *Emiliania huxleyi*, a brief review and a study of relative ploidy levels analysed by flow cytometry. *Journal of Marine Systems*, 9, 33-44, (1996).
- GROOM, S. B. and Holligan, P. M., Remote sensing of coccolithophore blooms. *Advance Space Research*, 7, 73-78, (1987).
- GUIEU C., Loye-Pilot M.-D., Ridame C. and Thomas C., Chemical characterization of the Saharan dust end-member, Some biogeochemical implications for the western Mediterranean Sea *Journal of Geophysical Research*, 107, 5-1-5-11, (2002a).
- GUIEU C., Bozec Y., Blain S., Ridame C., Sarthou G. and Leblond N., Impact of high Saharan dust inputs on dissolved iron concentrations in the Mediterranean Sea *Geophysical Research Letters*, 29, 17-1-17-4, (2002b).
- GUERZONI, S. Chester, R., Dulac, F., Herut, B., Loye-Pilot, M.-D., Measures, C., Migon, C., Molinaroli, E., Moulin, C., Rossini, P., Saydam, C., Soudine, A., Ziveri, P., The role of atmospheric deposition in the biogeochemistry of the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, 44, 147-190, (1999).
- HALIM, Y., Observations on the Nile Bloom of phytoplankton in the Mediterranean. *Extrait Du Journal Conseil International Pour L'exploration De La Mer*, 26, 5-67, (1960).
- HALIM, Y., Gouergues, S. K. and Saleh, H. H., Hydrographic conditions and plankton in the south East Mediterranean during the last normal Nile flood (1964). *Int. Revue ges. Hydrobiology*, 52, 401-425, (1967).
- HARRISON, P. J., Conway, H. L., Holmes, R. W. and Davis, C. O., Marine diatoms grown in chemostates under silicate or ammonium limitation. III. Cellular chemical composition and morphology of *Chaetoceros debilis*, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira gravida*. *Marine Biology*, 43, 19-31, (1977).
- HEAD R. N., Crawford D. W., Egge J. K., Harris R. P., Kristiansen S., Lesley D. J., Maranon E., Pond D., Purdie D. A., The hydrography and biology of a bloom of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi* in the northern North Sea. *Journal of Sea Research*, 39, 255-266, (1998).
- HECHT, A., Pinardi, N. and Robinson, A. Currents, water masses, eddies and jets in the Mediterranean Levantine Basin, *J. Phys. Oceanogr.*, 18, 1320-1353 (1988).
- HERUT, B., Collier, R., ve Krom, M. D., The role of dust in supplying nitrogen and phosphorus to the southeast Mediterranean. *Limnology and Oceanography*, 47, 870-878, (2002).
- HERUT, B., Nimmo, M., Medway, A., Chester, R., Krom, M. D., Dry atmospheric inputs of trace metals at the Mediterranean coast of Israel (SE Mediterranean), sources and fluxes *Atmospheric Environment* 35, 803-813, (2001).
- HERUT, B., Almogi-Labin, A., Jannink, N., Gertman, I., The seasonal dynamics of nutrient and chlorophyll a concentrations on the SE Mediterranean shelf-slope, *Oceanologica Acta*, 23, 771-782, (2000).
- HERUT, B., Krom, M. D., Pan, G. and Mortimer, R., Atmospheric input of nitrogen and phosphorus to the southeast Mediterranean, Sources, fluxes, and possible impact. *Limnology and Oceanography*, 44, 1683-1692, (1999).
- HERUT, B., Krom, M.D., Atmospheric input of nutrients and dust to the SE Mediterranean. In, Guerzoni, S., Chester, R. (Eds.), *Impact of Desert Dust across the Mediterranean*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, (1996), pp. 349-358.
- HILLEBRAND, H., Dürselen, C.-D., Kirschtel, D., Pollinger, U., Zohary, T., Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, 35, 403-424, (1999).

- HOLLIGAN P. M., Groom S. B., Harbour D. S., What controls the distribution of the coccolithophore, *Emiliania huxleyi*, in the North Sea? *Fisheries Oceanography* 2, 175-183, (1993).
- HOLLIGAN, P. M., Viollier, M., Harbour, D. S., Camus, P. and Champagne- Philippes, M, Satellite and ship studies of coccolithophore production along a continental shelf edge. *Nature*, 304 /5924, 339-342, (1983).
- HOLM-HANSEN, O., B. Riemann, Chlorophyll-a determination, improvements in methodology. *Oikos* 30, 438-447, (1978).
<http://www.com.univ-mrs.fr/PHYTOCOM>.
<http://www.soes.soton.ac.uk/staff/tt/eh/coccoliths.html>
- IGLESIAS-RODRIGUEZ, M. D., C. W. Brown, S. C. Doney, J. Kleypas, D. Kolber, Z. Kolber, P. K. Hayes, and Falkowski, P. G., Representing key phytoplankton functional groups in ocean carbon cycle models, *Coccolithophorids, Global Biogeochem. Cycles*, 16(4), 1100, doi,10.1029/2001GB001454, (2002).
- IGNATIADIS, L. Psarra, S., Zervakis, V., Pagou, K., Souvermezoglou, E., Assimakopoulou, G., Gotsis-Skretas, O., Phytoplankton size-based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean) *Journal of Marine Systems* 36, 11- 28, (2002).
- JOHNSON, K.S., Gordon, R.M., Coale, K.H., What controls dissolved iron concentrations in the world ocean? *Marine Chemistry* 57, 137-161, (1997).
- KAPUR, S. Saydam, C., Akça, E., Çavuşgöl, V. S., Karaman, C., Atalay, I., Özsoy, T., Carbonate pools in soils of the Mediterranean: A case study from Anatolia. In: Lal, R., Kimble, J. M., Eswaran, H., Stewart, B. A. (Eds). *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*, Lewis Publishers, (2000), pp. 305.
- KELLER, M. D., Bellows, W. K. and Guillard R. R. L., Dimethylsulfide production in marine phytoplankton. *Biogenic Sulfur in the Environment*. ed: Saltzman E. S. and Cooper, W.J. eds., American Chemical Society Symposium Series No. 393, Washington, DC, (1989) Pp. 167-182.
- KIDEYS, A.E., Ünsal, M., Bingel, F., Seasonal changes in net phytoplankton off Erdemli, northeastern Mediterranean, *Doga, Turkish Journal of Botany*, 13,45-54, (1989).
- KIMOR, B. and Berdugo, V., Cruise to the eastern Mediterranean Cyprus 03, Plankton Reports. Reprinted from Sea Fisheries Research Station Haifa, Bulletin No, 45 (1967).
- KIMOR, B. and Wood, E.J.F., A plankton study in the eastern Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 29, 321-333, (1975).
- KIMOR, B., The role of dinoflagellates in marine ecosystems. *Kieler Meeresforsch, Sonderh*, 5, 164-173, (1981).
- KIMOR, B., Distinctive features of the plankton of the eastern Mediterranean. *Annales de L'Institut Oceanographique*, 59, 97-106, (1983).
- KIMOR, B., Berman, T., Schneller, A., Phytoplankton assemblages in the deep chlorophyll maximum layers off the Mediterranean coast of Israel. *Journal of Plankton Research*, 9, 433-443, (1987).
- KISELOV, I. Q., Dinoflagellata of seas and fresh waters of the USSR. *Academy of Science of USSR, Moscow, Leningrad*, (1950), pp. 279.
- KÖKSALAN, I., Temporal variability in *Syneococcus spp.*, abundances in the northern Levantine Basin as inferred from weekly time series observation in 1998. Master Thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Edemli, Turkey, 104 pp. (2000).
- KORAY, T. and Büyükişik B., İzmir körfezinde pollusyon nedeniyle planktonik organizmaların kommunité yapısını olumsuz yönde etkileyen fiziko-kimyasal

- koşulların belirlenmesi üzerine linear yaklaşımlar."ÇEVRE-86" Sempozyumu, p.1- 11, İzmir, (1986).
- KORAY, T., Phytoplankton species succession, diversity and nutrients in neritic waters of the Aegean Sea (Bay of İzmir). *Turkish Journal of Botany*, 19, 531-544, (1995).
- KOUVARAKIS, G., N. Mihalopoulos, T. Tselepidis, and Stavrakakis S., On the importance of atmospheric inputs of inorganic nitrogen species on the productivity of the eastern Mediterranean Sea. *Global Biogeochemical Cycles* 15, 805-818, (2001).
- KROM, M. D., Brenner, S., Isrialov, L., Krumgalz, B., Gordon, L., Dissolved nutrients in the Levantine Basin of the eastern Mediterranean Sea. *Condenses des Travaux presentes Lors Du XXXI Congres-Assemblee Pleniere Athens, Grece, Rapp. Comm. Int. Mer Medit*, 31, 12, (1988).
- KROM, M. D., Brenner, S., Kress, N., Neori, A., Gordon, L. I., Nutrient distributions during an annual cycle across a warm-core eddy from the E. Mediterranean Sea. *Deep Sea Research I*, 40, 805-825, (1993).
- KROM, M. D., Kress, N., Brenner, S., Gordon, L. I., Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography*, 36, 424-432, (1991).
- KUBILAY, N. and Saydam, C., Trace elements in atmospheric particulates over the eastern Mediterranean, concentrations, sources and temporal variability. *Atmospheric Environment*, 29, 2289-2300, (1995).
- KUBILAY, N. Nickovic, S., Moulin, C., Dulac, F., An illustration of the transport and deposition of mineral dust onto the eastern Mediterranean. *Atmospheric Environment*, 34, 1293-1303, (2000).
- LAKKIS, S. ve Zeidane, R., On the presence of some toxic phytoplankton in Lebanese coastal waters (Eastern Mediterranean). VIII Int. Conf. on Harmful Algae, Vigo (Spain), 25-29 June 1997, (1997).
- LAKKIS, S. ve Lakkis, V. N., Composition, annual cycle and species diversity of the Phytoplankton in Lebanese coastal water. *Journal of Plankton Research*, 3,1,123-136, (1981).
- LAKKIS, S., -Phytoplankton assemblages from the marine Lebanese waters, Multivariate analysis. *Abstracta Botanica*, 15, 1-18, (1991).
- LANDRY, M. R., Ondrusek, M. E., Tanner, S. J., Brown, S. L., Constantinou, J., Bidigare, R. R., Coale, K. H., Fitzwater, S., Biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific (IronEx II). I. Microplankton community abundance and biomass. *Marine Ecology Progress Series*, 201, 27-42, (2000).
- LEGENDRE, L., and J. L. Fevre, Hydrodynamical singularities as controls of recycled versus export production in oceans, in *Productivity of the Ocean: Present and Past*, ed: Berger, W. H., Smetacek, V. S. and Wefer G., John Wiley, New York, (1989). Pp. 49-64.
- LEWIS, M. R., Ulloa, O., Platt, T., Photosynthetic action, absorption and quantum yield spectra for a natural population of *Oscillatoria* in the north Atlantic. *Limnology and Oceanography*, 88, 92-98, (1988).
- LINDLEY, S. T. ve Barber, R. T., Phytoplankton response to natural and experimental iron addition, *Deep Sea Research II*, 45, 1135-1150, (1998).
- LONGHURST, Sathyendranath, S., Platt, T., Caverhill C., An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *Journal of plankton Research*, 17, 1245-1271, (1995).
- MALEJ, A., Mozetic, P., Malacic, V., Senka, T., Ahel, M., Phytoplankton responses to freshwater inputs in a small semi-enclosed gulf (gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 120, 111-121, (1995).

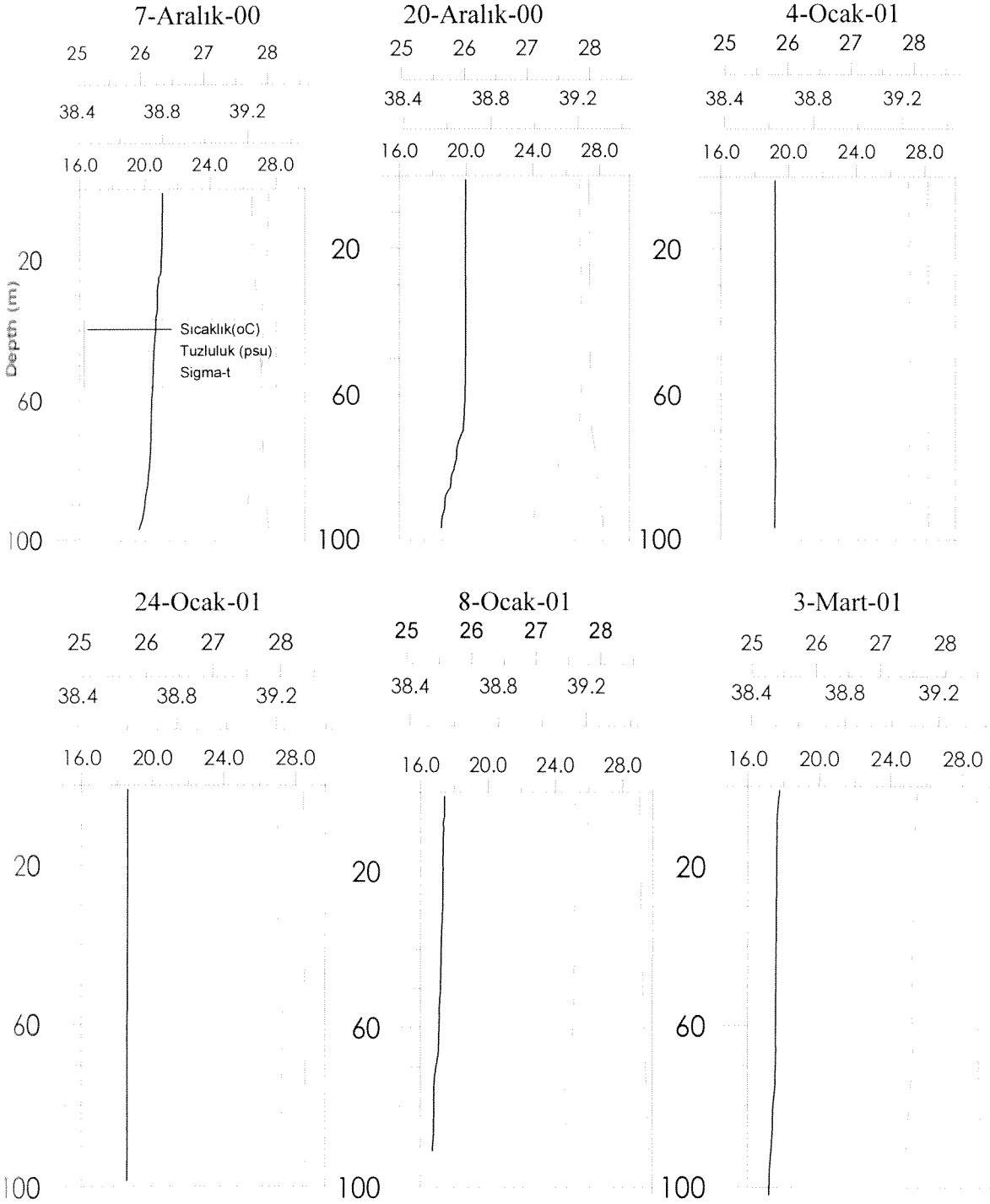
- MANN, K. H. and Lazier, J. R. N., Dynamics of marine ecosystems, Biological physical interactions in the oceans. Blackwell scientific publications, Cambridge, (1991), pp. 9-39.
- MARANGER, R., Bird, D. F., Price, N. M., Iron acquisition by photosynthetic marine phytoplankton from ingested bacteria. *Nature*, 396, 248-251, (1998).
- MARKAKI Z. and Oikonomou K., Kocak, M. Kouvarakis G., Chaniotaki A., Kubilay N., Mihalopoulos I. N., Atmospheric deposition of inorganic phosphorus in the Levantine Basin, eastern Mediterranean, Spatial and temporal variability and its role in seawater productivity *Limnol. Oceanogr.*, 48, 1557-1568, (2003).
- MARTIN, J. H., Coale, K. H., Johnson, K. S., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Tanner, S. J., Hunter, C. N., Elrod, V. A., Nowicki, J. L., Coley, T. L., Barber, R. T., Lindley, S., Watson, A. J., Van Scoy, K., Law, C. S., Liddicoat, M. I., Ling, R., Stanton, T., Stockel, J., Collins, C., Anderson, A., Bidigare, R., Ondrusek, M., Latasa, M., Millero, F. J., Lee, K., Yao, W., Zhang, J. Z., Friederich, G., Sakamoto, C., Chavez, F., Buck, K., Kolber, Z., Greene, R., Falkowski, P., Chisholm, S. W., Hoge, F., Swift, R., Yungel, J., Turner, S., Nightingale, P., Hatton, A., Liss, P., Tindale, N. W., Testing the iron hypothesis in ecosystems of the equatorial Pacific Ocean, *Nature*, 371, 123-128, (1994).
- MARTIN, J. H., Gordon, R. M. and Fitzwater, S. E., Iron limitation? The case for iron. *Limnology and Oceanography*, 36, 1793-1802, (1991).
- MARTIN, J. H., Broenkow, W. W., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Yes, it does, A reply to the comment by Banse. *Limnology and Oceanography*, 35, 775-777, (1990).
- MILLIMAN, J. D., Troy, P. J., Balch, W. M., Adams, A. K., Li, Y. H. ve Mackenzie, F. T., Biologically mediated dissolution of calcium carbonate above the chemical lysocline? *Deep Sea Research I*, 46, 1653-1669, (1999).
- MONCHEVA, S., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K. and Krastev, A., Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean coastal ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication, Similarities and Differences *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53, 281-295, (2001).
- MOUTIN, T., Thingstad T. F., Wambeke F. V., Marie D., Slawyk, G. and Raimbault P., Claustre H. Does competition for nanomolar phosphate supply explain the predominance of the cyanobacterium *Synechococcus*? *Limnol. Oceanogr.*, 47, 1562-1567, (2002).
- NANNINGA, H. J. ve Tyrrell, T., Importance of light for the formation of algal blooms of *Emiliania huxleyi*. *Marine Ecology Progress Series*, 136, 195-203, (1996).
- ÖZSOY, T., Saydam, C. Kubilay, N., and Salihoğlu, İ., Aerosol nitrate and non-sea-salt sulfate over the eastern Mediterranean. *Glob. Atmos. Ocean Syst.* 7, 185-228, (2000).
- ÖZSOY, T. and Saydam, C., Iron speciation in precipitation in the North-Eastern Mediterranean and its relationship with Sahara Dust. *Journal of Atmospheric Chemistry* 40, 41-76, (2001).
- ÖZSOY, E., Hecht, A., Unluata, U., Circulation and hydrography in the Levantine basin, results from POEM coordinated experiment 1985- 1986. *Progr. Oceanogr.* 22, 125-170, (1989).
- PAASCHE, E., A review of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae), with particular reference to growth, coccolith formation, and calcification-photosynthesis interactions. *Phycologia*, 40, 503-529, (2002).
- POLAT, S. ve Işık, O., Phytoplankton distribution, diversity and nutrients at the north-eastern Mediterranean coast of Turkey (Karataş-Adana), *Turkish Journal of Botany*, 26, 77-86, (2002).

- POLAT, S. and Sarihan, E., Seasonal changes in the phytoplankton of the northeastern Mediterranean (Bay of Iskenderun), Turkish Journal of Botany, 24, 1–12, (2000).
- PRADO-FIEDLER, R., Atmospheric input of inorganic nitrogen species to the Kiel Bight. Helgo. Wiss. Meeresunters. 44, 21-30, (1990).
- PROSPERO, J. M., Savoie, D. L., Saltzman, E. S., and Larsen, R., Impact of oceanic sources of biogenic sulphur on sulphate aerosol concentrations at Mawson, Antarctica. Nature, 350, 221-3 (1991).
- PROSPERO, J. M., Barrett, K., Church, T., Dentener, F., Duce, R. A., Galloway, J. N., Levy II, H., Moody, J. and Quinn, P., Atmospheric deposition of nutrients to the North Atlantic Basin. Biogeochemistry, 35, 27-73, (1996).
- PROSPERO, J. M. and Savoie, D. L., Effects of continental sources of nitrate concentrations over the Pacific Ocean. Nature, 339, 687-689. (1989).
- PROSHKINA - LAVIENKO, A. I., Diatoms of the plankton of the Black Sea. Leningrad / Moscow, (1955).pp. 220.
- RABITTI, S., Bianchi, F., Boldrin, A., Da Ros, L., Socal, G., Totti, C., Particulate matter and phytoplankton in the Ionian Sea. Oceanol. Acta 17, 297–307, (1994).
- RAIMBAULT, P., Coste, B., Boulhadid, M. and Boudjellal, B. Origin of high phytoplankton concentration in deep chlorophyll maximum (DCM) in a frontal region of the southwestern Mediterranean Sea (Algerian Current). Deep Sea Research, I. 40, 791-804, (1993).
- RAMPI, L. ve Bernhard, M. 1980. Chiave per la Determinazione Delle Peridinee Pelagiche Mediterranee, C.N.E.N., RT / BIO, (80) 8, (1993), p.1-193.
- RIDAME C. and Guieu G., Saharan input of phosphate to the oligotrophic water of the open western Mediterranean Sea. Limnol. Oceanogr., 47, 856–869, (2002).
- RODHE, H., Soderlund, R. and Ekstedt, J., Deposition of airborne pollutants on the Baltic. Ambio, 9, 168-173, (1980).
- ROETHER, W., Manca, B.B., Klein, B., Bregant, D., Georgopoulos, D., Beitzel, V., Kovacevic, V., Luchetta, A., Recent changes in the eastern Mediterranean deep waters. Science 271, 333–335, (1996).
- ROETHER, W. ve Schlitzer, R., Eastern Mediterranean deep water renewal on the basis of chlorofluoromethanes and tritium. Dyn. Atmos. Oceans 15, 333–354 (2001).
- SARTHOU, G. ve Jeandel, C., Seasonal variations of iron concentrations in the Ligurian Sea and iron budget in the Western Mediterranean Sea. Marine Chemistry, 74, 115–129, (2001).
- SAYDAM, A. C., Can we predict harmful algae blooms? Harmful Algae News, 15, pp. 5-6 (1996).
- SAYDAM, A. C. ve Senyuva, H. Z., Can they be the potential suppliers of bioavailable iron? Geophysical Research Letters, 29, 19-1-19-3, (2002).
- SAYDAM, A. C and Polat, I. The impact of Saharan dust on the occurrence of algae bloom. Proceeding of EUROTRAC Symposium 98. Eds: Borrell, P. M. and Borrell, P. WITpress, Southampton. (1999), pp. 656-663.
- SENICHKINA, L., The calculation of cell volumes on diatoms using the coefficients at volumetric capacity. Hydrobiological journal, 22, 56-59 (in Russian), (1986).
- SCHILLER, J., Coccolithineae. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 10, 89-273. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, (1930).
- SOCAL, G., Boldrin, A., Bianchi, F., Civitarese, G., Lazzari A., Rabitti, S., Totti, C., Turchetto, M. M., Nutrient, particulate matter and phytoplankton variability in the photic layer of the Otranto strait. Journal of Marine Systems 20, 381–398, (1999).

- SPENCER, C.P., The micronutrient elements. ed: J.P. Riley and G. Skirrow, Chemical Oceanography. Academic press, London, (1975), Pp.1087.
- STRICKLAND, J. D. H. ve Parsons, T. R., A practical handbook of seawater analysis. 2nd edition. Bull. Fish. Res. Bd Can. 167, (1972, 1986)
- STRONG, A. E., Eadie, B. J., Satellite observation of calcium carbonate precipitation in Great Lakes. Limnology and Oceanography, 23, 877-887, (1978).
- SUNDA, W. G. ve Huntsman, S. A. Interrelated influence of iron, light and cell size on marine phytoplankton growth. Nature 390, 389 – 392, (1997).
- SUNDA, W. G., Huntsman, S. A., Iron uptake and growth limitation in oceanic and coastal phytoplankton. Marine Chemistry, 50, 189-206, (1995).
- SUNDQUIST, E. T. Geological perspective on carbon dioxide and the carbon cycle, in The Carbon Cycle and Atmospheric CO₂, Natural variations Archean to Present, Geophys. Monogr. Ser., vol 32, edited by E. T. Sundquist and W. S. Broecker, pp. 5-60, AGU, Washington, D. C., (1985).
- TAIT, R.V., Elements of marine ecology. Butterworths, London, (1981) p. 21-31.
- THOMPSON, J. B., Schuultze-Lam, S., Beveridge, T. J., Marais, D. J. D., Whiting events, Biogenic origin due to the photosynthetic activity of cyanobacterial picoplankton. Limnology and Oceanography, 42, 133-141, (1997).
- THURMAN, H. V., Introductory Oceanography, Charles, E. Merrill Publishing Company, A Bell and Howell Company, USA, (1985), pp. 503.
- TOMAS, C. R., Identifying marine phytoplankton. Academic Press, USA, (1997), pp.858.
- TOWNSEND, D. W., Keller, M. D., Holligan, P. M., Ackleson, S. G., Balch, W. M., Blooms of the coccolithophore *Emiliana huxleyi* with respect to hydrography in the Gulf of Maine. Continental Shelf Research, 14, 979-1000, (1994).
- TYRRELL, T., Merico A. *Emiliana huxleyi*: bloom observations and the conditions that induce them. In: Thierstein HR, Young J (eds) Coccolithophores, from Molecular Processes to Global Impact, a book on new developments in the biology, ecology and evolution of coccolithophores. Springer, Berlin, (2004), p 565.
- VAN LEEUWE, M. A., Scharek, R., Baar, H. J. W., Jong, J. T. M. and Goeyens, L., Iron enrichment experiments in the Southern Ocean, physiological responses of plankton communities, Deep Sea Research II, 44, 189-207, (1997).
- VAULOT, D., Phytoplankton, Encyclopedia of Life Sciences / Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group, London / www.els.net (2001).
- WALSH, J. J. and Steidinger, K. A., Saharan dust and Florida red tides, The cyanophyte connection. Journal of Geophysical Research, 106, 11,597-11,612. 2001.
- WELLS, M. L., Price, N. M., Bruland, K. W., Iron chemistry in seawater and its relationship to phytoplankton, a workshop report. Marine chemistry, 48, 157-182, (1995).
- WESTBROEK, P., Young P. R. ve Linschooten K., Coccolith production (bioremineralization) in the marine alga *Emiliana huxleyi*, Journal of Protozoology, 36, 368-373, (1989).
- WINTER, A. ve Siesser, W. G., Coccolithophores. Cambridge, (1994), p. 1-242.
- WOODWARD, E. M. S. and Owens, N. J. P., The influence of the river Rhone upon the nutrient fluxes of the Golfe du Lion. Water Pollution Research Bulletin, 13, 79-86, (1989).
- YACOBI, Y. Z., Zohary, T., Kress, N., Hecht, A., Robarts, R. D., Waiser, M., Wood, A. M., Li, W. K. W., Chlorophyll distribution throughout the southeastern Mediterranean in relation to the physical structure of the water mass. Journal of Marine Systems, 6, 179-190, (1995).

- YILMAZ, A. and Tuğrul, S., The effect of cold- and warm-core eddies on the distribution and stoichiometry of dissolved nutrients in the northeastern Mediterranean, *Journal of Marine Systems* 16, 253–268, (1998).
- YILMAZ, A., Doğan-Sağlamtimur N., Tuğrul, S. ve Salihoğlu I., Northeastern Mediterranean time-series study, seasonal and interannual variations in nutrients and Chlorophyll a. Second International Conference on Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea, similarities and differences of two interconnected basins, 14-18 October 2002, Ankara, Turkey, Eds Yilmaz, A., Salihoglu, I., Mutlu, E., (2003), pp.477.
- YOUNG, J. R. ve Westbroek, P., Genotypic variation in the coccolithophorid species *Emiliania huxleyi*, *Marine Micropaleontology*, 18, 5-23, (1991).
- ZAR, J., H., Biostatistical analysis. Prentice - Hall, USA. (1984), p. 32-318.
- ZHANG, J., Liu, M., Observations on nutrient elements and sulphate in atmospheric wet depositions over the Northwest Pacific coastal oceans — Yellow Sea. *Marine Chem.* 47, 173–189, (1994).
- ZOHARY T. and Robarts, R. D., Experimental study of microbial P limitation in the eastern Mediterranean, *Limnology and Oceanography*, 43, 387-395, (1998).
- ZOHARY T., Brenner S., Krom M.D., Angel D.L., Kress N., Li W.K.W., Neori A., Yacobi Y. Z., Buildup of microbial biomass during deep winter mixing in a Mediterranean warm-core eddy. *Marine Ecology Progress Series*, 167, 47-57, (1998).
- ZOU, L., Chen, H. T., Zhang, J. Experimental examination of the effects of atmospheric wet deposition on primary production in the Yellow Sea. *Journal of Experimental Marine Biology*, 249, 111-121, (2000).

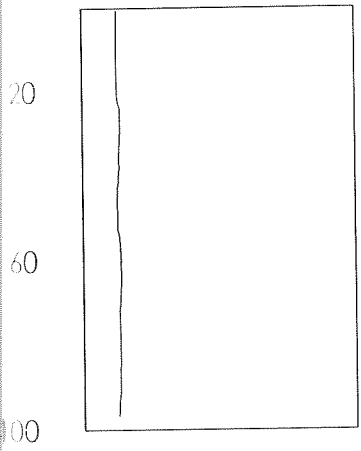
Ek E. Aralık 2000-Nisan 2002 ve Nisan-Haziran 1999 döneminde sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri.



8-Mart-01

25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

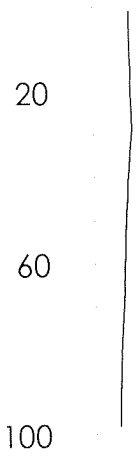
16.0 20.0 24.0 28.0



16-Mart-01

25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

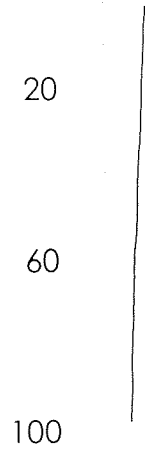
16.0 24.0



19-Mart-01

25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

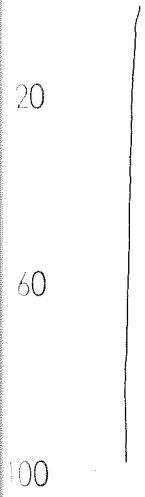
16.0 20.0 24.0 28.0



22-Mart-01

25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

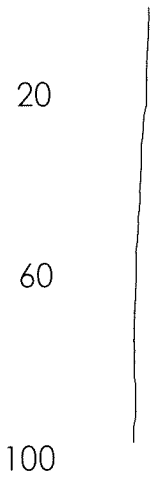
16.0 20.0 24.0 28.0



27-Mart-01

25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

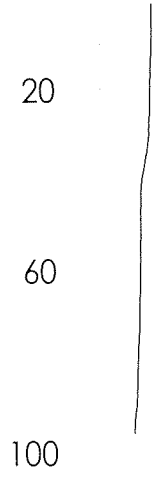
16.0 20.0 24.0 28.0

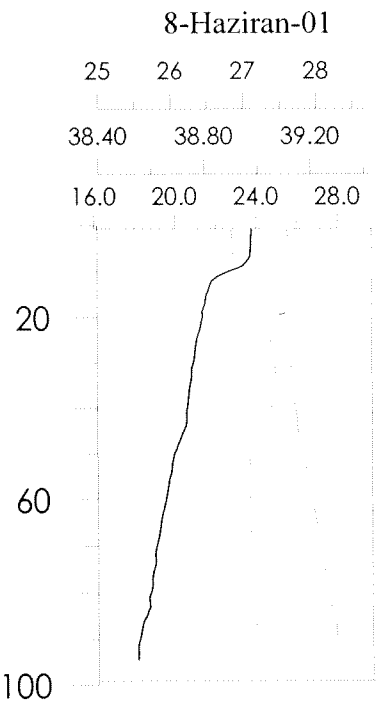
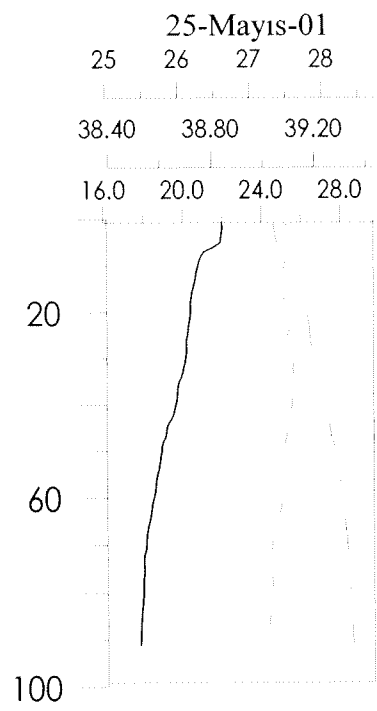
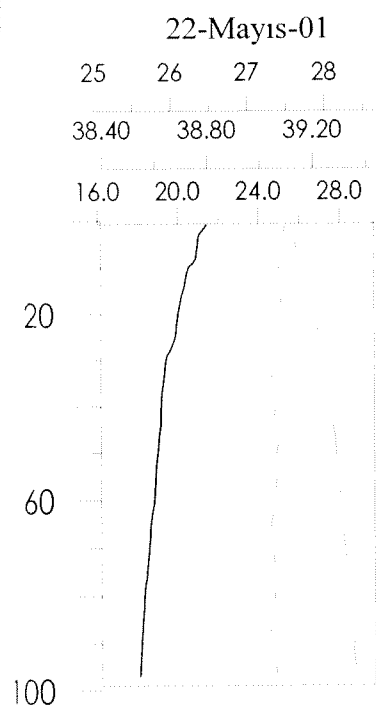
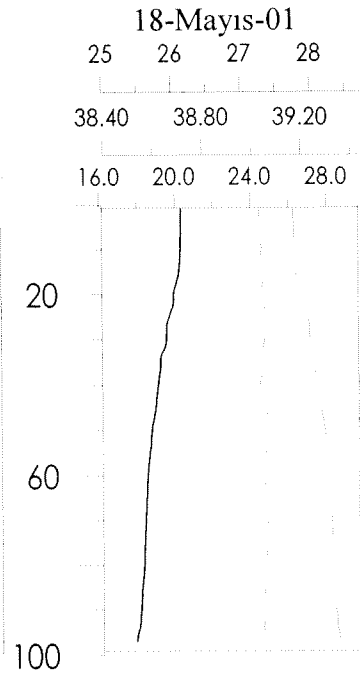
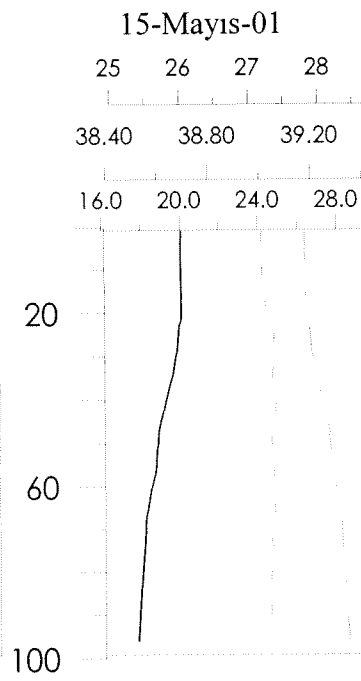
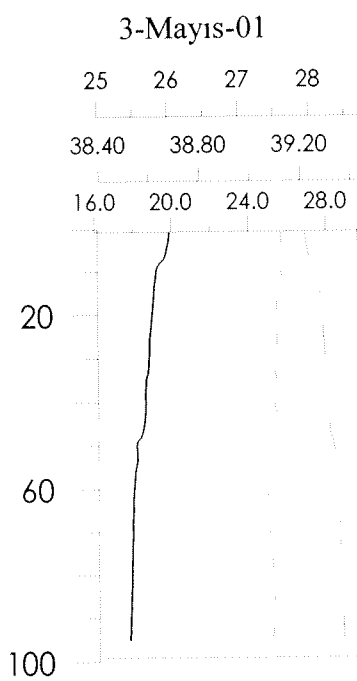


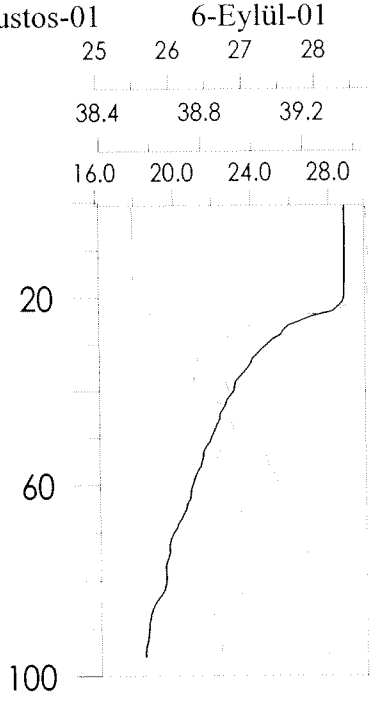
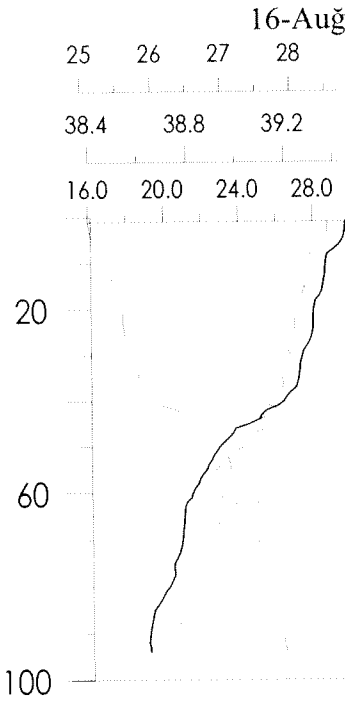
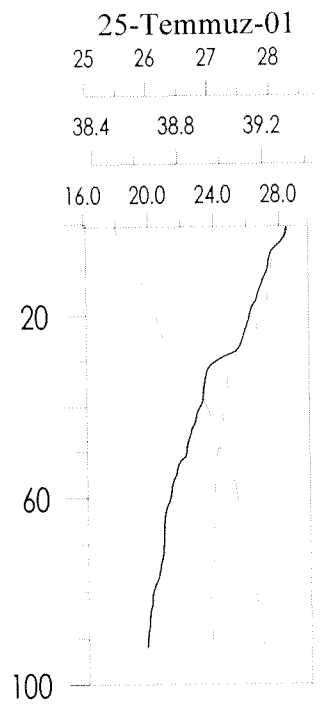
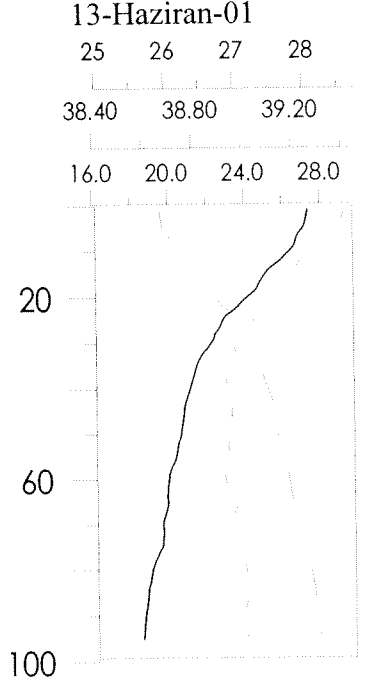
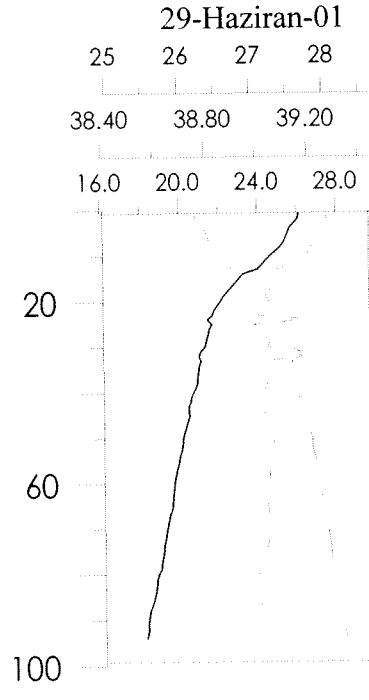
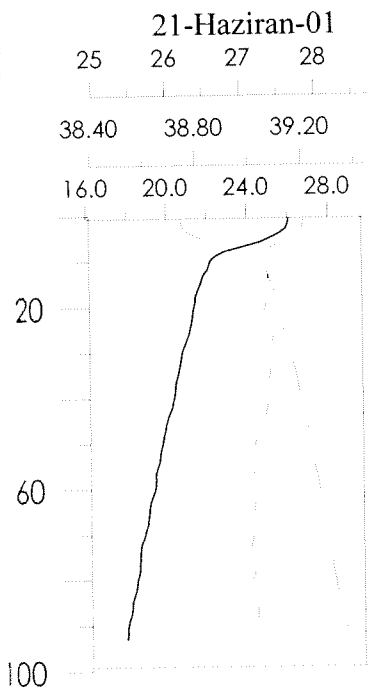
12-Nisan -01

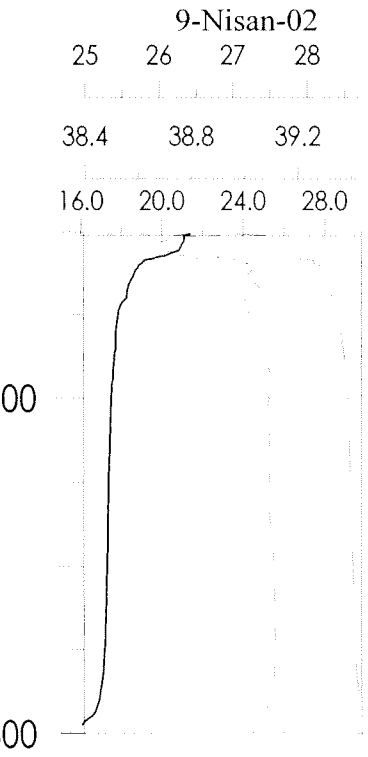
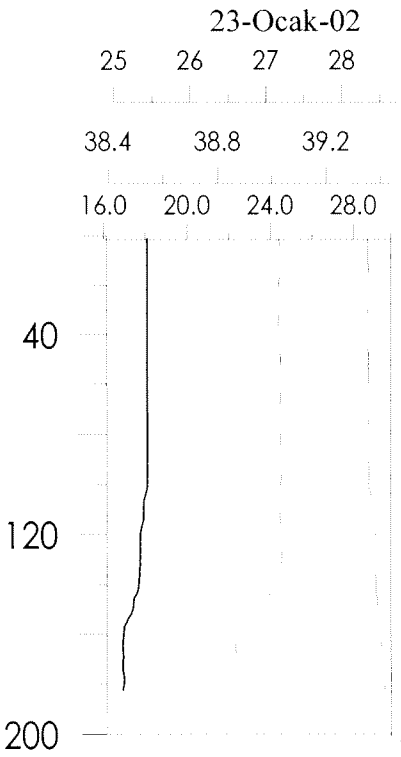
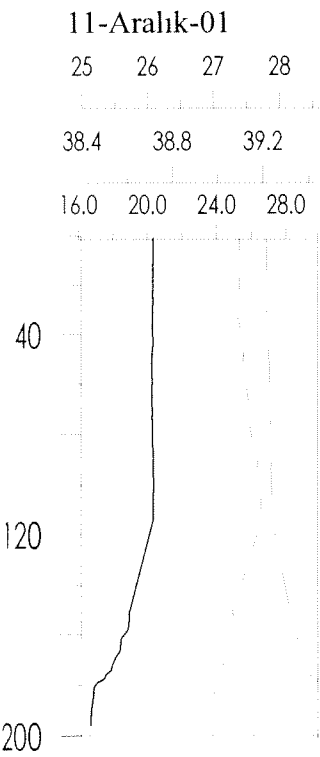
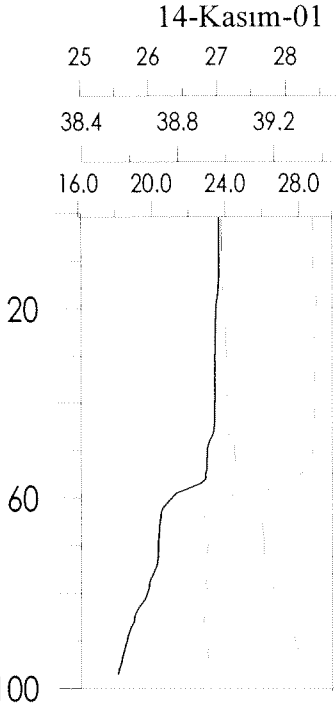
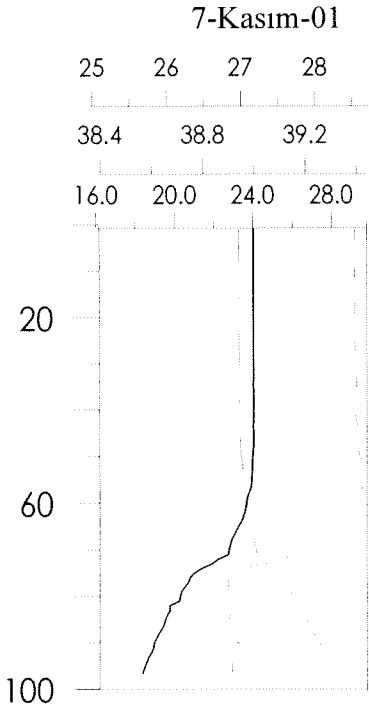
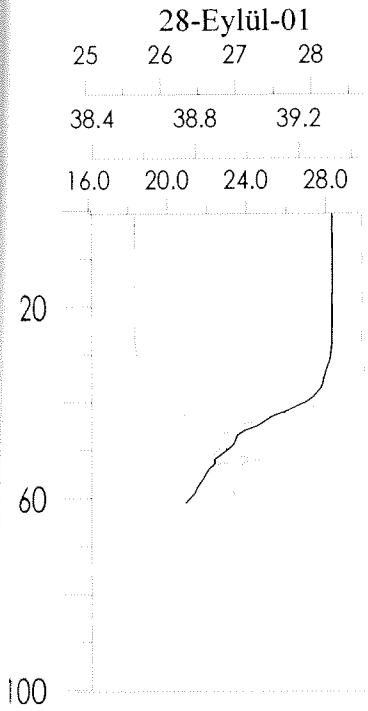
25 26 27 28
38.4 38.8 39.2

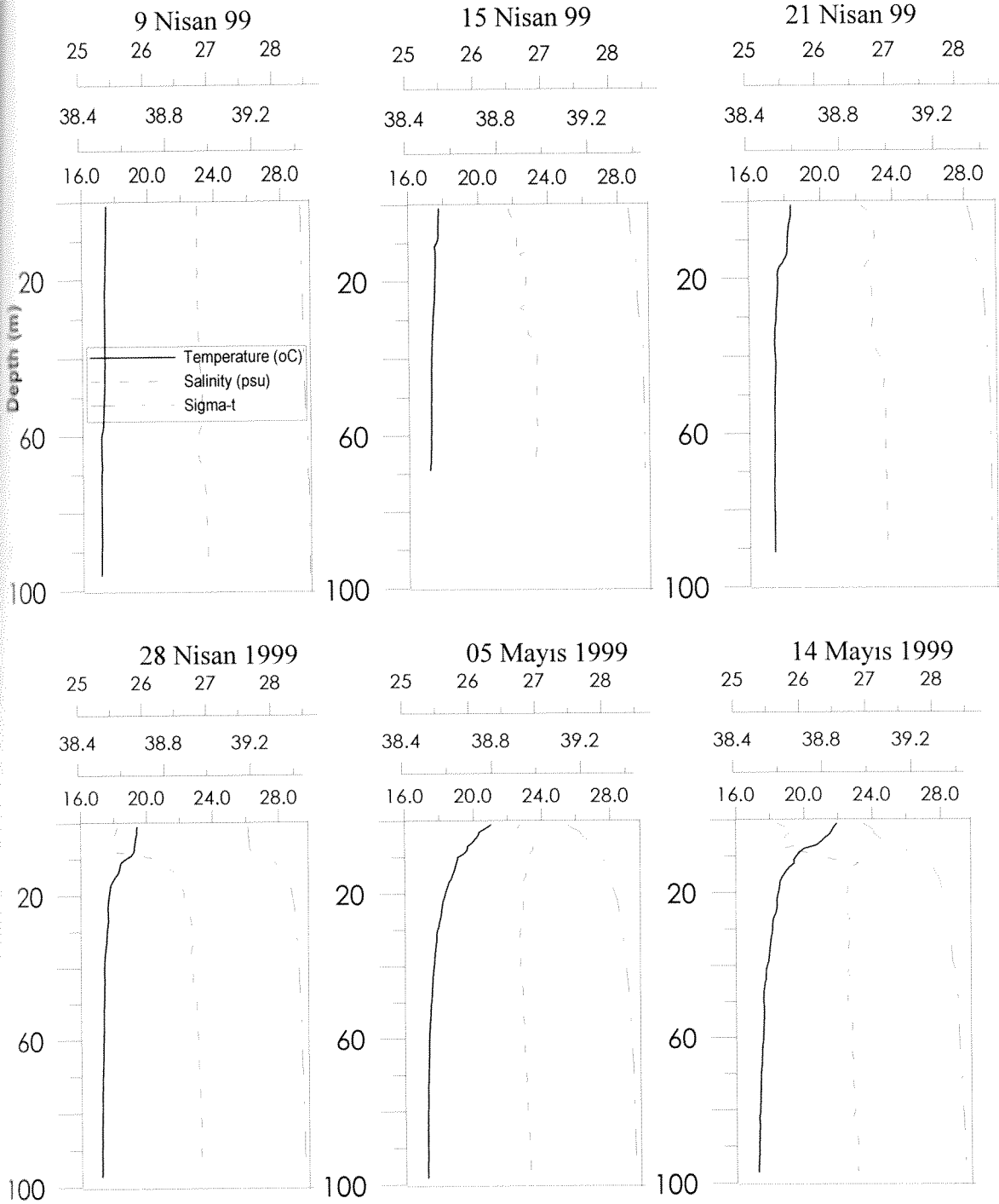
16.0 20.0 24.0 28.0

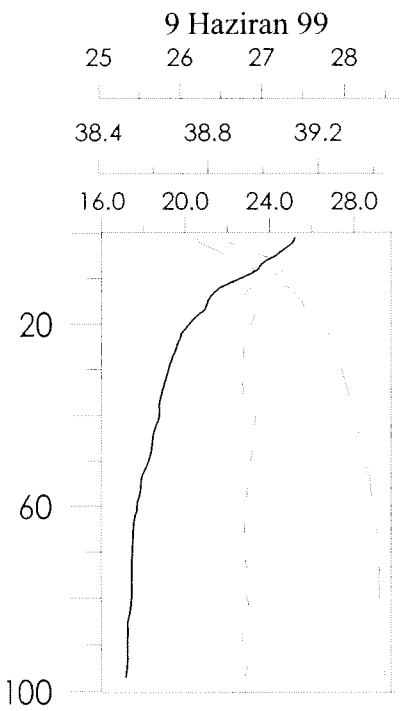
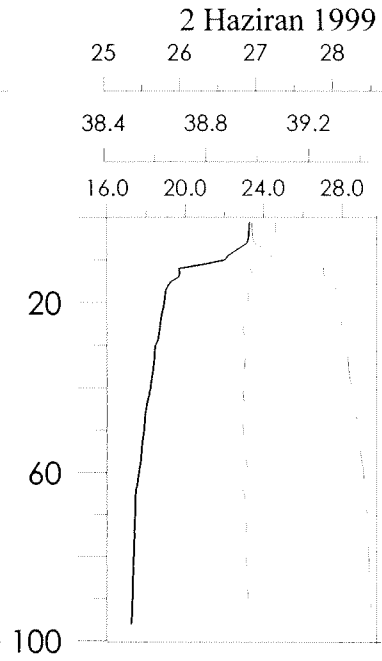
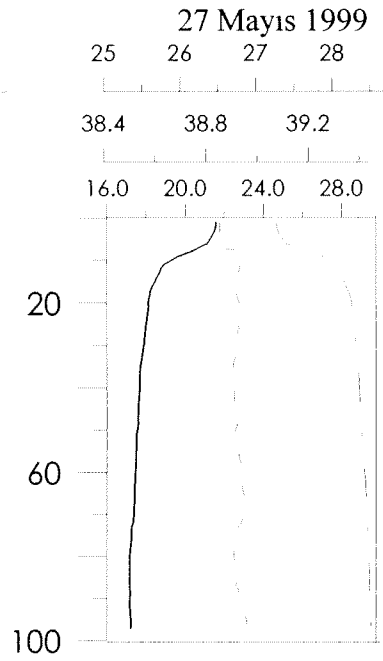
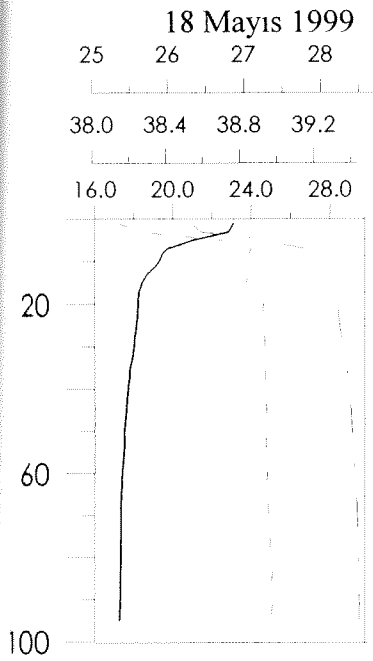




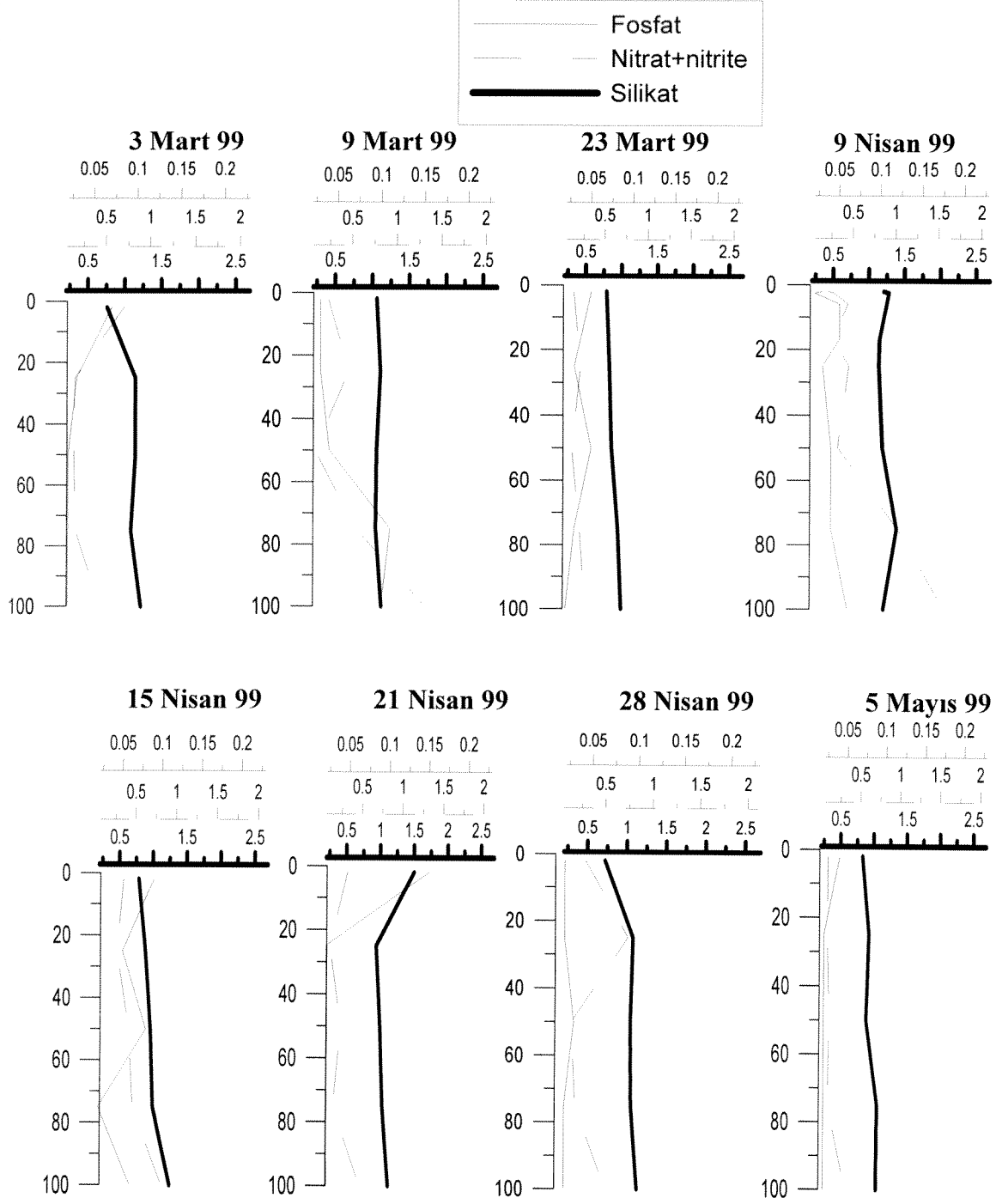


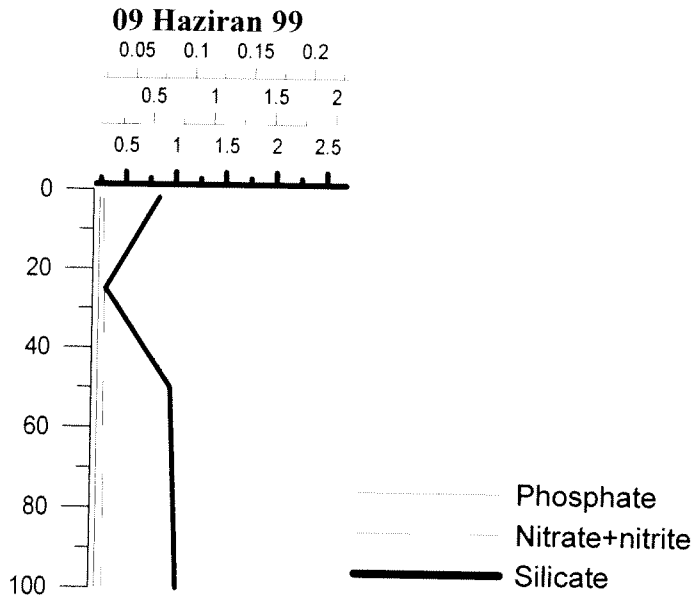
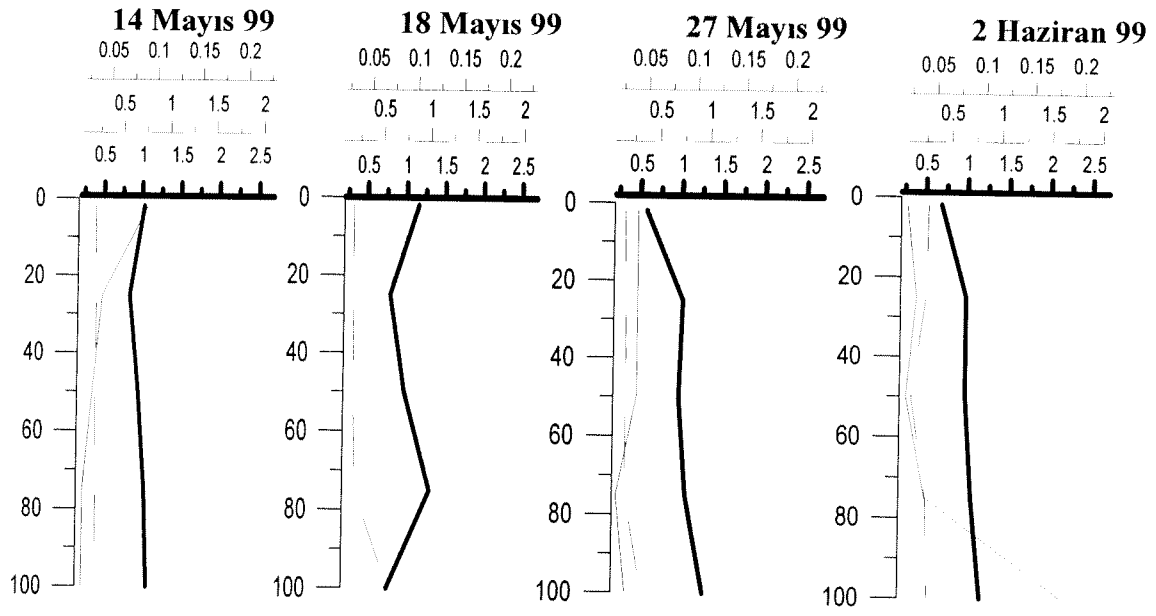


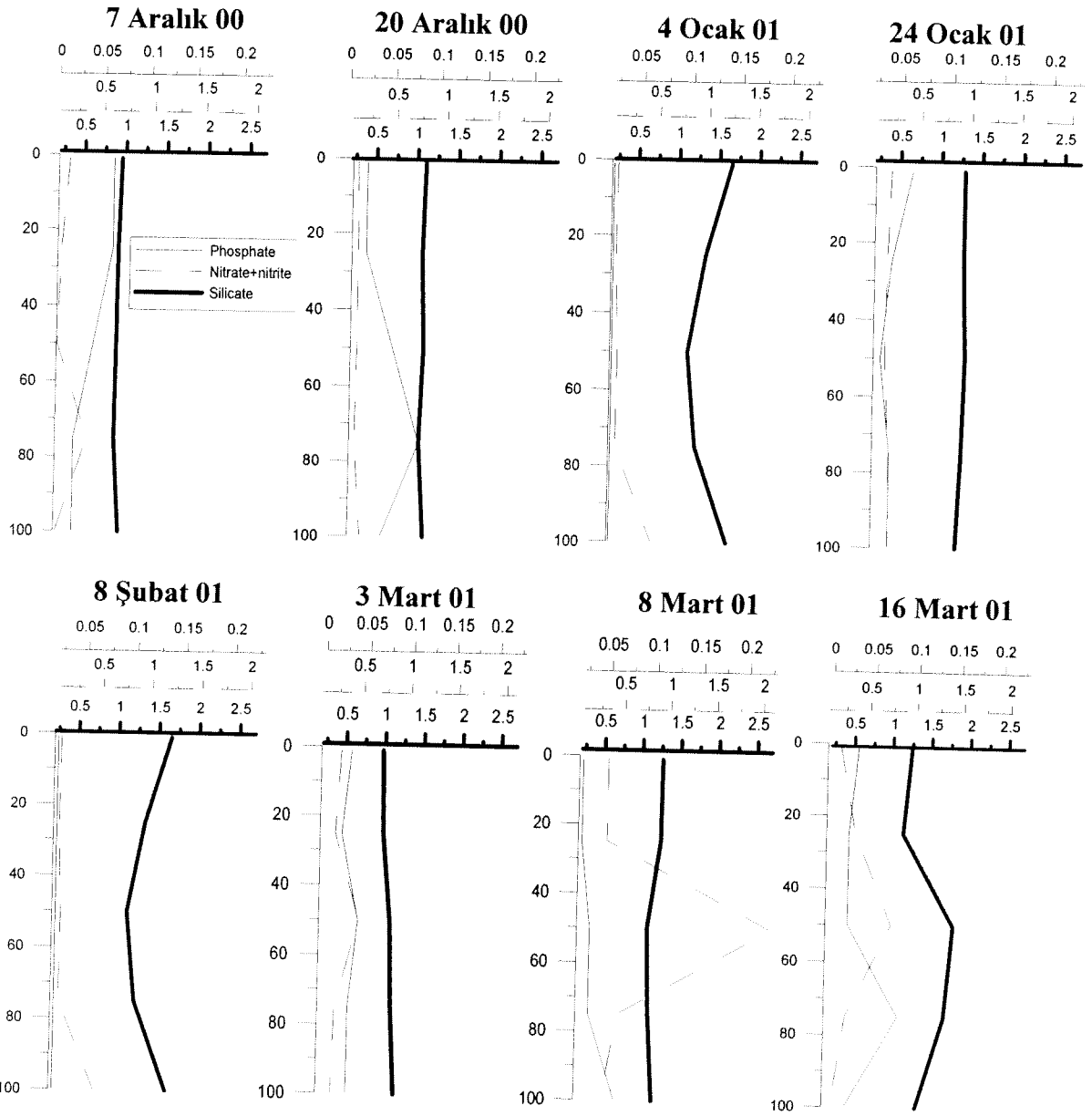




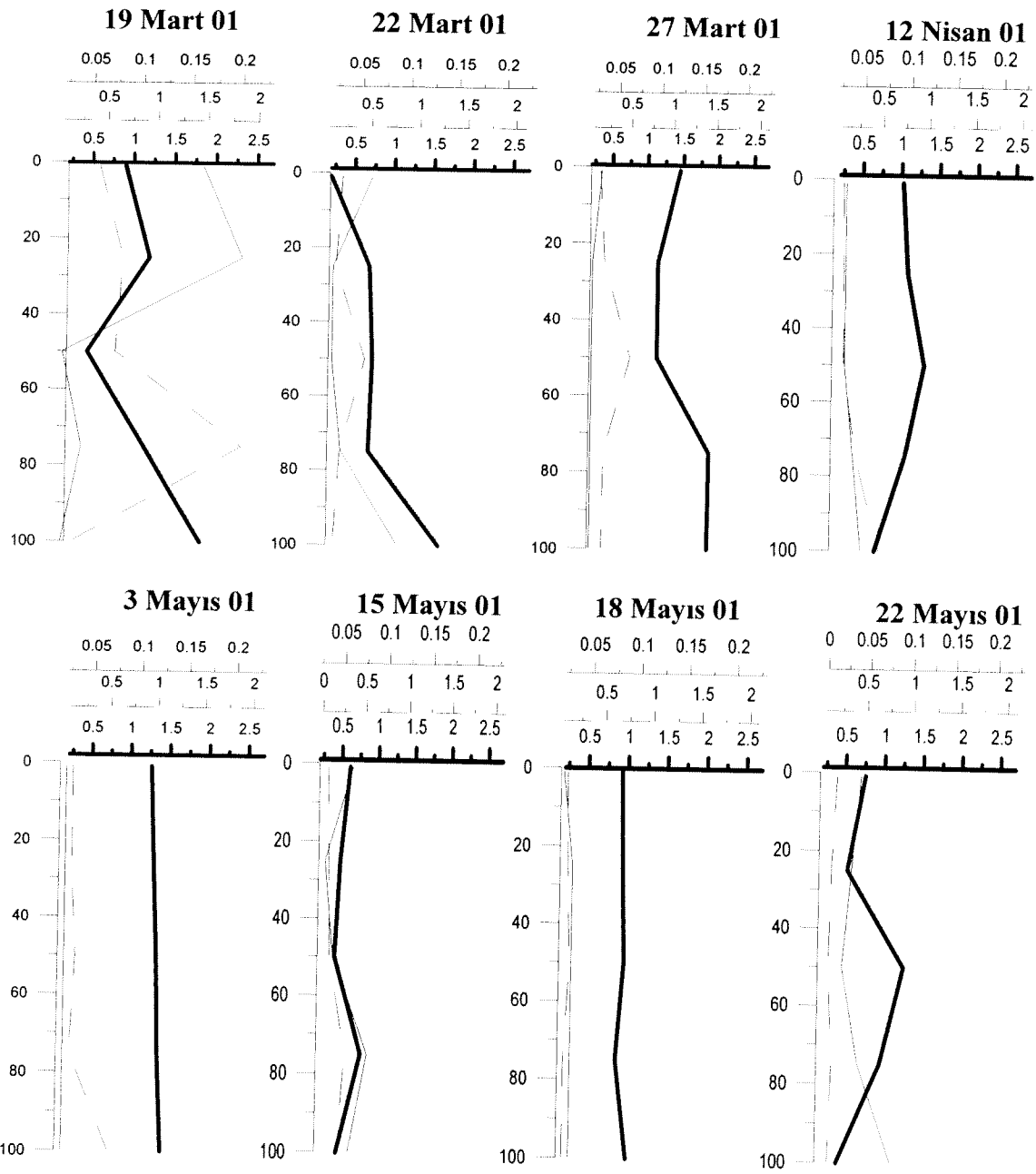
EkF. Derin istasyonda Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde düzey nitrat, fosfat ve silikat konsantrasyonları



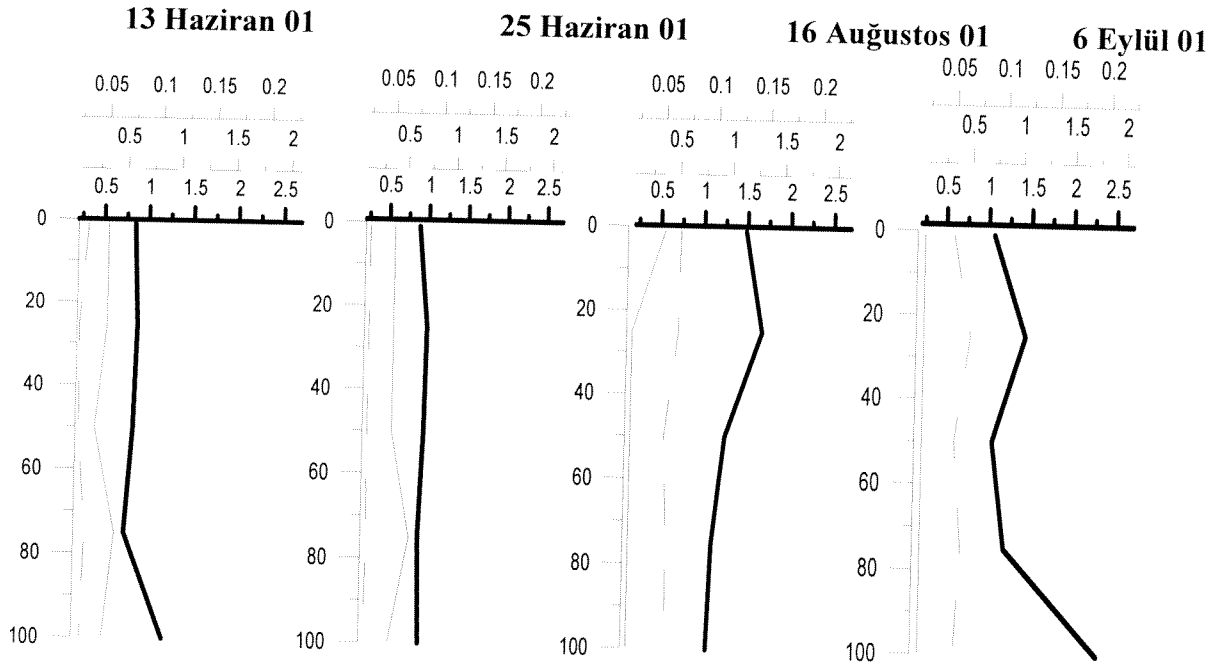
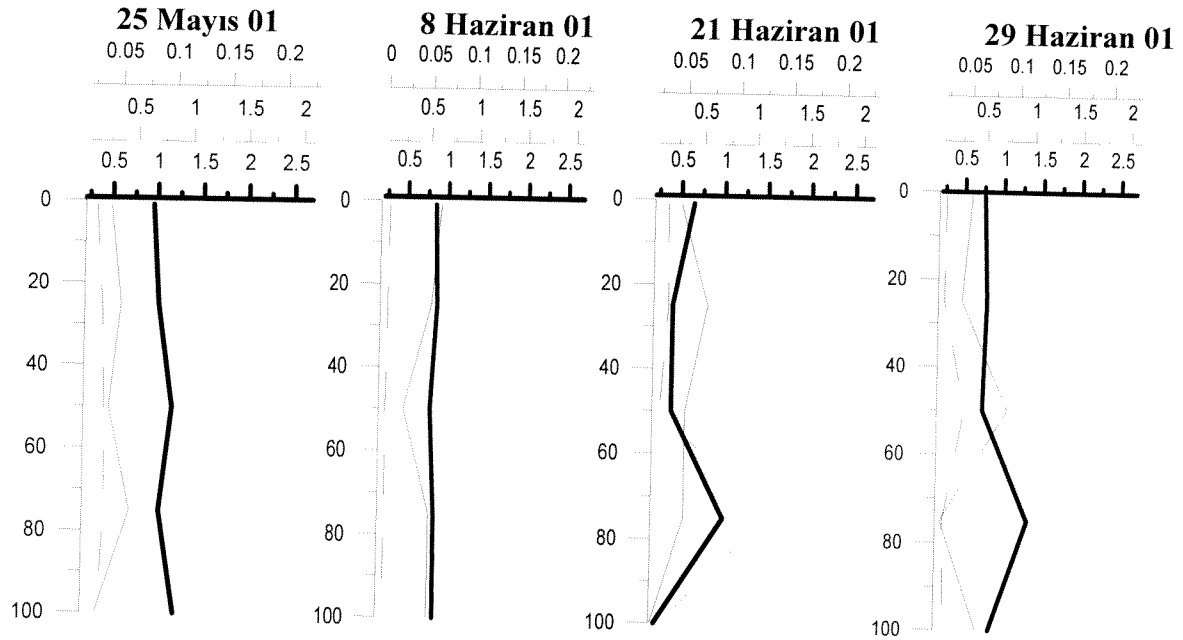




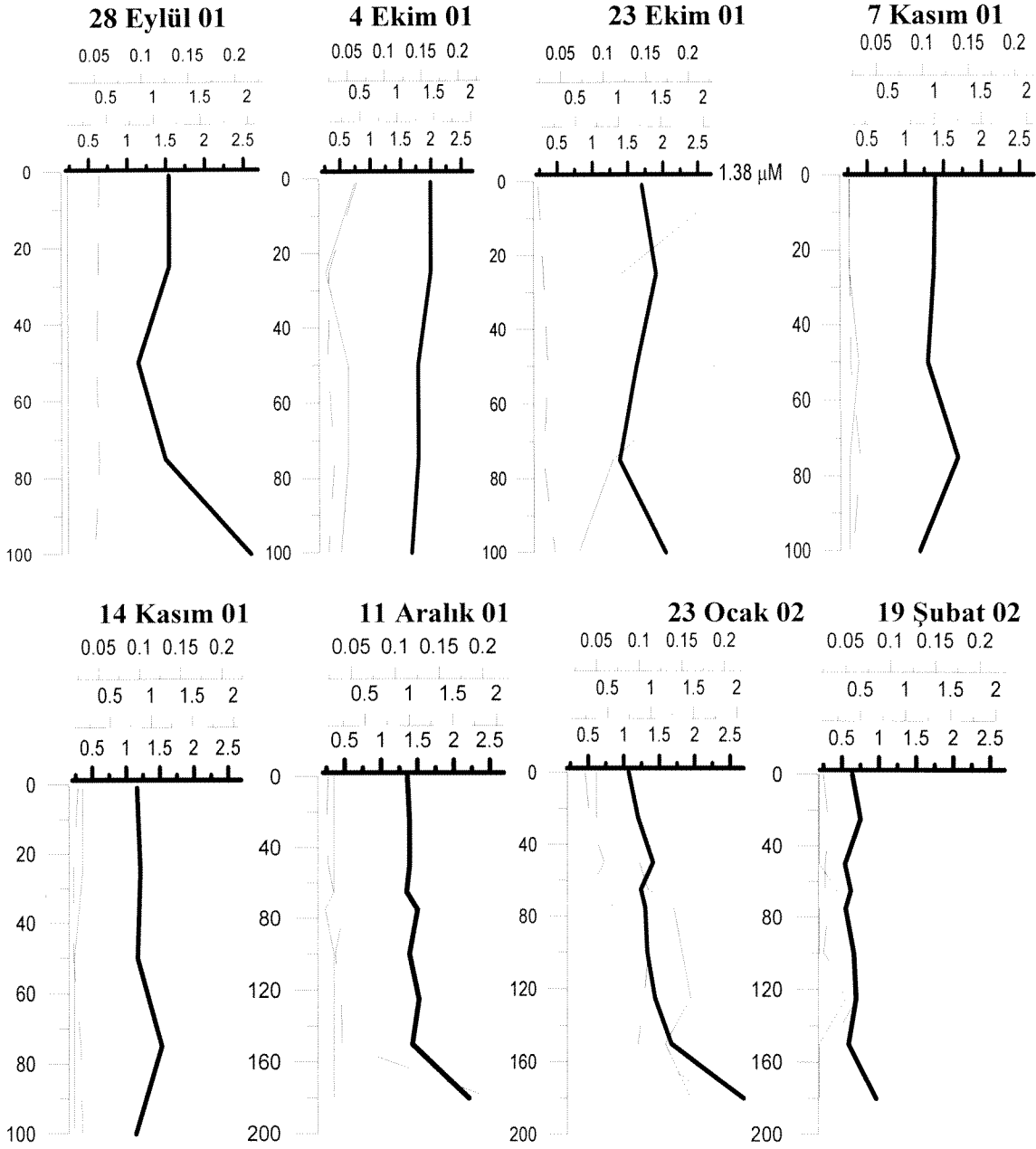
- - - - - Phosphate
 - - - - - Nitrate+nitrite
 ————— Silicate



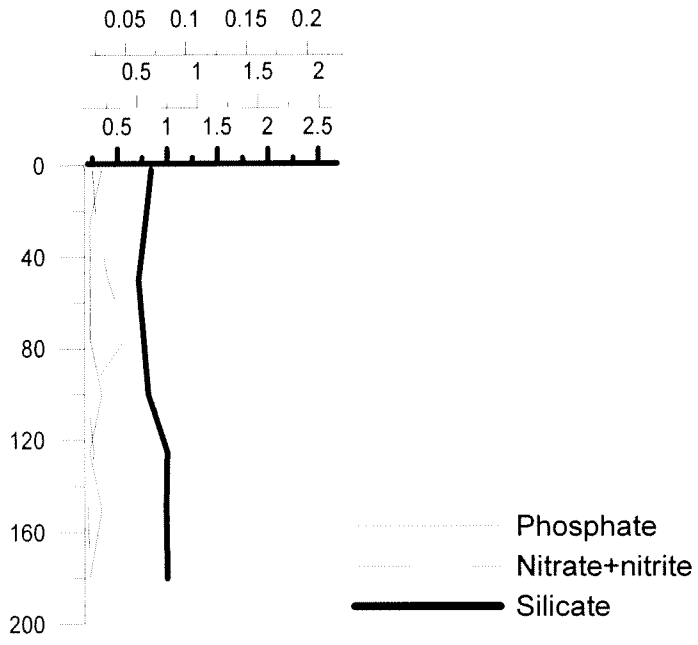
..... Phosphate
 Nitrate+nitrite
 ————— Silicate



- - - - - Phosphate
 - - - - - Nitrate+nitrite
 ————— Silicate



9 Nisan 02



Ek G. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Nisan 2002 döneminde tanımlanan bütün
fitoplankton türlerinin listesi

DINOFLAGELLATLAR

- Peridinea sp.*
Exuviaella sp.
Exuviaella cordata Kisselew
Exuviaella compressa Ostenfeld
Exuviaella marina Cienkowski
Prorocentrum scutellum Schröder
Prorocentrum micans Ehrenberg
Prorocentrum scutellum Schröder
Prorocentrum obtusum Ostenfeld
Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller
Dinophysis caudata Saville-Kent
Dinophysis tripos Gourret
Dinophysis fortii Pavillard
Dinophysis amandula Sournia
Ornithocercus sp.
Ornithocercus magnificus Stein emend. Schütt
Ornithocercus quadratus Schütt
Amphidinium sp.
Amphidinium longum Lohmann
Pronoctiluca acuta (Lohmann) Schiller
Ptychodiscus inflatus Pavillard
Gyrodinium sp.
Gyrodinium fissum (Levander) Kofoid & Swezy
Gyrodinium fusiforme Kofoid et Swezy
Gyrodinium spirale (Bergh) Kof et Sw.
Gyrodinium pingue (Schütt) Kofoid & Swezy
Gyrodinium lachryma (Meunier) Kof. et Sw
Cochlodinium sp.
Cochlodinium citron Kofoid & Swezy
Polykrikos schwartzii Bütschli
Pyrophacus sp.
Glenodinium sp.
Diplopsalis lenticula Pavillard
Glenodinium paululum Lindemann
Glenodinium foliaceum Stein
Glenodinium penardi (Lemmermann) Schiller
Peridinium sp.
Protoperidinium depressum (Bailey) Balech
Protoperidinium globulus (Stein) Balech
Protoperidinium steinii (Jørgensen) Balech
Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech
Protoperidinium leonis (Pavillard) Balech
Protoperidinium murrayi (Kofoid) Balech
Peridinium cinctum (O.F. Müller) Ehrenberg

Protooperidinium granii (Ostenfield) Balech
Protooperidinium pellucidum (Bergh) Balech
Protooperidinium pentagonum (Gran) Balech
Scrippsiella trochoidea (Stein) Loeblich
Heterocapsa triquetra (Ehrenberg) Stein
Protooperidinium conicum (Gran) Balech
Protooperidinium oceanicum (Vanhöffen) Balech
Protooperidinium claudicans (Paulsen) Balech
Protooperidinium ovum (Schiller) Balech
Protooperidinium oviforme (Dangeard) Balech
Protooperidinium mite (Pavillard) Balech
Scrippsiella hangoei (Schiller) Larsen
Heterocapsa rotundata (Lohmann) Hansen
Protooperidinium punctulatum (Paulsen) Balech
Heterocapsa sp.
Peridinium robustum Meunier
Gonyaulax sp.
Gonyaulax polygramma Stein
Gonyaulax polyedra Stein
Gonyaulax minima Matz.
Gonyaulax alaskensis Kofoid
Gonyaulax diegensis Kofoid
Gonyaulax ligustica Rampi
Gonyaulax milneri (Murray & Whitting) Kofoid
Gonyaulax monospina Rampi
Ceratocorys horrida Stein
Oxytoxum sp.
Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli
Oxytoxum scolopax Stein
Oxytoxum viride Schiller
Oxytoxum longum Schiller
Oxytoxum diploconus Stein
Oxytoxum curvicaudatum Kofoid
Oxytoxum areolatum Rampi
Oxytoxum reticulatum (Stein) Schütt
Oxytoxum minutum Rampi
Pyrocystis lunula (Scütt) Schütt
Ceratium tripos (Müller) Nitzsch
Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin
Ceratium furca Ehrenberg) Claparede et Lachmann
Ceratium carriense Gourret
Ceratium teres Kofoid
Ceratium symmetricum Pavillard
Ceratium massiliense (Gourret) Jörgensen
Ceratium setaceum Jörgensen
Ceratium kofoidii Jörgensen
Ceratium trichoceros (Ehrenberg) Kofoid
Ceratium macroceros (Ehrenberg) Vanhöffen
Ceratium declinatum Karsten) Jörgensen

Ceratium hexacanthum Gourret
Ceratium candelabrum Ehrenberg) Stein
Ceratium karstenii Pavillard
Ceratium arietinum Cleve
Ceratium euarcuratum Jörgensen
Ceratium pavillardii Jörgensen
Ceratium ranipes Cleve
Ceratium fusus v. setae (Ehrenberg) Sournia
Ceratium furca v. eugramma (Ehrenberg) Schiller
Ceratium gibberum Gourret
Ceratium macroceros gallicum Kofoid
Gymnodinium sp.
Gymnodinium splendens Lebour
Gymnodinium wulfii Schiller
Gymnodinium najadeum Schiller
Gymnodinium simplex (Lohmann) Kofoid & Swezy
Gymnodinium fuscum (Ehrenberg) Stein
Gymnodinium pseudonoctiluca Pouchet
Gymnodinium fusus Schiller
Gymnodinium catenatum Davies
Achradina sp.
Achradina pulchra Lohmann
Achradina sulcata Lochman
Ceratoperidinium sp.
Centrodinium intermedium Pavillard

DIYATOMLAR

Centrica sp.
Lauderia sp.
Skeletonema costatum (Greville) Cleve
Thalassiosira sp.
Detonula confervacea (Cleve) Gran
Biddulphia mobiliensis (Bailey) Grdnow in V.H
Coscinodiscus sp.
Coscinodiscus granii Gough
Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg
Asterolampra marylandica Ehrenberg
Asterolampra grevillei (Wallich) Greville
Leptocylindrus danicus Cleve
Leptocylindrus minimus Gran
Guinardia sp.
Guinardia flaccida (Castracane) H. Peragallo
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle
Rhizosolenia delicatula Cleve
Rhizosolenia fragilissima Bergon
Rhizosolenia alata Brightwell
Rhizosolenia stolterfothii H. Peragallo
Rhizosolenia hebetata Bailey

Rhizosolenia styliformis Brightwell
Rhizosolenia robusta Norman in Pritchard
Rhizosolenia calcar-avis Schultze
Rhizosolenia castracanei H. Peragallo
Rhizosolenia imbricata Brightwell
Rhizosolenia alata indica (H. Peragallo) Gran
Rhizosolenia alata gracillima (Cleve) Gran
Bacteriastrum sp.
Bacteriastrum delicatulum Cleve et Müller
Bacteriastrum biconicum Pavillard
Bacteriastrum elegans Pavillard
Bacteriastrum mediterraneum Pavillard
Chaetoceros sp.
Chaetoceros peruvianus Brightwell
Chaetoceros atlanticus (Schröder) Hustedt
Chaetoceros danicus Cleve
Chaetoceros lorenzianus Grunow
Chaetoceros tetrastichon Cleve
Chaetoceros decipiens Cleve
Chaetoceros tortissimus Gran
Chaetoceros affinis Lauder
Chaetoceros socialis Lauder
Chaetoceros dadayi Pavillard
Chaetoceros curvisetus Cleve
Chaetoceros simplex Ostenfeld
Chaetoceros wighamii Brightwell
Chaetoceros concavicornis Mangin
Chaetoceros lacinosus Schütt
Chaetoceros didymus (Grunow) Gran
Chaetoceros constrictus Gran
Chaetoceros lauderi Ralfs in Lauder
Chaetoceros diversus Cleve
Chaetoceros neglectus Karsten
Chaetoceros saltans Cleve
Chaetoceros crinitus Schütt
Chaetoceros rostratus Lauder
Eucampia sp.
Eucampia zodiacus Ehrenberg
Eucampia cornuta (Cleve) Grunow
Eucampia groenlandica Cleve
Cerataulina bergonii (Cleve) Hendey
Hemiaulus hauckii Grunow in Van Heurck
Hemiaulus sinensis Greville
Hemiaulus membranaceus Cleve
Cyclotella caspia Grun
Ditylum brightwellii (West) Grunow
Pennata sp.
Striatella sp.
Synedra sp.

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky
Thalassiothrix frauenfeldii Grunow
Thalassiothrix mediterranea Pavillard
Thalassiothrix longissima Cleve and Grunow
Asterionella japonica Cleve et Müller
Amphiprora sp.
Amphiprora paludosa W. Smith
Pleurosigma elongatum W. Smith
Pleurosigma rigidum W. Smith
Pleurosigma normanii Ralfs in Pritchard
Navicula sp.
Nitzschia sp.
Nitzschia closterium (Ehrenberg) Wm.
Pseudonitzschia pseudodelicatissima Hasle
Nitzschia tenuirostris Mer.
Nitzschia pungens Grun
Cymbella sp.
Amphora hyalina Kützing
Amphora insecta Grun
Grammatophora sp.
Licmophora ehrenbergii (Kützing) Grunow
Surirella sp.
Surirella fastuosa Shrubsole
Surirella striatula Turpin
Diploneis chersonensis (Grunow) Cleve
Bacillaria paradoxa Gmelin
Achnanthes longipes Agardh
Rhabdonema adriaticum Kützing
Campylodiscus sp.
Pinnularia trevelyana Donkin

KOKOLITOFORLAR

Acanthoica sp.
Acanthoica lithostratos Schiller
Calyptrorphaera sp.
Coccolithus sp.
Emiliana huxleyi Lohmann (Hay & Mohler
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller
Coccolithus sibogae (Weber-Van Bosse) Gaard
Umbilicosphaera sibogae
Corisphaera sp.
Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld
Discosphaera thomsoni Ostenfeld
Lohmanosphaera cf. *paucoscyphos* Schiller
Michaelsarsia elegans Gran
Pontosphaera sp.
Pontosphaera syracusana Lohmann

Pontosphaera nigra Schiller
Pontosphaera echinofera Schiller
Rhabdosphaera sp.
Rhabdosphaera stylifer Lohmann
Rhabdosphaera tignifer Schiller
Rhabdosphaera longistylis Schiller
Rhabdosphaera subopaca Bernhard
Syracosphaera sp.
Syracosphaera pulchra Lohmann
Syracosphaera cf. *cornifera* Schiller
Syracosphaera cordiformis Schiller
Syracosphaera pupulifera Schiller
Scyphosphaera apsteii Lohman

SİLİKOFLAGELLATLAR

Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel
Ebria sp.
Ebria tripartita (Schumann) Lemmermann
Hermisium adriaticum Zacharias
Dictyocha fibula Ehrenberg

KLOROFİTLER

Chlorophyta sp.
Meringosphaera mediterranea Lohmann
Halosphaera sp.
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Scenedesmus dimorphus Kützing
Pterosperma sp.
Chrysophyta sp.

KRİPTOMONADLAR

Hillea fusiformis Schiller

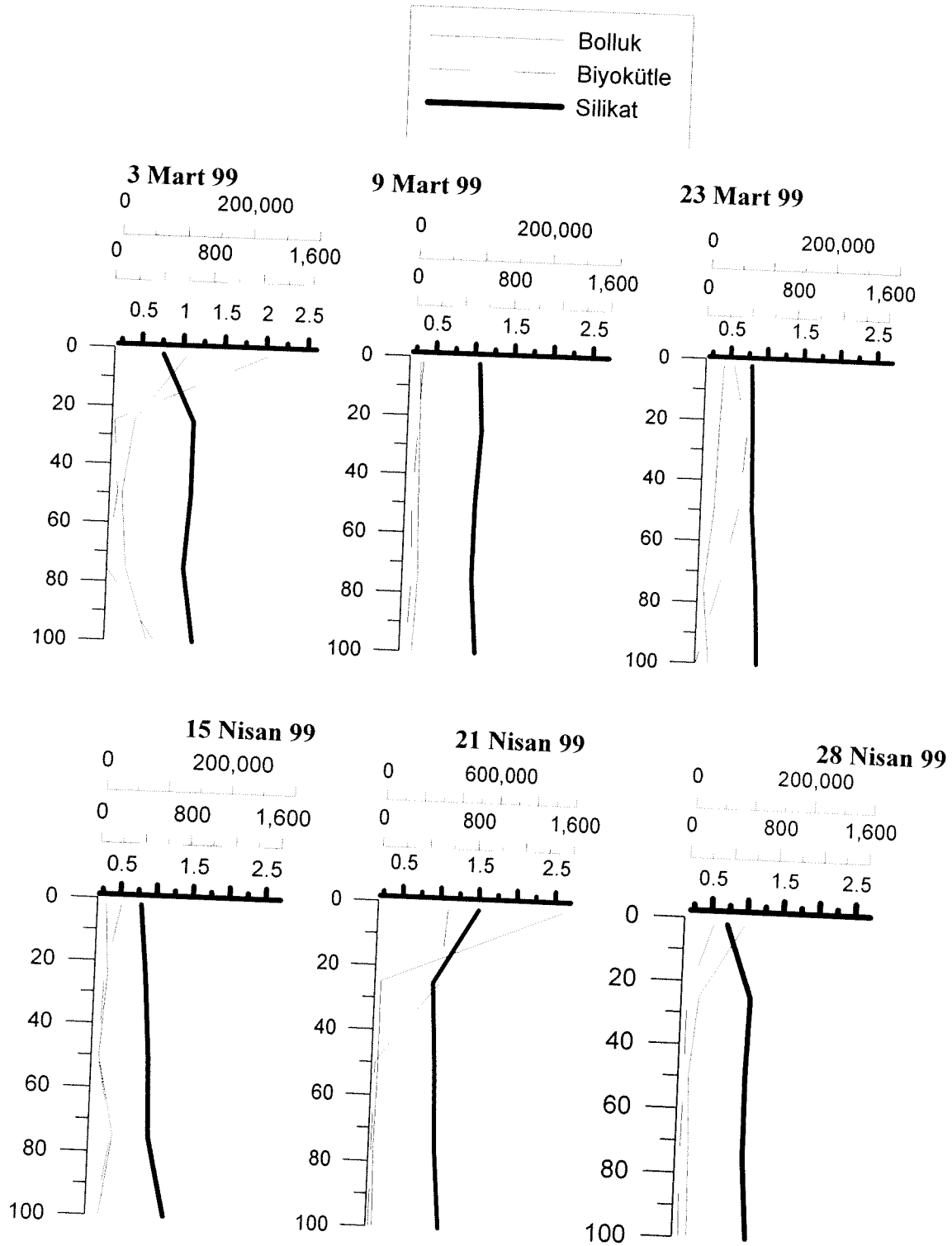
SYANOFİTLER

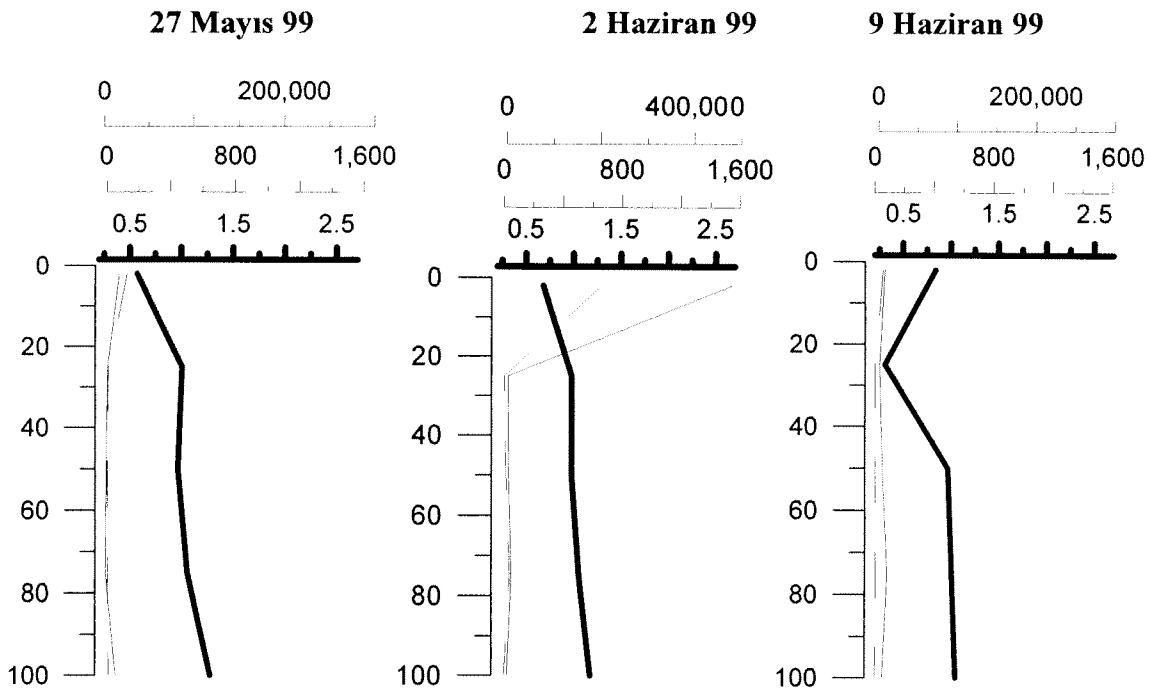
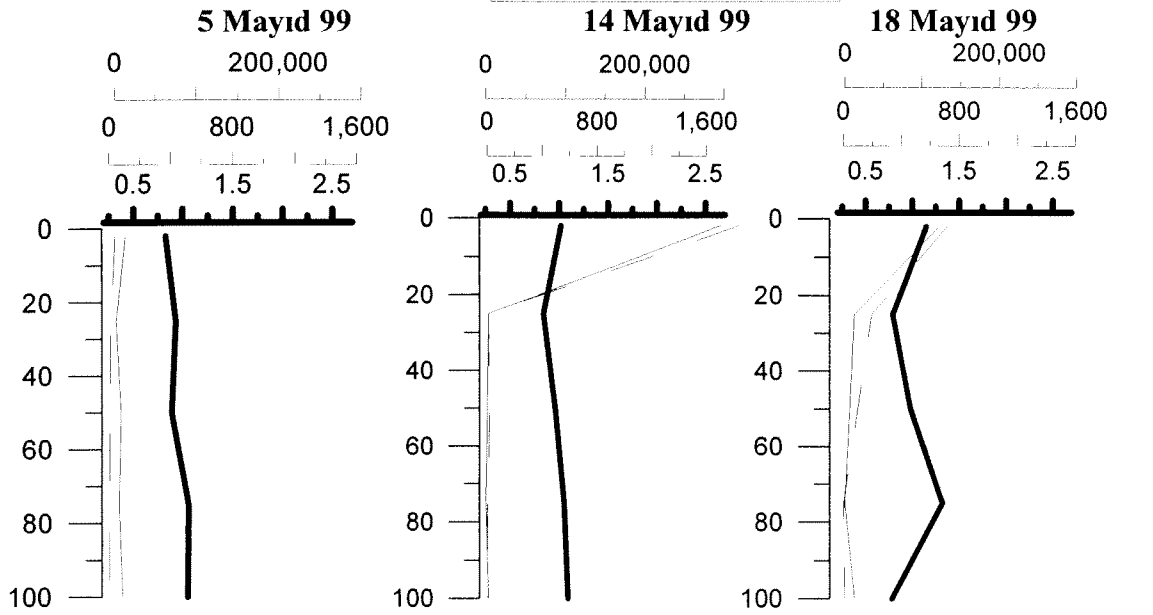
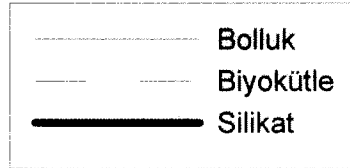
Oscillatoria sp.
Oscillatoria thiebautii (Gem) Geitler
=*Trichodesmium thiebautii* Ehrenberg ex Gomont
Oscillatoria putrida Schmidle
Anabaena sp.
Nostoc sp.

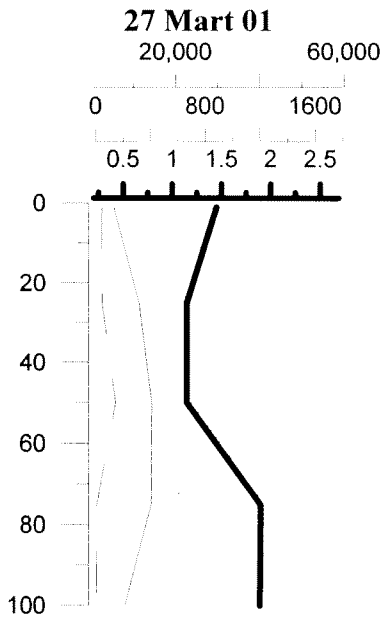
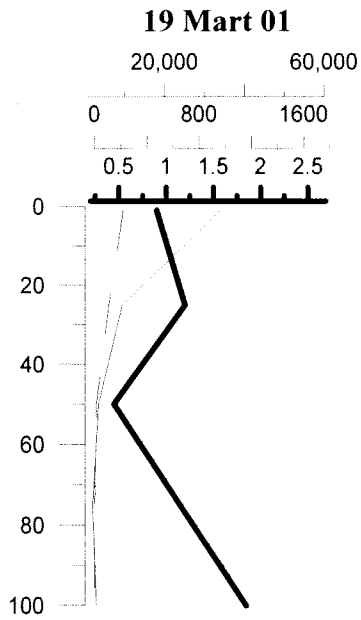
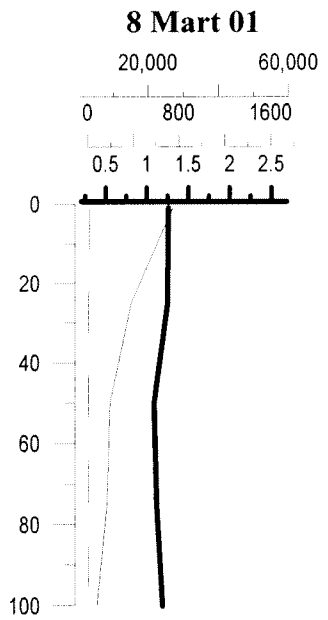
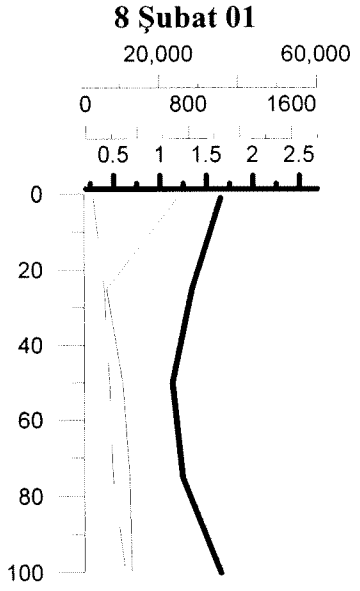
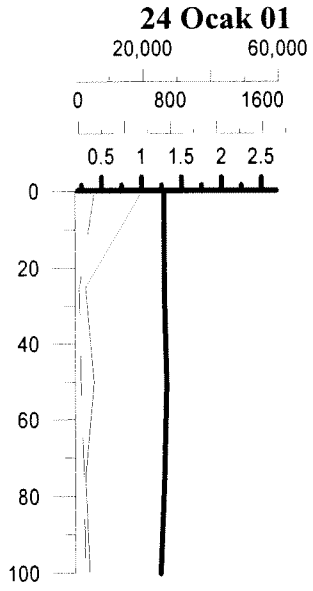
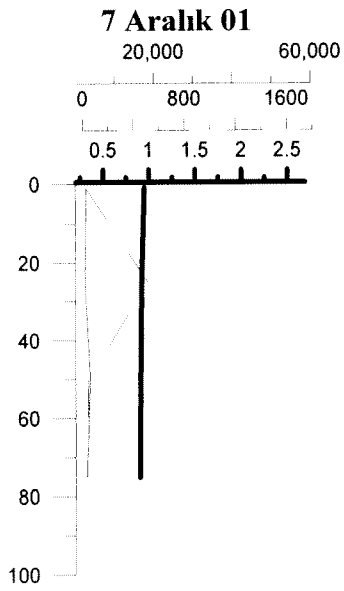
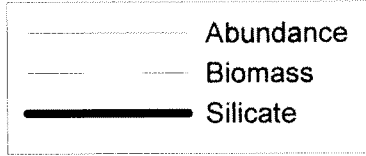
ÖGLENOFİT

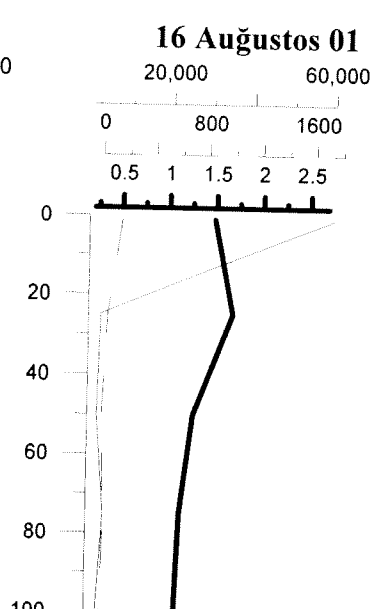
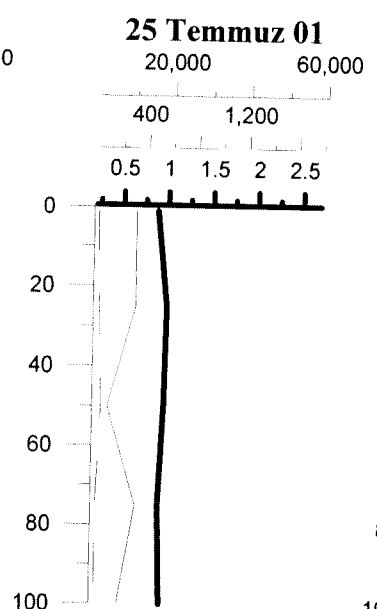
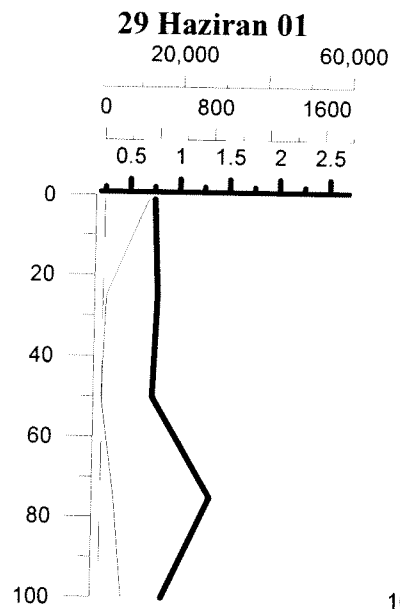
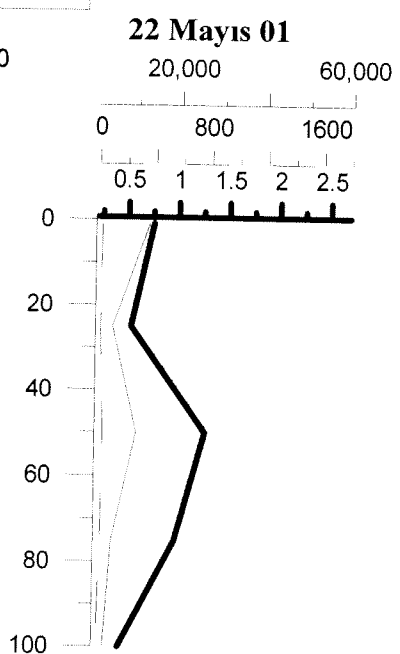
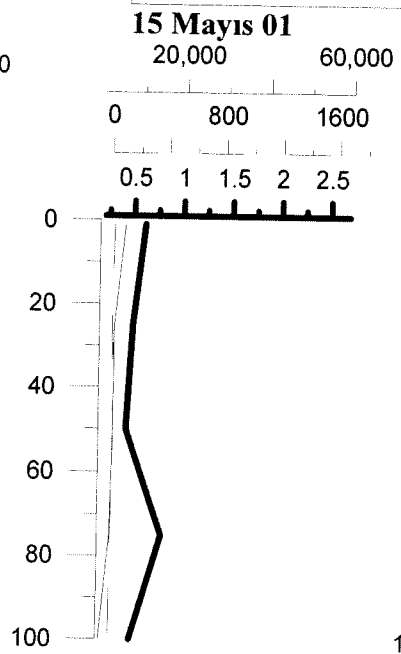
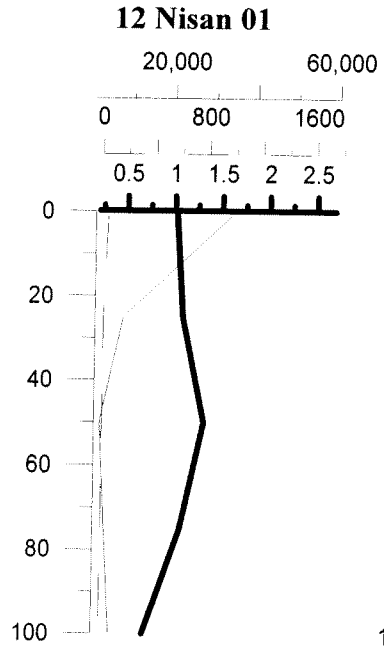
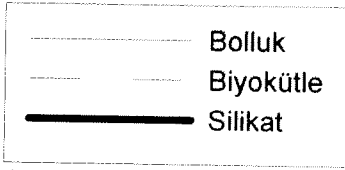
Euglena sp.

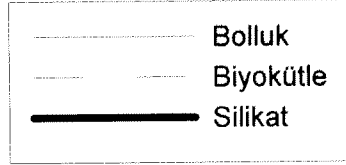
Ek H. Mart-Haziran 1999 ve Aralık 2000-Kasım 2001 döneminde düşey fitoplankton bolluk, biyokütle ve silikat dağılımı.



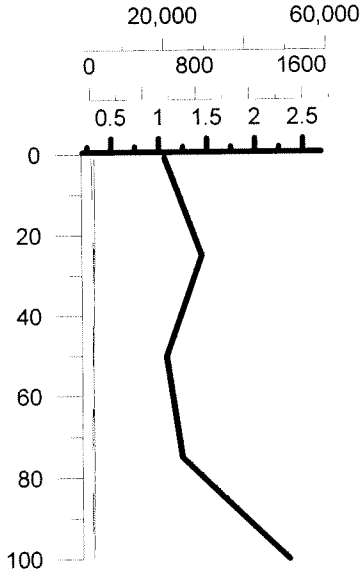




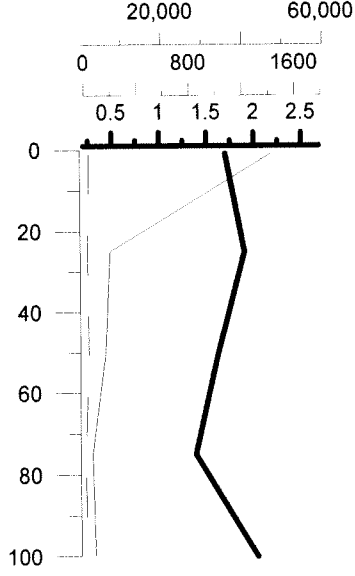




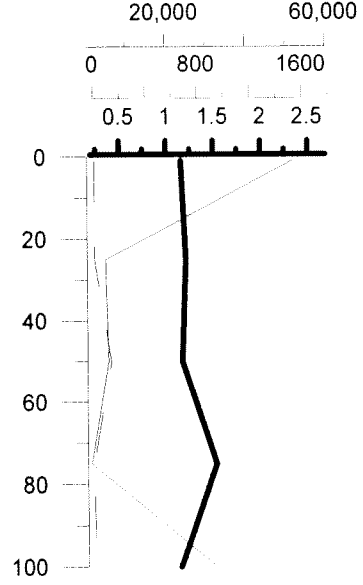
6 Eylül 01



23 Ekim 01



14 Kasım 01



PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Kodu: YDABAG 100Y017
Proje Başlığı: Atmosferik Sahra tozunun Doğu Akdeniz fitoplankton dinamiği üzerine etkisi
Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Proje Yürütücüsü: Prof.Dr. Ahmet Erkan Kıdeyş Yardımcı Araştırmacılar: Dr Elif Eker Develi Prof. Dr. Süleyman Tuğrul
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli 33731, Mersin
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Mersin
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/01/2001-...31/12/2003
Öz (en çok 70 kelime) Bu çalışmada Saydam (1996) tarafından “Cemiliana hipotezi” olarak adlandırılan “yağmur ile gelen Sahra tozunun (demirin çözülmesi nedeniyle) <i>Emiliana huxleyi</i> patlamalarına yol açtığı ve 1-2 hafta içinde NOAA uydularında parlaklığa sebep olduğu” savı ultra-oligotrofik bir deniz olan doğu Akdeniz’de sistematik olarak araştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yukarıdaki hipotezin geçerliliğini doğrulamayan niteliktedir.
Anahtar Kelimeler: Sahra tozu, fitoplankton dinamiği, <i>Emiliana huxleyi</i> , besin elementleri, Doğu Akdeniz
Projenin Desteğinin Alındığı ve Bunun Belirtildiği Basılmış Yayınlar: Kideys A.E. & Z. Romanova (2001). Distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea during 1996-1999. Marine Biology 139: 535-547. Kovalev A.V., M.G. Mazzocchi, I. Siokou-Frangou & A.E. Kideys 2001. Zooplankton of the Black Sea and the Eastern Mediterranean: Similarities and dissimilarities. Mediterranean Marine Science 2: 69-77.

A.E. 2002. Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science* 297(5586): 1482-1484.

Uysal Z., A. E. Kideys, A. A. Shmeleva, J. A. Zagorodnyaya & A. D. Gubanova 2002. Checklist of copepods (Calanoida and Podoplea) from the northern Levantine basin shelf waters. *Hydrobiologia* 482: 15-21.

Eker E. & A. E. Kideys 2003. Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems* 39: 203-211.

Eker-Develi, E., Kideys, A. E. 2003. Phytoplankton dynamics in the dynamics in the northeastern Mediterranean with respect to dust deposition. Proceedings of "Second International Conference on Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and differences of two interconnected basins, 14-18 October 2002, Ankara, Turkey, Yilmaz, A. (Eds), pp. 687-694.

Mutlu, E. 2003. Updated checklist of benthic fauna and flora in nearshore waters off Yumurtalık, Turkey (Mediterranean Sea). Proceedings of "Second International Conference on Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and differences of two interconnected basins, 14-18 October 2002, Ankara, Turkey, Yilmaz, A. (Eds), pp. 861-865.

Not: Bu yayınların hepsine Proje'ye numarası belirtilerek atıf yapılmıştır.

Bu proje kapsamında sunulmuş veya hazırlanmakta olan yayınlar:

Eker-Develi E., A. E. Kideys & S. Tuğrul. The role of Saharan dust on phytoplankton dynamics in the northeastern Mediterranean (submitted to Mar. Ecol. Prog. Series).

Eker-Develi E. & A. E. Kideys 2004. Distribution of phytoplankton in the northeastern Mediterranean during 1999-2002. (Hazırlanmakta).

Eker-Develi E., A. E. Kideys, S. Tuğrul. Effect of nutrients in culture dynamics of marine phytoplankton (submitted to Aquatic Sciences).

Bilim Dalı: Deniz Bilimleri

Doçentlik B. Dalı Kodu: 904