

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNLÜK FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİ
İNCİRALTI, İZMİR KÖRFEZİ

Tuba TÜMER

Ocak, 2012

İZMİR

GÜNLÜK FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİ İNCİRALTI, İZMİR KÖRFEZİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Canlı Deniz Kaynakları Bölümü

Tuba TÜMER

Ocak, 2012

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TUBA TÜMER, tarafından PROF. DR. NİHAYET BİZSEL yönetiminde hazırlanan “GÜNLÜK FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİ, İNCİRALTI, İZMİR KÖRFEZİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Nihayet BİZSEL

Yönetici



Prof. Dr. Hüseyin Avni Berli

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Gılnur Metin

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda fikir aşamasından yazım aşamasına kadar hiçbir desteği esirgmeden, bana her konuda yardımcı olan değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Nihayet Bizsel'e sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan ve sorduğum her soruyu büyük bir sabırla yanıtlayan sevgili arkadaşım Araş. Gör. Burak Evren İnanan' a teşekkür ederim.

TÜBİTAK 107Y225 proje çalışanları Uzm. Sezgi Adalıoğlu ve yüksek lisans öğrencileri Ceren Ergüden, Janset Kankuş, Şebnem Kuşcu, Reyhan Sönmez, Fethi Bengil ve Araş. Gör. Murat Özaydınlı'ya teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarında, örnekleme esnasında bana yardımcı olan arkadaşlarım yüksek lisans öğrencileri Özge Özgen, ve Damla Hepsöğütlü'ye, örnekleme aleti konusunda yardımcı olan Araş. Gör. Remzi Kavcıoğlu'na, örnekleme istasyonu haritalarının oluşturulmasında yardımcı olan Uzm. Gökhan Kaboğlu'na teşekkür ederim.

Ayrıca bütün tez çalışmam boyunca verdikleri tüm destek ve sonsuz sabırdan dolayı aileme çok teşekkür ederim.

Çalışma TÜBİTAK 107Y225 no.lu proje tarafından desteklenmiştir.

Tuba TÜMER

GÜNLÜK FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİ İNCİRALTI, İZMİR KÖRFEZİ

ÖZ

Bu çalışmada İzmir Körfezi Üçkuyular Feribot İskelesi'nde belirlenen bir istasyondan günaşırı örnekleme sonucu fitoplankton ve çeşitli fizikokimyasal parametrelerin fitoplankton ile olan ilişkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Dictyochophyceae, Eubriidea ve Raphidophyceae sınıflarına ait toplam 72 tür saptanmıştır. Protozoa grubu, sınıflarına göre ayrılmamış, kantitatif olarak değerlendirilmiştir. Ölçülen fizikokimyasal parametreler; fosfat, nitrat, nitrit, amonyum, silikat, askıda katı madde, klorofil-a, sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, pH ve oksijendir. Çalışmada örnekleme zamanlarının planktonik topluluklar bakımından kantitatif olarak benzerlikleri kümelenme (Cluster) ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizleri ile; çeşitli fizikokimyasal parametreler ve plankton gruplarının birey sayıları arasındaki benzerlikler ve değişkenliklerin nedeni Temel Bileşenler Analizi (PCA) ile; fizikokimyasal parametreler ve plankton sınıfları arasındaki etkileşim korelasyon analizi ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Fitoplankton kompozisyonuna bakıldığında Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıfının tür ve birey sayısı bakımından öteki sınıflara baskın olduğu belirlenmiştir. Tür sayısı bazında bu iki baskın sınıf arasında büyük farklılıklar bulunmazken, hücre sayısı bakımından diatomların üstün olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ayrıca çalışmada toksik ve potansiyel zararlı olabilecek türler saptanmıştır. Bu türler tür sayısı bakımından çok zengin olmamakla birlikte, birey sayıları bakımından milyonu aşan değerlere ulaştığı görülmüştür. Bu da ortamın ötrofikasyonunun ve aşırı derecede kirlenmeye maruz kaldığının bir göstergesidir.

Anahtar Sözcükler: İzmir Körfezi, fitoplankton, toksik fitoplankton, Temel Bileşenler Analizi (PCA).

DAILY PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION IN INCIRALTI, IZMIR BAY

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the relationships between phytoplankton and some physicochemical parameters from a station which was determined in İzmir Bay, Üçkuyular Ferry Port, with the samplings every other day. During the study period, 72 phytoplankton species were determined belonging to the classes Bacillariophyceae, Dinophyceae, Dictyochophyceae, Euglenophyceae, Raphidophyceae and Ebridea. Besides phytoplankton, the group Protozoan was also examined. As environmental parameters; temperature, salinity, phosphate, nitrate, nitrite, ammonium, silicate, total suspended solids, chlorophyll-a, conductivity, pH and oxygen were considered together with phytoplankton abundances. It has been elucidated similarities and/or dissimilarities of phytoplankton species by using Cluster and MDS (Multidimensional scaling) analysis and to show temporal differences and driving forces of environmental parameters by using PCA (Principal Components Analysis). Considering the phytoplankton composition, Bacillariophyceae and Dinophyceae are dominant to the other classes with regard to species and individual number. As there are not great differences between these two dominant classes with respect to species number, diatoms are superior with regard to cell number.

In this study, which is also toxic and potentially harmful species have been identified. Although these species are not very rich in terms of number of species, in terms of the number of individuals were reached over a million. This is an indication of the environment that exposed extremely polluted and eutrophic.

Keywords: İzmir Bay, phytoplankton, toxic phytoplankton, Principal Component Analysis (PCA).

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 İzmir Körfezi'nde Fitoplankton ile İlgili Yapılan Çalışmalar	4
BÖLÜM İKİ- MATERYAL VE METOT	9
2.1 Çalışma Alanı	9
2.1.1 Çevrenin İklimi.....	12
2.2 Örnekleme ve Ölçümler	13
2.2.1 Örnekleme.....	13
2.2.2 Fiziksel Ölçümler.....	13
2.2.2.1 Toplam Askıda Katı Madde (AKM).....	13
2.3 Kimyasal Ölçümler.....	13
2.4 Biyolojik Ölçümler.....	14
2.4.1 Klorofil-a	14
2.4.2 Fitoplankton Sayımı.....	15
2.5 İstatistiksel Analizler	15
BÖLÜM ÜÇ- BULGULAR.....	17
3.1 Fizikokimyasal Değişkenlerde Meydana Gelen Günlük Değişimler	17
3.1.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve pH	17
3.1.2 Çözünmüş Oksijen, İletkenlik ve Secchi Disc Derinliği	19
3.1.3 Askıda Katı Madde (AKM) ve Klorofil-a	20

3.1.4 Besin Tuzları (fosfat, nitrit, nitrat, silikat ve amonyum)	21
3.2 Besin Tuzu Oranları	24
3.3 Örnekleme Alanında Fitoplankton Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler	25
3.3.1 Bacillariophyceae (Diatom).....	32
3.3.1.1 Bacteriastrum sp.....	34
3.3.1.2 Chaetoceros sp.	34
3.3.1.3 Coscinodiscus sp.	35
3.3.1.4 Dactyliosolen fragilissimus	36
3.3.1.5 Ditylum brightwelli	36
3.3.1.6 Licmophora abbreviata.....	37
3.3.1.7 Navicula sp.....	37
3.3.1.8 Pleurosigma sp.	38
3.3.1.9 Skeletonema costatum.....	38
3.3.1.10 Thalassiosira sp.	39
3.3.2 Dinophyceae	40
3.3.2.1 Amphidinium crassum	42
3.3.2.2 Ceratium lineatum	43
3.3.2.3 Diplopsalis sp.	43
3.3.2.4 Gymnodinium sp.....	44
3.3.2.5 Gyrodinium fusiforme.....	44
3.3.2.6 Heterocapsa sp.	45
3.3.2.7 Katodinium glaucum.....	45
3.3.2.8 Oxyphysis oxytoxoides	46
3.3.2.9 Protoperidinium conicum.....	46
3.3.2.10 Protoperidinium depressum	47
3.3.3 Diğer Sistematik Gruplar	47
3.3.3.1 Cryptophyceae.....	49
3.3.3.2 Pyramimonas sp.	49
3.3.3.3 Eutreptiella gymnastica.....	50
3.3.3.4 Dictyocha sp.....	50
3.3.3.5 Ebria tripartita	51
3.3.4 Protozoa	52

3.3.5 Toksik ve/veya Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri.....	53
3.3.5.1 Cerataulina pelagica	53
3.3.5.2 Ceratium furca.....	54
3.3.5.3 Cylindrotheca closterium	55
3.3.5.4 Dinophysis acuminata	55
3.3.5.5 Dinophysis caudata	56
3.3.5.6 Dinophysis rotundata	56
3.3.5.7 Dinophysis sacculus	57
3.3.5.8 Gonyaulax spinifera	57
3.3.5.9 Karenia mikimotoi	58
3.3.5.10 Leptocylindrus danicus	58
3.3.5.11 Noctiluca scintillans	59
3.3.5.12 Prorocentrum micans	59
3.3.5.13 Prorocentrum minimum	60
3.3.5.14 Prorocentrum triestinum.....	60
3.3.5.15 Protoperidinium quinquecorne.....	61
3.3.5.16 Pseudonitzschia sp.	61
3.3.5.17 Scrippsiella trochoidea	62
3.3.5.18 Thalassionema nitzschioides	62
3.4 İstatistiksel Analizler	65
3.4.1 Su Kalite Parametreleri ve Plankton Sınıfları Verileriyle Gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) Sonuçları ..	65
3.4.3 Su Kalite Parametreleri ve Toksik Fitoplankton Verileriyle Gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) Sonuçları	68
3.4.4 Kantitatif Bulgular Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları.....	71
3.4.4.1 İlkbahar Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları	71
3.4.4.2 Yaz Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları	72

3.4.4.3 Sonbahar Dönemi Kümelenendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları	74
3.4.4.4 Kış Dönemi Kümelenendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları	76
BÖLÜM DÖRT- TARTIŞMA VE SONUÇ.....	79
4.1 Sonuçlar.....	79
4.2 Öneriler.....	93
KAYNAKLAR	95
EKLER.....	106

BÖLÜM BİR

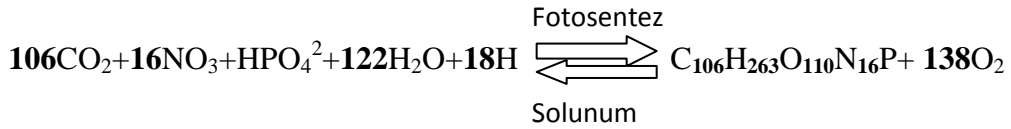
GİRİŞ

1.1 Giriş

Su yüzeyi ve/veya su kolonunda asılı kalabilen ya da biraz yüzebilen genellikle su hareketleriyle pasif olarak yer değiştiren tek hücreli ve fotosentez yeteneğine sahip bitkisel organizma grubu fitoplankton olarak tanımlanmaktadır. Plankton terimi ilk kez 1886 yılında Victor Hensen tarafından kullanılmış ve bu grubun önemi 19. yy'da kavranarak konuyla ilgili bilimsel çalışmalar başlatılmıştır (Özel, 1992).

Fitoplanktonik organizmalar besin zincirinde inorganik maddeden organik maddeyi üreten birincil üreticilerdir. Fotosentez sürecinde H₂O ve CO₂ den organik maddeyi üretmek için ışık enerjisi kullanılır. Sonrasında su moleküllerinin parçalanmasıyla son ürün olarak O₂ serbest kalır. Organik maddenin oluşumu dolayısıyla diğer plankterler için besin tabanını meydana getirirler ve O₂'nin serbest kalmasıyla da diğer canlıların solunumuna imkan verirler (Sommer, 1994).

Genel fotosentez ve solunum denklemi aşağıdaki gibidir:



Genel olarak fitoplankton hücreleri bölündükçe, hücrelerin yarısı ölür diğer yarısı da, karides, balık ve daha büyük canlılara besin olacak olan zooplanktonca tüketilir. Böylelikle fitoplankton birincil üretimin en önemli ögesi olarak görülür (Falkowski, 2002).

Dünyanın büyük bir kısmını kaplayan okyanus ve denizlerde bulunan fitoplanktonik canlılar, denizel birincil üretimin %95'ini oluşturur (Valiela, 1984).

Dünya okyanuslarındaki fitoplanktondan kaynaklanan birincil üretimin yaklaşık 20×10^9 ton/yıl olduğu ve bu üretimin %25'inin diatomlarca sağlandığı tahmin edilmektedir (Lalli ve Parsons, 1993). Fitoplankton tüm yeryüzü fotosentezinin %40-55'ini gerçekleştirir (Shi et al., 2005).

Fitoplanktonun özellikle açık denizlerde sadece pelajik değil bentik bölgede de ikincil üretim için oldukça büyük öneme sahip olduğu bilinmektedir (Friedrich, 1969). Buna karşılık okyanuslarda biyolojik üretimin %95'inin kıyıda 200 mil açığa kadar olan ve "Özel Ekonomik Bölge" olarak adlandırılan bölgelerde üretildiği bilinmekle beraber, bu bölgeler çevresel atıklar nedeniyle kirlilikten kaynaklanan stres altındadır (Sherman ve diğer., 1990). Bu bölgeler birincil üretimi gerçekleştiren fitoplanktonik organizmaların hücrel aktivitesini sağlayabilmeleri için gerekli besleyici maddeler bakımından zengindir.

Ancak dünyadaki toplam insan nüfusunun % 60' ı 100 km genişliğindeki bir kıyı şeridi içerisinde yaşamaktadır ve bunun gelecekte daha fazla artacağı tahmin edilmektedir. Kıyısız bölgelerde insan nüfus ve faaliyetlerinin artması ile birçok kıyısız ekosistemde su kalitesi bozulmaya başlamıştır (Newton ve diğer. 2003). Günlük hayatta endüstriyel faaliyetler, tarım alanlarındaki faaliyetler, evsel atıkların neden olduğu antropojenik karasal girdiler nedeniyle kıyısız sularda özellikle organik maddenin ve buna bağlı olarak da besin tuzu seviyesinin artması ötrofikasyona neden olarak uzun vadede olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Ötrofikasyon ekosistemdeki organik madde artışının yol açtığı bir proses olarak tanımlanmaktadır. Kıyısız ekosistemlerdeki organik madde artışını birçok faktör ve/veya mekanizma etkilemesine rağmen, en temel ve yaygın faktör besin tuzlarındaki artıştır (Nixon, 1995).

Ötrofikasyonun etkileri makronütrientlerin yüksek seviyede bulunması, algler ve makrofitler tarafından gerçekleşen birincil üretim ve bunu takiben meydana gelen geniş bitki biyomasının yol açtığı ve sonunda dipte ve sedimentte anoksik koşulları hazırlayan aşırı oksijen tüketimi olarak sıralanabilir. Ötrofikasyonun gelişmesiyle birlikte fitoplankton komünitesi değişir, önceden tahmin edilemeyen, alışılmamış alg

artışları meydana gelir. Bentik metabolik prosesler oksijenliden oksijensiz organik madde yıkımına döner, hidrojen sülfür dip sularında serbest kalır.(Meyer-reil ve Köster 2000).

Fitoplankton çözülmüş inorganik azotun 0,2-0,3 μM gibi düşük konsantrasyonlarını bünyesine alabilme yeteneğine sahiptir. Deniz ve göl yüzey sularında çözülmüş inorganik azot kaynağı olarak nitrat bol bulunmasına rağmen, 0,15-0,50 mM konsantrasyonunda amonyumu tercih eder (Owens and Esaias, 1976). Çünkü NO_3 iyonlarının absorpsiyonu sırasında yüksek miktarlarda enerji gerektirdiği için bunu enzimatik faaliyetlerin azalmasıyla yapabilir. Fitoplankton tarafından kullanılmayan amonyum hızlı bir biçimde yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrate dönüşür. Nitrifikasyon adı verilen bu oksidasyon olayı denizlerdeki nitrat bakterileriyle yapılmaktadır. Nitrifikasyon sürecinde oksijen tüketimi nedeniyle suyun oksijen konsantrasyonunda azalma olmaktadır. 1 mM amonyak azotu nitrate dönüştüğünde 3,87 mg/l oksijen tüketmektedir. Denitrifikasyon olayı ise bakterilerin nitratı nitrite ve hatta çözülmüş azot moleküllerine dönüştürmesidir. Bu olay sadece deniz suyundaki oksijen konsantrasyonunun önemli ölçülerde düştüğü yerlerde görülür (Yaramaz, 1992).

Aşırı fitoplankton üremeleri (harmful algal blooms, HABs) son yıllarda giderek daha sık ve yaygın bir şekilde rapor edilmektedir. İlginç olan husus, yaklaşık 5000 civarındaki fitoplankton türünden sadece % 2'sinin zehirli/zararlı olmalarına karşın, ekosistem üzerinde çok fazla etkili olabilmeleridir (Landsberg, 2002).

İzmir Körfezi'ndeki ilk aşırı artış olayı ve buna bağlı olarak balık ölümleri 1950'li yılların ortalarında rapor edilmiştir (Numann, 1955; Acara and Nalbandoğlu, 1960). İzmir Körfezi 1970'li yıllardan itibaren giderek artan evsel ve endüstriyel kirlilik baskısı altında kalmıştır (Başoğlu, 1975). Şehrin arıtılmayan atık su deşarjı akıntılar tarafından uzaklaştırılamamıştır ve körfezde kirliliğe, ötrofikasyonun gelişmesine yol açmıştır. Böylelikle ilkbahar ve sonbaharda fitoplankton aşırı çoğalmaları birçok sebebe bağlı olarak gelişmiştir. Bu olay suyun renk değiştirmesi, midyeler üzerinde toksik etkilere yol açma, ölümlere neden olma, balık kırımları ve

bölgesel oksijen azalmaları gibi özellikleriyle karakterize edilir. Bütün bu gelişmelere bağlı olarak da İzmir İç Körfezi, türlerin terk ettiği sadece kirliliğe dayanıklı birkaç türün kaldığı, yüzme ve eğlence aktiviteleri bakımından uygunsuz bir ortama dönüşmüştür. İç Körfez'in doğusu kötü kokusuyla -özellikle yaz aylarında- bir çeşit deşarj alanı olmuştur (Büyükışık ve diğerleri 1997). Sözkonusu antropojenik girdiler sonucu artan zararlı alg olayları Koray tarafından yapılan çalışmalarda ele alınmıştır (1992, 1994).

İzmir Körfezi pis su deşarjı alıcı ortamı olarak karşılaştığı yoğun kirliliğe karşın çevresindeki yerleşmenin 5000 yıllık geçmişi ile günümüzde de ulaşım, ticaret, rekreasyon, balıkçılık gibi işlevlerini sürdürmeyi başarmıştır. Bugün büyük kanal projesinin çeşitli temel öğeleri ve atık su arıtma tesisi etkinleştikçe, yukarıda belirttiğimiz temel işlevini sürdüreceği izlenimini vermektedir. Bunun sağlanabilmesinin önemli bir ek koşulunun ise kirliliğin durdurularak, sürecin tersine çevrilmesinin yanı sıra körfez kıyı çizgisinin sabitleştirilerek korunması ve kıyı kenar kullanımlarının bir yönetim denetim sistemi altına alınması olarak düşünülmelidir (İTO, 2003).

Böylesi bir kirlilik yüküyle baş etmeye çalışan İzmir Körfezi'nde yapılacak sözkonusu çalışmada:

- Kısa zaman serili fitoplankton değişimi,
- Bu değişimin fizikokimyasal ortam parametreleri, besleyici elementler ve meteorolojik verilerle olan ilişkilerini incelemek,
- Toksik ve potansiyel zararlı türleri tespit edebilmek ve bunların gelişimini etkileyen çevresel faktörlerin belirlenmeye çalışılması amaçlanmıştır.

1.2 İzmir Körfezi'nde Fitoplankton ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye denizlerinde fitoplankton üzerine yapılan araştırmaların büyük bir kısmı Ege Denizi'nde özellikle de İzmir Körfezi'nde gerçekleştirilmiştir. İzmir

Körfezi'nde fitoplanktonla ilgili ilk bilimsel çalışma Numan (1955) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma, tür adı verilmeden fitoplanktonun aşırı artışı dolayısıyla balık kırımından söz edilmiş ilk yayındır.

Fitoplankton türleri üzerine ilk kalitatif çalışma 1967 yılında Ergen tarafından gerçekleştirilmiştir. 1968 yılında Geldiay ve Ergen yaptıkları çalışmada zırhsız deniz flagellatlarını incelemişlerdir. Öber (1972), *Ceratium* cinsini incelemiş ve bunu takiben Geldiay ve Uysal (1978), C 14 yöntemi ile primer produktivite ölçümünü gerçekleştirdikleri bir çalışma yapmıştır.

Koray ve Gökpinar (1983), *Ceratium* Schrank cinsi türlerinin dağılımları ve özelliklerini incelemişlerdir. Gökpinar ve Koray (1983), *Rhizosolenia* (Ehrenberg) Brightwell cinsi türleri üzerine gözlemler yapmışlardır. Büyükkışık ve Koray (1984), İzmir Körfezi'nde liman bölgesinde aşırı biyolojik aktivitenin oluşturduğu oksijen tüketiminin nedenleri ve sonuçları üzerine çalışmışlardır.

Koray (1985), İzmir Körfezi'nin mikrop planktonunda meydana gelen değişimlerde ortam faktörlerinin rolü üzerine çalışmıştır. Diatom, Dinoflagellat ve Tintinidler'in tür kompozisyonu incelenmiş, ayrıca evsel ve endüstriyel atıklarla kirletilen iç körfeze Ege Denizi'nden gelen oligotrofik su kütlesi nedeniyle bu organizma gruplarının etkilendiğini açıklamıştır.

Koray ve Büyükkışık (1988), İzmir Körfezi'nin kirletilmiş bölgelerinde fizikokimyasal parametreler ile primer ve sekonder ürün arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak incelemişlerdir.

Koray ve Büyükkışık (1987), mikrop planktonik türlerin tür zenginlikleri ve Shannon-Wiener çeşitlilik indekslerinin fizikokimyasal koşullarla ilişkilerini İzmir Körfezi'nin kirletilmiş bölgesinde incelemiştir.

Koray ve Büyükkışık (1988) tarafından ekosistem üzerinde hayati öneme sahip olan Dinoflagellatların aşırı çoğalmaları araştırılmıştır. Koray ve Büyükkışık (1992)

tarafından fitoplanktonun gelişiminde önemli bir yer tutan ışık, sıcaklık ve besin tuzuna bağlı model çalışmaları yapılmıştır. Yine 1992 yılında Koray ve diğerleri red tide ve diğer aşırı üreme olaylarını araştırarak bu olaylara sebep olan organizmaların özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Koray (1992), aşırı üreme olaylarında rastlanan toksik ve zararlı türlerin insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili bir çalışma ortaya koyarak konunun halk sağlığı açısından önemine vurgular yapmıştır. Aydın (1993), besin tuzunun fitoplankton üzerine sınırlayıcı etkilerini saptamak amacıyla monod kinetiği metoduyla ilgili çalışmalar yapmıştır.

Koray (1994), yaptığı çalışmada zehirli ve zararlı fitoplankton türlerinin izlenmelerinde takip edilecek stratejileri ortaya koymuştur. Ayrıca aşırı üremelere neden olan fiziksel, kimyasal ve biyotik faktörleri incelemiştir. Aşırı üreme olaylarının büyük bir bölümünün sucül ekosistemlerde besin tuzu artışının gerçekleştiği, kış mevsimini izleyen günlerde bu artışın gözlemlendiği sonucuna varılmıştır. 1994 yılında Parlak ve diğerleri fitoplanktonun gelişiminde etkili olan iz metallerin fitoplankton aşırı çoğalmalarıyla ilişkilerini araştırmışlardır. Koray (1995), körfezin neritik sularında süksesyon, diversite ve besin tuzlarıyla ilgili kapsamlı bir çalışma sunmuştur.

Zehirli ve zararlı alglerle yapılan çalışmalarda (Koray, 2001, Koray, 2002a, Koray, Çolak Sabancı, 2001, Koray ve Çolak Sabancı, 2004) ülkemizde rapor edilen fitoplankton türlerinin yaklaşık %10'nun zehirli-zararlı aşırı üreme oluşturdukları ve bunlardan sadece %5'nin bilinen fitoplanktonik toksinleri sentezleyerek balık ölümleri ile birlikte ekosistem düzeyinde katastrofi oluşturabildikleri sonucuna varılmıştır.

Çolak Sabancı ve Koray (2001)'in İzmir Körfezi'nde yaptıkları çalışmada artan ötrofikasyonun tüm fauna ve flora üzerinde olumsuz etki yaparak tür zenginliği ve çeşitliliğini azalttığı sonucuna varılmıştır.

Bizsel ve Bizsel (2002), İzmir Körfezi'ndeki bazı mikroalg patlamalarını incelemişler ve yeni toksik türler (*Heterosigma cf. akashiwo* ve *Gymnodinium cf. mikimotoi*) rapor etmişlerdir. Ayrıca organizmalarla su kalite parametrelerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.

Bizsel ve Cirik, (2002), heterotrof bir dinoflagellat olan *Hermesinium adriaticum* türünü İzmir Körfezi'nde yeni kayıt olarak sunmuşlardır. Bizsel ve diğer. (2001), İzmir Körfezi'nde fosfat, klorofil-a ve fitoplankton bolluk dağılımını mevsimsel olarak izleyerek fosfatın fitoplankton tarafından kullanılarak fitoplankton artışı olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Çolak Sabancı ve Koray (2005), Çiğli Atıksu Arıtma ünitesinin 2000 yılında devreye girmesiyle tür çeşitliliğinde istatistiksel olarak pozitif artışın meydana geldiğini saptamışlar ve sonuçlar student-t testleri ve diskriminant analizleri ile desteklenmiştir.

Kükreer ve Aydın (2006), İzmir Körfezi'nde Karşıyaka Yat Limanı istasyonunda 2003–2004 yılları arasında zamana bağlı olarak fitoplankton türlerinin kompozisyonu ve fizikokimyasal ortam parametrelerindeki değişimleri araştırmışlardır.

Garip (2006), İzmir iç körfezi fitoplankton toplulukları üzerine İzmir Büyük Kanal Projesi'nin oluşturduğu etkileri incelemiştir. Haftalık örnekleme sonuçlarında limitleyici elementin azot olduğu anlaşılmıştır, İzmir Körfezi'nde deniz suyunun ışık geçirgenliğinin büyük ölçüde artmış olduğu gözlenmiştir.

Süzal ve diğer. (2008), Gediz nehri ağızdaki besin tuzlarının araştırıldığı çalışmada bu parametrelere ait verilerin oldukça yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bu da Gediz nehrinin kirlilik derecesini ve İzmir Körfezi'ne olası etkisini ortaya koymaktadır.

Uzar, Aydın ve Minareci (2010), İzmir Körfezi'nde sediment yüzeyinde Dinoflagellat kistlerini araştırdıkları çalışmada 28 tip kist tanımlamışlardır. Bunlardan en yaygın olanların *Lingulodinium machaerophorum*, *Polykrikos kofoidii*, *Quinquecuspis concreta* ve *Dubridinium caperatum* olduğunu belirlemişlerdir.

Aydın ve diğer., (2011), İzmir Körfezi'nde 13 istasyondan topladıkları fitoplankton örneklerinde kist araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgular sonucunda İzmir Körfezi'nin gelecekte aşırı üremelere yol açan toksik ve/veya potansiyel zararlı fitoplanktonlara maruz kalacağını belirtmişlerdir.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

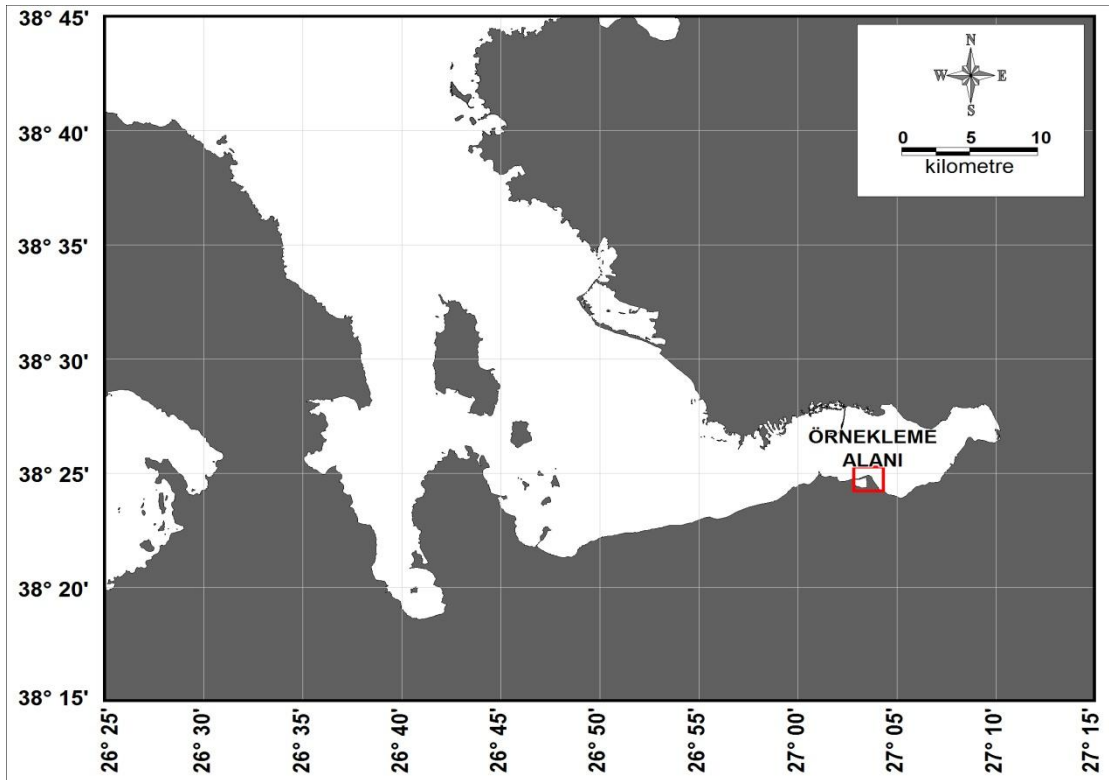
2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı İzmir İç Körfezi'ndeki 27°4'17.19" Doğu enlemleri ile 38°24'20.29" Kuzey boylamları arasında yer alan Üçkuyular Feribot İskelesi'nde belirlenen bir istasyondur. Türkiye'nin en büyük doğal körfezi olan İzmir Körfezi, Ege Denizi'nin yaklaşık 60 km. kadar Batı Anadolu'nun içine sokulmasıyla oluşmuş (Cirik v.d., 1990), Türkiye'nin batı ucunda Karaburun ve Çeşme Yarımadaları'nın korumasında derinlemesine uzanan "L" biçiminde bir deniz girintisidir. Bu girinti kuzeyden güneye 40 km uzunluğunda 20 km genişliğinde, batıdan doğuya 24 km uzunluğunda ve 5 km genişliğindedir. Körfez, kirlilik yükleri göz önüne alınarak; iç, orta ve dış körfez olarak üç bölümde incelenmektedir. Sözkonusu üç bölümde derinlik, iç körfezde 20 metre, orta körfezde 40 metre, ve dış körfezde 65 metredir. Körfezin toplam su hacmi ise yaklaşık $10 \times 10^9 \text{ m}^3$ 'tür (İTO, 2003).

İzmir Körfezi, özellikle İç Körfez, 1960-1992 yılları arasındaki dönemde kentteki aşırı nüfus artışı, göç, çarpık kentleşme, hızlı sanayileşmeye bağlı olarak, evsel, endüstriyel atık sular ile tarımsal sulamadan geri dönen suların körfeze dökülmesiyle, giderek hızlanan bir süreç içinde kirliliğin yoğunlaştığı bir alan haline gelmiştir (Gündoğdu ve diğer., 2007).

İç körfez yaklaşık 3 buçuk milyon nüfusa sahip İzmir şehri kıyı şeridini kapsayan bölgesidir. Önemli ekolojik etkiye sahip olan İzmir Limanı da iç körfezde yer alır. 2000 yılında tamamlanan, tam kapasitesi 7,5 m³/saniye'ye kademeli olarak 2002 yılında ulaşan, 2004 yılında artılan toplam atık su miktarı 204 milyon ton olan Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi ve yine 2004 yılında 7.861.104 m³ atık suyun arıtıldığı Güneybatı Atıksu Arıtma Tesisi (Güzelbahçe) körfezin ekolojisi açısından önemli gelişmelerdir (Atıksu Pompa Tesisleri Şube Müdürlüğü, <http://www.izmir.bel.tr>).

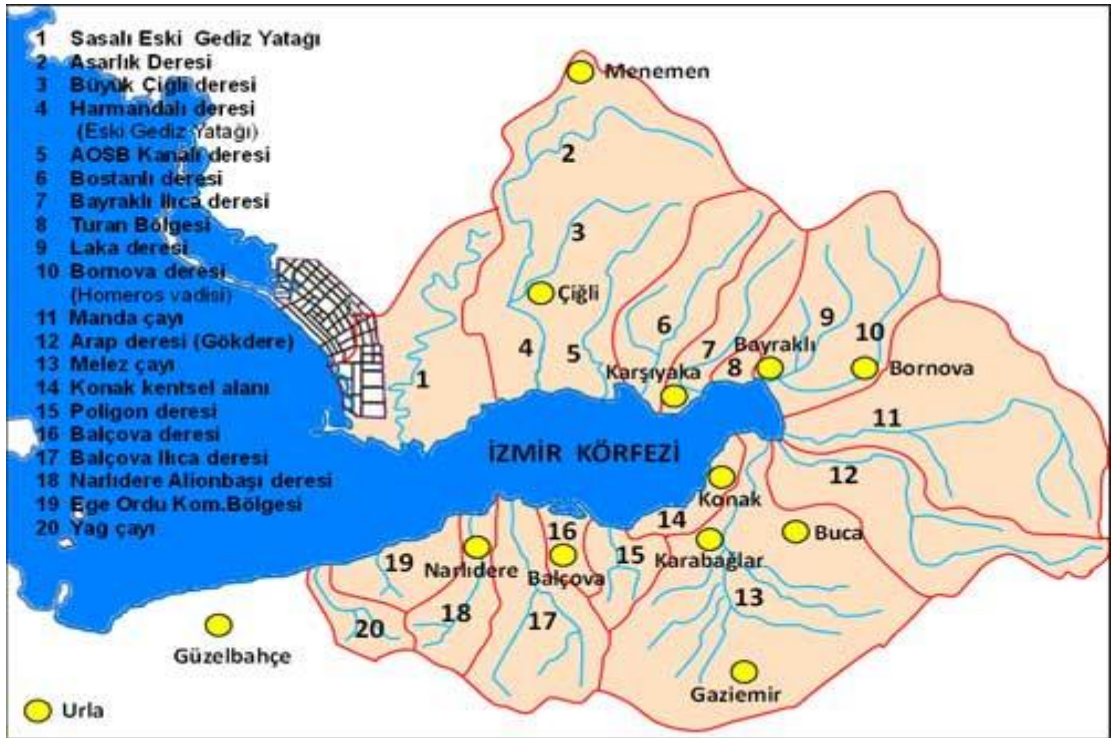
Sözkonusu çalışmada İzmir Körfezi (Şekil 2.1) Üçkuyular Feribot İskelesi'nde belirlenen istasyondan (Şekil 2.2) 2010 Mart ayından başlamak üzere 13 ay boyunca (2011 Mart ayı dahil) günaşırı örnekleme yapılmıştır. Örnekleme istasyonunun 200 m yakınında, İzmir Körfezi'ne dökülen poligon deresi bulunmaktadır. Poligon deresi (Şekil 2.3), 11,7 km² havza alanı ve yılda 2,48 milyon metreküp su potansiyeliyle İzmir iç körfezine dökülen 20 dereden biridir (www.izsu.gov.tr).



Şekil 2.1 İzmir körfezi örnekleme alanı.



Şekil 2.2 İzmir körfezi uçkuyular feribot iskelesi örnekleme istasyonu.

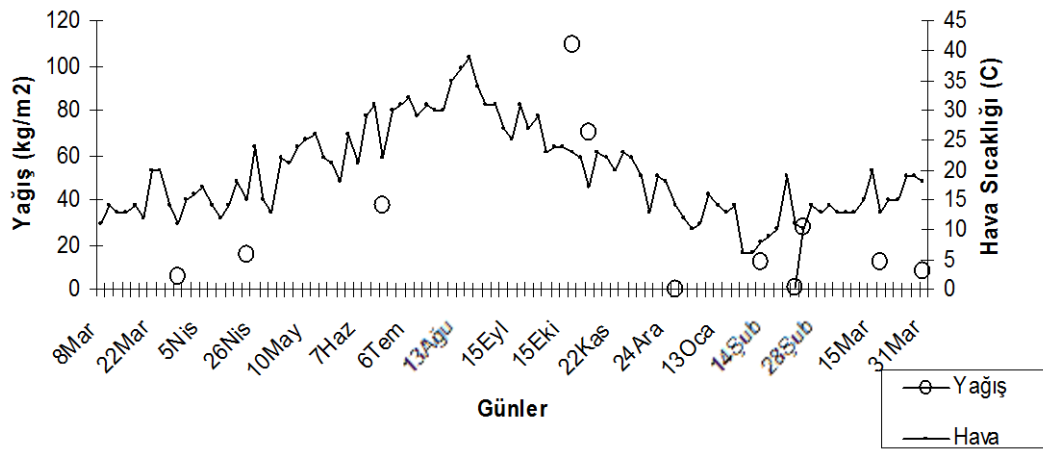


Şekil 2.3 İzmir Körfezine dökülen büyük dereler (www.izmir.bel.tr).

2.1.1 Çevrenin İklimi

Kendi adını taşıyan körfezi çevreleyen 30 km'lik yay üzerinde gelişen ve bir ova ile bu sahil üzerindeki alçak tepelerde kurulmuş olan İzmir, deniz ikliminin bütün özelliklerini gösterir. İzmir'in coğrafi konumu nedeniyle il sınırları içinde hemen her tarafta benzer iklim özellikleri görülür.

İzmir'de genel olarak Akdeniz ikliminin Kıyı Ege alt tipi görülür. Yani, yazları Akdeniz kıyı şeridiyle aynı sıcaklıkta ve kurak, kışları ılık ve Batı Akdeniz'den daha az yağışlıdır. Sıcaklık ortalaması yüksek olan İzmir'de, ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu Temmuz ayının uzun yıllar değeri 27,6 derece, en düşük ortalama değer Ocak ayında 8,6 derecedir (www.izto.org.tr). Şekil 2.4'te çalışma boyunca İzmir'in yağış ve hava sıcaklığı grafiği verilmiştir. Yıl boyunca en yüksek hava sıcaklığının 20 Ağustos'ta 39 °C, en fazla yağış miktarının 19 Ekim'de 109,30 kg/m² olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4 Örnekleme alanının Mart 2010-Mart 2011 arasındaki toplam yağış ve hava sıcaklığı değerleri.

2.2 Örnekleme ve Ölçümler

2.2.1 Örnekleme

Su örnekleri Van Dorn tipi su örnekleyicinin yapısı model alınarak tasarlanan fitoplankton örnekleme aleti yardımıyla 5 lt'lik polietilen şişelere alınarak lügol ile fikse edilmiştir. Aynı su kütesinden örnekleme yapılması amacıyla su örnekleri her örneklemede 0,5 m den ve genelde aynı zamanda (sabah saat 10.00-11.00) alınmıştır.

2.2.2 Fiziksel Ölçümler

Su sıcaklığı, pH, tuzluluk, iletkenlik ve çözünmüş oksijen değerleri WTW Multi 340i marka taşınabilir ölçüm aletiyle “in situ” olarak arazide ölçülmüştür. Bulanıklık ölçümlerinde ise Secchi-disc kullanılmıştır.

2.2.2.1 Toplam Askıda Katı Madde (AKM)

Toplam askıda katı maddeyi (AKM) belirlemek amacıyla 0,45 micron göz açıklığındaki Schleicher & Schuell marka filtre kullanılmıştır. Bunun için etüvde 105°C'de 24 saat bekletilen ve daha sonra desikatörde en az 2 saat tutulduktan sonra hassas terazide (Sartorius) kuru ağırlığı belirlenen filtreden 0,5-1,5 lt hacminde deniz suyu geçirilmiştir. Daha sonra filtre tekrar etüvde 105 °C'de 24 saat bekletilip desikatörde de en az 2 saat tutulduktan sonra son tartımı alınmış ve toplam askıda katı madde aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$AKM = (\text{son filtre ağırlığı}(\text{gr}) - \text{ilk filtre ağırlığı}) / \text{süzülen hacim}(\text{ml}) * 1.000.000$$

2.3 Kimyasal Ölçümler

Besin tuzu ölçümleri için AKM filtresinden süzülen su örnekleri %10'luk HCl çözeltisi ile temizlenmiş ve etüvde kurularak hazırlanmış olan 100 ml'lik polietilen kaplara konularak derin dondurucuda analiz gününe kadar saklanmıştır. Su örnekleri

analizden önce derin dondurucudan çıkarılmış ve oda sıcaklığında çözüldükten sonra NO_2^- (Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. 1983), Si(OH)_4 (Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. 1983), NH_4^+ (Reusch Berg, B., Abdullah, M.I. 1977) analizleri standart prosedürlere uygun olarak T80+ UV/VIS marka spektrofotometre ile kalibrasyon eğim değeri göz önüne alınarak ölçülmüştür. PO_4^{-3} (APHA-AWWA-WPCF 2005) ve NO_3^- (APHA-AWWA-WPCF 2005) ölçümleri Two Channel Scalar Otoanalizör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.4 Biyolojik Ölçümler

2.4.1 Klorofil-a

Klorofil-a miktarının hesaplanması için yukarıda belirlenen istasyondan alınan deniz suyu örnekleri 0,45 micron göz açıklığındaki Schleicher & Schuell marka filtreden süzölmüş ve süzme sırasında 1 ml % 5 lik MgCO_3 eklenmiştir. Süzme işlemi bittikten sonra örnekler alüminyum folyo ile sarılı cam tüplerin içerisinde analize kadar derin dondurucuda $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de saklanmıştır. Analizden önce filtrelerin 10 ml % 90 'lık asetonda çözünmesi sağlanmış, "homogenizer" ile gün içerisinde 1'er dakika en az 5 kez karıştırılmıştır. Daha sonra 1 gece buzdolabında bekletilen örnekler yaklaşık 10 dakika 2500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Örnekler santrifüj edildikten sonra süpernatant fazdan 2,5 ml alınarak 1 cm genişliğindeki spektrofotometre hücresine konulmuş (T80+ UV/VIS) ve 750, 664, 645 ve 630 nm dalga boylarında absorbanı okunmuştur.

Daha sonra aşağıdaki formül (Lorenzen ve Jeffrey, 1980) kullanılarak klorofil a değeri hesaplanmıştır:

$$\text{Klorofil a } (\mu\text{g/L}) = \frac{[11.85 (\text{Abs}664) - 1.54 (\text{Abs}645) - 0.08 (\text{Abs}630)] E(F)}{V(L)}$$

F = Seyreltme Faktörü

E = Ekstraksiyon için kullanılan aseton miktarı (mL)

$$V = \text{Filtre edilen su hacmi (L)}$$

2.4.2 Fitoplankton Sayımı

Kantitatif fitoplankton örnekleme için belirlenen istasyondan Van Dorn tipi su örnekleme cihazının yapısı model alınarak tasarlanan su örnekleme cihazı kullanılmış ve su örneği 5 litrelik polietilen bidona konulmuştur. Bu materyal lugol ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnek, organizmaların çökmesi için 1 hafta süresince karanlık bir ortamda bekletilmiş ve üsteki sıvı kısmın sifonlanmasıyla örnek 250 cc'lik mezürlere aktarılmıştır. Bunu takiben mezürlerde çökelen örnekler 10 cc'lik cam tüplere alınmıştır ve bu materyalin üzerine sonuç konsantrasyonu % 4 olacak şekilde formaldehit eklenmiştir. Homojenizasyon sağlandıktan sonra sayıma başlanmıştır. Sayım işleminde tek damla yöntemi kullanılmış olup, sayım işlemi tamamlandıktan sonra başlangıç hacimleri bilinen örnekten elde edilen fitoplankton sayım sonuçları geri hesaplama yoluyla hücre/litre şekline dönüştürülmüştür (Venrick, 1978; Semina, 1978).

Saptanan türlerin sınıf, takım, familya, cins gibi sistematik gruplara yerleştirilmesinde ve tayinlerinde, Trégouboff ve Rose (1957), Cupp (1977), Wood (1968), Hasle, Tangen ve Thronsen (1984), Balech (1988), Nezan ve Piclet (1996), Paulmier (1997) ve Tomas (1997) temel alınmış, ayrıca www.sp2000.org internet sitesinden yararlanılmıştır.

2.5 İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde Statistica 8.0 ve Primer v.5 (FAO 1988) programları kullanılmıştır.

Örnekleme dönemlerinin tür kompozisyonları açısından kantitatif olarak benzerlik ve farklılıklarının analizi için Cluster ve çok boyutlu örnekleme analizi (MDS) gerçekleştirilmiştir. MDS analizinde “stress” değeri örnekler arasındaki yüksek boyutlu ilişkilerin, 2 boyutlu sıralama grafiğinde gösterilirken ne derece iyi ya da

kötü bir şekilde gösterildiğini ifade eder. Örneklerin birbirine benzerliklerine göre oluşan sıralamada boyutsallık azaldıkça stress değeri yükselir.

Stress değeri $<0,05$ ise; çok iyi

$<0,1$ ise; iyi

$<0,2$ ise; orta (kullanılabilir ancak detaylarda eksiklik vardır)

$>0,3$ ise; kötü bir şekilde gösterilmektedir (Clarke ve Warwick, 2001).

Örnekleme dönemi boyunca plankton verileri ve fizikokimyasal parametreler içinde en fazla değişkenliği meydana getirenleri belirlemek için Temel Bileşenler Analizi (PCA) uygulanmıştır (Clarke ve Gorley, 2001).

Fizikokimyasal ortam parametreleri ve fitoplankton verileri arasındaki ilişkileri anlamak için korelasyon tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı -1 ve $+1$ aralığında değişir, $+1$ 'e yaklaştıkça kuvvetli pozitif ilişkiyi ifade eder (Krebs, 1999).

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR

3.1 Fizikokimyasal Değişkenlerde Meydana Gelen Günlük Değişimler

İzmir Körfezi Üçkuyular Feribot iskelesinde Mart 2010-Mart 2011 tarihleri arasında meydana gelen günlük fizikokimyasal değişimlerle ilgili istatistiksel sonuçlar Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1 Fizikokimyasal değişkenlerle ilgili minimum, maksimum, ortalama değerler, standart sapma ve varyans değerleri.

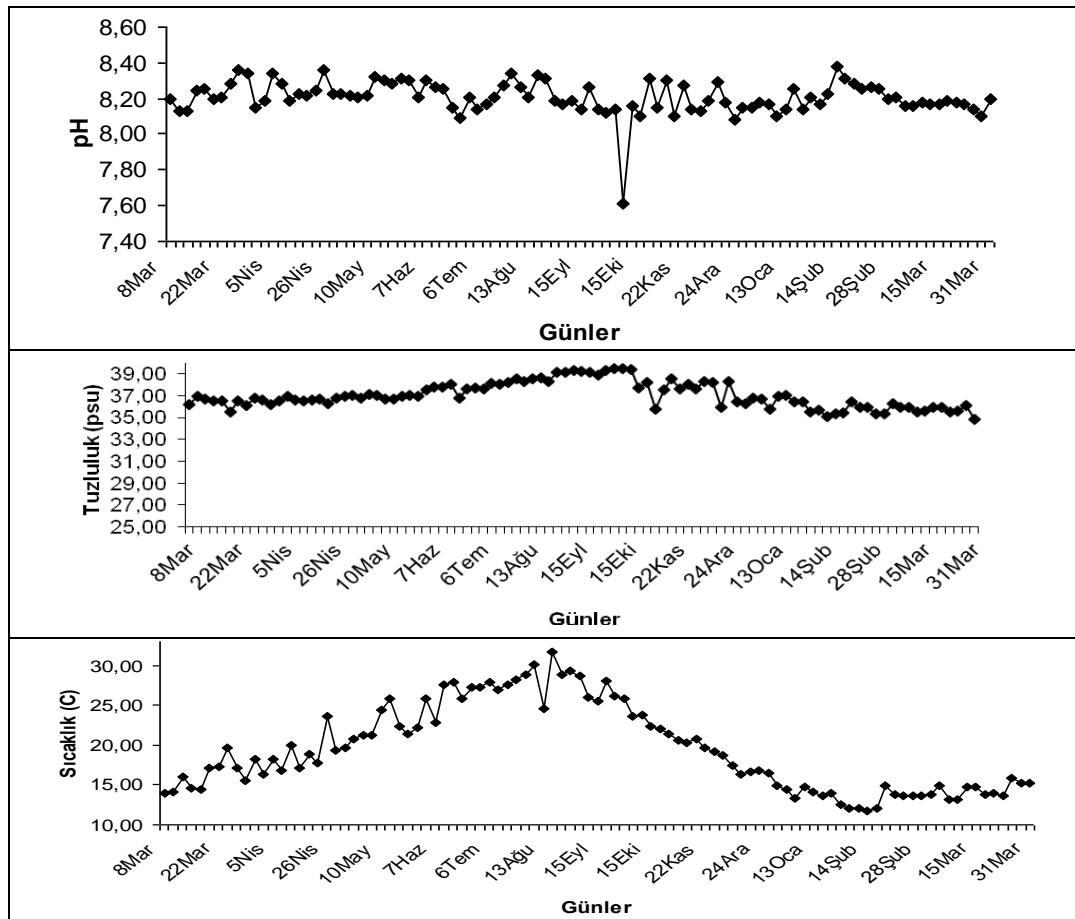
Parametre	n	Min	Max	Ortalama	Standart sapma	Varyans
Tuzluluk (psu)	97	34,80	39,50	36,47	2,25	5,08
Sıcaklık (C)	97	11,80	31,80	19,08	5,67	32,18
Çözünmüş oksijen(mg/L)	97	0,58	7,53	4,61	1,61	2,61
pH	97	7,61	8,38	8,20	0,10	0,01
İletkenlik	97	48,60	59,00	55,35	17,41	303,11
Seki derinliği (m)	97	0,40	4,00	2,29	0,83	0,69
NH ₄ -N(µM)	45	0,10	102,65	12,99	22,12	489,25
NO ₃ -N(µM)	45	0,10	19,65	3,20	4,61	21,27
NO ₂ -N(µM)	45	0,10	5,98	1,08	1,25	1,55
Si(mM)	45	0,96	34,61	8,73	6,94	48,13
PO ₄ -P(µM)	45	0,26	12,00	2,43	2,42	5,84
Klorofil-a (µg/L)	45	0,63	44,96	6,48	7,07	49,98
AKM(Askıda katı madde-mg/L)	45	5,80	63,00	22,73	13,57	184,12

3.1.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve pH

İzmir Körfezi Üçkuyular feribot iskelesindeki sıcaklık, tuzluluk ve pH’da meydana gelen günlük değişimler Şekil 3.1’ de gösterilmiştir. Buna göre sıcaklık 11,8 °C (14 Şubat 2011) ile 31,8 °C (20 Ağustos 2010) arasında değişim göstermiştir. Çalışma başlangıcı olan 8 Mart 2010’ dan (14 °C) itibaren hafif dalgalanmalar olsa da sıcaklık 20 Ağustos 2010 (31,8 °C) tarihine kadar sürekli bir yükselme eğilimi göstermiştir. Bu tarihten itibaren yine hafif dalgalanmalar olsa da sıcaklık çalışma sonuna kadar sürekli bir düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 3.1).

Tuzluluk 34,8 psu (31 Mart 2011) ve 39,5 psu (4 Ekim 2010) arasında değişim göstermiştir. (Tablo 3.1, Şekil 3.1). Çalışma başlangıcı olan 8 Mart 2010 (36,2 psu) tarihinden itibaren hafif dalgalanmalar olsa da tuzluluk 6 Ekim 2010 (39,5 psu) tarihine kadar sürekli bir yükselme eğilimi göstermiştir. Bu tarihten itibaren yine hafif dalgalanmalar olsa da tuzluluk 31 Mart 2011 (34,8 psu) tarihine kadar sürekli bir düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 3.1).

pH ise 7,61 (6 Ekim 2010) ile 8,38 (24 Mayıs 2010) arasında değişim göstermiştir. 8 Mart 2010'dan itibaren pH bazı dalgalanmalar olsa da bir yükselme eğilimine girerek 14 Şubat 2011'de 8,38 değerine ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren pH hafif bir düşme eğilimine girerek 31 Mart 2011' de 8,20 değerine ulaşmıştır.

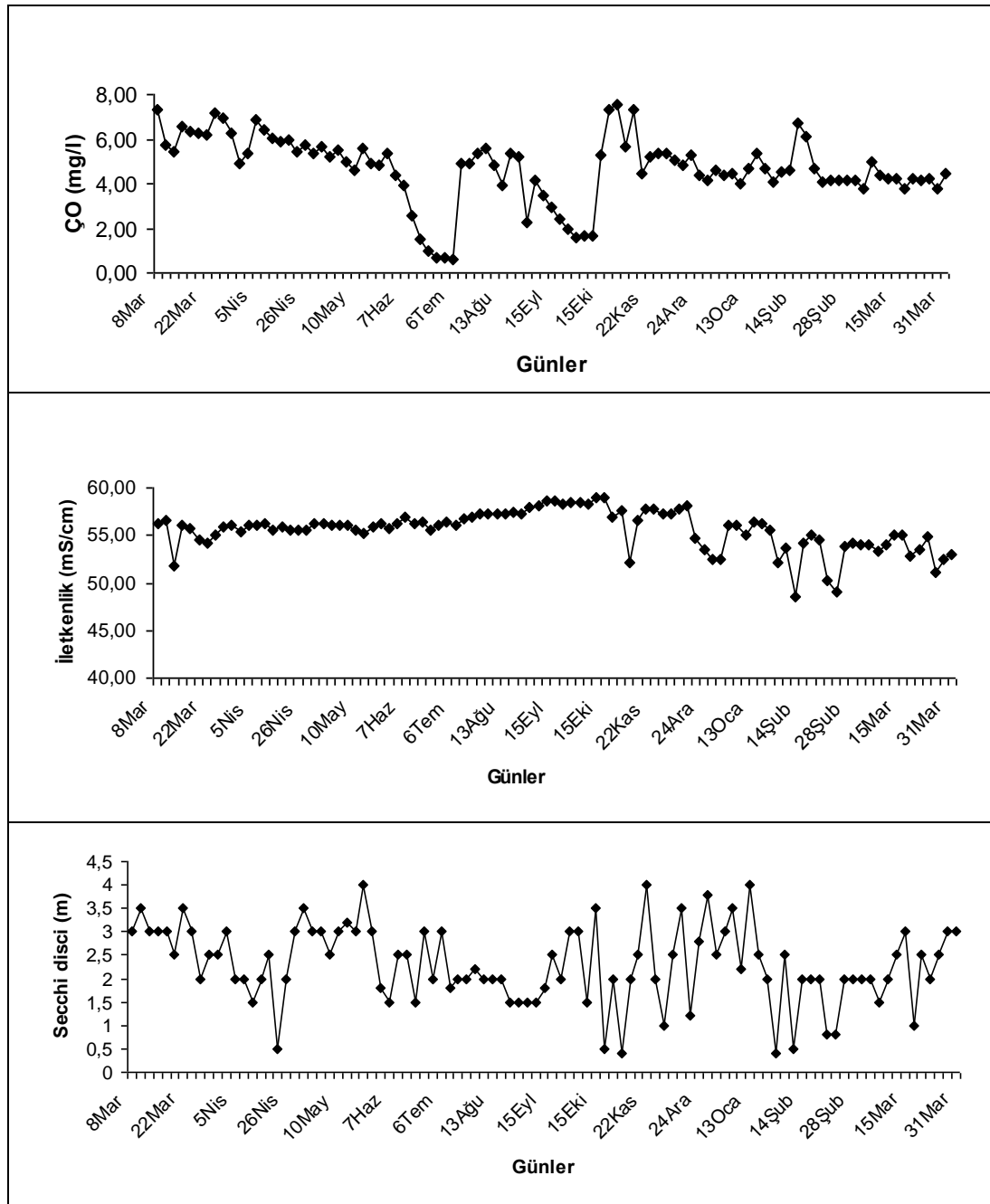


Şekil 3.1 Sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinde meydana gelen değişimler.

3.1.2 Çözünmüş Oksijen, İletkenlik ve Secchi Disc Derinliği

Çözünmüş oksijen, iletkenlik ve Secchi disc derinliği değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Buna göre çözünmüş oksijen en düşük 0,58 mg/l (6 Temmuz 2010) ve en yüksek 7,53 mg/l (25 Ekim 2010) olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1). Çalışma başlangıcından 24 Mayıs 2010 tarihine kadar bazı dalgalanmalar olsa da sabit bir değer göstermiştir (5-7,5 mg/l). Bu tarihten itibaren 6 Temmuz 2010 tarihine kadar genel olarak bir düşme eğilimi göstermiştir. 6 Temmuz'dan itibaren 26 Ağustos 2010'a kadar bir yükselme eğilimine girmiş ve bu tarihten sonra 6 Ekim'e kadar sürekli bir düşüş göstermiştir. Ekim ayı boyunca sürekli yükselme göstermiştir. Kasım ayından itibaren çalışma sonu olan 31 Mart 2011 tarihine kadar bazı dalgalanmalar olsa da genel olarak sabit değerlerde seyretmiştir (6-7,5 mg/l).

İletkenlik en düşük 40 mS/cm² (30 Aralık 2010), en yüksek ise 59 mS/cm² (6 Ekim 2010) olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1, Şekil 3.2). İletkenlik 21 Nisan (47 mS/cm²), 24 Aralık (44 mS/cm²) ve 30 Aralık (40 mS/cm²) tarihlerindeki ani düşüşler ve bazı küçük dalgalanmalar hariç genel olarak belirli bir çizgide devam etmiştir (Şekil 3.2). Secchi disc derinliği en düşük 0,4 m (28 Ekim 2010, 28 Ocak 2011) ve en yüksek 4 m (15 Ekim 2010, 22 Kasım 2010, 14 Aralık 2010, 28 Aralık 2010, 7 Ocak 2011 ve 13 Ocak 2011) olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1, Şekil 3.2). Secchi disc derinliği çalışma boyunca beklenildiği gibi sık değişim göstermiştir (Şekil 3.2).



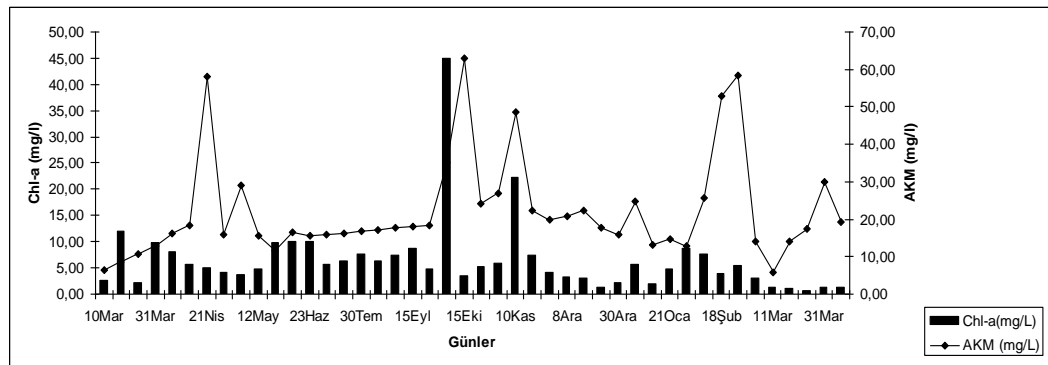
Şekil 3.2 Çözünmüş oksijen, iletkenlik ve secchi disc derinliği değerlerinde meydana gelen değişimler.

3.1.3 Askıda Katı Madde (AKM) ve Klorofil-a

Klorofil-a en düşük 0,63 mg/l (18 Mart 2011) en yüksek ise 44,96 mg/l (6 Ekim 2010) olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1, Şekil 3.3). Çalışma başlangıcı olan 8 Mart tarihinden 6 Ekim tarihine kadar klorofil-a bazı dalgalanmalar olsa da sabit değerler göstermiştir (ortalama 7 mg/l). 6 Ekim’de ilk defa pik atmış (44,96 mg/l), daha sonra

hızlı bir düşüş göstererek 5 Kasım'a kadar 5 mg/l değerlerinde seyretmiş ve 5 Kasım'da ikinci defa pik atmıştır (22 mg/l). Bu tarihten itibaren çalışma bitimine kadar bazı dalgalanmalar olsa da düşme eğilimi göstererek devam etmiştir (Şekil 3.3).

AKM ise, en düşük 4 Mart 2011'de 5,8 mg/l, en yüksek ise 15 Ekim 2010'da 63 mg/l olarak ölçülmüştür. Çalışma başlangıcından 21 Nisan tarihine kadar artarak devam etmiş ve 28 Nisan'da ilk defa pik atmıştır (58 mg/l). Daha sonra ani bir düşüş yaşamış ve 24 Eylül'e kadar 28 mg/l değerlerinde seyretmiştir. 15 Ekim'de ikinci defa pik atmış (63 mg/l), 5 Kasım'da üçüncü defa pik atmış (49 mg/l) ve 21 Ocak 2011'e kadar düşüşlü-çıkışlı bir eğri göstermiştir. 18 Şubat'ta dördüncü defa pik atmış (58 mg/l) ve çalışma sonuna kadar yine düşüşlü-çıkışlı bir eğri göstermiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 AKM ve klorofil a değişimi grafiği.

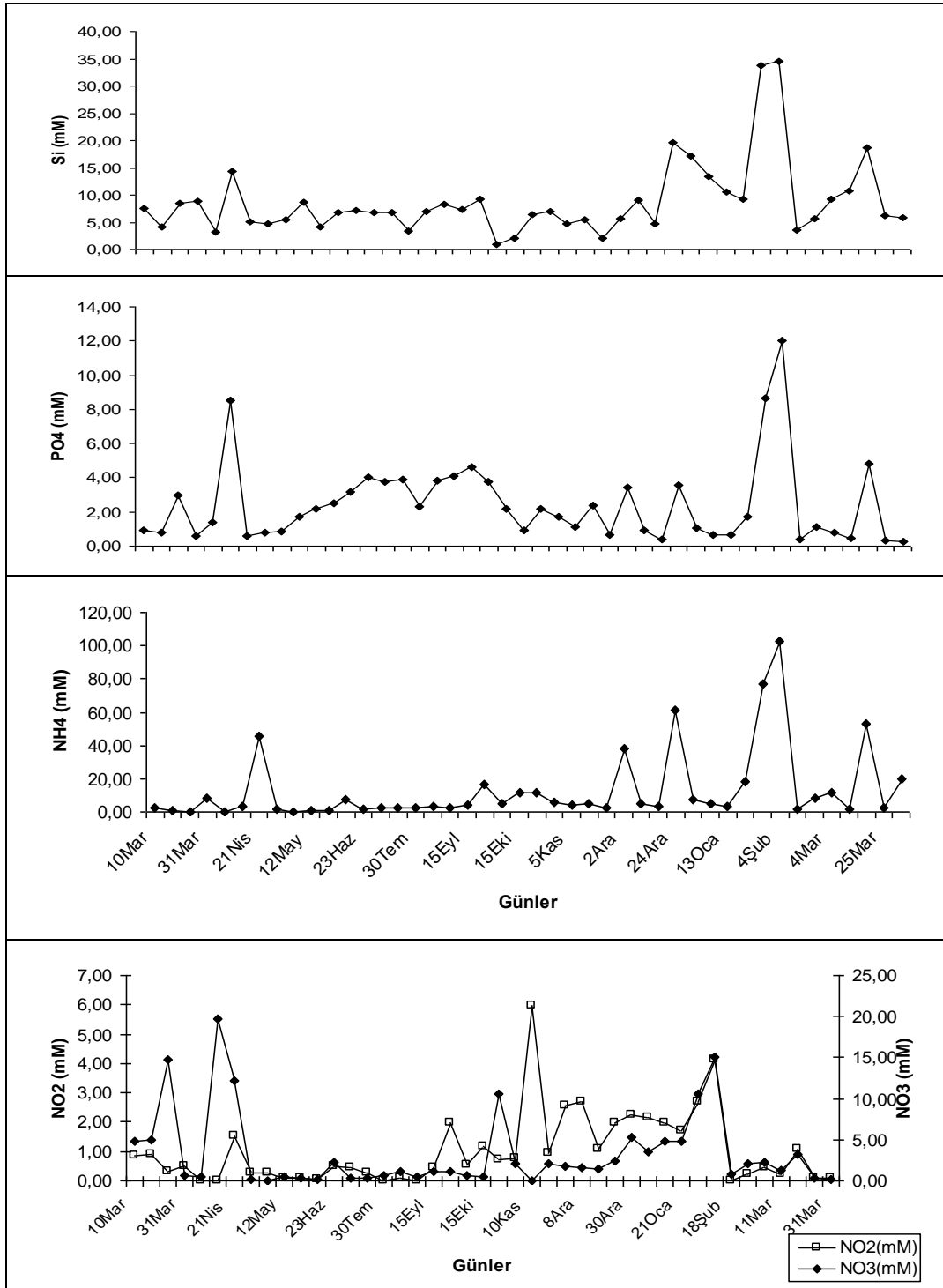
3.1.4 Besin Tuzları (fosfat, nitrit, nitrat, silikat ve amonyum)

Silikat($\text{Si}(\text{OH})_4$), en düşük $0,96 \mu\text{M}$ (6 Ekim 2010) olarak, en yüksek ise $35 \mu\text{M}$ (4 Şubat 2011) olarak ölçülmüştür. 10 Mart 2010'dan 24 Aralık 2010'a kadar hafif dalgalanmalar görülse de genelde $4-9 \mu\text{M}$ aralığında değişmiştir. 24 Aralık'ta bir pik atmış, daha sonra yine bir düşme eğilimine girmiş, 28 Ocak 2011'de ise tekrar artmış ($34 \mu\text{M}$) ve 4 Şubat 2010'da en yüksek değeri olan $35 \mu\text{M}$ 'a ulaşmıştır. Bu tarihten sonra hafif dalgalanmalar olsa da bir düşme eğilimine girmiştir (Şekil 3.4).

Çözünmüş fosfat (PO_4^{-3}) en düşük (31 Mart 2011) $0,26 \mu\text{M}$, en yüksek ise (4 Şubat 2011) $12 \mu\text{M}$ olarak ölçülmüştür. İlk olarak 14 Nisan 2010 tarihinde yüksek değer olan $8,54 \mu\text{M}$ değerine ulaşmış ve bundan sonra 15 Eylül 2010 tarihine kadar hafif dalgalanmalar olsa da bir yükselme eğilimine girmiş, $4,59 \mu\text{M}$ değerine ulaşmıştır. 28 Ocak 2011'e kadar yine hafif dalgalanmalar olsa da bir düşme eğilimine girmiştir. 28 Ocak'ta artarak ($8,64 \mu\text{M}$) 4 Şubat'ta en yüksek değerine ulaşmıştır ($12 \mu\text{M}$). Bu tarihten sonra hızlı bir düşüş kaydederek devam etmiş ve en son olarak 18 Mart 2011'de $0,26 \mu\text{M}$ değerine ulaşmıştır (Şekil 3.4).

Amonyum (NH_4^+) en düşük $0,15 \mu\text{M}$ (24 Mart 2010), en yüksek ise $103 \mu\text{M}$ (4 Şubat 2011) olarak ölçülmüştür. İlk olarak 21 Nisan 2010'da yüksek değere ($46 \mu\text{M}$) ulaşmış, daha sonra ani bir düşüş kaydetmiş ve 22 Kasım 2010'a kadar düşük konsantrasyonlarda seyretmiştir. 2 Aralık 2010'da ikinci artış ($38 \mu\text{M}$), 24 Aralık 2010'da üçüncü artış ($62 \mu\text{M}$), 28 Ocak 2011'de dördüncü kez artış gözlenmiş ($77 \mu\text{M}$) ve 4 Şubat 2011 tarihinde en yüksek değerine ulaşmıştır. 18 Mart 2011 tarihinde bir kez daha yüksek değere ulaşmıştır ($53 \mu\text{M}$).

Beklenildiği gibi nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) genel olarak birbiriyle ilişkili bir şekilde değişim göstermiştir (Şekil 3.4). Nitrat en yüksek $20 \mu\text{M}$ (14 Nisan 2010) olarak ölçülmüştür. 24 Mart ($15 \mu\text{M}$), 14 Nisan ($20 \mu\text{M}$), 28 Ekim ($11 \mu\text{M}$) ve 4 Şubat 2011 ($15 \mu\text{M}$) olmak üzere 4 kez $>10 \mu\text{M}$ üzeri değere ulaşmıştır. Bunun dışında çalışma boyunca bazı dalgalanmalar olsa da genelde aynı değerlerde ($0,1-4 \mu\text{M}$) seyretmiştir (Şekil 3.4). Nitrit ise en yüksek $6 \mu\text{M}$ (10 Kasım) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.4, Tablo 3.1). 10 Kasım ($6 \mu\text{M}$) ve 4 Şubat ($4 \mu\text{M}$) olmak üzere iki defa yüksek değere ulaşmıştır. Bunun dışında bazı dalgalanmalar olsa da genel bir yükselme eğilimi göstererek ($0,1-3 \mu\text{M}$) aralığında değişim gözlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Besin tuzu düzeylerinde meydana gelen değişimler.

Şekilde NO_2^- , NO_3^- ve NH_4^+ değişimi grafiği verilmiştir. Buna göre 10 Mart-12 Mayıs arasında NO_3^- ile NO_2^- ve NH_4^+ arasındaki ters orantı bu tarihlerde nitrifikasyon olabileceğini göstermektedir. NO_3^- değerleri düzenli bir dağılım göstermemiştir. Bunu nitratın deniz ortamından hızlı uzaklaşmasına bağlamak

Tablo 3.2’de besin tuzu oranları verilmiştir. Buna göre ilkbahar ve yaz aylarında N/P oranı 16:1’den küçüktür ve azot limitleyicidir. Benzer şekilde sonbahar ve kış mevsimlerinde de limitleyici element azottur. Si kıyasla P oranına bakacak olursak tüm mevsimlerinde silikat limitleyicidir. Tüm yıl boyunca alınan verilere göre besin tuzu oranları incelendiğinde ise N/P oranı 0,7:1, Si/P oranı ise 1,7:1 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da İzmir Körfezi’nde çalışma alanında çevresel şartlarla limitleyici elementlerin değişiklik gösterdiği ve zaman zaman azot ve silikatın limitleyici olabileceğini göstermektedir.

Tablo 3.2 Besin tuzu oranlarının genel ve mevsimsel dağılımı.

GENEL				
		R²	n	Si:NO₃:PO₄
Tüm Örnekleme Dönemi	Si=1,7PO ₄ +4,3	0,35	45	1,7:0,7:1
	NO ₃ =0,7PO ₄ +4,6	0,05	45	
	Si=0,7NO ₃ +7,3	0,02	45	
MEVSİMSSEL				
Mevsimler		R²	n	Si:NO₃:PO₄
İlkbahar	Si=0,5PO ₄ +7,7	0,14	11	0,5:2,2:1
	NO ₃ =2,2PO ₄ +1,5	0,56		
	Si=0,5NO ₃ +5,2	0,5		
Yaz	Si=2,1PO ₄ +1,13	0,87	9	2,1:1,7:1
	NO ₃ =1,7PO ₄ +1,2	0,04		
	Si=1,1NO ₃ +7,3	0,07		
Sonbahar	Si=1,4PO ₄ +1,8	0,46	12	1,4:1,2:1
	NO ₃ =1,2PO ₄ +5,5	0,25		
	Si=0,5NO ₃ +6,04	0,02		
Kış	Si=2,5PO ₄ +6,6	0,77	13	2,5:0,4:1
	NO ₃ =0,4PO ₄ +5,8	0,13		
	Si=1,6NO ₃ +19,3	0,53		

3.3 Örneklem Alanında Fitoplankton Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler

Çalışmada Mart 2010-Mart 2011 süresince Bacillariophyceae (Diatom), Dinophyceae, Prasinophyceae, Cryptophyceae, Ebridae ve Dictyochophyceae sınıflarına ait toplam 72 tür saptanmıştır. Protozoa grubuna ait türler tespit edilmemiş, sadece kantitatif olarak değerlendirilmiştir. Prasinophyceae, Dictyochophyceae, Ebridae, Cryptophyceae gibi küçük sınıflara ait fitoplankton türleri ise diğer fitoplankton grupları başlığı altında ele alınmıştır. Işık

mikroskobuyla tanımlanamayan bazı türler taramalı elektron mikroskobuyla (SEM) tanımlanmıştır (Bknz. Ekler). Çalışma boyunca tespit edilen türler Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Çalışma süresince tespit edilen fitoplankton türleri.

EUKARYOTA
CHROMOPHYTA
Bacillariophyceae
<i>Asterionellopsis glacialis (F. Castracane) F.E. Round</i>
<i>Bacteriastrum delicatulum Cleve</i>
<i>Bacteriastrum hyalinum Lauder</i>
<i>Bellochea horologicalis von Stosch</i>
<i>Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey</i>
<i>Chaetoceros curvisetus Cleve</i>
<i>Chaetoceros decipiens Cleve</i>
<i>Chaetoceros eibonii Grunow</i>
<i>Chaetoceros lorenzianus Grunow</i>
<i>Chaetoceros rostratus Lauder</i>
<i>Chaetoceros sp.</i>
<i>Coscinodiscus sp.</i>
<i>Cyclotella sp.</i>
<i>Cylindrotheca closterium Ehrenberg</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) G.R. Hasle</i>
<i>Diploneis sp.</i>
<i>Ditylum brightwelli (T. West) Grunow</i>
<i>Eucampia zodiacus Ehrenberg</i>
<i>Gramatophora marina Lyngbye</i>
<i>Guinardia delicatula (Cleve) G.R. Hasle</i>
<i>Guinardia flaccida (Castracane) H. Peragallo</i>
<i>Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck</i>
<i>Leptocylindrus danicus Cleve</i>
<i>Leptocylindrus sp.</i>
<i>Licmophora abbreviata C. Agardh</i>
<i>Melosira sp.</i>

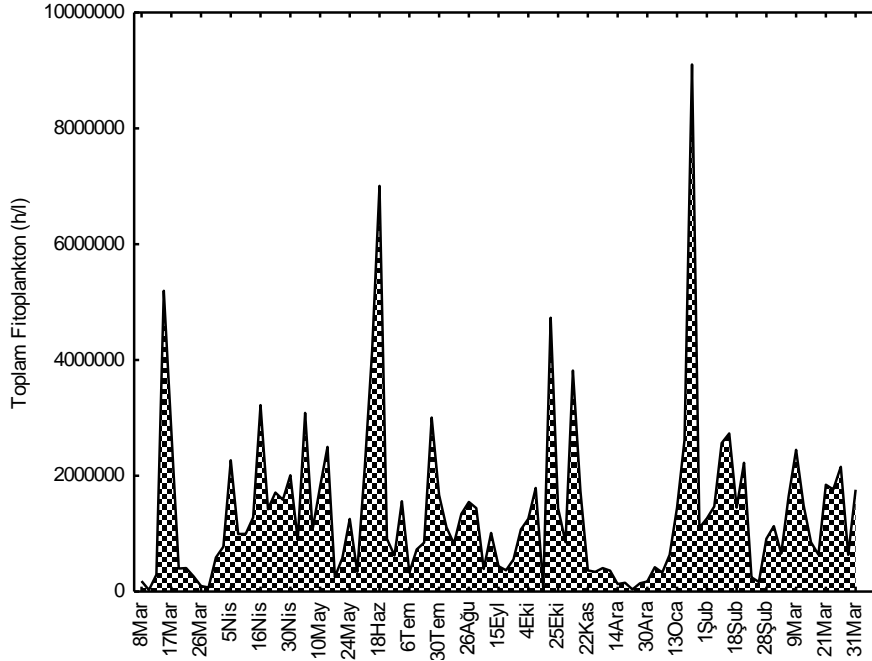
Tablo 3.3 Çalışma süresince tespit edilen fitoplankton türleri.

<i>Meuniera membranaceae</i> Cleve
<i>Navicula</i> sp.
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson in Kützing) Ralfs
<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Odontella sinensis</i> (Greville) Grunow
<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> group
<i>Pseudonitzschia seriata</i> group
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
<i>Rhizosolenia cf habetata</i> Borysiak
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve
<i>Striatella unipunctata</i> Lyngbye
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow
<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier
<i>Thalassiosira</i> sp.
Dinophyceae
<i>Amphidinium</i> sp.
<i>Amphidinium crassum</i> Lachmann
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin
<i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Ceratium</i> sp.
<i>Corythodinium</i> sp.
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparède & Lachmann
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein
<i>Dinophysis</i> sp.
<i>Diplopsalis</i> sp.
<i>Gonyaulax</i> sp.
<i>Gonyaulax spinifera</i> Claparede & Lachmann
<i>Gonyaulax polyedra</i> F. Stein
<i>Gymnodinium cf catenatum</i> Graham
<i>Gymnodinium</i> sp.
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kofoid & Swezy

Tablo 3.3 Çalışma süresince tespit edilen fitoplankton türleri.

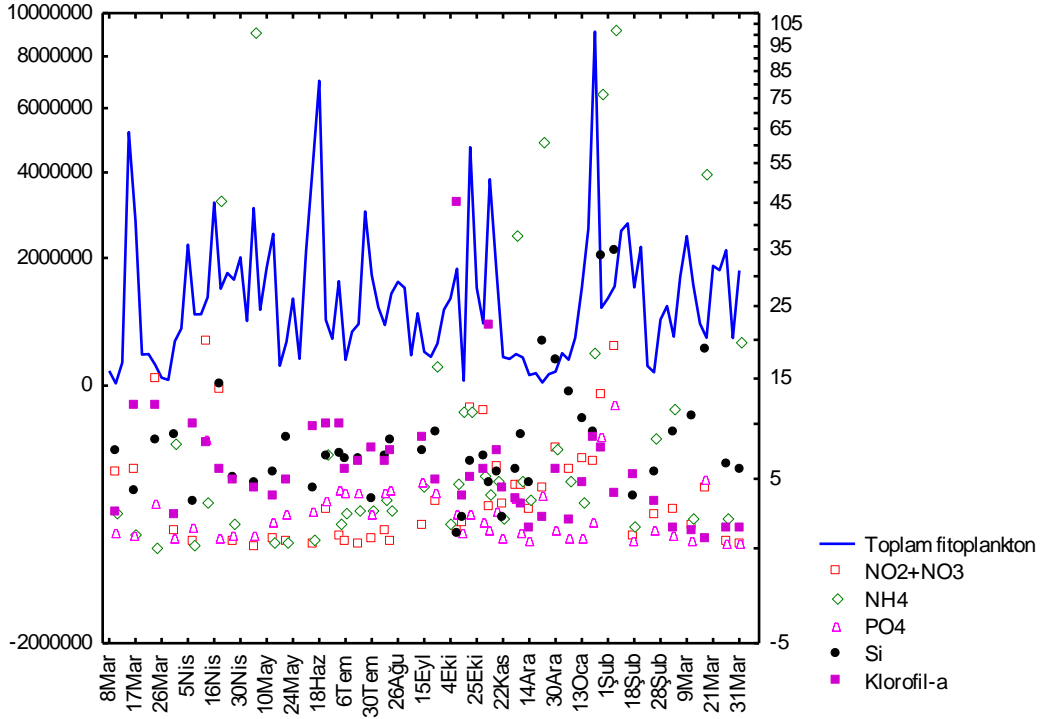
<i>Gyrodinium sp.</i>
<i>Heterocapsa sp.</i>
<i>Karenia mikimotoi</i> Miyake & Kominami ex Oda
<i>Katodinium glaucum</i> Lebour
<i>Katodinium sp.</i>
<i>Kryptoperidinium cf foliaceum</i> (Stein) Lindemann
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Ehrenberg
<i>Oblea rotunda</i>
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i> Kofoid
<i>Oxytoxum caudatum</i> Schiller
<i>Oxytoxum sp.</i>
<i>Polykrikos sp</i>
<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J. Schiller
<i>Prorocentrum triestinum</i> J. Schiller
<i>Prorocentrum sp.</i>
<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech
<i>Protoperidinium cf. Conicum</i>
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Karsten) Balech
<i>Protoperidinium longipes</i> Balech
<i>Protoperidinium quinqueorne</i> (Abe) Balech
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech
<i>Protoperidinium sp.</i>
<i>Pyrophacus horologium</i> Stein
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III
<i>Scrippsiella sp.</i>
Prasinophyceae
<i>Pyramimonas sp.</i>
Dictyochophyceae
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse
CHLOROPHYTA
Euglenophyceae
<i>Eutreptiella gymnastica</i> Throndsen
ZOOMASTIGOPHORA
Ebriidea
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann
Raphidophyceae
<i>Chattonella cf marina</i> Subrahmanyam Hara et Chihara
<i>Heterosigma cf akashiwo</i> Hada

Şekil 3.6'ya göre toplam fitoplanktonun yıl boyunca üç büyük artışı sözkonusu olmuştur. İlk artışı 15 Mart (5.195.165 h/l), ikinci artışı 18 Haziran (7.006.378 h/l) olup, son ve en büyük artışı ise 21 Ocak (9.103.277 h/l) tarihinde görülmüştür.



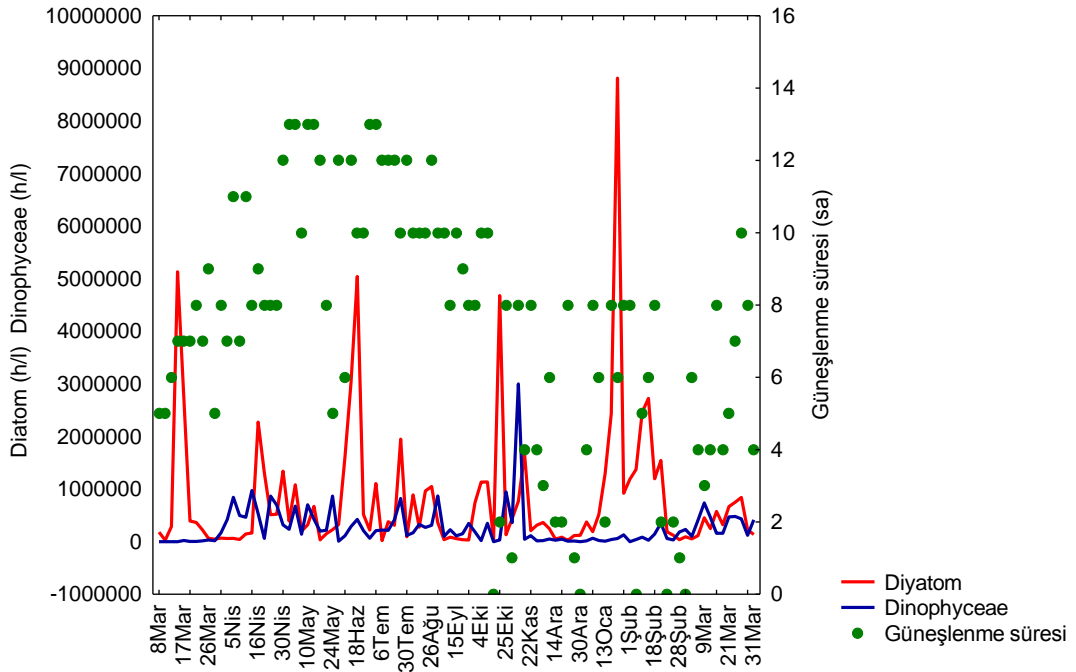
Şekil 3.6 Toplam fitoplanktonun yıl boyunca günlük değişimi

Toplam fitoplanktonun besin tuzları ve klorofil a ile olan grafiğine bakıldığında (Şekil 3.7) bu değişkenlerle toplam fitoplankton arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir.



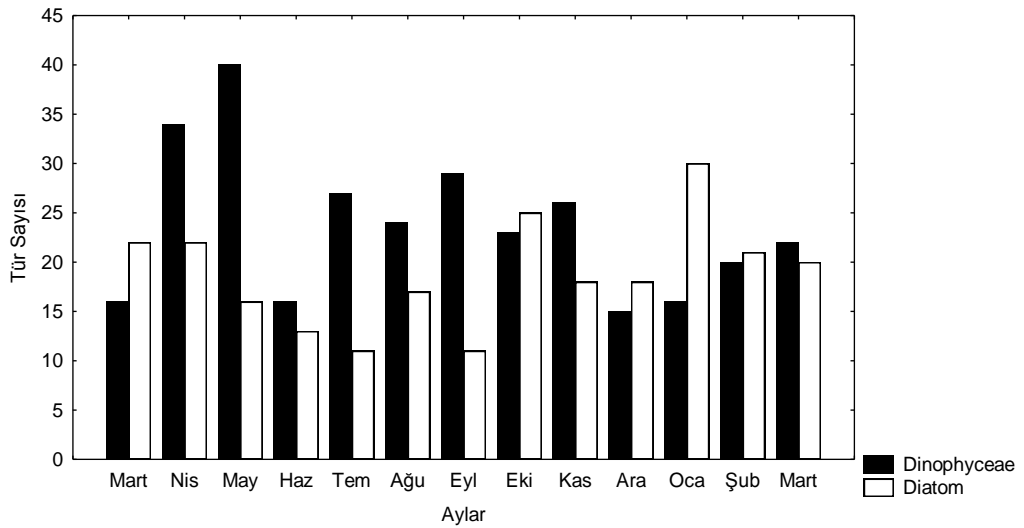
Şekil 3.7 Günlük toplam fitoplankton değişimi

Şekil 3.8' de güneşlenme süresine bağlı olarak Diatom ve Dinophyceae'nin değişimi gösterilmiştir. Grafikte güneşlenme süresine paralel olarak diatom ve dinoflagellat miktarındaki artış görülmektedir.



Şekil 3.8 Güneşlenme süresiyle Diatom ve Dinophyceae birey sayısının zamana bağlı değişimi

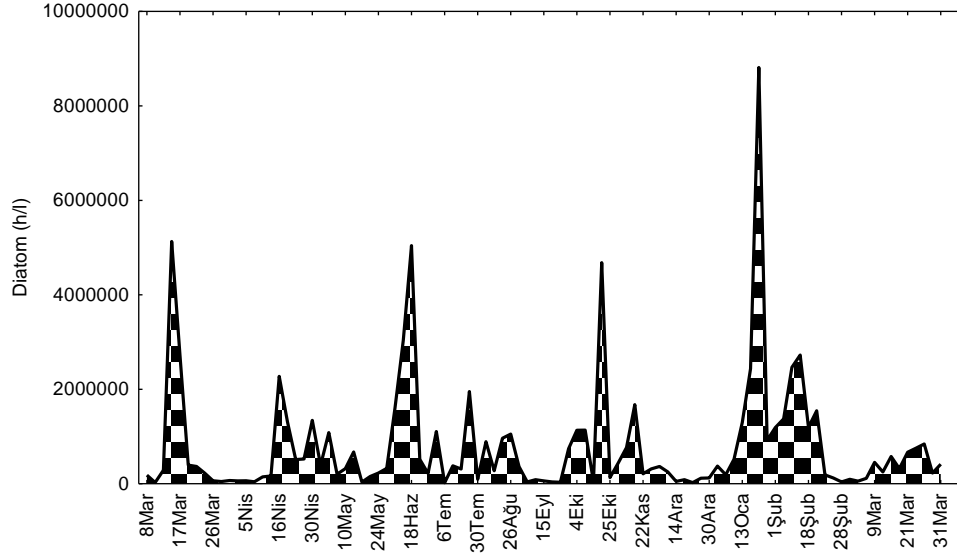
Dinophyceae tür sayısı Nisan-Eylül arası yüksek değerlere ulaşmıştır ve Diatom tür sayısından fazladır (Şekil 3.9). Ekim, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında Diatom tür sayısı Dinophyceae tür sayısından fazladır.



Şekil 3.9 Dinophyceae ve Diatom aylara göre tür sayısı

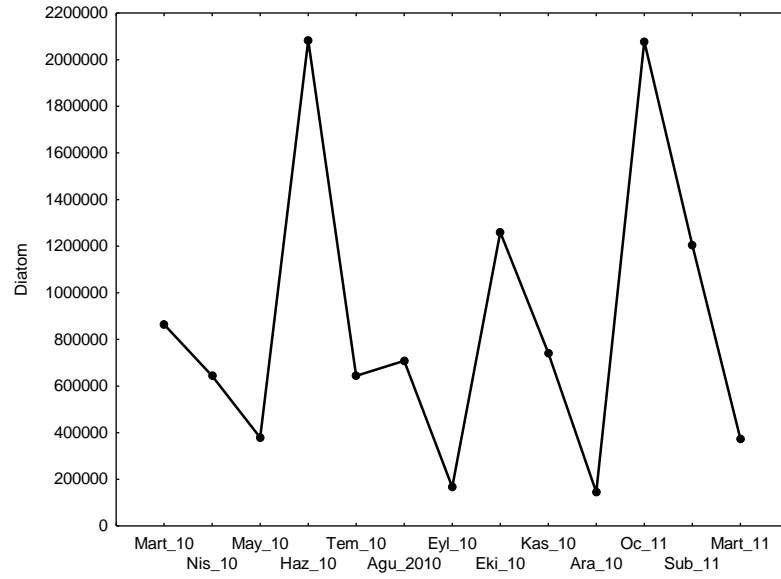
3.3.1 Bacillariophyceae (Diatom)

Yıl boyunca fitoplankton komünitesine baskın olan gruptur. Sayısal olarak yıl boyunca diğer gruplardan üstün olduğu görülmüştür. Toplam 45 tür saptanmıştır.



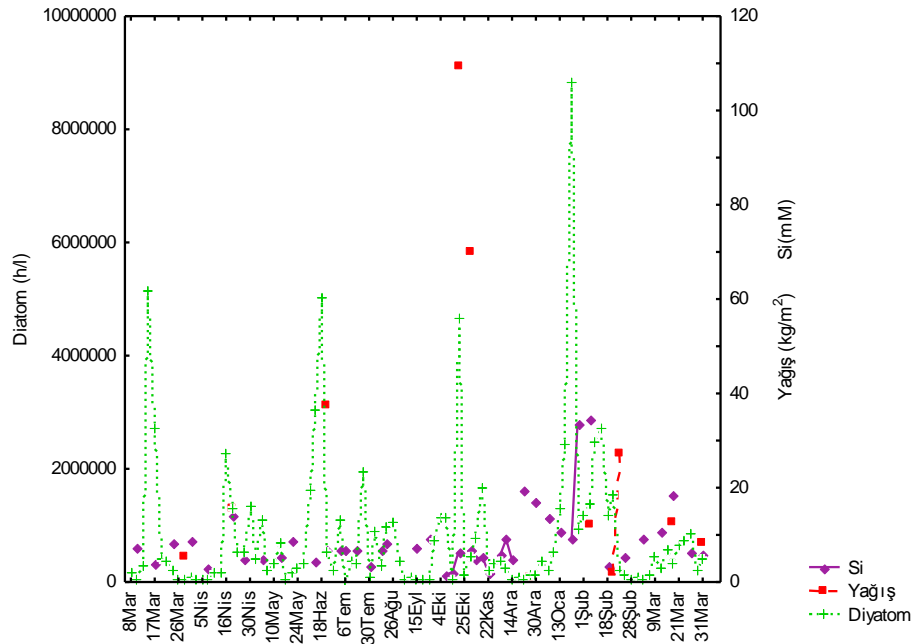
Şekil 3.10 Diatom günlük değişimi

Şekil 3.10'da Diatom sınıfına ait günlük değişim grafiği verilmiştir. İlk olarak 17 Mart tarihinde artış göstermiş ve 2.722.980 h/l değerine ulaşmıştır. Bu tarihten sonra Haziran ayına kadar bazı dalgalanmalar olsa da genel bir düşme eğilimine girmiş ve daha sonraki ikinci büyük artışı 18 Haziran'da (5.042.980 h/l) görülmüştür. 19 Ekim'de (4.679.735 h/l) üçüncü kez büyük artış kaydetmiş, ve son olarak 21 Ocak tarihinde (8.814.346 h/l) en yüksek değerine ulaşmıştır.



Şekil 3.11 Diatom aylık ortalama birey sayısı değişimi

Şekil 3.11’de Diatom sınıfına ait aylık ortalama birey sayısı grafiği verilmiştir. Buna göre Mart –Mayıs 2010 arasında birey sayısında bir düşüş yaşanmıştır. Daha sonra Haziran ayında 2.083.711 h/l ile en yüksek değerine ulaşmıştır. İnişli-çıkışlı bir eğri göstererek devam etmiş ve Ocak 2011’de ikinci yüksek değerine ulaşmış (2.078.243 h/l), bu tarihten sonra da çalışma sonuna kadar düşüşe geçmiştir.



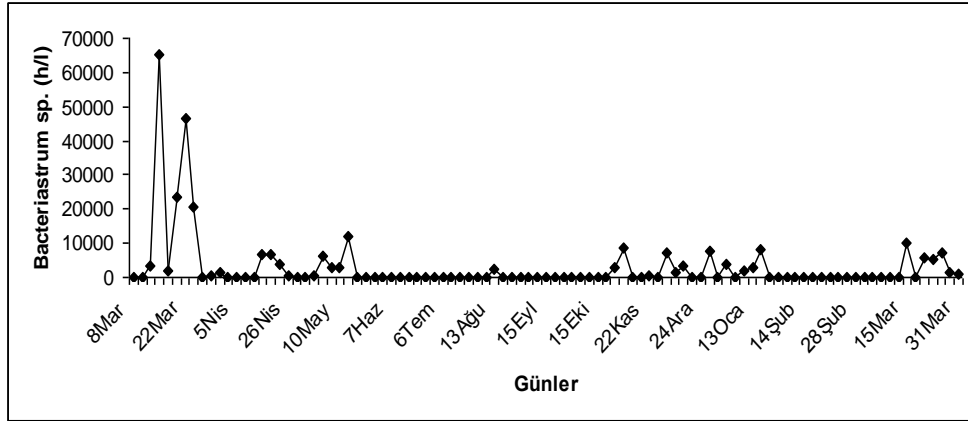
Şekil 3.12 Si, yağış ve diatom değişimi

Şekil 3.12’de toplam yağış ile diatom birey sayısı arasında doğru bir orantı olduğu görülmektedir. Silikat konsantrasyonu ile diatom birey sayısının ise beklenildiği gibi ters orantılı olduğu görülmektedir. Bu da ortamdaki silikatın diatomlarca kullanıldığının göstergesidir.

Aşağıda çalışma süresince sık görülen bazı Diatom türlerinin dağılımları alfabetik sıraya göre verilmiştir:

3.3.1.1 *Bacteriastrum sp.*

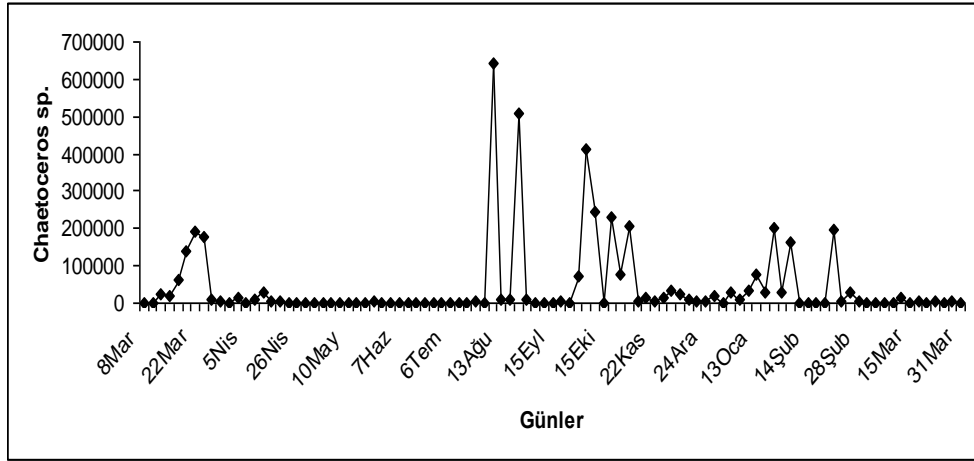
Bacteriastrum sp.’nin en yüksek birey sayısına ulaştığı gün 15 Mart 2010’dur (65.064 h/l). En yüksek ikinci değeri 46.349 h/l ‘dir (22 Mart). İlkbahar, sonbahar ve kış dönemleri boyunca planktonda gözlenmiştir. Yaz döneminde -13 Ağustos (2.184 h/l) hariç- bu türe rastlanmamıştır.



Şekil 3.13 *Bacteriastrum sp.* günlük değişimi

3.3.1.2 *Chaetoceros sp.*

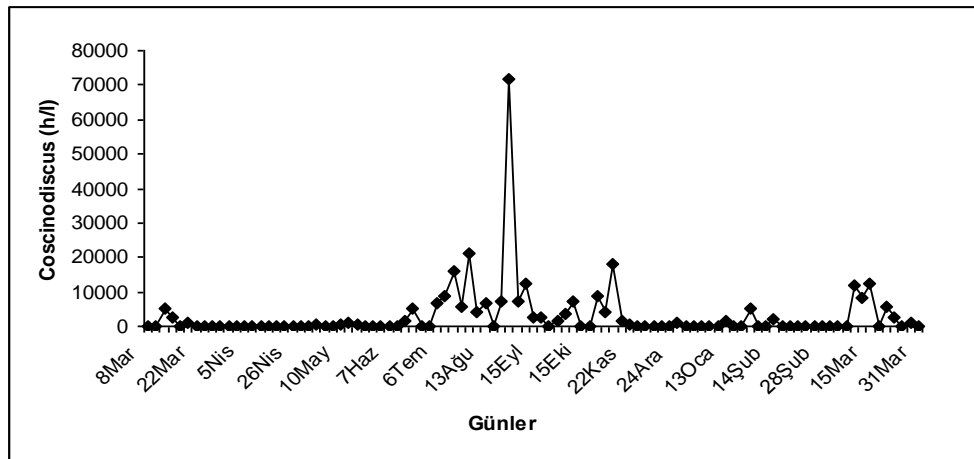
Sonbahar, kış ve ilkbahar başlangıcında yoğun olarak görülmüştür. En fazla birey sayısına 10 Ağustos’ta (642.370 h/l) ulaşmıştır. Ağustos, Ekim ve Kasım ayları boyunca yüksek miktarda görülmüştür.



Şekil 3.14 *Chaetoceros sp.* günlük değişimi

3.3.1.3 *Coscinodiscus sp.*

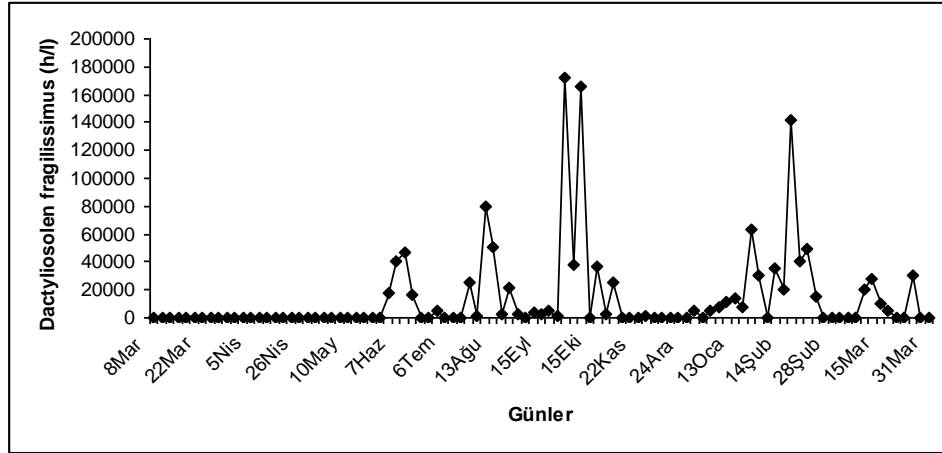
Coscinodiscus sp. türü yılın belli dönemlerinde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.15). Mart ayı boyunca görülmüş ve daha sonra Nisan-Haziran arasında görülmemiştir. Haziran-Kasım arasında yüksek birey sayısı ile tekrar ortaya çıkmıştır. En fazla birey sayısına 31 Ağustos'ta (71.999 h/l) ulaşmıştır. Kasım ayından itibaren Mart 2011'e kadar birey sayısı düşüğe geçmiş ve 2011 Mart ayında tekrar yüksek birey sayısına (11.835 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.15 *Coscinodiscus sp.* günlük değişimi

3.3.1.4 *Dactylosolen fragilissimus*

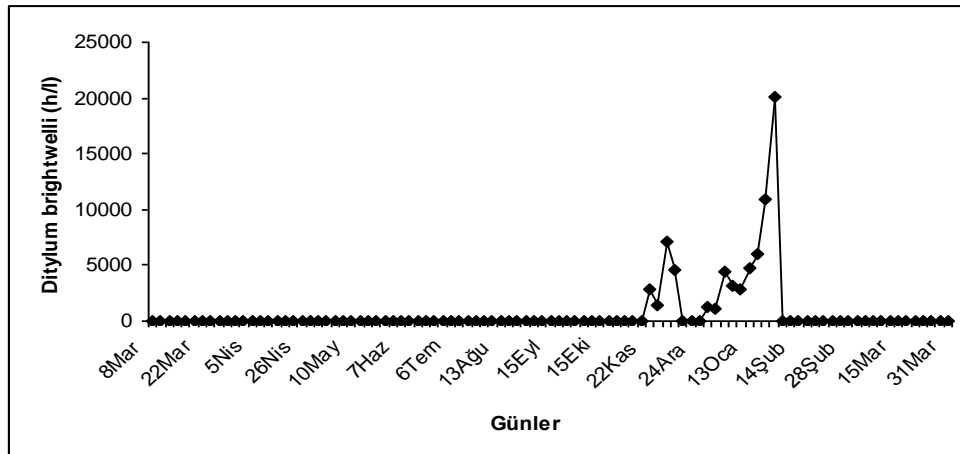
Dactylosolen fragilissimus en fazla birey sayısına 29 Eylül (171.596 h/l) tarihinde ulaşmıştır (Şekil 3.16). Yaz, sonbahar dönemi ve Şubat ayı boyunca yüksek miktarlar saptanmıştır.



Şekil 3.16 *Dactylosolen fragilissimus* günlük değişimi

3.3.1.5 *Ditylum brightwelli*

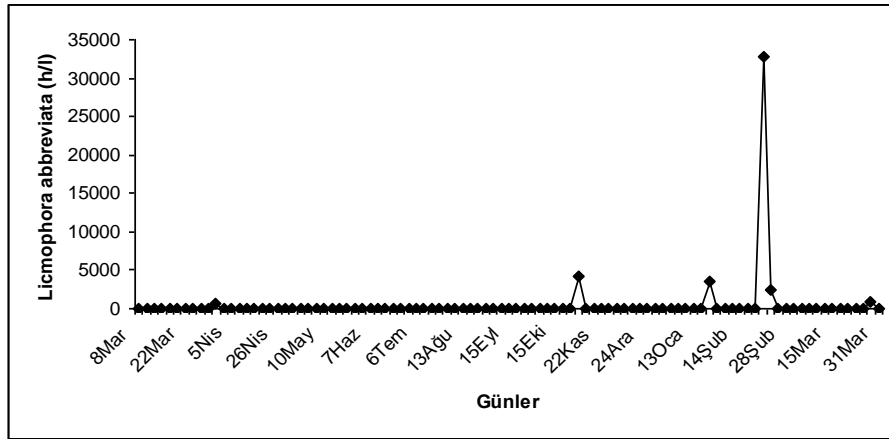
Ditylum brightwelli Kasım-Ocak arasında görülmüştür (3.17). En fazla birey sayısına 28 Ocak'ta (20.019 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.17 *Ditylum brightwelli* günlük değişimi

3.3.1.6 *Licmophora abbreviata*

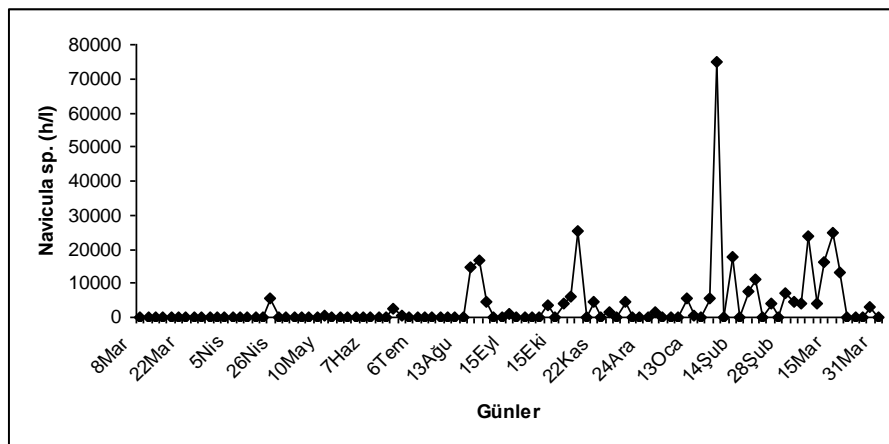
Şekil 3.18’de *Licmophora abbreviata* türüne ait günlük değişim grafiği verilmiştir. Bu tür yıl içinde sadece belli günlerde planktonda gözlenmiştir. En yüksek değerine 21 Şubat (32.848 h/l) tarihinde ulaşmıştır. 31 Mart, 28 Ekim, 21 Ocak, 21 Şubat, 23 Şubat ve 28 Mart (2011) tarihlerinde gözlenmiştir. Bu tarihlerin dışında komünitede rastlanmamıştır.



Şekil 3.18 *Licmophora abbreviata* günlük değişimi

3.3.1.7 *Navicula sp.*

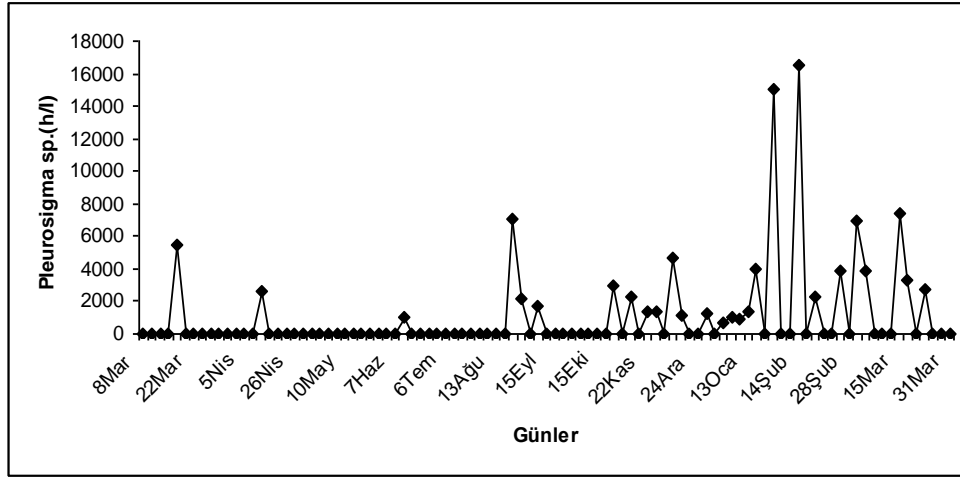
Navicula sp. sonbahar-kış döneminde yüksek miktarda görülmüştür (Şekil 3.19). En fazla birey sayısına 28 Ocak tarihinde (75.074 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.19 *Navicula sp.* günlük değişimi

3.3.1.8 *Pleurosigma sp.*

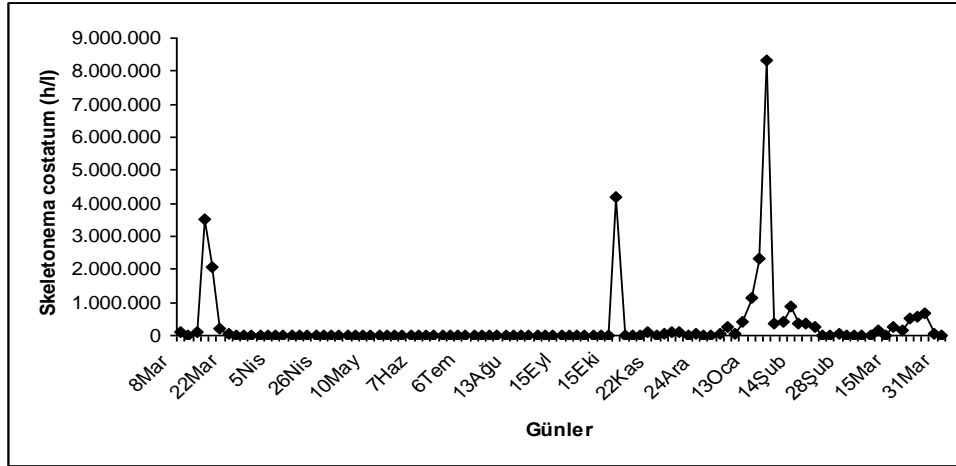
Yıl boyunca dağılım göstermiştir(Şekil 3.20). En yüksek birey sayısına 14 Şubat tarihinde (16.467 h/l) ulaşmıştır. Şubat- Mart 2011 döneminde yüksek miktarda görülmüştür.



Şekil 3.20 *Pleurosigma sp.* günlük değişimi

3.3.1.9 *Skeletonema costatum*

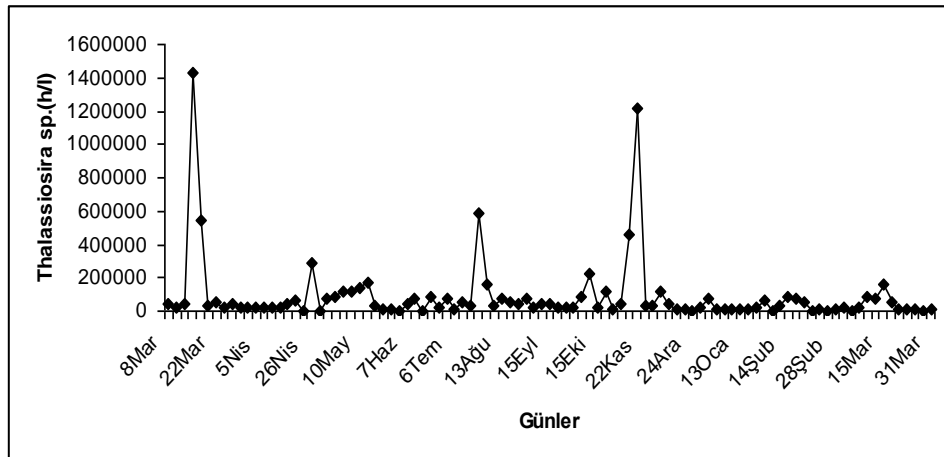
Şekilde *Skeletonema costatum* türüne ait günlük değişimi Şekil 3.21’de verilmiştir. Bu tür yıl içinde 3 kez artış göstermiştir. İlk artışı 15 Mart 2010’da (3.498.477 h/l), ikinci artışı 19 Ekim’de (4.207.797 h/l) ve son artışı 8.345.972 h/l ile 21 Ocak tarihinde olmuştur. Bu son artışında en yüksek birey sayısına ulaşmıştır. Bu tür sonbahar-kış aylarında ve Mart ayında planktonda gözlenmiştir.



Şekil 3.21 *Skeletonema costatum* günlük değişimi

3.3.1.10 *Thalassiosira sp.*

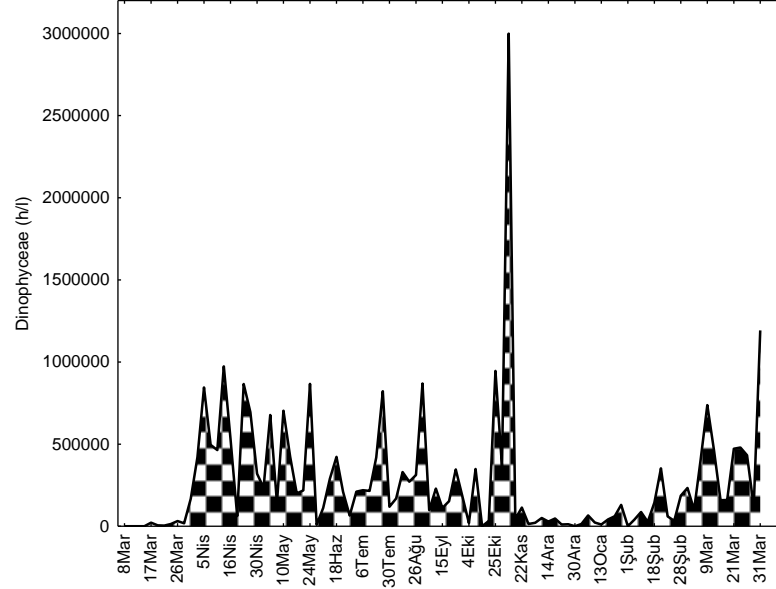
Şekil 3.22’de *Thalassiosira sp.*’ye ait günlük değişim grafiği verilmiştir. Bu tür yılın her döneminde izlenmiştir. En yüksek değerine 1.431.422 h/l ile 15 Mart 2010 tarihinde ulaşmıştır. Yıl içinde birçok önemli artış kaydetmiştir. En büyük ikinci artışı ise 1.210.549 h/l ile 10 Kasım tarihinde gerçekleşmiştir. En büyük üçüncü artışı 586.370 h/l ile 28 Temmuz tarihinde gerçekleşmiştir. Bu tarihler dışında bazı dalgalanmalar olsa da genelde belli miktarlarda (70.000 h/l civarı) seyretmiştir.



Şekil 3.22 *Thalassiosira sp.* günlük değişimi

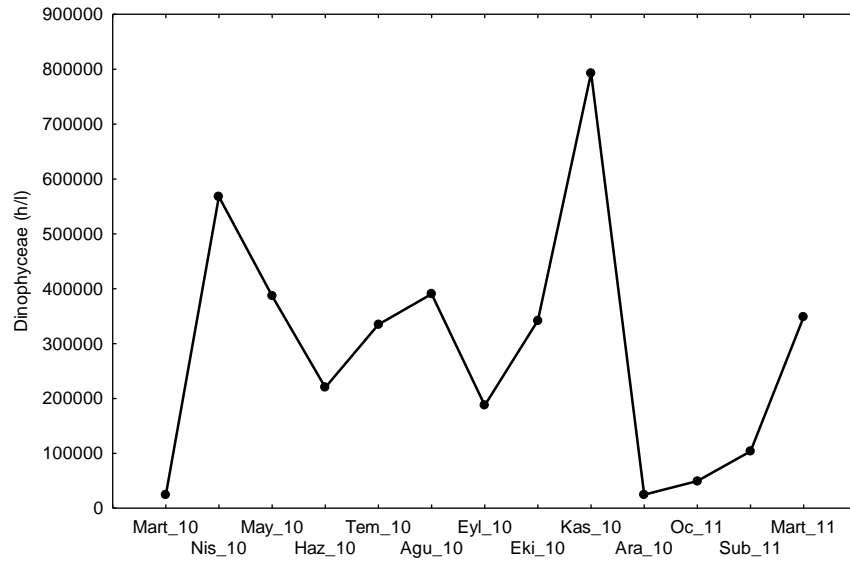
3.3.2 *Dinophyceae*

Dinophyceae sınıfına ait 34 tür belirlenmiştir. Diatomlardan sonra en fazla birey sayısına sahip ikinci gruptur.



Şekil 3.23 *Dinophyceae* günlük değişimi

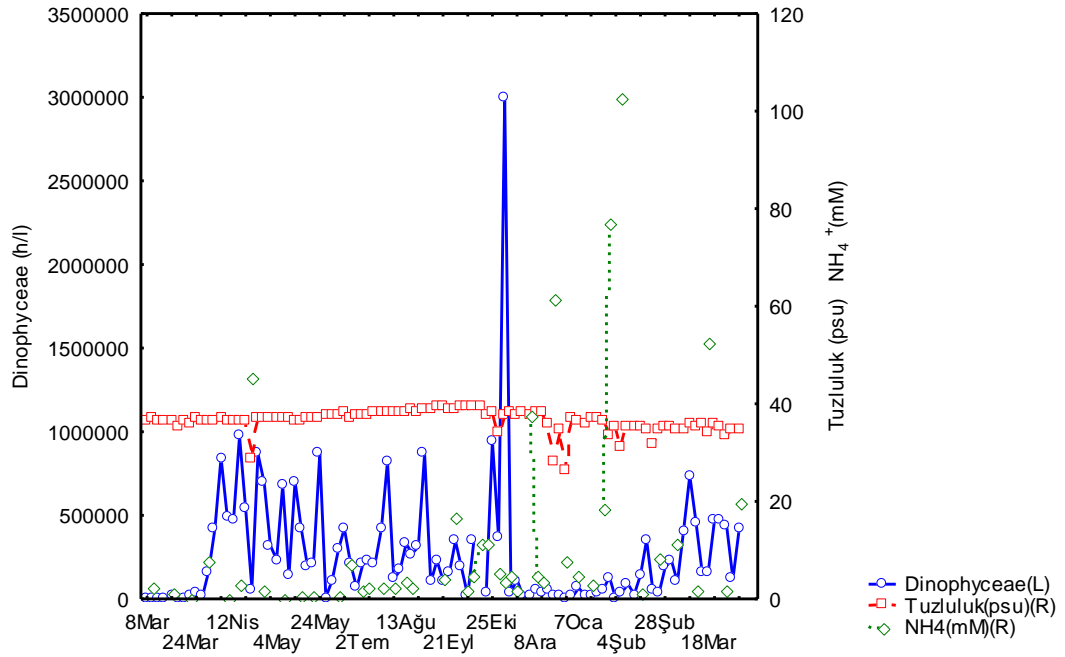
Dinophyceae sınıfının toplam birey sayısında yıl içinde çeşitli dalgalanmalar görülmüştür. İlkbahar, yaz ve sonbahar aylarında birey sayısı fazladır. En yüksek birey sayısına 5 Kasım' da ulaşmıştır (2.999.138 h/l) (Şekil 3.23).



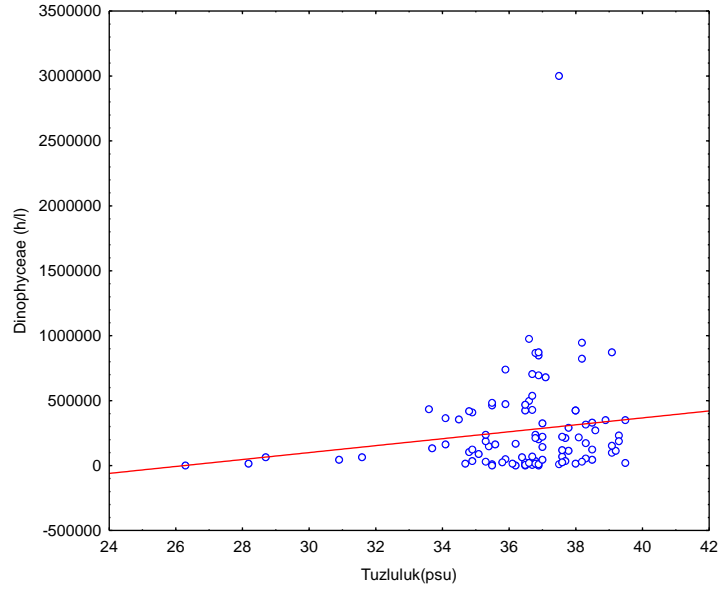
Şekil 3.24 *Dinophyceae* sınıfının aylık ortalama birey sayısı grafiği

Şekil 3.24'te Dinophyceae sınıfına ait aylık ortalama birey sayısı gösterilmiştir. Buna göre Mart-Nisan 2010 arasında birey sayısı artış göstermiş, daha sonra Haziran ayına kadar azalarak devam etmiş ve Haziran-Ağustos arası tekrar artış göstermiştir. Ağustos'tan Eylül'e kadar azalarak devam etmiş, daha sonra tekrar artarak Kasım'da en yüksek değerine ulaşmıştır (792.976 h/l). Kasım-Aralık arası hızlı bir düşüş kaydetmiş ve daha sonra tekrar artarak çalışmanın son ayında (Mart 2011) 348.475 h/l değerine ulaşmıştır.

Şekil 3.25'de görüldüğü gibi Dinophyceae birey sayısı NH_4^+ ile ters orantılı bir şekilde değişmektedir. Şekil 3.26'daki eğim grafiğinde ise Dinophyceae ile tuzluluk arasındaki doğrusal oran görülmektedir.



Şekil 3.25 Dinophyceae birey sayısının tuzluluk ve NH_4 ile değişimi

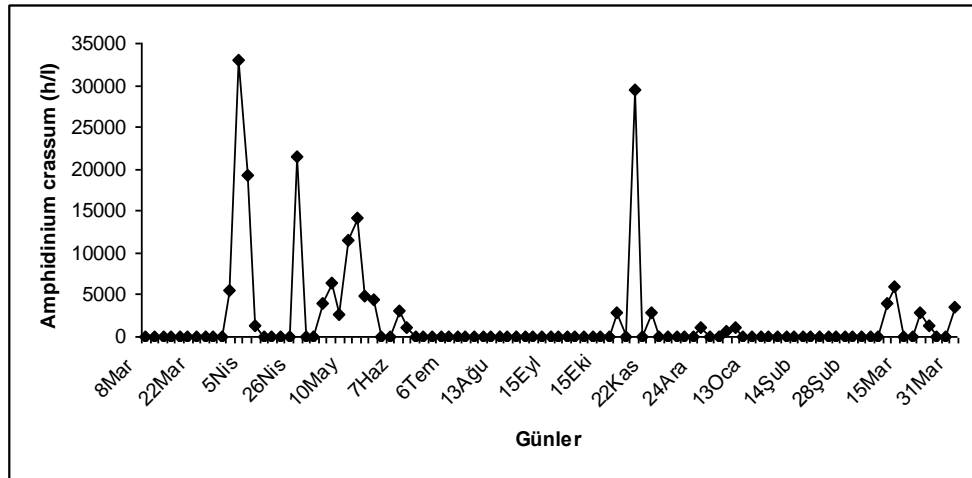


Şekil 3.26 Dinophyceae tuzluluk eğim grafiği.

Aşağıda Dinophyceae türlerinden sık görülenler alfabetik sıraya göre verilmiştir:

3.3.2.1 *Amphidinium crassum*

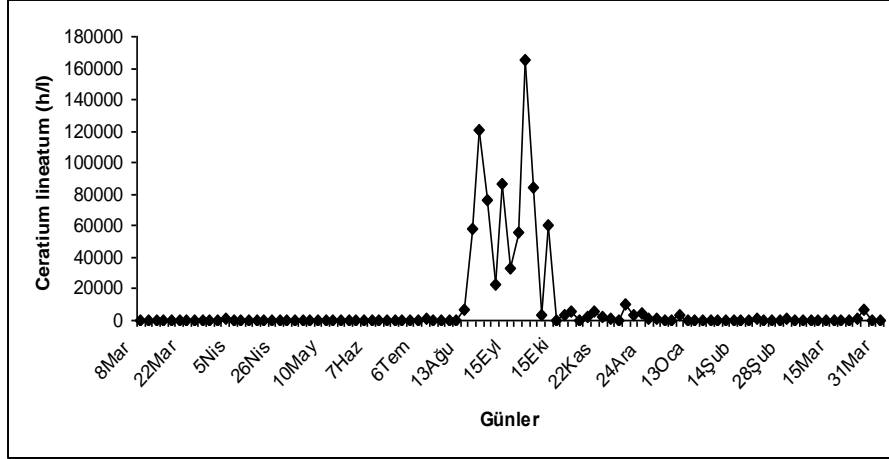
Amphidinium crassum, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim, Kasım 2010 ve Mart 2011 aylarında göreceli yüksek değerlerdedir. En fazla birey sayısı 2 Nisan 'da (33.051 h/l) görülmüştür. 5 Kasım 'da birey sayısı (29.425 h/l) ikinci kez yüksek değerlere çıkmıştır.



Şekil 3.27 *Amphidinium crassum* günlük değişimi

3.3.2.2 *Ceratium lineatum*

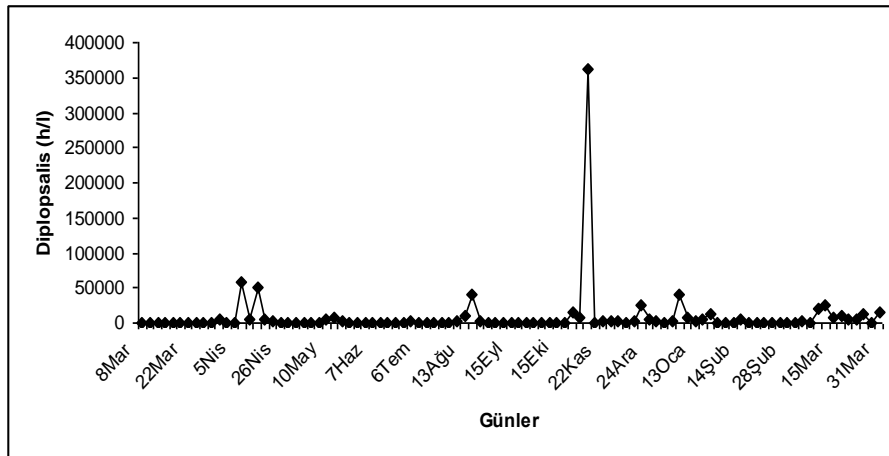
Ceratium lineatum, yılın belli zamanlarında az miktarda planktonda bulunsa da en yüksek miktarları 13 Ağustos-15 Ekim arasındaki dönemde görülmüştür. En fazla birey sayısına 24 Eylül'de (165.057 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.28 *Ceratium lineatum* günlük değişimi

3.3.2.3 *Diplopsalis sp.*

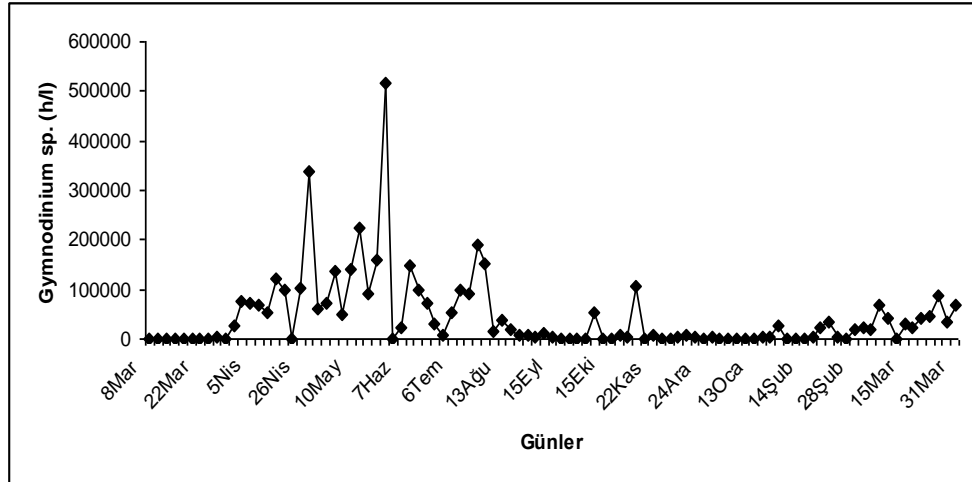
Diplopsalis sp., en fazla birey sayısına 5 Kasım 'da (362.160 h/l) ulaşmıştır (Şekil 3.29). Yılın diğer zamanlarında da az miktarlarda birey sayısı ile planktonda gözlenmiştir.



Şekil 3.29 *Diplopsalis sp.* günlük değişimi

3.3.2.4 *Gymnodinium sp.*

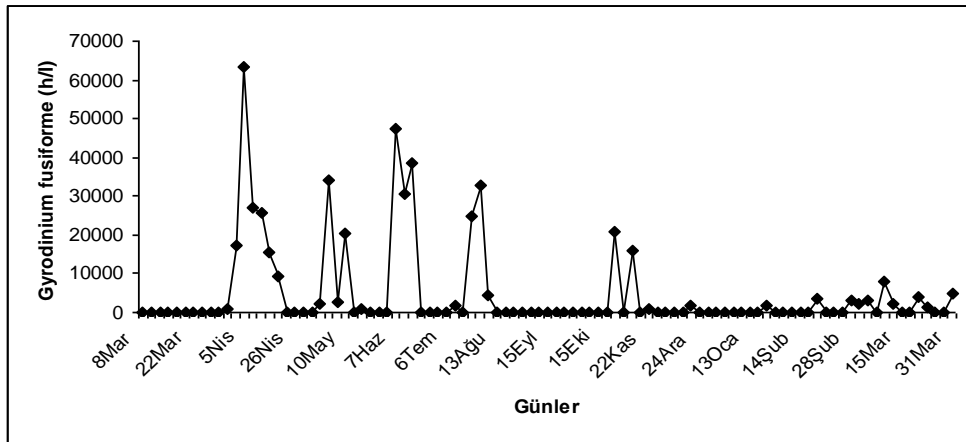
Gymnodinium sp. yılın ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde yoğunluk göstermiştir (Şekil 3.30). Birey sayısı en fazla ilkbahar-yaz döneminde 24 Mayıs (516.594 h/l) tarihinde gözlenmiştir.



Şekil 3.30 *Gymnodinium sp.* günlük değişimi

3.3.2.5 *Gyrodinium fusiforme*

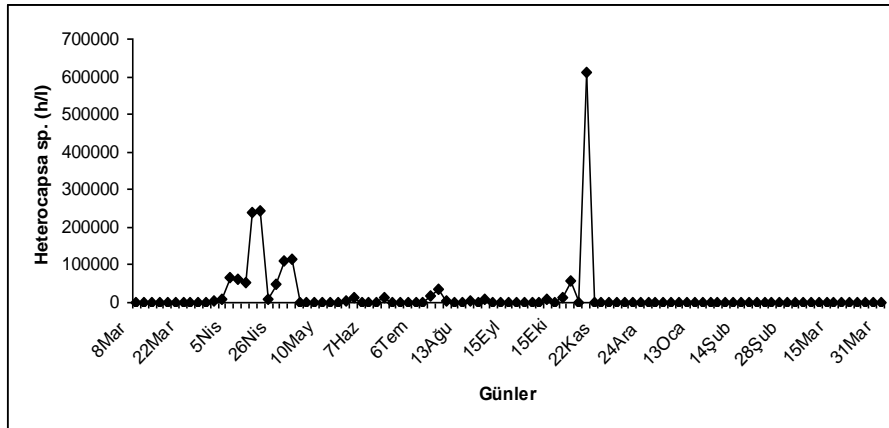
En fazla birey sayısı 63.340 h/l'dir (5 Nisan) (Şekil 3.31). En fazla birey sayısının görüldüğü dönem ilkbahar-yaz dönemidir.



Şekil 3.31 *Gyrodinium fusiforme* günlük değişimi

3.3.2.6 *Heterocapsa sp.*

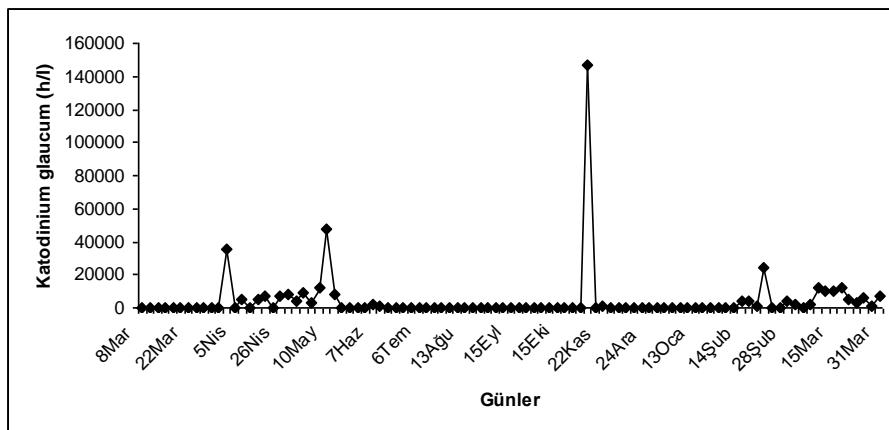
Heterocapsa sp. birey sayısı ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 3.32). En fazla birey sayısına 5 Kasım 'da (611.145 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.32 *Heterocapsa sp.* günlük değişimi

3.3.2.7 *Katodinium glaucum*

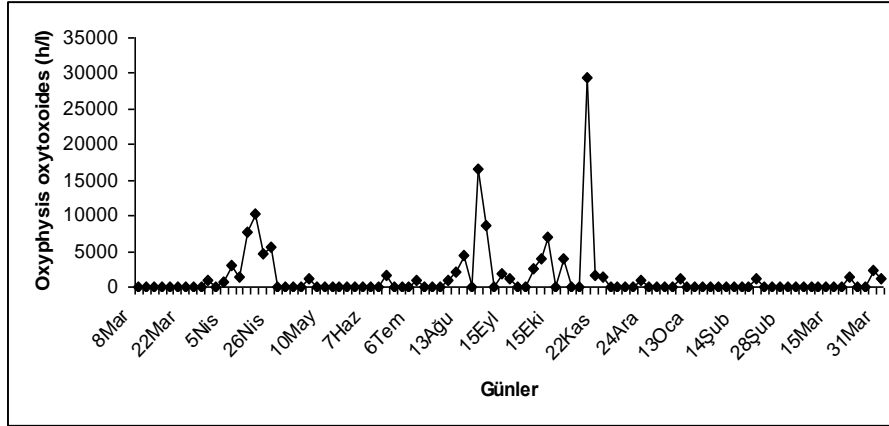
Katodinium glaucum, Nisan, Mayıs, Kasım 2010 ve Şubat, Mart 2011 dönemlerinde gözlenmiştir (Şekil 3.33). En fazla birey sayısına 5 Kasım 'da (147.127 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.33 *Katodinium glaucum* günlük değişimi

3.3.2.8 *Oxyphysis oxytoxoides*

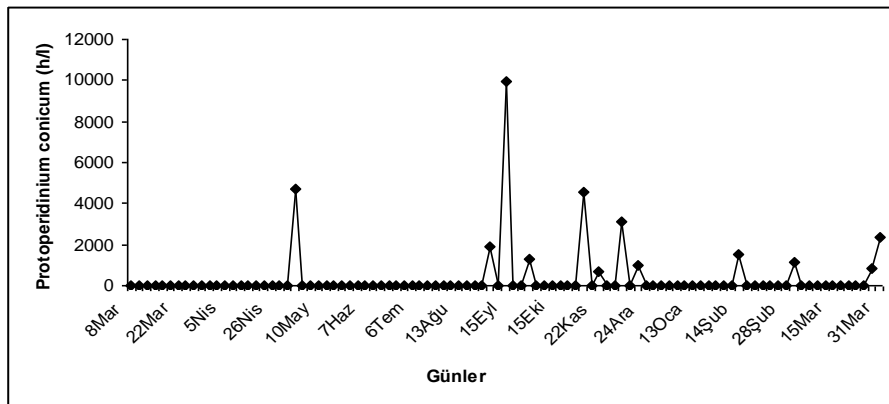
Oxyphysis oxytoxoides, yılın hemen hemen her döneminde gözlenmiştir (Şekil 3.34). Ancak ilkbahar ve sonbahar döneminde daha fazla birey sayısı ile karşımıza çıkmıştır. En fazla birey sayısı 5 Kasım 'da (29.425 h/l) tespit edilmiştir.



Şekil 3.34 *Oxyphysis oxytoxoides* günlük değişimi

3.3.2.9 *Protoperidinium conicum*

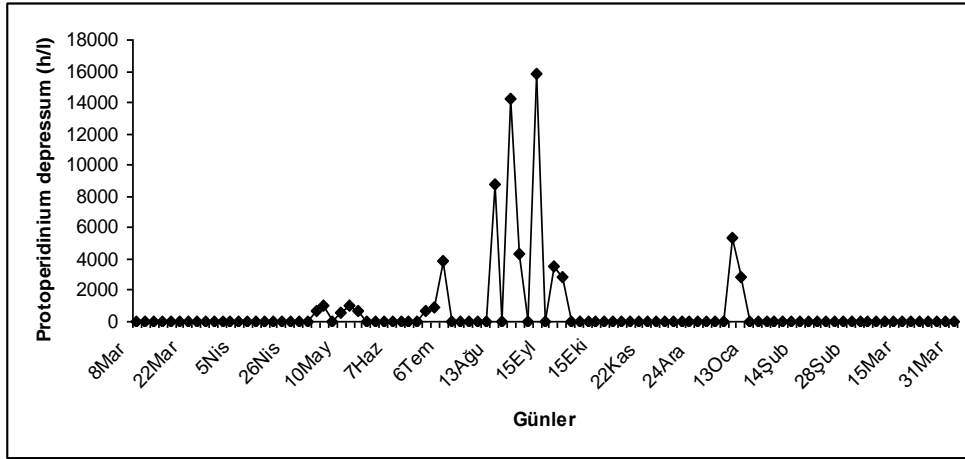
Protoperidinium conicum türü yılın belli dönemlerinde görülmüştür (Şekil 3.35). Daha çok sonbahar döneminde fazla birey sayısı ile karşımıza çıkmıştır. En fazla birey sayısına 15 Eylül'de (9935 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.35 *Protoperidinium conicum* günlük değişimi

3.3.2.10 *Protopteridinium depressum*

Protopteridinium depressum, sonbahar döneminde artış göstermiştir (Şekil 3.36). En fazla birey sayısına 14 Eylül’ de (15.884 h/l) ulaşmıştır.

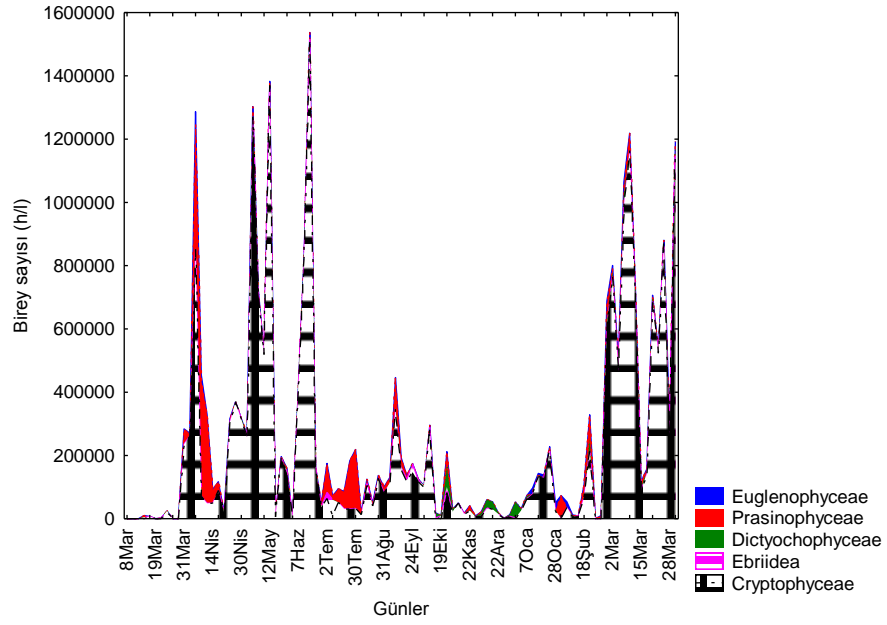


Şekil 3.36 *Protopteridinium depressum* günlük değişimi

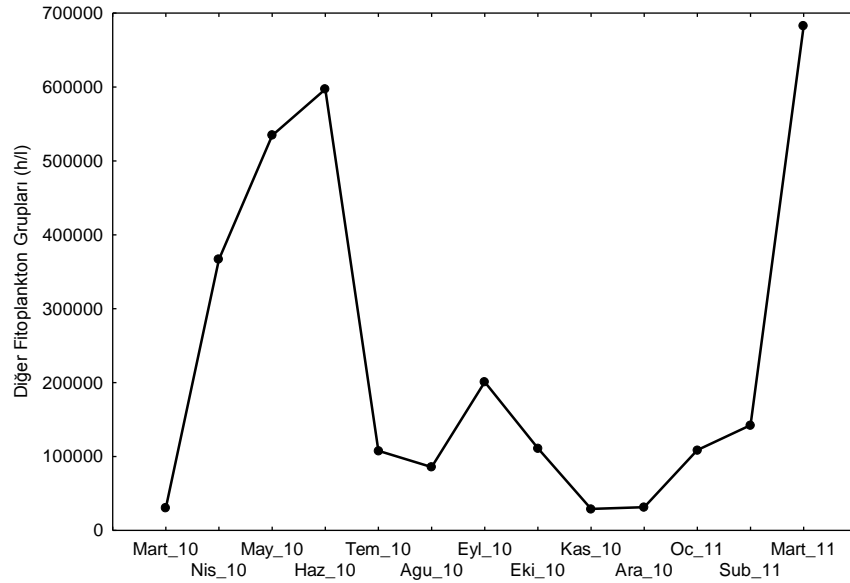
3.3.3 Diğer Sistematik Gruplar

Diğer taksonomik gruplar başlığı altında alınan bölümde Cryptophyceae, Ebriiidae, Euglenophyceae, Prasinophyceae ve Dictyochophyceae sınıflarına ait türler bulunmaktadır.

Şekil 3.37’de diğer sistematik gruplara ait günlük değişim grafiği verilmiştir. Buna göre ilk olarak 2 Nisan’da birey sayısında birdenbire bir artış ve sonrasında bir düşüş yaşanmıştır. Bu tarihte toplam birey sayısının % 97’ sini Cryptophyceae oluşturmaktadır. 4 Mayıs tarihinde ikinci kez artmış, bu tarihte de toplam birey sayısının % 98’ ini Cryptophyceae oluşturmuştur. Bu tarihten sonra birey sayısı Temmuz ayına kadar hafif dalgalanmalar olsa da bir artış eğilimine girmiştir. Temmuz ile 28 Şubat 2011 arasında genel bir düşüş eğilimi görülmüştür. 28 Şubat ile çalışmanın bitimi olan 31 Mart arasında birey sayısı yine yüksek değerlerde seyretmiştir.



Şekil 3.37 Diğer sistematik grupların günlük değişimi

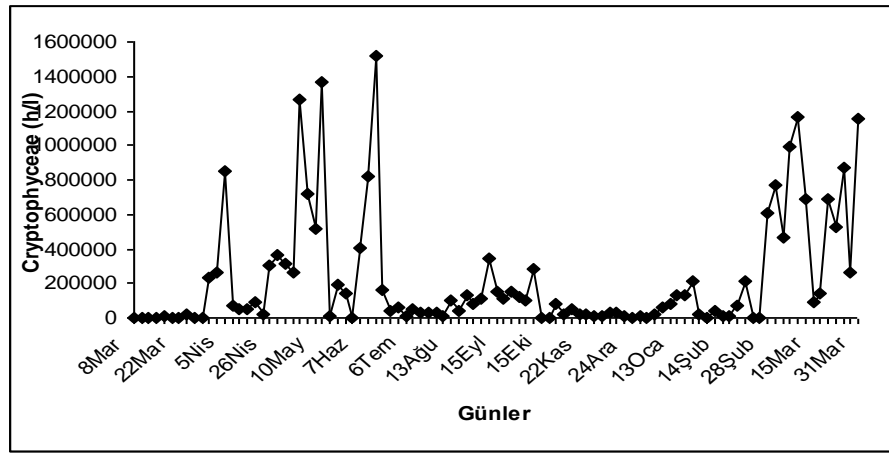


Şekil 3.38 Diğer sistematik grupların aylık ortalama birey sayısı grafiği

Şekil 3.38'de diğer fitoplankton sınıflarının aylık ortalama birey sayısı gösterilmiştir. Buna göre Mart 2010- Haziran 2010 arasında birey sayısı sürekli artış göstermiş, bu tarihten sonra Şubat 2011'e kadar bazı dalgalanmalar olsa da düşük seviyelerde seyretmiştir. Şubat-Mart 2011 arasında tekrar bir yükselme görülmüştür.

3.3.3.1 *Cryptophyceae*

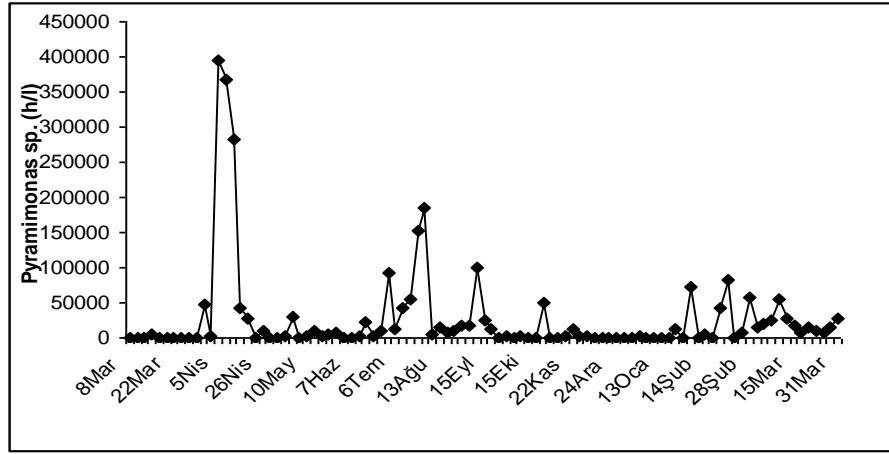
Cryptophyceae, tüm örnekleme boyunca gözlenmiştir (Şekil 3.39). En yüksek değeri 823.786 h/l'dir (17 Haziran). Nisan-Haziran arası çok yüksek değerlere ulaşmış, daha sonra birey sayısında ani bir düşüş yaşanmıştır. Şubat ayının sonuna kadar yine düşük seviyelerde seyretmiştir. 25 Şubat ile 31 Mart arasında birey sayısında tekrar artış görülmüştür (Şekil 3.39).



Şekil 3.39 *Cryptophyceae*'nin günlük değişimi

3.3.3.2 *Pyramimonas sp.*

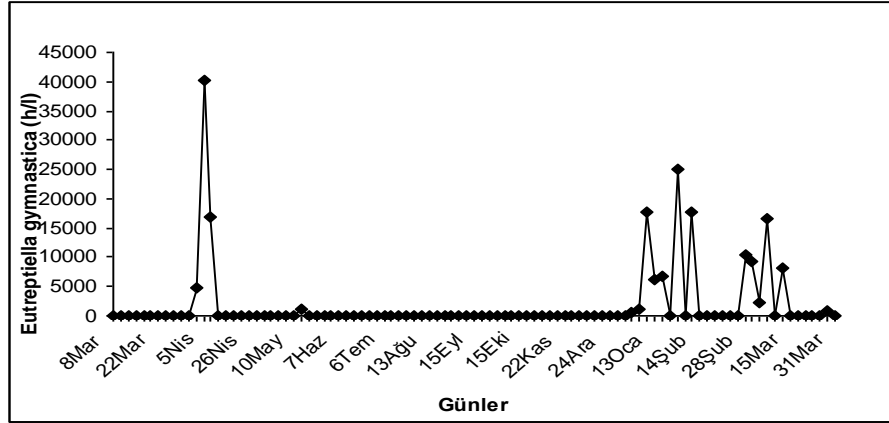
Pyramimonas sp. 282.048 h/l ile en yüksek değerine 2 Nisan'da ulaşmıştır. En yüksek ikinci değeri ise 152.845 h/l (28 Temmuz) 'dir. Aralık ayı hariç diğer tüm aylarda bu türe rastlanılmıştır.



Şekil 3.40 *Pyramimonas sp.*'nin günlük değışimi

3.3.3.3 *Eutreptiella gymnastica*

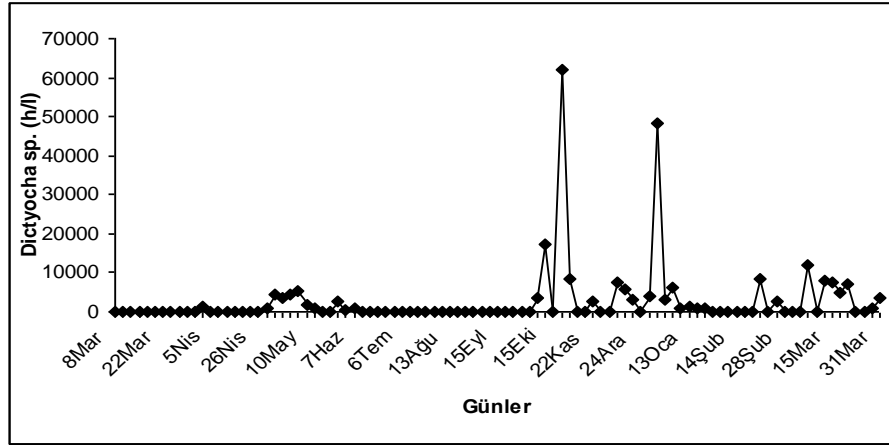
Eutreptiella gymnastica yılın belli dönemlerinde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.41). 7 Nisan'da en yüksek değerine ulaşmıştır (16.867 h/l). Bu tarihten itibaren yılsonuna kadar görülmemiş ve Ocak ayında tekrar ortaya çıkmıştır. Ocak ayından Mart sonuna kadar tekrar görülmeye başlamıştır. Bu tarihler arasında da çeşitli dalgalanmalar oluşturmuştur. (Şekil 3.41).



Şekil 3.41 *Eutreptiella gymnastica*'nin günlük değışimi

3.3.3.4 *Dictyocha sp.*

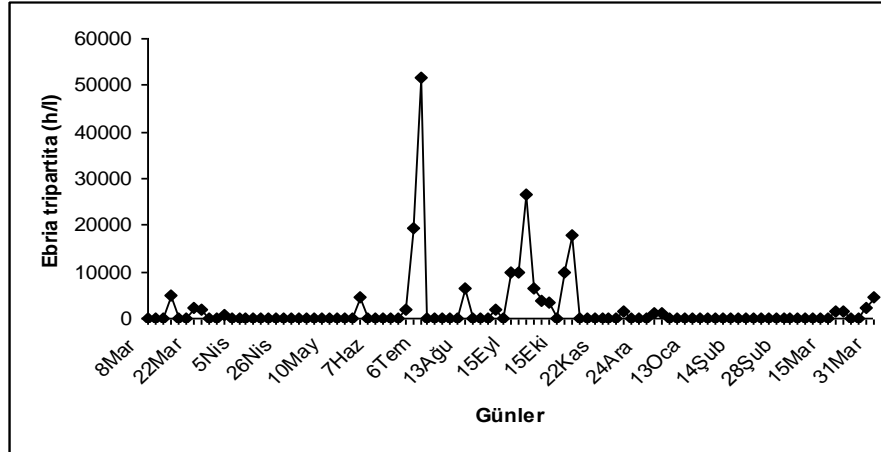
Dictyocha sp. ilkbahar ve sonbahar döneminde daha az gözlenmiştir (Şekil 3.42). En fazla birey sayısı 61.849 h/l (25 Ekim) 'dir.



Şekil 3.42 *Dictyocha sp.*'nin günlük değişimi

3.3.3.5 *Ebria tripartita*

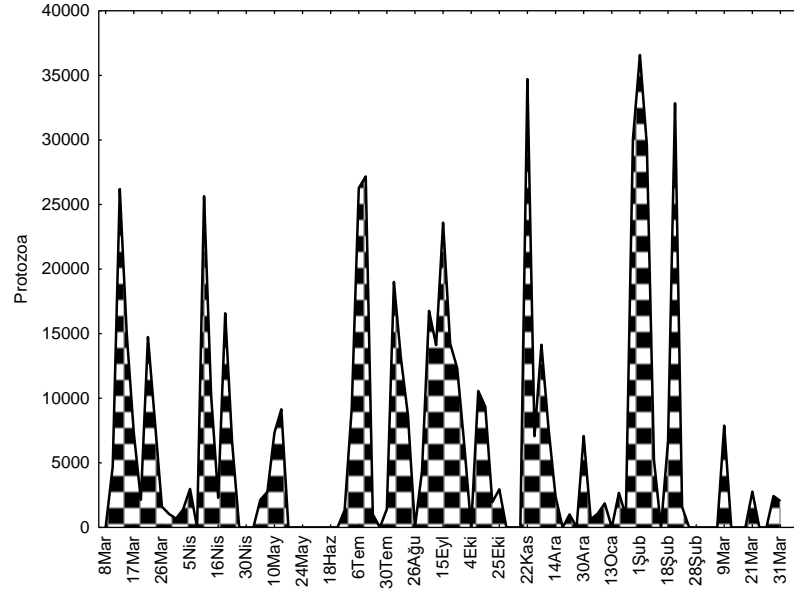
Ebria tripartita yıl içinde belli dönemlerde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.43). En yüksek konsantrasyonuna 6 Temmuz'da ulaşmıştır (51.589 h/l). 15 Eylül'de 9.735 h/l ile ikinci büyük artışını yaşamıştır. Nisan-Mayıs arasında hiç gözlenmemiştir. Ocak-Şubat arasında da yine bu türe rastlanılmamıştır. Bu tarihler dışında düşük konsantrasyonda olsa da planktonda gözlenmiştir.



Şekil 3.43 *Ebria tripartita*'nin günlük değişimi.

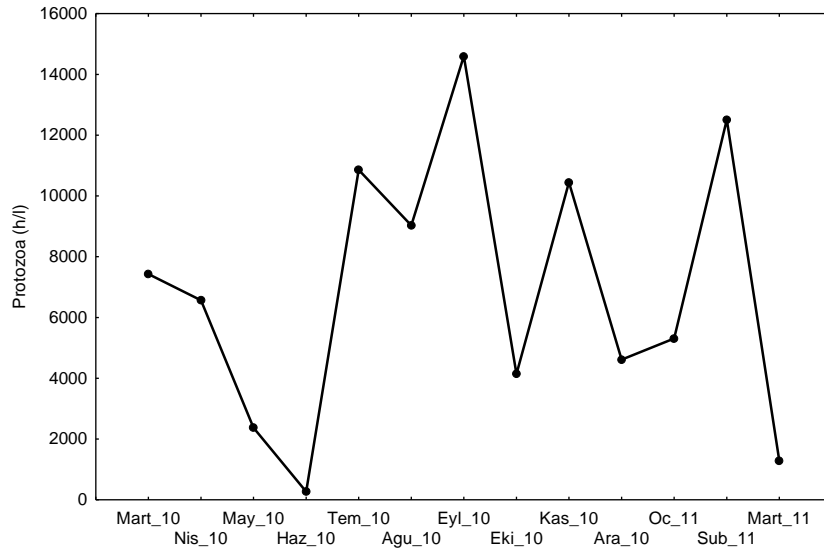
3.3.4 Protozoa

Örnekleme boyunca dalgalanmalar halinde değişim göstermiş, (Şekil 3.44) ve 1 Şubat tarihinde 36.582 h/l ile en yüksek değerine ulaşmıştır.



Şekil 3.44 Protozoa günlük değişimi

Şekil 3.45'te Protozoa'ya ait aylık ortalama birey sayısı gösterilmiştir. Buna göre Mart 2010'da 7.400 h/l olan değer Haziran 2010'a kadar keskin bir düşüş kaydederek 270 h/l'ye kadar düşmüştür. Daha sonra tekrar yükselişe geçerek Eylül 2010'da en yüksek değeri olan 14.602 h/l'ye ulaşmıştır. Bu tarihten sonra yine dalgalanmalarla devam etmiş ve Mart 2011'de 1.285 h/l değeriyle son bulmuştur



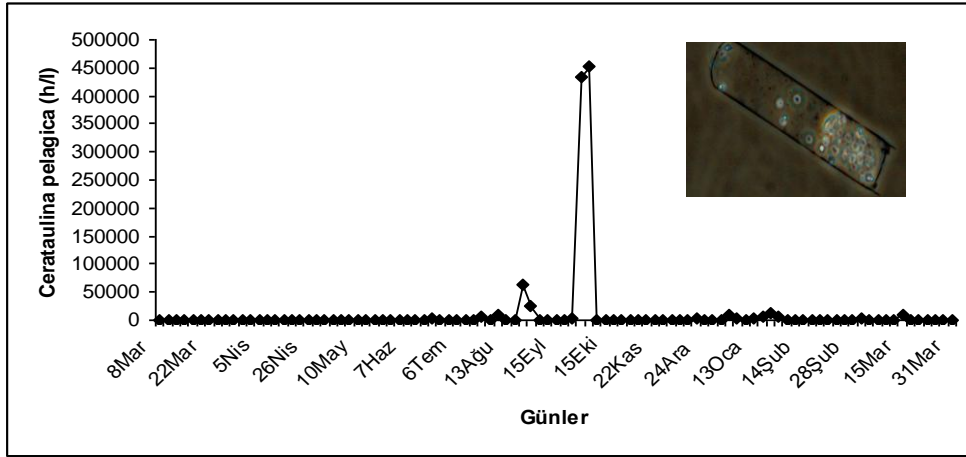
Şekil 3.45 Protozoa'nın aylık ortalama birey sayısı grafiği

3.3.5 Toksik ve/veya Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri

Ülkemizde rapor edilen fitoplankton türlerinin yaklaşık yüzde %10'unun zehirli-zararlı aşırı üreme oluşturdukları ve bunlardan sadece %5 'inin bilinen fitoplanktonik toksinleri sentezleyerek balık ölümleri ile birlikte ekosistem düzeyinde katastrofi oluşturabildikleri bilinmektedir (Koray 2001, Koray ve Çolak Sabancı, 2001, Bargu ve diğer., 2002, Koray, 2002a, Koray, 2002b, Koray ve Çolak Sabancı, 2003, Bizsel ve Bizsel, 2002). Bu çalışmada tespit edilen 72 fitoplankton türünün %25'i (18 tür) toksik ve/veya potansiyel zararlı türlerdir.

3.3.5.1 *Cerataulina pelagica*

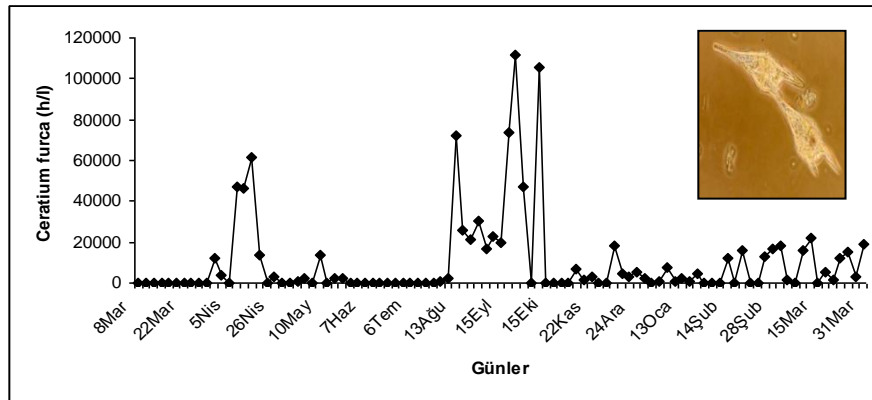
Şekil 3.46'da *Cerataulina pelagica* türüne ait günlük değişim grafiği verilmiştir. Bu tür ilk olarak 26 Ağustos'ta (63.850 h/l) ortaya çıkmıştır. 4 Ekim'de 450.965 h/l ile en fazla birey sayısına ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren çalışma sonuna kadar 22 Aralık, 6 Ocak, 21 Ocak ve 15 Mart tarihlerinde görülmüştür ve birey sayısı ortalama 4000 h/l değerlerinde seyretmiştir.



Şekil 3.46 *Cerataulina pelagica* günlük değişimi

3.3.5.2 *Ceratium furca*

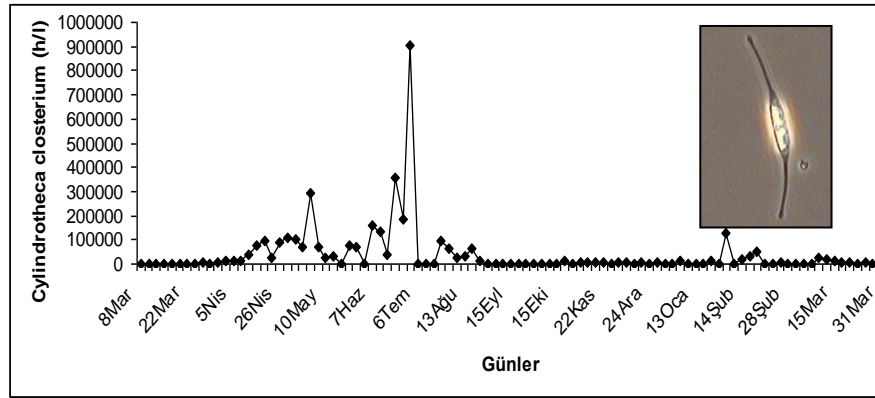
Ceratium furca yıl boyunca çeşitli zamanlarda artış göstermiştir (Şekil 3.47). En fazla birey sayısına 24 Eylül'de (11.935 h/l) ulaşmıştır. İlk büyük artışı 7 Nisan'da 47.230 h/l' dir. İkinci büyük artışı 13 Ağustos'ta (72.101 h/l), üçüncü artışı 24 Eylül'de en fazla birey sayısına ulaşmış, daha sonra 6 Ekim'de son büyük artışına ulaşmış ve hücre sayısı 105.735 h/l' yi bulmuştur. Örnekleme sonuna kadar düşük miktarlarda olsa da gözlenmiştir.



Şekil 3.47 *Ceratium furca* günlük değişimi

3.3.5.3 *Cylindrotheca closterium*

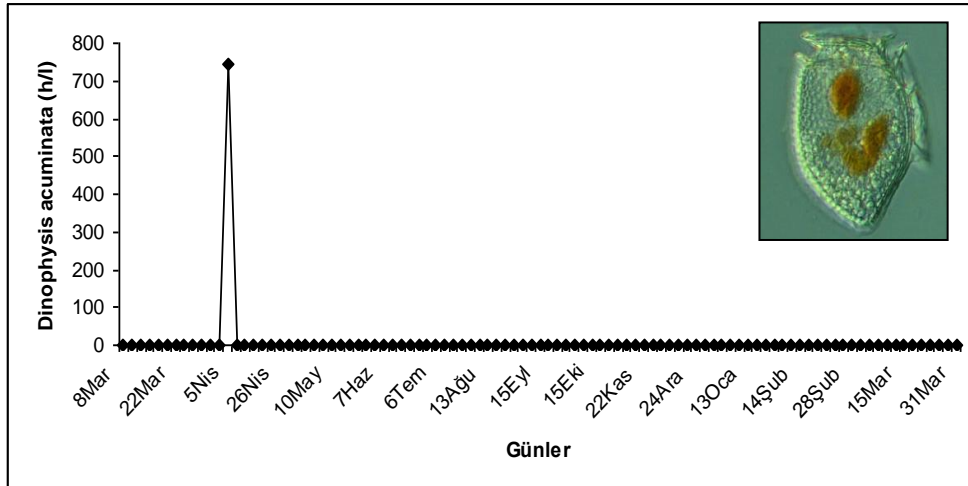
Şekil 3.48’de *Cylindrotheca closterium* türünün günlük değişimi grafiği verilmiştir. Tür Nisan-Ağustos arasında ve Şubat ayı boyunca yüksek miktarda bulunmuş, diğer zamanlarda ise çok küçük miktarlarda da olsa gözlenmiştir. En yüksek birey sayısına 2 Temmuz (907.481 h/l)’da ulaşmıştır.



Şekil 3.48 *Cylindrotheca closterium* günlük değişimi

3.3.5.4 *Dinophysis acuminata*

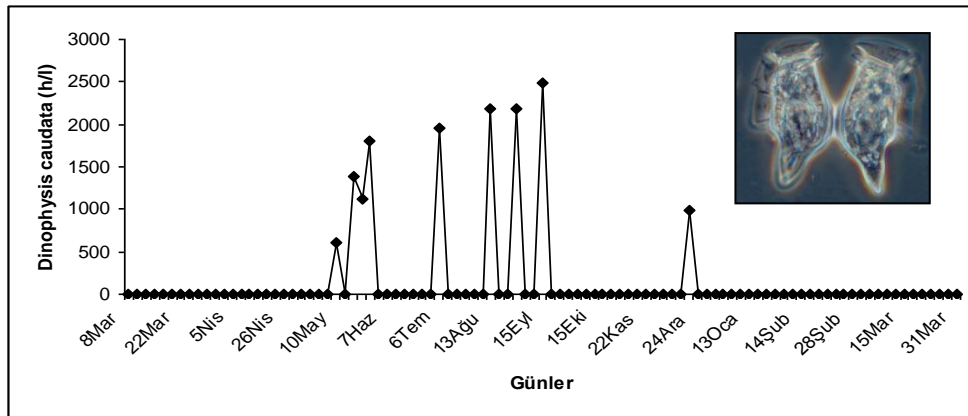
Dinophysis acuminata türü yıl içinde sadece 5 Nisan’da görülmüş ve birey sayısı 745 h/l olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.49).



Şekil 3.49 *Dinophysis acuminata* günlük değişimi

3.3.5.5 *Dinophysis caudata*

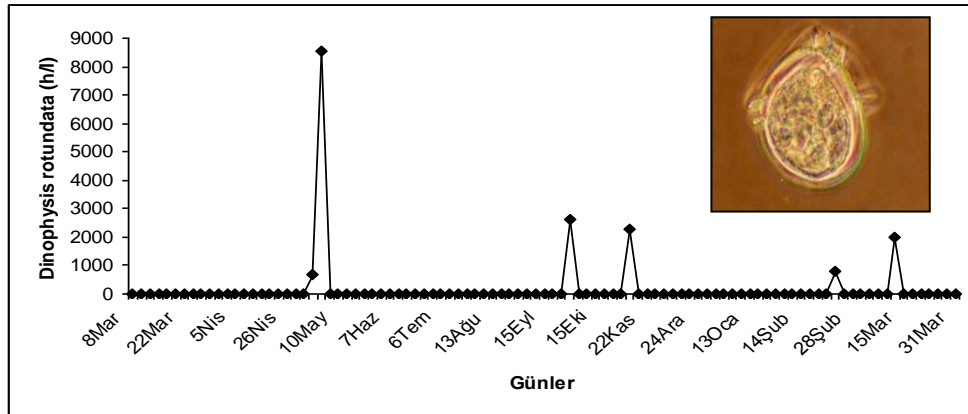
Dinophysis caudata, ilkbahar-yaz döneminde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.50). Bu tür ilk olarak 10 Mayıs'ta (612 h/l) gözlenmiş ve 24 Mayıs (1812 h/l) tarihine kadar artarak devam etmiştir. Türün sonraki gözlendiği tarihler 6 Temmuz (1946 h/l), 13 Ağustos (2184h/l), 31 Ağustos (2181 h/l), 15 Eylül (2483 h/l) ve son olarak 22 Aralık (984h/l)'tır.



Şekil 3.50 *Dinophysis caudata* günlük değişimi

3.3.5.6 *Dinophysis rotundata*

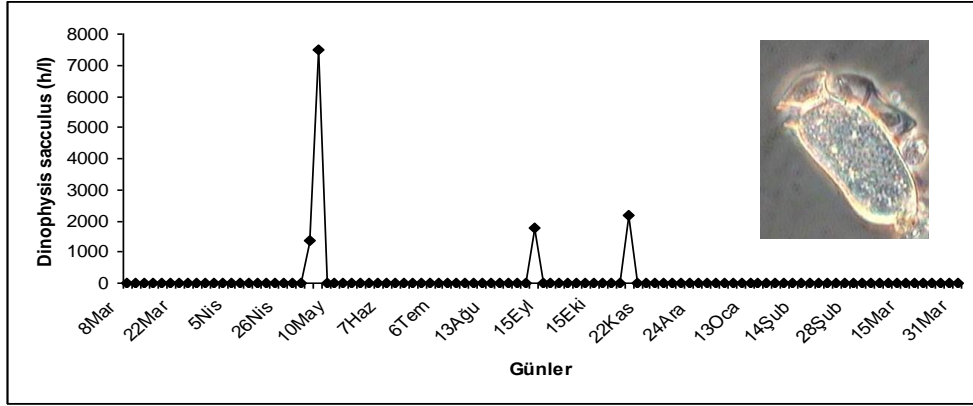
Dinophysis rotundata 'nın en yüksek birey sayısı 8543 h/l (5 Mayıs) 'dir. Ayrıca 29 Eylül (2619 h/l), 5 Kasım (2263 h/l), 23 Şubat 2011 (795 h/l) ve 11 Mart 2011 (2020 h/l) tarihlerinde de bu türe rastlanılmıştır.



Şekil 3.51 *Dinophysis rotundata* günlük değişimi

3.3.5.7 *Dinophysis sacculus*

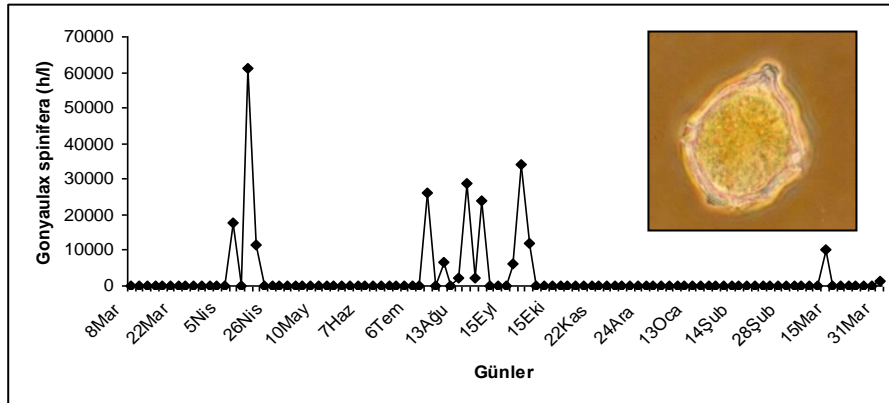
Dinophysis sacculus, yıl içinde 4 kez görülmüştür (Şekil 3.52). İlk olarak 4 Mayıs'ta görülmüştür (1350 h/l). En yüksek değerine 5 Mayıs'ta ulaşmış (7475 h/l), daha sonra 14 Eylül (1764 h/l) ve 5 Kasım'da (2180 h/l) gözlenmiştir.



Şekil 3.52 *Dinophysis sacculus* günlük değişimi

3.3.5.8 *Gonyaulax spinifera*

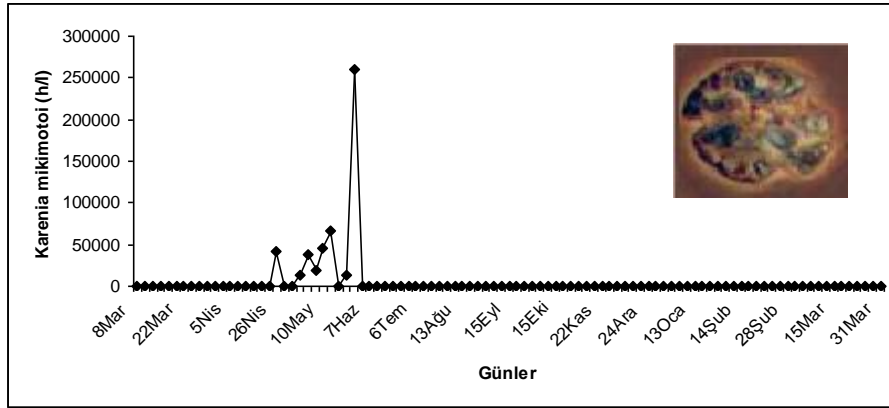
Gonyaulax spinifera, ilkbahar ve sonbahar aylarında ortaya çıkmıştır (Şekil 3.53). İlk gözlendiği tarih 7 Nisan (17.542 h/l), en yüksek birey sayısına ulaştığı tarih 14 Nisan (61.279 h/l)' dir. 16 Temmuz- 29 Eylül tarihleri arasındaki dönemde de gözlenmiş ve daha sonra uzun bir süre görülmemiştir. Daha sonra 11 Mart 2011'de (10.100 h/l) tekrar gözlenmiştir.



Şekil 3.53 *Gonyaulax spinifera* günlük değişimi

3.3.5.9 *Karenia mikimotoi*

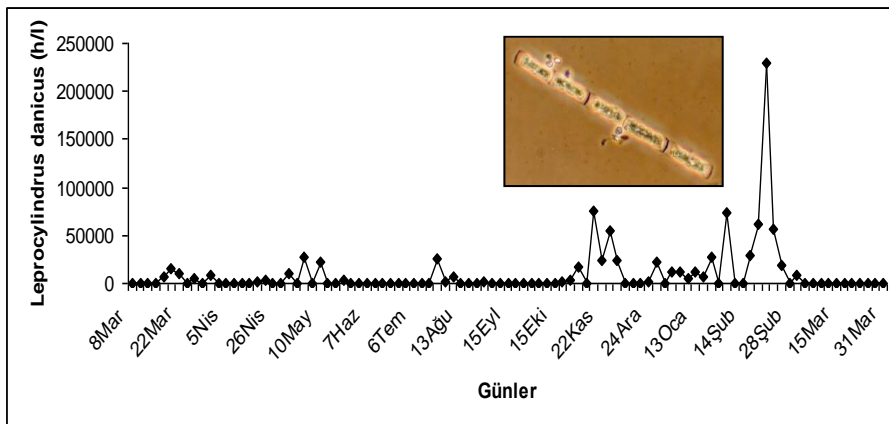
Örnekleme boyunca *Karenia mikimotoi* türüne yalnızca 26 Nisan-24 Mayıs tarihleri arasında rastlanılmıştır (Şekil 3.54). En yüksek değerine 24 Mayıs'ta ulaşmıştır (261.016 h/l).



Şekil 3.54 *Karenia mikimotoi* günlük değişimi

3.3.5.10 *Leptocylindrus danicus*

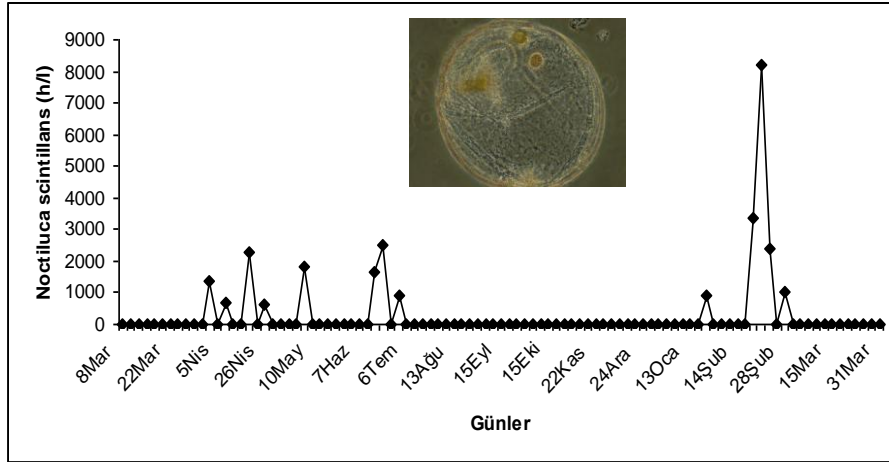
Şekil 3.55'te *Leptocylindrus danicus* türüne ait günlük değişim grafiği verilmiştir. Bu tür Haziran, Eylül ve 2011 Mart ayları dışında kalan tüm aylarda gözlenmiştir. En yüksek birey sayısına 21 Şubat (229.942 h/l) tarihinde ulaşmıştır. Kasım 2010-Mart 2011 arasında en yüksek birey sayısına ulaşmıştır.



Şekil 3.55 *Leptocylindrus danicus* günlük değişimi

3.3.5.11 *Noctiluca scintillans*

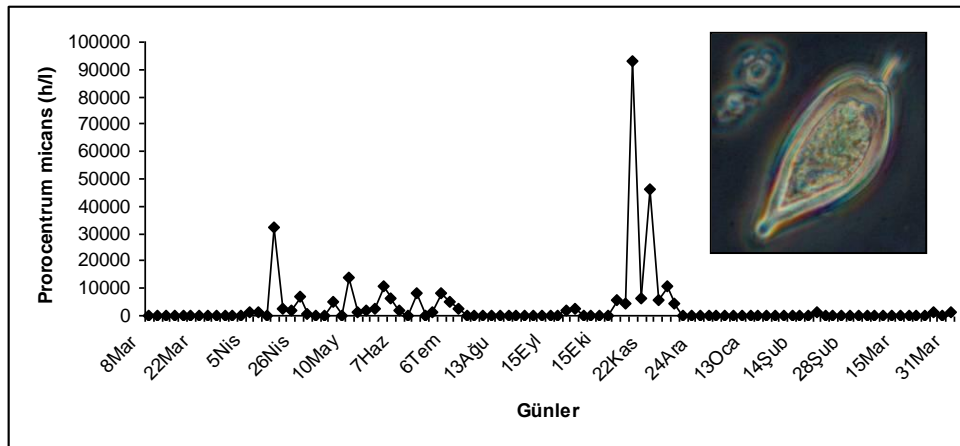
Noctiluca scintillans, ilk olarak 2 Nisan 'da (1377 h/l) gözlenmiştir (Şekil 3.56). 2 Temmuz tarihine kadar aralıklarla planktonda gözlenmiştir. En yüksek değerine 21 Şubat 2011'de ulaşmıştır (8212 h/l).



Şekil 3.56 *Noctiluca scintillans* günlük değişimi

3.3.5.12 *Prorocentrum micans*

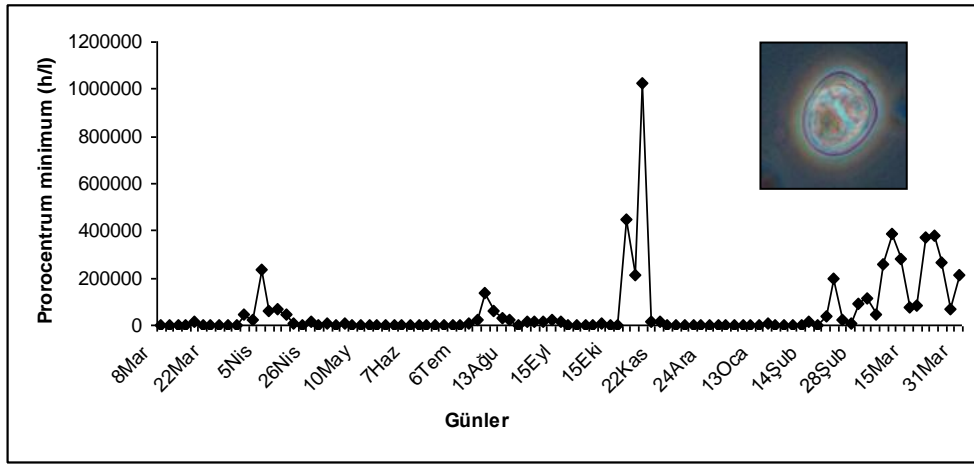
İlk olarak 14 Nisan 'da (32.341 h/l) rastlanılmıştır (Şekil 3.57). Bu tarihten itibaren 13 Temmuz'a kadar gözlenmiş, daha sonra 24 Eylül'e kadar hiç gözlenmemiştir. 24 Eylül 'de tekrar ortaya çıkmış ve en yüksek değerine 5 Kasım'da (92.803 h/l) ulaşmıştır.



Şekil 3.57 *Prorocentrum micans* günlük değişimi

3.3.5.13 *Prorocentrum minimum*

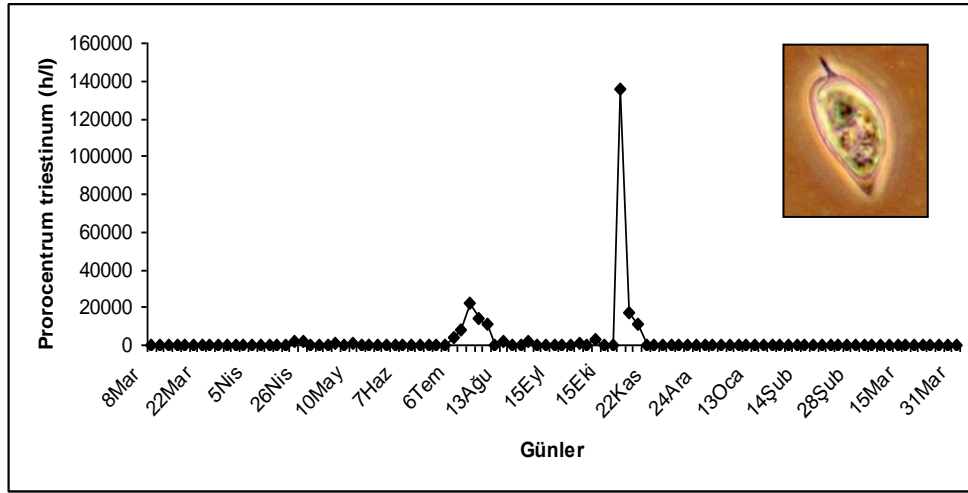
İlk olarak 17 Mart'ta ortaya çıkmıştır (16.491 h/l). Nisan ayı boyunca gözlenmiş, daha sonra uzun bir süre komüniteyi terk etmiş ve Temmuz- Ağustos arasında tekrar gözlenmiştir. En yüksek değerine 1.027.629 h/l ile 5 Kasım'da ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren Şubat ayına kadar gözlenmemiş, 14 Şubat ile 31 Mart tarihleri arasında tekrar ortaya çıkmıştır (Şekil 3.58).



Şekil 3.58 *Prorocentrum minimum* günlük değişimi

3.3.5.14 *Prorocentrum triestinum*

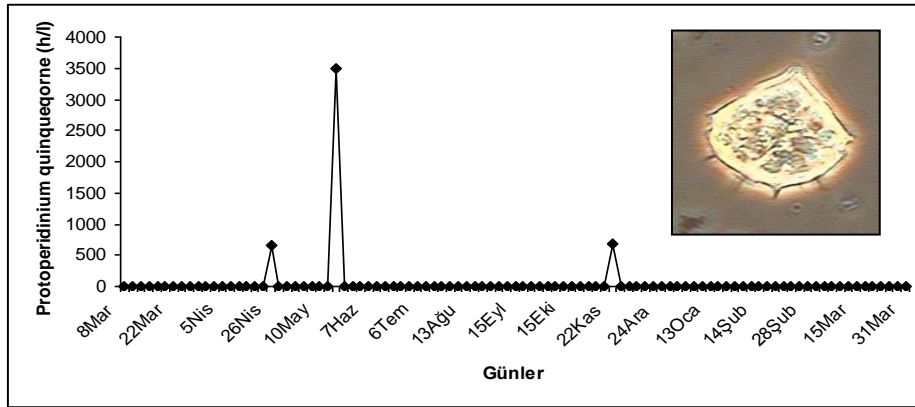
Prorocentrum triestinum, Nisan, Temmuz-Ağustos aylarında ve Ekim-Kasım aylarında gözlenmiştir. En yüksek değerine 25 Ekim'de (135.479 h/l) ulaşmıştır (Şekil 3.59).



Şekil 3.59 *Prorocentrum triestinum* günlük değişimi

3.3.5.15 *Protoperdinium quinqueorne*

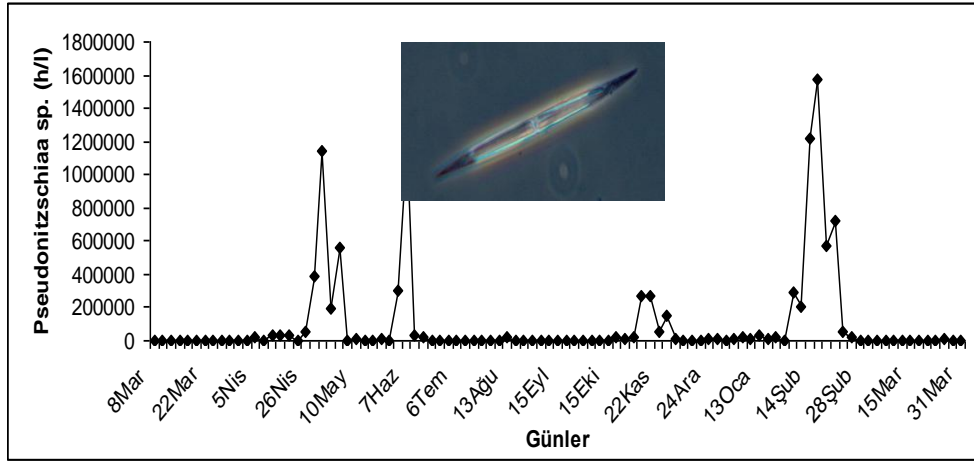
Türkiye denizlerinde daha önce kaydı olmayan bu tür, ilk defa bu çalışmada görülmüştür. Yıl boyunca 3 defa görülmüştür: 26 Nisan (654 h/l), 17 Mayıs (3485 h/l), 22 Kasım (694 h/l) (Şekil 3.60).



Şekil 3.60 *Protoperdinium quinqueorne* günlük değişimi

3.3.5.16 *Pseudonitzschia sp.*

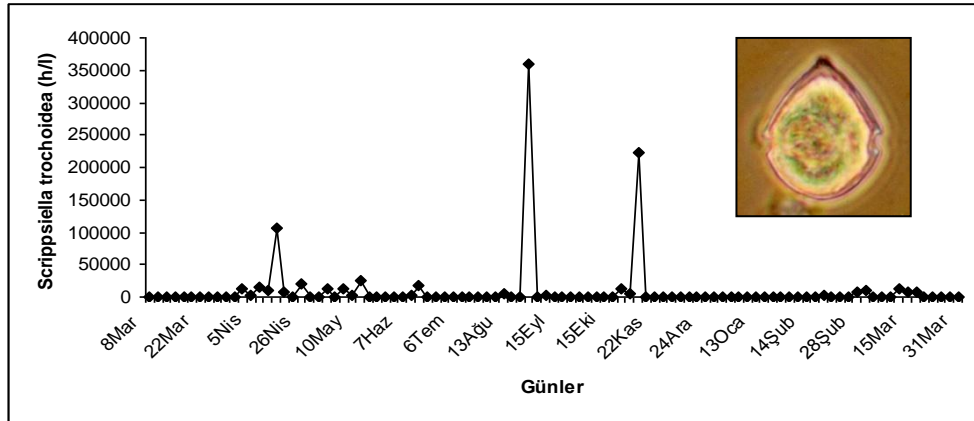
Pseudonitzschia sp. yıl boyunca birkaç defa çok yüksek birey sayısına ulaşmıştır (Şekil 3.61). En yüksek birey sayısına 16 Şubat'ta ulaşmıştır (1.572.362 h/l). Bunun dışında 1 milyon h/l değerini geçtiği 3 tarih daha vardır. Bunlar: 30 Nisan (1.146.292 h/l), 7 Haziran (1.191.626 h/l) ve 14 Şubat (1.212.589 h/l).



Şekil 3.61 *Pseudonitzschia sp.* günlük değişimi

3.3.5.17 *Scrippsiella trochoidea*

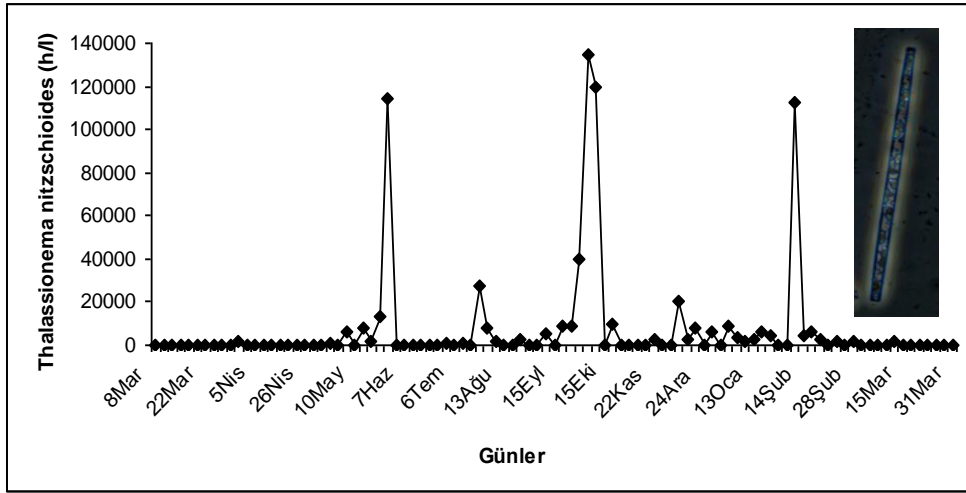
Bu tür ilkbahar-yaz ve sonbaharda belli dönemlerde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.62). En yüksek değerine 31 Ağustos (359.997 h/l) tarihinde ulaşmıştır



Şekil 3.62 *Scrippsiella trochoidea* günlük değişimi

3.3.5.18 *Thalassionema nitzschioides*

Yıl içinde dört büyük artış göstermiştir (Şekil 3.63). Birincisi 24 Mayıs (114.194 h/l), ikincisi 4 Ekim (134.904 h/l), üçüncüsü 6 Ekim (119.833 h/l) ve sonuncusu 4 Şubat (112.567 h/l) tarihinde meydana gelmiştir.



Şekil 3.63 *Thalassionema nitzschioides* günlük değişimi

Bunların dışında komünitede sadece birkaç örnekleme boyunca görülen türler de bulunmaktadır. Tablo 3.2 'de tüm örnekleme boyunca görülen toksik ve/veya potansiyel zararlı fitoplankton türleri verilmiştir.

Tablo 3.4 İzmir Körfezi Üçkuyular Feribot İskelesinde ve mevsimlere göre bulunan toksik ve/veya aşırı üreme gösteren fitoplankton türleri.

<i>Diatom</i>	MEVSİMLER			
	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeş	+	+	+	+
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg)	+	+	+	+
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	+	+	+	+
<i>Pseudonitzschia sp.</i> Cleve	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	+	+		
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell		+	+	+
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+	+	+	+
<i>Dinophyceae</i>				
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg)	+	+	+	+
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg)	+			
<i>Ceratium lineatum</i>	+	+	+	+
<i>Dinophysis acuminata</i>	+			
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	+	+	+	+
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparede et Lachmann	+		+	+
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein	+		+	
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparede et Lachmann) Diesing	+	+	+	
<i>Gymnodinium cf. catenatum</i> Graham			+	
<i>Karenia mikimotoi</i> (Miyake & Kominami ex Oda)	+			
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid	+	+		+
<i>Polykrikos sp.</i>			+	
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	+	+	+	+
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	+		+	
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	+	+
<i>Prorocentrum minimum</i> Pavillard	+	+	+	+
<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller	+	+	+	
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III	+	+	+	+
<i>Raphidophyceae</i>				
<i>Chattonella marina</i> Hara & Chihara			+	
<i>Heterosigma cf. akashiwo</i> Hada			+	

3.4 İstatistiksel Analizler

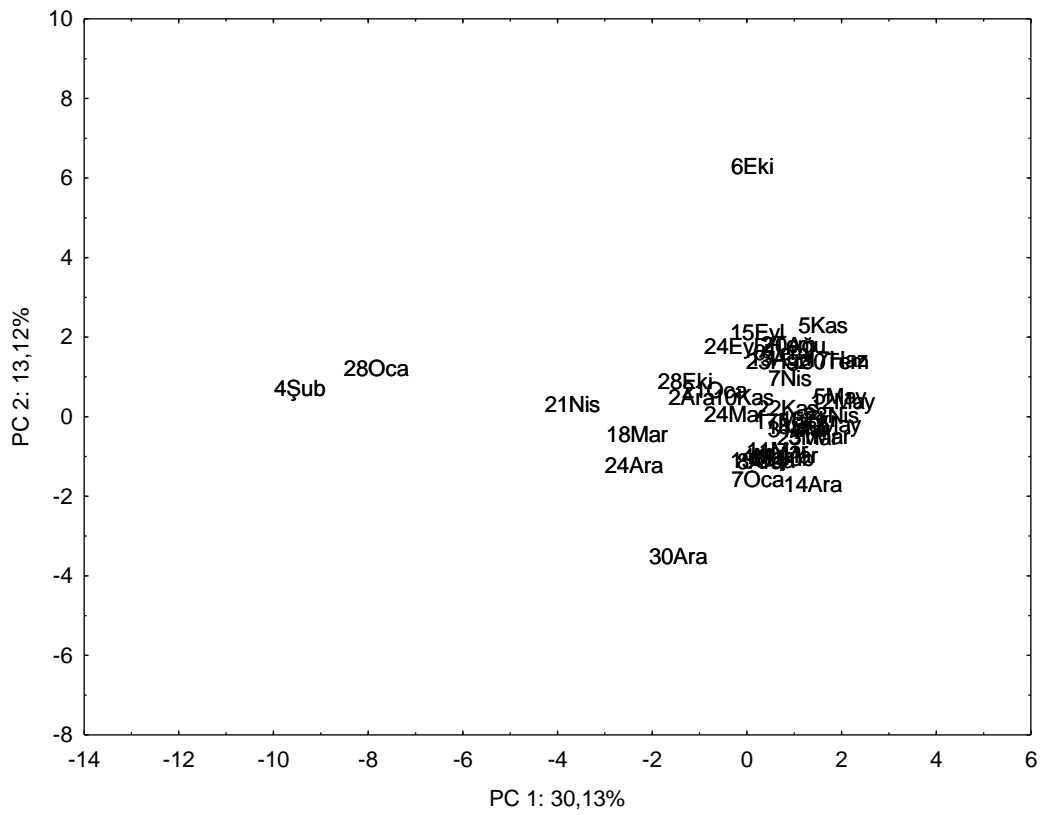
3.4.1 Su Kalite Parametreleri ve Plankton Sınıfları Verileriyle Gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) Sonuçları

Tablo 3.5' te çalışma sonuçlarına ait temel bileşenler analizinin ilk üç temel bileşen eksenindeki (PC1, PC2 ve PC3) değişkenlere ait eigen vektörleri verilmiştir. PC1 % 30'unu, PC2 % 13'ünü, PC3 % 10'unu olmak üzere ilk üç bileşen toplam değişkenliğin yaklaşık % 53'ünü oluşturmaktadır. Sonuçlara göre toplam değişkenliğin % 30'u daha çok AKM, tuzluluk, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{-3} , Si(OH)_4 secchi disc derinliği, Euglenophyceae ve Protozoa birey sayısı ile; % 13'ü sıcaklık, klorofil, Dictyochophyceae birey sayısı ile; % 10'u ise daha çok pH ve Prasinophyceae birey sayısı ile ilgilidir.

Tablo 3.5 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
AKM	-0,69	0,48	0,19
Sıcaklık	0,41	0,60	-0,09
pH	0,11	-0,35	-0,73
Tuzluluk	0,57	0,49	-0,04
NO_2^-	-0,59	-0,17	0,36
NO_3^-	-0,75	-0,10	0,03
NH_4^+	-0,91	-0,02	-0,09
PO_4^{-3}	-0,76	0,33	-0,23
Si(OH)_4	-0,90	-0,21	-0,11
Klorofil	0,05	0,77	0,33
Secchi disc derinliği	0,63	-0,38	0,07
Bacillariophyceae	-0,09	0,15	0,20

Dinophyceae	0,24	0,28	-0,28
Cryptophyceae	0,32	0,01	-0,18
Dictyochophyceae	-0,01	-0,52	0,42
Prasinophyceae	0,17	0,13	-0,58
Euglenophyceae	-0,66	0,05	-0,46
Protozoa	-0,52	0,28	-0,07



Şekil 3.64 Çalışma döneminde çevresel parametreler ve plankton sınıfları verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre örnekleme günlerinin dağılımı

Şekil 3.64'te temel bileşenler analizinin ilk 2 temel bileşenine göre örnekleme tarihlerinin dağılımı verilmiştir. Buna göre 28 Ocak ve 4 Şubat tarihleri birbirine daha yakındır. 21 Nisan, 18 Mart, 24 Aralık ve 30 Aralık birbiriyle ilişkili, ve bu tarihlere bakıldığında yağışlı günlere denk geldiği görülmüştür. 6 Ekim tarihli

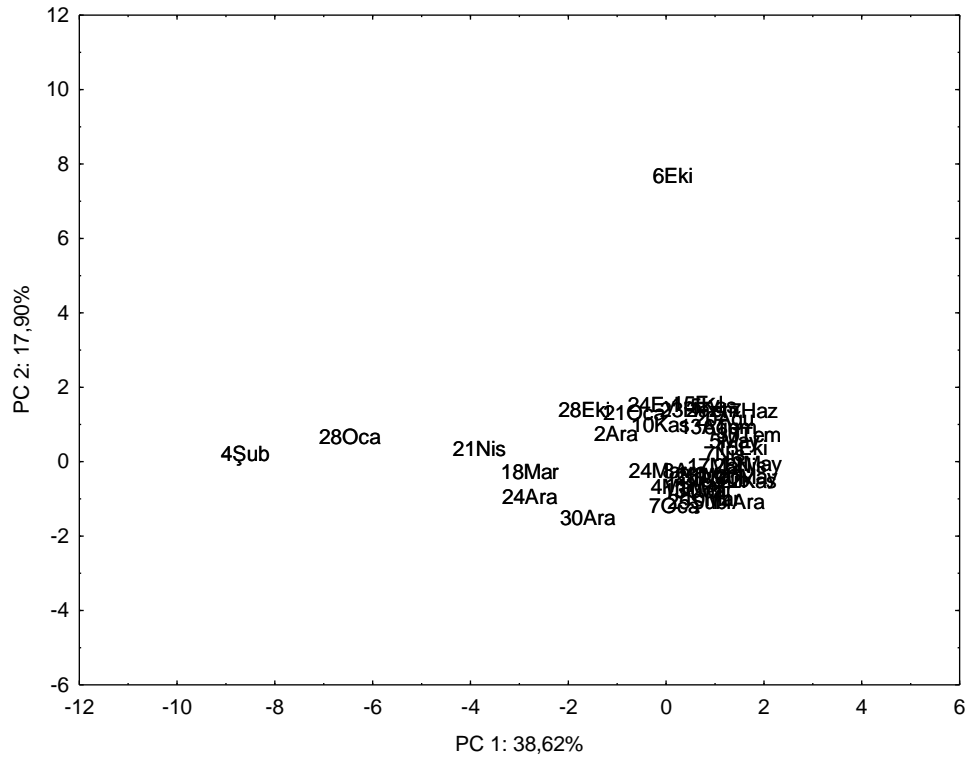
örnekleme ise onlardan daha uzak bir konumdadır. Diğer tüm örnekleme tarihleri kümelenmiş durumdadır.

3.4.2 Su Kalite Parametreleri ve Toplam Fitoplankton Verileriyle Gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) Sonuçları

Tablo 3.5’ te çalışma sonuçlarına ait temel bileşenler analizinin ilk üç temel bileşen eksenindeki (PC1, PC2 ve PC3) değişkenlere ait eigen vektörleri verilmiştir. PC1 yaklaşık % 39, PC2 % 18 ve PC3 %10’ unu olmak üzere ilk üç bileşen toplam değişkenliğin yaklaşık % 67’sini oluşturmaktadır. Buna göre toplam değişkenliğin % 39’ u daha çok amonyum, silikat, fosfat, nitrat, AKM ve secchi disc derinliği ile; % 18’ i daha çok klorofil-a, pH ve sıcaklık ile ve % 10’ u toplam fitoplankton ile ilgilidir.

Tablo 3.6 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
AKM	-0,70	0,55	0,07
Sıcaklık	0,43	0,50	-0,63
pH	0,11	-0,60	-0,50
Tuzluluk	0,64	0,40	-0,28
Nitrit	-0,58	-0,04	0,17
Nitrat	-0,74	-0,09	0,07
Amonyum	-0,93	-0,05	-0,10
Fosfat	-0,72	0,22	-0,53
Silikat	-0,90	-0,21	-0,09
Klorofil-a	0,06	0,86	0,22
Secchi disc	0,66	-0,39	0,19
Toplam fitoplankton	0,03	0,26	0,32



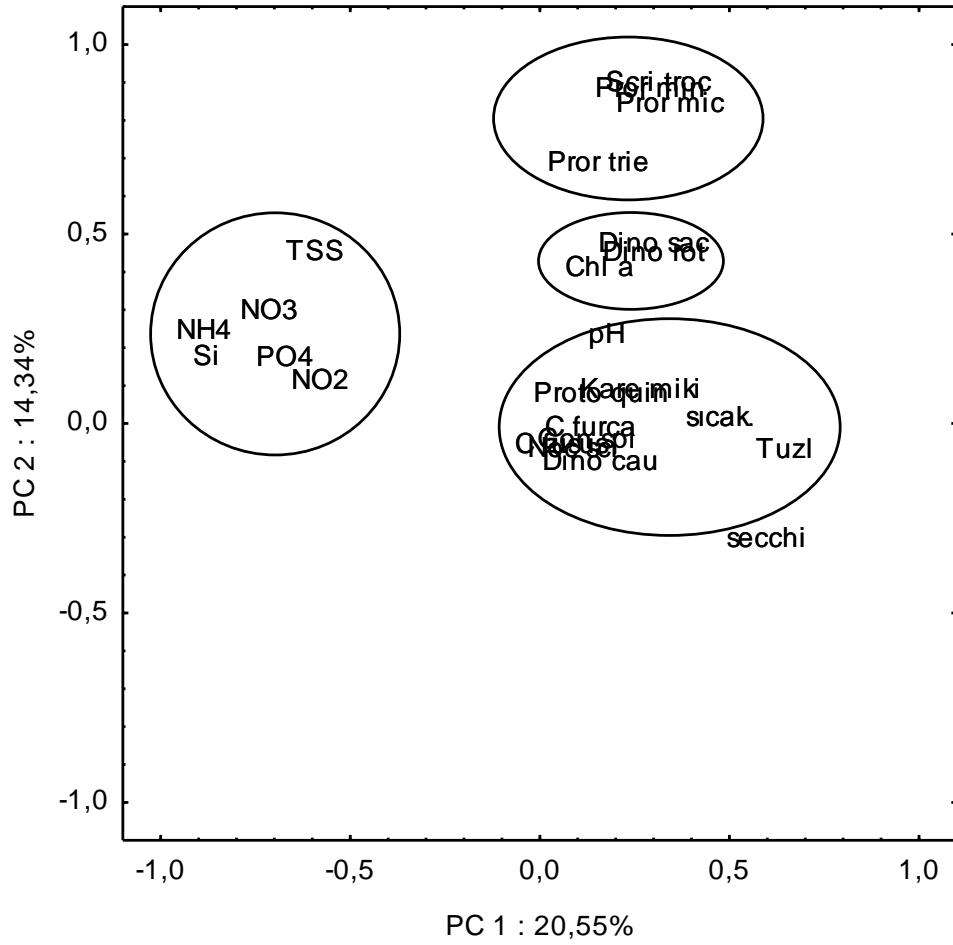
Şekil 3.65 Çalışma döneminde çevresel parametreler ve toplam fitoplankton birey sayısı verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre örnekleme günlerinin dağılımı

3.4.3 Su Kalite Parametreleri ve Toksik Fitoplankton Verileriyle Gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) Sonuçları

Tablo 3.7’de çalışma sonuçlarına ait temel bileşenler analizinin ilk üç temel bileşen eksenindeki (PC1, PC2 ve PC3) değişkenlere ait eigen vektörleri verilmiştir. PC1 % 21’ini, PC2 % 14’ünü, PC3 % 9’unu olmak üzere ilk üç bileşen toplam değişkenliğin yaklaşık % 44’ünü oluşturmaktadır. Sonuçlara göre toplam değişkenliğin % 21’i daha çok AKM, tuzluluk, NO_3 , NH_4^+ , PO_4^{-3} , Si ile; % 14’ü *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum triestinum* ve *Scrippsiella trochoidea* ile; % 9’u ise daha çok sıcaklık, pH, klorofil-a ve *Ceratium furca*, birey sayısı ile ilgilidir.

Tablo 3.7 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
AKM	-0,60	0,40	-0,45
sıcak.	0,47	-0,03	-0,52
pH	0,16	0,18	0,57
Tuzl	0,64	-0,12	-0,38
NO ₂	-0,59	0,06	0,06
NO ₃	-0,72	0,25	0,12
NH ₄ ⁺	-0,89	0,19	0,04
PO ₄ ⁻³	-0,68	0,12	-0,29
Si	-0,89	0,12	0,15
Chl a	0,15	0,36	-0,67
secchi	0,59	-0,35	0,40
C furca	0,12	-0,06	-0,80
C fusus	0,04	-0,11	0,08
Dino cau	0,15	-0,15	-0,28
Dino rot	0,29	0,40	0,24
Dino sac	0,29	0,42	0,23
Gon spi	0,11	-0,09	-0,42
Kare miki	0,25	0,04	0,24
Noc sci	0,08	-0,12	-0,01
Pror mic	0,33	0,80	0,11
Pror min	0,28	0,83	0,06
Pror trie	0,14	0,64	-0,22
Proto quin	0,15	0,03	0,16
Scri troc	0,30	0,85	0,05



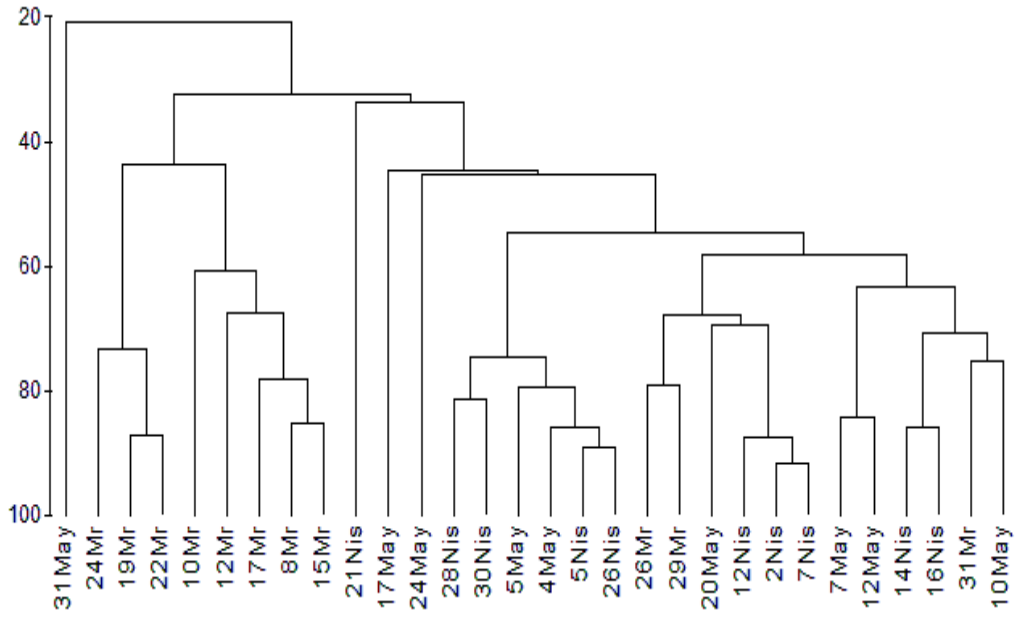
Şekil 3.66 Çalışma döneminde çevresel parametreler toksik fitoplankton türleri verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre bunların dağılımı.

Şekil 3.66'ya göre *Scripsiella trochoidea*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum* birbiriyle ilgili, *Dinophysis sacculus* *Dinophysis rotundata* ve klorofil-a birbiriyle ilişkili, tuzluluk ve sıcaklık ile *Karenia mikimotoi*, *Proto-peridinium quinquecorne*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Noctiluca scintillans* ve *Gonyaulax spinifera* türleri birbiriyle ilişkilidir. Besin tuzları ise kendi içinde kümelenmiştir.

3.4.4 Kantitatif Bulgular Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları

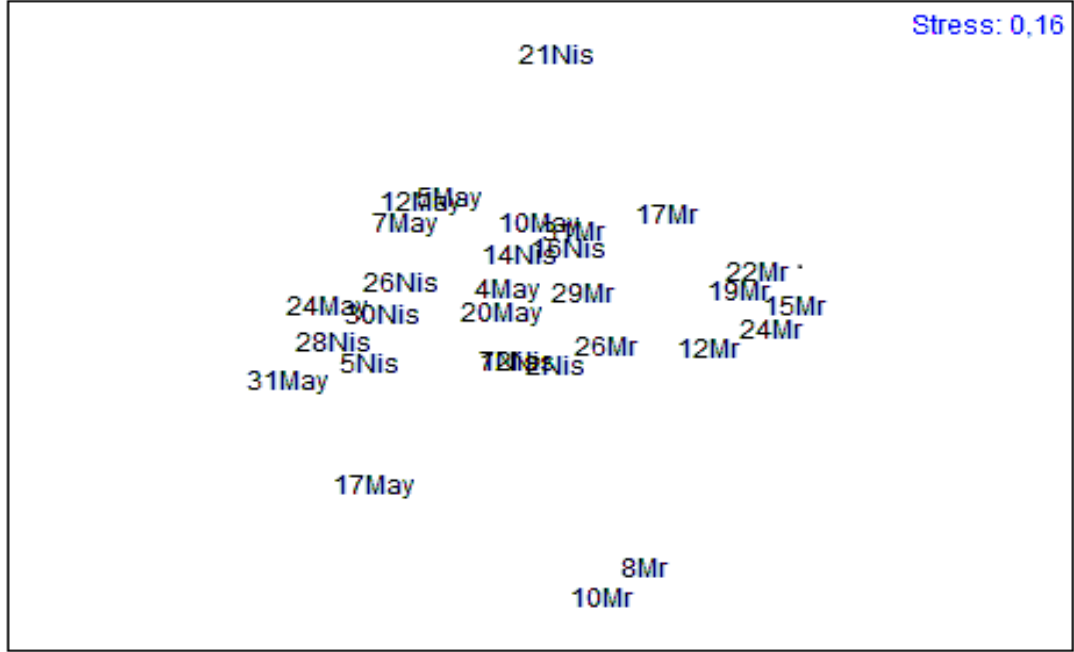
3.4.4.1 İlkbahar Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları

İlkbahar döneminde örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen cluster analizi sonuçları Şekil 3.67 de verilmektedir. Buna göre Mart ayı örnekleme tarihleri diğerlerinden belirgin bir şekilde ayrılmaktadır. 2 ve 7 Nisan örnekleme tarihleri 0.90 oranında benzerlik ile birbirlerine en yakın olan tarihlerdir. 5 ve 26 Nisan tarihleri 0.89 ile birbirine benzer tarihlerdir. Genel olarak Nisan ve Mayıs örnekleme tarihleri 0.40 düzeyinde benzerlik göstermektedir.



Şekil 3.67 İlkbahar döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif Cluster analizi sonuçları.

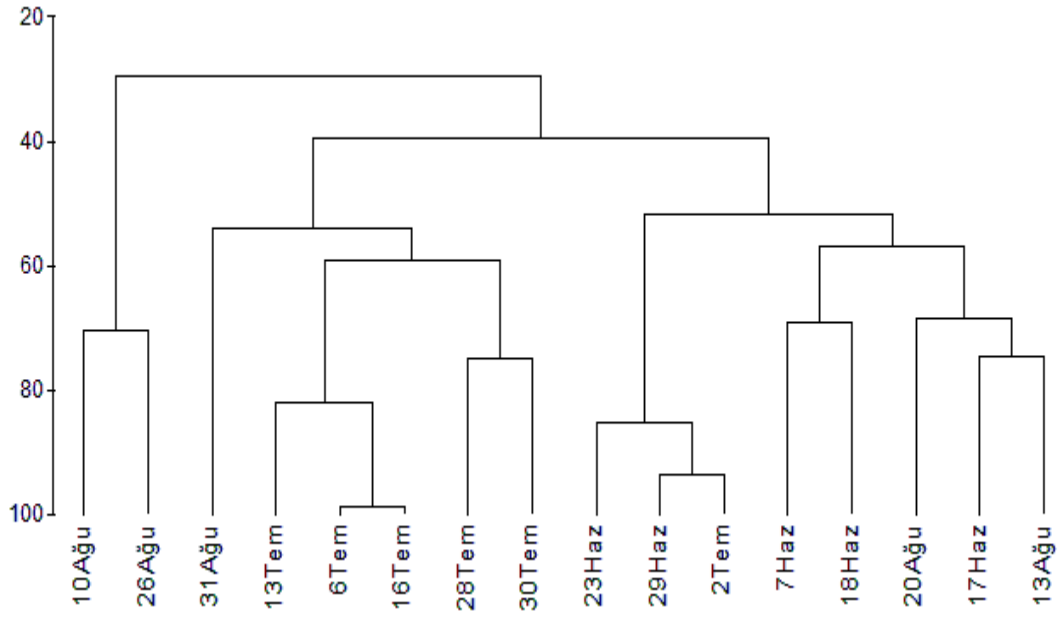
İlkbahar döneminde gerçekleştirilen MDS analizi sonuçları Şekil 3.68'de verilmiştir. buna göre 8 ve 10 Mart tarihleri 21 Nisan ile en az benzerlik göstermekte; 17 Mart ile daha fazla benzerlik göstermektedir. Diğer tüm örnekleme zamanları kümeleşme göstermiştir.



Şekil 3.68 İlkbahar döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif MDS analizi sonuçları.

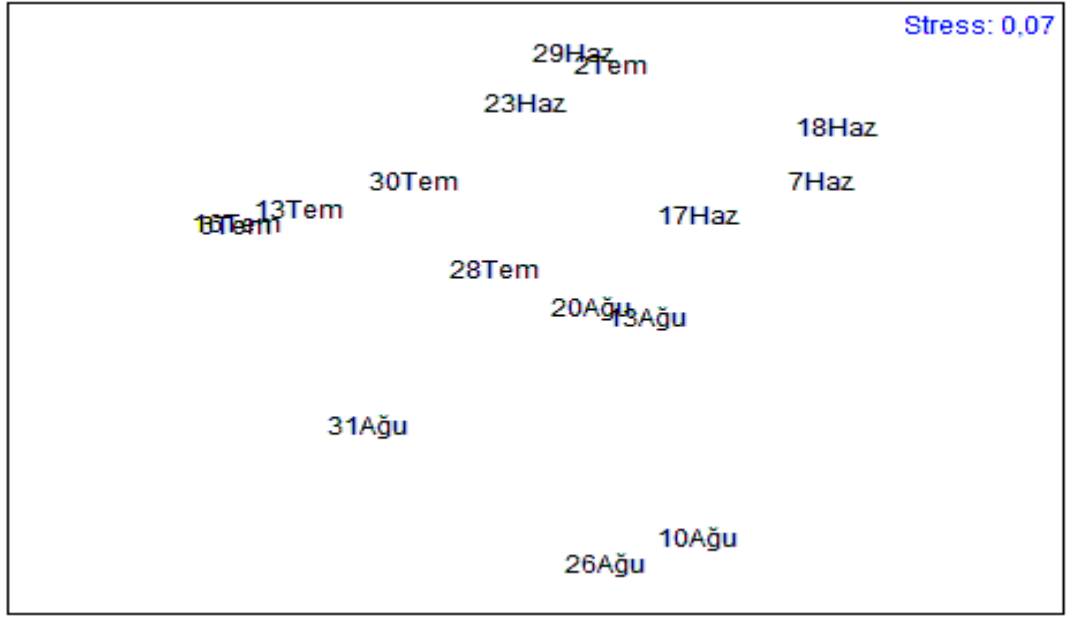
3.4.4.2 Yaz Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları

Yaz döneminde örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen cluster analizi sonuçları Şekil 3.69 da verilmektedir. 6 ve 16 Temmuz tarihleri 0.90 seviyesinde benzerlik göstermektedir. Genel olarak Temmuz ve Ağustos tarihleri birbirinden ayrılmıştır. 29 Haziran 2 Temmuz tarihleri benzerlik düzeyi 0.90 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.69 Yaz döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif Cluster analizi sonuçları.

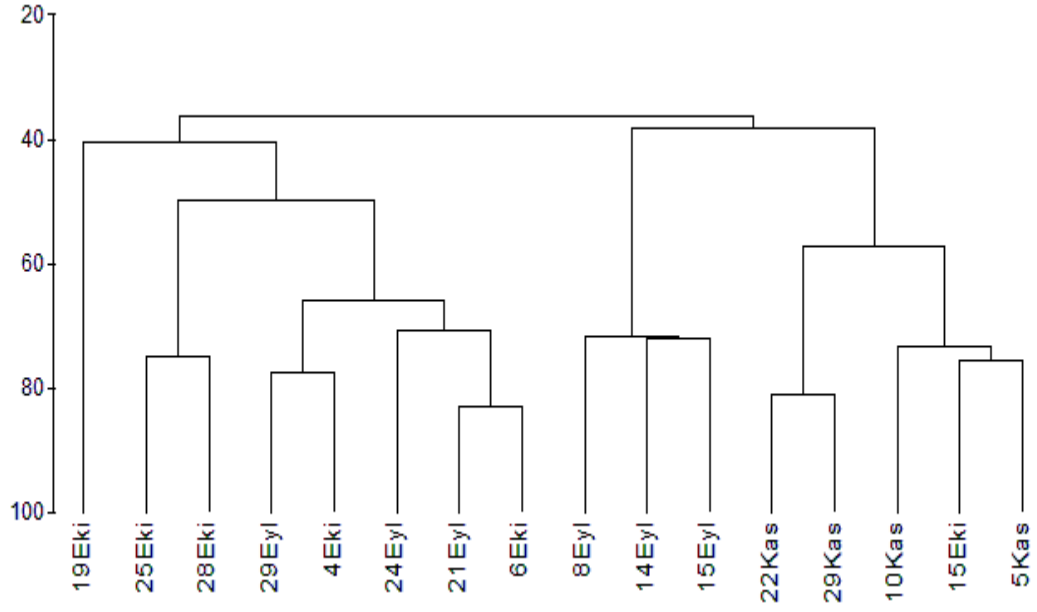
Yaz dönemi MDS analizi sonuçları (Şekil 3.70) incelendiğinde Haziran, Temmuz ve Ağustos örneklemlerinin birbirlerinden ayrıldığı görülmektedir. 7, 17, 18 Haziran birbiri ile benzerlik göstermektedir. 10 ve 26 Ağustos tarihleri diğer örnekleme tarihlerinden daha uzaktadır. Stres değerinin 0,07 gibi bir değer olması da iki boyutlu gösterimin iyi olduğunu ifade eder.



Şekil 3.70 Yaz döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif MDS analizi sonuçları.

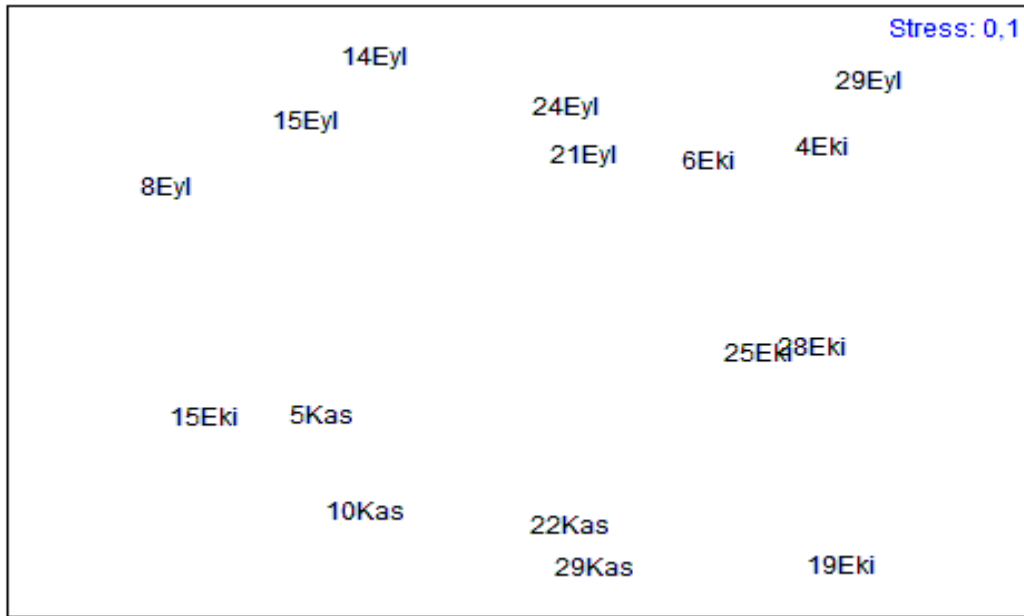
3.4.4.3 Sonbahar Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları

Sonbahar döneminde örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen cluster analizi sonuçları Şekil 3.71 de verilmektedir. Cluster analizi sonuçlarına göre sonbahar örneklemelerinin birbiriyle benzer olduğu görülmektedir. Fitoplankton topluluğu bakımından 6 Ekim ve 21 Eylül tarihleri birbiriyle en fazla benzerlik gösteren tarihlerdir. 22 ve 29 Kasım 0.80 düzeyinde benzerlik göstermektedir. 15 Ekim ile 5 Kasım tarihleri 0.70 oranında benzemektedir.



Şekil 3.71 Sonbahar döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif Cluster analizi sonuçları.

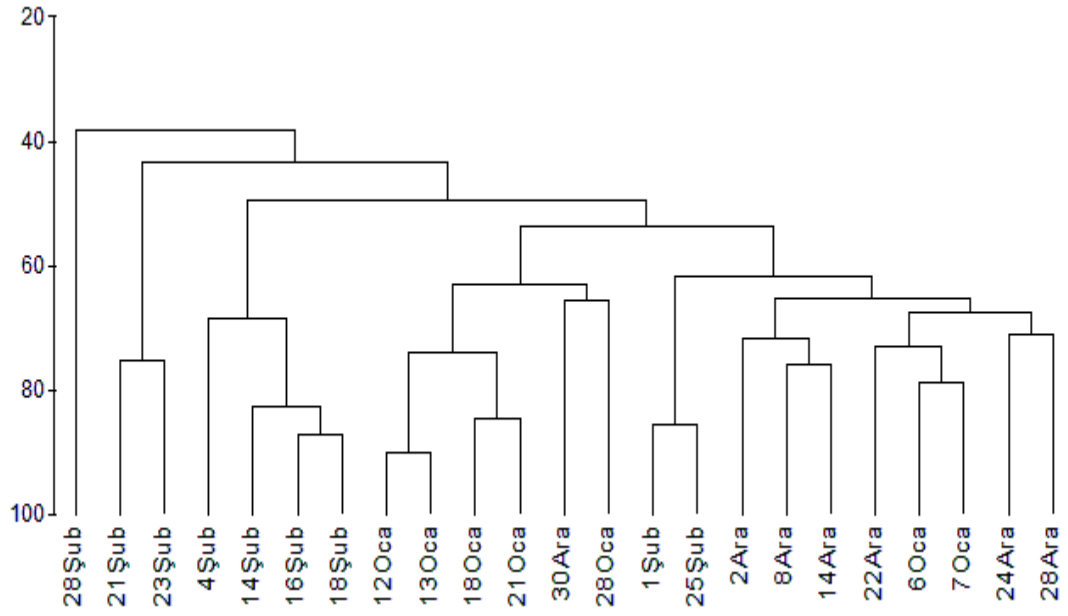
Sonbahar dönemine ait MDS analizi sonuçlarına göre (Şekil 3.72) en çok benzerlik gösteren zamanlar 25 ve 28 Ekim tarihleridir. Diğer tüm örnekleme tarihleri birbirlerinden açık bir şekilde ayrılmıştır. Stres değerinin 0,1 olması 2 boyutlu gösterimin iyi bir şekilde ifade edildiğini göstermektedir.



Şekil 3.72 Sonbahar döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif MDS analizi sonuçları.

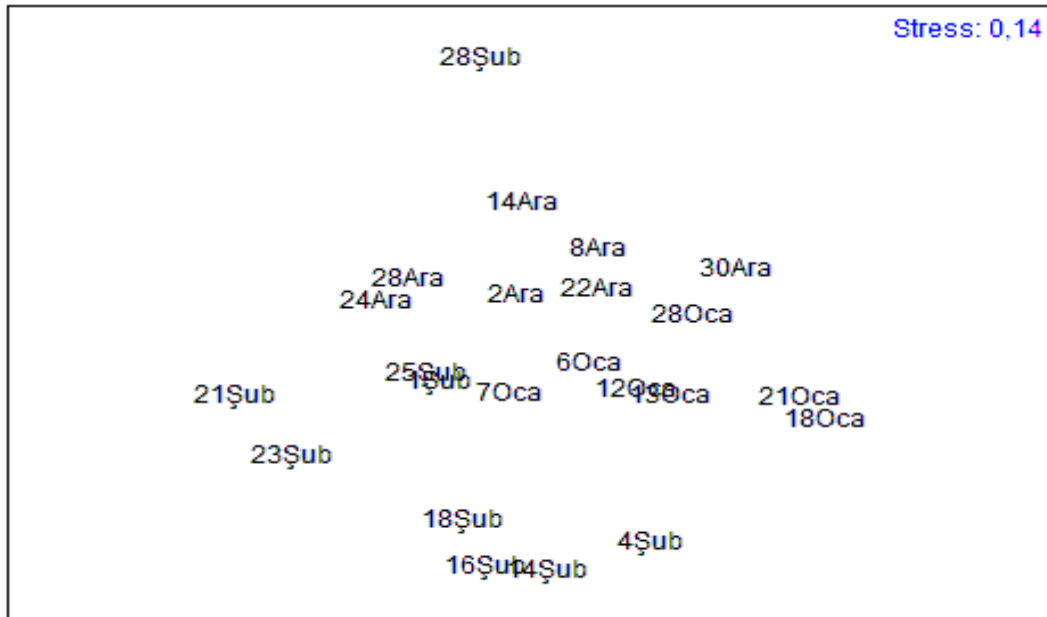
3.4.4.4 Kış Dönemi Kümelendirme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizlerinin Sonuçları

Kış döneminde örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen cluster analizi sonuçları Şekil 3.73'te verilmektedir. 12 ve 13 Ocak örneklemleri birbirlerine en fazla benzemektedir. 16 ve 18 Şubat tarihleri 0.80 seviyesinde benzerlik göstermektedir. 28 Şubat örnekleme 0.30 benzerlik seviyesinde diğer tüm örneklemlerden ayrılmaktadır.



Şekil 3.73 Kış döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif Cluster analizi sonuçları.

Kış dönemi MDS analizlerinin verildiği Şekil 3.74'te görüldüğü üzere 28 Şubat diğer tüm tarihlerden ayrılmaktadır. 1 ve 25 Şubat tarihleri birbirine en çok benzeyen tarihlerdir. 12-13 Ocak tarihleri de birbirlerine en çok benzeyen tarihlerdir. Bu analizde stres değerinin 0,14 olması iki boyutlu gösterimin ilişkileri iyi ifade ettiğini göstermektedir.



Şekil 3.74 Kış döneminde saptanan türlere göre örnekleme tarihleri arasında gerçekleştirilen kantitatif MDS analizi sonuçları.

BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, İzmir Körfezi Üçkuyular Feribot İskelesi'nde belirlenen bir istasyondan Mart 2010- Mart 2011 tarihleri arasında yüzey suyunda gün aşırı örneklemler sonucunda fitoplankton kompozisyonu belirlenmeye çalışılmış, fiziksel ve kimyasal bazı parametrelerin etkisi araştırılmıştır.

Çalışmadaki pH değerleri 7,61-8,38; tuzluluk değerleri 34,8-39,5 psu; çözünmüş oksijen 0,58-7,53 mg/l; sıcaklık 11,8-31,8 °C arasında değişmiştir. Tuzluluk değerlerine bakıldığında 31 Mart tarihinde ölçülen düşük değer (34,8 psu) nedeni olarak o tarihte yaşanan yağış miktarına bağlı gerçekleşen tatlı su girdisi gösterilebilir.

Tablo 4.1' de daha önce yapılmış bazı çalışmalardaki fizikokimyasal parametrelere ait sonuçlar verilmiştir. Söz konusu çalışmadaki değerlerin tablo değerleriyle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4.1 İzmir İç Körfezi'nde bugüne kadar yapılmış bazı çalışmalarda fizikokimyasal parametrelere ait değerler.

Değişken	Değerler	Kaynak
pH	7,7-8,35	Bizsel ve Uslu, 2000
	7,4-8,4	Kükreker ve Aydın, 2006
	7,83-8,17	Çolak-Sabancı, 2008
Tuzluluk (psu)	33-38,1	Bizsel ve Uslu, 2000
	38,52-36,96	İnanan, 2007
	35-39	Çolak-Sabancı, 2008

Fosfat (μM)	0,36-5,43	Bizsel ve Uslu, 2000
	0,87-17,58	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,02-6,6	İnanan, 2007
	0,25-4,22	Çolak-Sabancı, 2008
Nitrat (μM)	BDL-2,88	Bizsel ve Uslu, 2000
	0,191-24,86	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,13-5,28	İnanan, 2007
	1,0002-10,429	Çolak-Sabancı, 2008
Nitrit (μM)	BDL-4,65	Bizsel ve Uslu, 2000
	0-25,9	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,01-0,92	İnanan, 2007
Silikat (μM)	0-40	Bizsel, Benli, Bizsel, Metin, 2001
	0,78-48,6	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,83-20	İnanan, 2007
	2,59-25,1	Çolak-Sabancı, 2008
Amonyum (μM)	0,12-73	Bizsel ve Uslu, 2000
	40-420	Bizsel, Benli, Bizsel, Metin, 2001
	0,06-40,72	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,1-6,5	İnanan, 2007
	0,97-7,20	Çolak-Sabancı, 2008
Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)	1,13-58	Bizsel ve Uslu, 2000
	0,004-3,93	Kükrer ve Aydın, 2006
	0,01-3,6	İnanan, 2007
	0,01-22,75	Çolak-Sabancı, 2008

Örnekleme süresince ölçümü yapılan askıda katı madde (AKM) miktarının değişimleri (5,80-63,0 mg/l), fitoplankton hücre yoğunluğu değişimleriyle karşılaştırıldığında, AKM ile fitoplankton yoğunluğu arasında önemli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. AKM, sadece sudaki canlı partiküllerin oluşturduğu miktara değil, aynı zamanda canlı olmayan partikül miktarlarına da bağlıdır. Özellikle, aşırı mikro-algal üreme görülen zamanlarda biyolojik üretim miktarını belirlemede seçilecek uygun parametreler arasında önemli bir parametre olarak karşımıza çıkar. Genel anlamda, karasal girdilerden etkilenmeyen okyanuslardaki AKM miktarlarının, karasal girdilerden etkilenen kıyısal bölgelerdeki AKM miktarlarına göre oldukça düşük oranlarda bulunmakla birlikte, okyanuslardaki fitoplanktonik üretim miktarının AKM miktarına yansımaları beklenileceği gibi kıyısal bölgelerdekine göre daha belirgindir. Bu çalışma sonuçları AKM değerinin bölgedeki biyofizikokimyasal dinamiklerden ziyade bölgenin karasal girdiler tarafından daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

Secchi disc derinliği birincil üretim ve kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde göreceli bir göstergedir. Beklenildiği gibi Secchi disc diski değerlerinin AKM miktarıyla ters orantılı değiştiği görülmüştür. Fitoplankton miktarıyla Secchi disc değerleri arasında ise açık bir ilişki bulunamamıştır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonuna bakıldığında, Nisan ve Ekim aylarındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının Temmuz ve Eylül aylarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Muhtemelen Nisan ve Ekim aylarında yükselen fitoplankton aktivitesi sudaki mevcut çözünmüş oksijen konsantrasyonlarına katkı sağlamaktadır. Çalışmadaki klorofil-a değerleri de (0,63-45 µg/l), fitoplankton yoğunluğunu büyük ölçüde desteklemektedir. Klorofil-a'nın 0,63 µg/l olan düşük değeri (18 Mart 2011) fitoplankton yoğunluğunun az olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Süzal ve diğer., (2008), Gediz nehri ağzında yaptıkları çalışmada NO_2^- konsantrasyonu değerlerini 1,3-8 µM arasında bulmuşlardır. Bu çalışmadaki nitrit değerleri ise 0,01-6 µM arasında değişiklik göstermiştir. Bu durum çalışma alanının yakınındaki Poligon deresinin ötrofikasyon getirisi açısından neredeyse Gediz ağzına ulaşmak üzere olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Karydis 1999,

kıyasal bölgelerin ötrofikasyon seviyelerini sınıflandırdığı Tablo 4.2’de verilen değerler bizim çalışmamızdaki değerler karşılaştırıldığında çalışma alanının ötrofikasyon açısından bulunduğu nokta anlaşılmaktadır.

Çalışmadaki fosfat değerleri 0,26-12 μM , amonyum değerleri ise 0,15-102,65 μM arasında değişmektedir. Süzal ve diğer., (2008) ise fosfat değerlerini 1,3-26 μM , amonyum değerlerini 4,3-237 μM arasında bulmuşlardır. Yine bu değerler Karydis, (1999) kıyasal bölgelere ait ötrofikasyon değerleri tablosu ile (Tablo 4.2) karşılaştırıldığında ortamın ötrofikasyon açısından bulunduğu nokta açıkça görülebilmektedir. Amonyum ve fosfat değerlerinin yüksek ölçüldüğü tarihin (4 Şubat), yağışlı bir gün olması ve secchi disc derinliğinin de 1 metre gibi düşük bir değer olması dikkat çekicidir. Bu durum yağış ile birlikte oluşan tatlı su girdisi ve poligon deresinin neden olduğu kirlilik faktörleri ile ilişkilendirilebilir. Yağışlı günlerde istasyonda su yüzeyinde görülen katı atık maddeler de bu kirliliğe kanıt olarak gösterilebilir.

Süzal ve diğer. (2008), çalışmalarında nitrat değerlerini 10-117 μM arasında bulmuşlardır. Söz konusu çalışmadaki nitrat değerleri ise 0,03-20 μM arasındadır. Nitrat konsantrasyonunun bu denli yüksek olması ortamın ötrofik olduğunun göstergesidir. Çalışma alanının sıcaklık değerleri (11,8-31,8 $^{\circ}\text{C}$), beklenildiği üzere nitrifikasyon için gerekli olan aralığı (2-30 $^{\circ}\text{C}$) (Buchanan, 1974) kapsamaktadır. Amonyum değerinin yüksek olması, nitrifikasyonun bölge için önemli nitrat kaynağı olduğunun göstergesidir.

Silikatın denizlerdeki en önemli kaynağı vertikal karışım ile birlikte nehirlerle taşınan karasal girdilerdir. Bu çalışmadaki silikat değerleri (0,96-34,61 μM), Süzal ve diğerlerinin yaptığı çalışmadaki (2008), silikat değerleri (10-249 μM) ile karşılaştırıldığında örnekleme istasyonu yakınındaki Poligon deresinin de çalışma alanını etkilediği ve önemli bir silis kaynağı olduğu açıkça görülmektedir. Bilindiği gibi Diatom hücre duvarları frustul denilen amorf silika içeren bir yapıdan oluşmuştur (Martin-Jezequel ve diğer., 2000). Silikat değerinin 6 Ekim’deki (0,96 μM) düşük değerinin Diatom miktarının artışı (1.134.897 h/l) ve ortamdaki silikatu

bünyesine almasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde 7 Ocak 2011'de Diatom birey sayısı 190.554 h/l iken silikat konsantrasyonu 13 μM bulunmuş, 28 Ocak tarihinde Diatom birey sayısı 1.295.565 h/l değerine çıktığında silikat konsantrasyonu 10 μM olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.2 Kıyusal bölgelere ait ötrofikasyon seviyeleri değerlendirmesi (Karydis, 1999).

ÖTROFİKASYON DEĞERLERİ					ÇALIŞMA SONUÇLARI
PARAMETRE	OLİGOTROFİ	DÜŞÜK MEZOTROFİ	YÜKSEK MEZOTROFİ	ÖTROFİ	ÖTROFİ
PO_4^{3-} (μM)	<0,07	0,07-0,14	0,14-0,68	>0,68	0,26-12
NO_3^- (μM)	<0,062	0,62-0,65	0,65-1,19	>1,19	0,1-20
NH_4^+ (μM)	<0,055	0,55-1,05	1,05-2,20	>2,20	0,15-103
Chl a (mg/l)	<0,10	0,1-0,6	0,6-2,21	>2,21	0,63-45

Genel olarak ışık, sıcaklık ve besin tuzu konsantrasyonunun fitoplankton büyümesini sınırlayan üç temel etmen olduğu kabul edilmektedir (Michael and Edward, 1990). Sıcaklıkla Diatom miktarındaki artışlar özellikle ilkbahar-yaz aylarında belirgindir.

Bu çalışmada Diatom, Dinophyceae, Dictyochophyceae, Raphidophyceae, Ebrriidae ve Euglenophyceae sınıflarına ait toplam 72 tür saptanmıştır. Eldeki literatür bilgilerine göre sözkonusu çalışmada tespit edilen fitoplankton türleri arasında 4 tür (*Protoperdinium quinquecorne*, *Kryptoperidinium cf. foliaceum*, *Chattonella cf. marina*, *Corythodinium sp.*) Türkiye denizleri için yeni kayıttır.

Toplam 72 fitoplankton türü gruplara göre ayrıldığında 34 tür Dinophyceae, 2 tür Dictyochophyceae, 32 tür Diatom, 2 tür Raphidophyceae, 1 tür Ebrriidae ve 1 türün de Euglenophyceae sınıfına ait olduğu saptanmış olup, Dinophyceae ve Diatom sınıfları hem tür hem de birey sayısı bakımından diğer sınıflardan baskındır. Diatomların maksimum birey sayısının 8.814.346 h/l (21 Ocak), minimum birey sayısının 20.441 h/l (6 Temmuz 2010) olduğu tespit edilmiştir. Dinophyceae'nin ise

maksimum birey sayısı 2.999.138 h/l (5 Kasım 2010) en düşük ise 8-10 Mart 2010'da hiç gözlenmemiştir.

Diatomlar genellikle ilkbaharda, Dinoflagellatlar ise yazın bol olarak bulunurlar (Evans, 1988). Bu çalışmada da Diatomlar en yüksek miktarlara Ocak, Şubat ve ilkbahar aylarında ulaşmıştır. Dinoflagellatlar ise yaz dönemi boyunca yoğun olarak bulunmuş fakat en yüksek değerine 5 Kasım'da (2.999.138 h/l) ulaşmıştır. Bu tarihte deniz suyu sıcaklığı 17 °C'den 23 °C ye çıkmış ve klorofil-a ise 22,18 µg/l gibi yüksek bir değerde ölçülmüştür. Ayrıca bu tarihte amonyum değerinin 3,81 µM, fosfatın 1,11 µM, silikatın 4,71 µM, nitrit+nitrat değerinin ise 2,84 µM gibi görece daha düşük ölçülmüş olması ortamdaki yüksek fitoplankton aktivitesinden dolayı bu besin tuzlarının kullanıldığının bir göstergesi olabilir.

Fitoplankton grupları arasında yapılan oransal karşılaştırmalarda, Dinophyceae'nin toplam fitoplanktona oranı tüm örnekleme süresince en az % 0 (8-10 Mart 2010), en çok % 81,7 (17 Mayıs), ve ortalama % 24,3 olarak tespit edilmiştir. Bacillariophyceae'nin toplam fitoplanktona oranı en az %2,8 (5 Nisan), en çok % 100 (8-10 Mart 2010) ve tüm örnekleme süresi boyunca ortalama % 55,4 olarak tespit edilmiştir. Özellikle yaz aylarında karasal girdilerden fazla etkilenen ve dolayısıyla kirlilik yükü fazla olan bölgelerde, *Dinophyceae*'nin toplam fitoplanktona oranı *Bacillariophyceae* nin toplam fitoplanktona oranına yaklaşmakta ve bazen de aşmaktadır (Fevzioğlu, 1996; Türkoğlu 1998; Türkoğlu ve Koray, 2002). Bu çalışmada da yaz aylarında Dinophyceae'nin toplam fitoplanktona oranı % 5,2-70,4 ve Bacillariophyceae'nin toplam fitoplanktona oranı ise % 6,5-82,7 arasında değişmektedir.

Tablo 4.3'te aylık toplam biyomasın %90'ını meydana getiren türler verilmiştir. Buna göre yoğun olarak gözlenen türler *Thalassiosira* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros* sp., *Prorocentrum* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Gymnodinium* sp. ve *Ceratium furca* gibi türlerdir. Bu yoğun gözlenen türlerin toksik ve aşırı üreme gösteren türler olması, çalışma alanının bu türler tarafından adeta istila edildiğinin bir göstergesi olduğu muhtemeldir.

Tablo 4.3 Aylık ortalama biyomasın % 90'ını oluşturan fitoplankton türleri.

AYLAR	ORTALAMA BİYOMASIN % 90'INI OLUŞTURAN TÜRLER
MART	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i>
NİSAN	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Diplopsalis sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Heterocapsa sp.</i> , <i>Oxyphysis oxytoxoides</i> , <i>Katodinium glaucum</i>
MAYIS	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Karenia mikimotoi</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Amphidinium crassum</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Katodinium glaucum</i> , <i>Gyrodinium fusiforme</i>
HAZİRAN	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Gymnodinium sp.</i>
TEMMUZ	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Prorocentrum triestinum</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Heterocapsa sp.</i>
AĞUSTOS	<i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Rhizosolenia sp.</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Gonyaulax spinifera</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Ceratium lineatum</i> , <i>Diplopsalis sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Oxyphysis oxytoxoides</i> .
EYLÜL	<i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Ceratium lineatum</i>
EKİM	<i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Navicula sp.</i> , <i>Ceratium lineatum</i>
KASIM	<i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Ceratium lineatum</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> ,

	<i>Diplopsalis sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Heterocapsa sp.</i> , <i>Oxyphysis oxytoxoides</i>
ARALIK	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Ceratium lineatum</i>
OCAK	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Ditylum brightwelli</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Diplopsalis sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i>
ŞUBAT	<i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> , <i>Rhizolenia sp.</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Noctiluca scintillans</i> , <i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Katodinium glaucum</i> .
MART 2011	<i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Pseudonitzschia sp.</i> , <i>Thalassiosira sp.</i> , <i>Navicula sp.</i> , <i>Rhizosolenia sp.</i> , <i>Diplopsalis sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Katodinium glaucum</i> ,

Diatomlar içinde en sık rastlanan türlerin başında *Thalassiosira sp.* gelmektedir. Bunu *Pseudonitzschia sp.*, *Leptocylindrus danicus*, *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros sp.* ve *Coscinodiscus sp.* türleri izlemektedir. Bu sonuçlar, Kükrer (2005)'in Karşıyaka Yat Limanında haftalık örnekleme sonucu elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Widdicombe ve diğer., (2010), İngiliz Kanalı'nın batısında 15 yıl boyunca yaptıkları haftalık örnekleme sonucunda diatomlardan en sık çıkan türlerin *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Guinardia*, *Thalassiosira* ve *Skeletonema* olduğunu belirtmişlerdir.

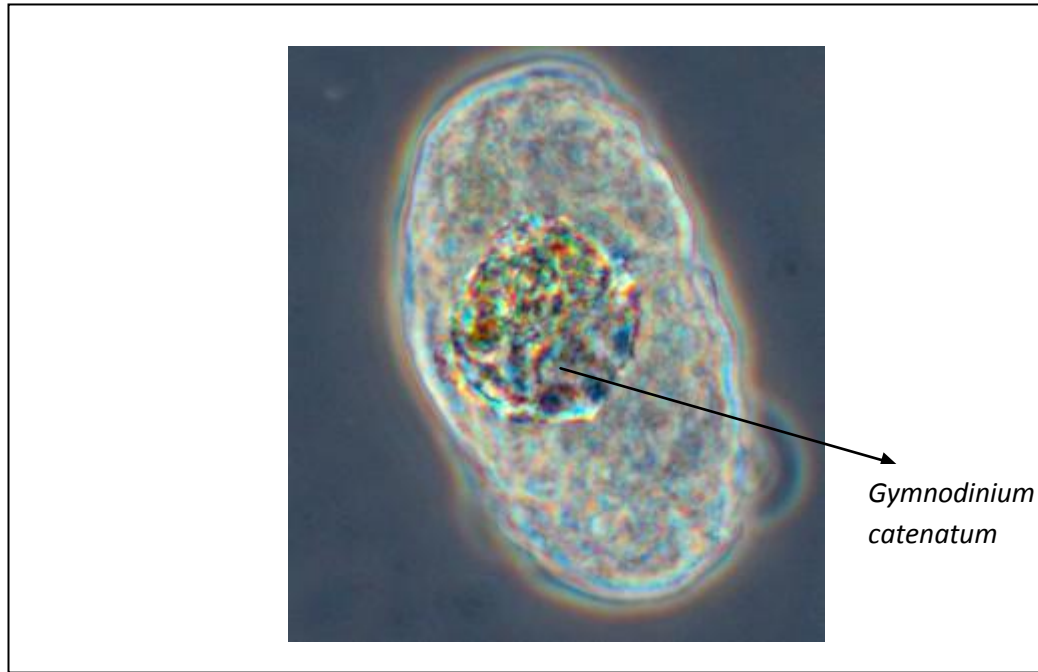
Bu çalışmada hücre büyüklüğü nedeniyle sayıca az görünmesine karşın renklenmelere sebep olabilen *Coscinodiscus sp.* (150 µm çap) türü (Koray, 2002a), 31 Ağustos' ta en yüksek değerine ulaşmıştır (71.999 h/l). Friligos ve Gotsis- Skretas (1989) tarafından kozmopolit bir tür olan *Cylindrotheca closterium* türünün Ege Denizi ötrofik sularında yoğun olduğu bildirilmiştir. Hareketliliği ve hücresel kümeler oluşturması çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösteren *C.*

closterium türünün (Sunlu ve diğer., 2006), İzmir Körfezi'nde su kalitesini etkilediği ve 10^5 h/l düzeyine kadar ulaştığı belirtilmiştir (Koray ve diğer., 1992). Yapılan bu çalışmada da *C. closterium* türü neredeyse tüm örneklemelerde gözlenmiş olup, en yüksek değerine 2 Temmuz'da (907.481 h/l) ulaşmıştır. Ayrıca 2010 Temmuz ayında Bostanlı yakınlarında balık ölümleri meydana geldiği sırada istenmeyen aşırı üreme oluşturan bu türün litredeki birey sayısının ortalama 2 milyon civarında olduğu belirlenmiştir.

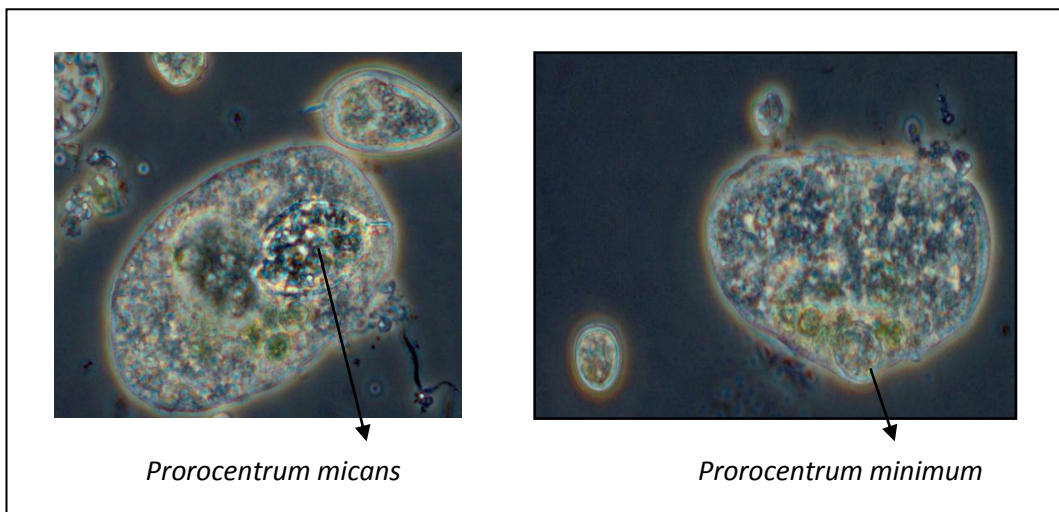
Pseudo-nitzschia sp. türlerinin bazıları domoik asit üretimiyle potansiyel toksik fitoplankton türleri arasında değerlendirilir. Bu türler Amnezik kabuklu zehirlenmelerine yol açarak ekosistemi olumsuz etkilemektedirler (Ignatiades ve Gotsis-Skretas, 2010). Bu çalışmada bu tür yıl içinde birçok kez gözlenmiştir. Yıl içinde bazı tarihlerde birey sayısı 1 milyonun üzerine çıkmıştır: 30 Nisan 2010 (1.146.292 h/l), 7 Haziran 2010 (1.191.626 h/l), 14 Şubat 2011 (1.212.589 h/l), 16 Şubat 2011 (1.572.362 h/l).

Dinophyceae sınıfında en sık rastlanan türler *Gymnodinium sp.*, *Ceratium furca* ve *Oxyphysis oxytoxoides* türleridir. *Gymnodinium sp.* 'nin birey sayısında 13 Ağustos'tan itibaren birdenbire meydana gelen düşüşün nedeninin, o dönemde heterotrof bir Dinoflagellat olan *Polykrikos sp.* 'nin ortaya çıkarak bu türleri tüketmesi olduğu düşünülmektedir (Matsuyama et al 1999). Çalışma esnasında *Polykrikos sp.*'nin *Gymnodinium catenatum* olduğu düşünülen bir türü yuttuktan sonraki mikroskop görüntüsü (Şekil 4.1) buna kanıt olarak gösterilebilir. Benzer şekilde *Polykrikos sp.*'nin *Prorocentrum minimum* ve *Prorocentrum micans* türlerini yuttuktan sonraki görüntüleri de elde edilmiştir (Şekil 4.2 ve 4.3). Ağustos ve Kasım aylarında iç körfezde, 4000 hücre/lt seviyesinde turuncu renkleme ve oksijensizliğe (anoksia) neden olduğu bilinen (Koray, 2002a) *Ceratium furca*, Nisan, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında bu seviyeye ulaşmış, hatta bu seviyenin üzerinde görülmüştür. Metin ve Cirik (1999) tarafından yeni kayıt olarak sunulan *Oxyphysis oxytoxoides*'in İnanan (2007) tarafından yapılan çalışmada da İzmir Körfezi'nde sık rastlanan bir tür olduğuna değinilmiştir. Ayrıca Kükrer (2005) de bu türün sık rastlanıldığını belirtmiştir. Bu durum, türün İzmir Körfezi'ne iyi adapte olduğunu

düşündürmektedir. Türün toksik bir etkisi veya zararlı aşırı üremesi şimdiye kadar rapor edilmemiştir. Widdicombe ve diğer., (2010), çalışmasında Dinoflagellatlardan en çok görülen türler *Prorocentrum*, *Heterocapsa*, *Mesoporus perforatus*, *Scripsiella* ve *Gymnodinium* türleri olarak sıralanabilir.



Şekil 4.1 *Polykrikos sp.*'nin bir *Gymnodinium catenatum* türünü yuttuktan sonraki görüntüsü.



Şekil 4.2 Bir *Polykrikos sp.*'nin *Prorocentrum minimum* ve *Prorocentrum micans* türlerinin yuttuktan sonraki görüntüleri

Polat ve diğ er. (2006)' in, yaptıkları çalışmada fitoplankton türleri içinde toplam 39 türün aşırı artışa neden olabilen türler olduğu saptanmıştır. Koray (1994), sucul ekosistemlerde toplam 65 cinsin aşırı üremeye neden olduğunu bildirmektedir. Sournia (1995) ise denizlerde yaşayan yaklaşık 4000 fitoplankton türünden dinoflagellatlara ait 93-127 red tide türü, 45-57 toksik tür, ve diatomlardan 60-70 civarında zararlı aşırı üreme gösteren (HAB) tür ve 4-5 toksik tür bulunduğunu bildirmiştir. Diğ er fitoplankton gruplarında ise red-tide ve toksik tür sayısı birkaç tür ile sınırlı kalmaktadır. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) tarafından hazırlanan toksik mikroalglerin taksonomik referanslarını içeren listede 98 tür bulunmaktadır (Moestrup ve diğ er., 2005). Bunlardan 12 tanesi Bacillariophyceae (10 tanesi *Pseudo-nitzschia* genusuna ait), 70 tanesi Dinophyceae türüdür (19 tanesi Gymnodinales ordosuna ait). Bu çalışmada da zararlı aşırı üreyen türler gözlenmiştir. IOC'un hazırladığı referans listeye göre bu çalışmada Dinophyceae'den 8 tür (*Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis sacculus*, *Gonyaulax spinifera*, *Gymnodinium catenatum*, *Karenia mikimotoi*, *Prorocentrum minimum*), Bacillariophyceae'den 1 tür (*Cylindrotheca closterium*), diğ er fitoplankton gruplarından ise 2 türün (*Chattonella marina*, *Heterosigma akashiwo*) toksik türler olduğu tespit edilmiştir.

Aşırı üreme olayları genellikle sıcaklık, ışık şiddetinin ve gün uzunluğunun fazla olduğu, aynı zamanda su kütesinin durgun ve tabakalaşmanın görüldüğu yaz mevsiminde gerç ekleşmektedir. Bu çalışmada da en yüksek fitoplankton artışı ilkbahar ve yaz aylarında gerç ekleşmiştir (Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yaklaşık 3 milyon h/l civarı).

Dinophyceae üyelerinin ortamda aşırı miktarda çoğalmaları sonucunda karotenoid grubu pigmentlerine bağlı olarak deniz suyuna turuncu, kırmızı, kahverengi bir renk vermeleri olayıyla ilkbahar ve yaz mevsimi başlarında, red-tide ve diğ er aşırı üreme olayları meydana gelir. Bunlar dünyanın pek çok tropik ve subtropik bölgelerinde olduğu gibi İzmir Körfezi'nde de izlenmektedir. İzmir Körfezi'nde red-tide olaylarına neden olan *Prorocentrum micans* türü, ilkbahar

aylarında ve yaz başlarında midye ve istiridye yenilmesinden sonra görülen ishal olaylarının sebebi olma ihtimali ile önemlidir (Koray ve diğer., 1992). Çalışmada *Prorocentrum* cinsine ait 4 tür saptanmış olup, *P. micans* 5 Kasım’ da en yüksek (92.803 h/l) değerine ulaşmıştır. Toksik etkileri nedeniyle kabuklularda zehirlenmelere yol açtığı bilinen *Prorocentrum minimum*, en yüksek değerine 5 Kasım’da (1.027.629 h/l) ulaşmıştır.

Koray ve diğer.(1992) tarafından İzmir İç Körfezi’nde yapılan çalışmada *Gonyaulax polyedra* ve *Gonyaulax spinifera* PSP (**Paralytic Shellfish Poisoning**)’ ye neden olabilecek türler olarak ilkbahar aylarında rapor edilmiştir. Bu çalışmada, *G. spinifera* yıl boyunca birçok kez görülmüş ve en yüksek değerine 14 Nisan’da (61,279 h/l) ulaşmıştır. *G. polyedra* ise Kasım ayında gözlenmiş ve 5 Kasım’da (2515 h/l) en yüksek değere ulaşmıştır. Bizsel ve Bizsel (2002), ilk kez rapor ettikleri *Karenia mikimotoi* türünü Nisan ve Eylül aylarında gözlediklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da bu tür Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında gözlenmiştir.

Ayrıca bu çalışmada intestinal toksinler (**Diarrhetic Shellfish Poisoning**) üretebilen Dinophysis cinsine ait *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata* ve *Dinophysis sacculus* türleri saptanmıştır. Bunlardan en sık gözlenen tür olan *D. caudata* 15 Eylül’de 2483 h/l değerine ulaşmıştır. Danimarka sularında *D. acuminata* türü için önerilen konsantrasyon limiti sadece 500 h/l ‘dir (Andersen, 1996). Çalışmamızda bu tür sadece bir örneklemede gözlenmiştir (5 Nisan) ve bu konsantrasyon limitinin üzerindedir (745 h/l). Bu tür aynı zamanda heterotrof bir organizma olup ortamdaki Ciliata türleriyle de beslenmektedir (Ignatiades ve Gotsis-Skretas, 2010).

Tüm bunların yanı sıra, bu çalışmada Türkiye denizleri için yeni kayıt bir tür olan *Protoperdinium quinqueforme* saptanmıştır. Çalışma boyunca 3 defa görülmüştür: 26 Nisan (654 h/l), 17 Mayıs (3485 h/l), 22 Kasım (694 h/l). Gárate-Lizárraga ve Muñetón-Gómez (2008) ‘e göre bu bentik ve planktonik tür sıg ve subtropik ortamlara iyi adapte olmaktadır. Ayrıca yazın, aşırı üremeler sonucunda su yüzeyinde kahverengimsi renklenmeler meydana getirmektedir.

Ignatiades ve Gotsis-Skretas (2010), son 30 yılda Ege denizi ve Yunan kıyı sularında görülen toksik ve/veya potansiyel zararlı fitoplankton tür sayısını 61 olarak bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada gözlenen türlerin büyük bir kısmı Yunan kıyı sularında gözlenen türlerle ortaktır. Bu da İzmir Körfezi'nin fitoplankton tür kompozisyonunun Yunanistan kıyılarıyla benzer olduğunu göstermektedir.

Çalışma süresince tespit edilen toksik ve potansiyel zararlı fitoplankton türlerinin bir kısmı heterotrof özellik göstermektedir. Tablo 4.3'te bu türlerin beslenme mekanizmaları ve tercih ettikleri besin tipleri verilmiştir.

Tablo 4.3 Toksik ve/veya potansiyel zararlı heterotrofik türlerin beslenmeleri (Ignatiades, ve Gotsis-Skretas, 2010).

Tür	Beslenme mekanizması	Besin Tipi
<i>Ceratium furca</i>	Fagotropik	Ciliata
<i>Dinophysis acuminata</i>	Fagotropik	Ciliata
<i>Gymnodinium catenatum</i>	Fagotropik	Cyanobacteria
<i>Noctiluca scintillans</i>	Fagotropik	Alg
<i>Prorocentrum micans</i>	Fagotropik	Cyanobacteria, Alg
<i>Prorocentrum minimum</i>	Osmotropik, Fagotropik	Üre, Cyanobacteria, Alg
<i>Polykrikos sp.</i>	Fagotropik	Alg
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	Fagotropik	Cyanobacteria, Alg

Toplam fitoplankton ile fizikokimyasal parametreler arasında gerçekleştirilen korelasyon analizinde toplam fitoplankton birey sayısı diğer parametrelerle önemli bir korelasyon vermemiştir. Ancak fizikokimyasal parametreler birbirleri ile önemli korelasyonlar vermiştir (Tablo 4.4). Fizikokimyasal parametrelerle her bir plankton sınıfı arasında yapılan korelasyon analizi sonuçları ise daha anlamlı bulunmuştur. Prasinophyceae ile Euglenophyceae (0,33) ve Euglenophyceae ile Protozoa arasında (0,35) korelasyon bulunmuştur. Cryptophyceae NO₂ ve NO₃ ile (sırasıyla 0,35, 0,32)

korelasyon göstermişlerdir. Besin tuzları arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Ayrıca Protozoa ile besin tuzları arasında da önemli korelasyonlar gözlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.4 Toplam fitoplankton ve fizikokimyasal parametreler arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları (n=45, p<0,05)(İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar koyu belirtmiştir).

Değişkenler	TSS	Sıcak pH	Tuzl.	NO2	NO3	NH4	PO4	Si	Chl-a	Secchi	Toplam fito	
TSS	1,00											
Sıcaklık	-0,05	1,00										
pH	-0,40	0,03	1,00									
Tuzluluk	-0,27	0,52	-0,03	1,00								
NO2	0,33	-0,32	-0,19	-0,21	1,00							
NO3	0,49	-0,40	0,08	-0,52	0,33	1,00						
NH4	0,63	-0,39	-0,06	-0,55	0,51	0,56	1,00					
PO4	0,49	0,09	-0,02	-0,14	0,37	0,43	0,73	1,00				
Si	0,46	-0,44	0,02	-0,62	0,50	0,63	0,86	0,72	1,00			
Klorofil-a	0,37	0,29	-0,51	0,27	-0,10	0,00	-0,15	0,06	-0,24	1,00		
Secchi disc	-0,66	0,02	0,12	0,30	-0,20	-0,42	-0,56	-0,54	-0,43	-0,20	1,00	
Toplam fito	0,11	-0,04	0,04	0,07	-0,01	-0,02	-0,05	-0,07	-0,09	0,25	-0,08	1,00

Tablo 4.5 Fizikokimyasal parametreler ve her bir plankton sınıfı arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları (n=45, p<0,05).

Değişkenler	TSS	Sıca.	Tuzl.	NO2	NO3	NH4	PO4	Si	Chl-a	Secchi	Diatom	Dino	Crypto	Dictyoc.	Prasino	Eugleno	Protoz.
TSS	1,00																
Sıcaklık	-0,05	1,00															
Tuzluluk	-0,27	0,52	1,00														
NO2	0,33	-0,32	-0,21	1,00													
NO3	0,49	-0,40	-0,52	0,33	1,00												
NH4	0,63	-0,39	-0,55	0,51	0,56	1,00											
PO4	0,49	0,09	-0,14	0,37	0,43	0,73	1,00										
Si	0,46	-0,44	-0,62	0,50	0,63	0,86	0,72	1,00									
Chl-a	0,37	0,29	0,27	-0,10	0,00	-0,15	0,06	-0,24	1,00								
Secchi	-0,66	0,02	0,30	-0,20	-0,42	-0,56	-0,54	-0,43	-0,20	1,00							
Diatom	0,13	-0,12	0,02	0,15	0,12	0,06	0,02	0,01	0,18	-0,11	1,00						
Dino	0,03	0,10	0,12	-0,24	-0,20	-0,15	-0,16	-0,20	0,30	-0,03	-0,04	1,00					
Crypto	-0,06	0,09	0,04	-0,35	-0,32	-0,19	-0,24	-0,19	-0,11	0,20	0,09	0,28	1,00				
Dictyoc.	-0,09	-0,23	-0,29	0,22	0,01	-0,08	-0,23	0,07	-0,15	0,12	-0,18	-0,16	-0,12	1,00			
Prasino	-0,14	0,10	0,12	-0,26	-0,22	-0,17	-0,07	-0,21	0,05	-0,06	-0,10	0,05	-0,04	-0,15	1,00		
Eugleno	0,38	-0,37	-0,22	0,27	0,41	0,56	0,57	0,65	-0,03	-0,35	-0,01	-0,05	-0,08	-0,11	0,33	1,00	
Protoz.	0,42	0,11	-0,03	0,22	0,34	0,42	0,57	0,36	0,06	-0,22	-0,09	-0,20	-0,25	-0,07	-0,15	0,35	1,00

MDS analizlerinde 0,07 ile 0,16 arasında değişen stress değeri örnekleme zamanları arasındaki çok boyutlu ilişkilerin iki boyutlu olarak iyi bir şekilde temsil

edildiğini göstermiştir. Bu durum MDS analizinin etkin olduğuna ve başarılı olarak fitoplankton verisine uygulandığına kanıttır.

PCA, gözlenen zamansal değişimlere neden olan temel değişken(lerin) belirlenmesinde uygulanmıştır. Örnekleme zamanlarının fizikokimyasal parametreler ve fitoplankton sınıflarının birey sayısına göre birbirlerine olan uzaklıklarını ve birbirlerinden farklı olmalarına neden olan değişkenlikleri açıklamak için kullanılan PCA' nın ilk üç bileşeni toplam değişkenliğin % 53' ünü açıklamıştır. Fizikokimyasal parametreler ve toplam fitoplankton birey sayısı arasında gerçekleştirilen PCA sonuçlarına göre ilk üç bileşen toplam değişkenliğin % 67'sini açıklamıştır. Fizikokimyasal bileşenlerin toksik fitoplankton birey sayısı verileriyle gerçekleştirilen PCA sonuçlarına bakıldığında ilk üç bileşenin toplam değişkenliğin % 44'ünü açıkladığı görülmüştür. İlk üç bileşende PCA ile elde edilen değerlerin yüksek olması değişkenler arasındaki ilişkilerin yüksek olmasından kaynaklanır (Manly, 1986). Çalışmada bulunan yüzdeler düşük olması örnekleme istasyonunun kıyıya çok yakın olması ve karasal kökenli girdilerin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Besin tuzları içinde değişkenlikte etkili olan en önemli değişkenin NH_4^+ olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla $\text{Si}(\text{OH})_4$ ve PO_4^{-3} takip etmektedir. İnanan (2007), İzmir Körfezi'nde iç, orta ve dış körfezde belirlediği istasyonlarda mevsimlik örnekleme sonucunda elde ettiği parametreler üzerine gerçekleştirdiği PCA'da ilk üç bileşenin toplam değişkenliğin %92 'sini açıkladığını kaydetmiştir. Çalışmasında değişkenlikte etkili olan en önemli değişkenin PO_4^{-3} olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Bizsel ve Uslu (2000), İzmir Körfezi'nde yaptıkları çalışmada gerçekleştirdikleri PCA'da ilk üç bileşen toplam değişkenliğin %59'unu açıkladığını bildirmişlerdir. Değişkenlikte en etkili olan değişkenin ise PO_4^{-3} olduğunu belirtmişlerdir.

4.2 Öneriler

İzmir Körfezi'nde bugüne kadar yapılmış araştırmaların çoğu örnekleme sıklığı bakımından mevsimsel ya da çok nadir olarak aylık aralıklarla yapılmıştır. Bu yüzden fitoplanktonun besin tuzları ve çevresel parametrelerle olan kısa dönemli

değişim ve etkileşimleriyle yılın sadece belli dönemlerinde üreyen ve kısa dönemde uzaklaşan türlerin gözden kaçmasına neden olmaktadır. Örneğin bu çalışmada yıl boyunca sadece bir kez gözlenmiş olan *Dinophysis acuminata* türü toksik etkisiyle bilinen bir türdür. Körfezde bu türün varlığının saptanması daha sık örnekleme yapılmasına bağlıdır. Ayrıca türlerin bu denli sık izlenmesi populasyon dinamiğinin daha iyi açıklanmasına, dolayısıyla kıyı ekosistemine pozitif veya negatif etkisinin saptanmasına da yardımcı olacaktır.

Bunun yanı sıra özellikle İç körfezde ötrofikasyonun artışına paralel olarak yılın belli zamanlarında aşırı miktarda üreyen toksik ve/veya potansiyel zararlı türler ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada *Prorocentrum minimum* türü yılın hemen hemen tüm zamanlarında *Ceratium furca*, *Dinophysis sp.* gibi türler ise yılın belli zamanlarında gözlenmiştir. Bunun dışında bu çalışmada toksisite oluşturabilecek birçok tür gözlenmiştir. Bugüne kadar İzmir Körfezi'nde toksik türler konusunda birkaç çalışma yapılmıştır. Ancak toksik türlerin referans tablosunu içeren bir liste tam olarak oluşturulamamıştır. Bu türlerin iyi analiz edilmesi ve ürettiği toksinlerin bilinmesi açısından ilgili kurumlarca hazırlanmış bir referans listeye ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Acara, A, ve Nalbantoğlu, U. (1960). A Preliminary Report on the Red-Tide Outbreak in the Gulf of Izmir. *Rapp.P.-V.Reun. Comnn: Int. Explor. Scient, America*. Koenigstein: Otto Koeltz Science Publishers
- Andersen, P. (1996). Design and implementation of some harmful algal monitoring systems. *IOC Technical Series, 44*, 102.
- APHA-AWWA-WPCF. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21th ed. Washington DC.
- Aydın, H. (1993). *İzmir Körfezi Fitoplanktonunun Gelişimi Üzerine Sınırlayıcı Faktörler* Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Aydın, H., Matsuoka, K, Minareci, E, (2011). Distribution of dinoflagellate cysts in recent sediments from Izmir Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean), *Marine Micropaleontology*, MARMIC-01368;9.
- Balech, E. (1988). *Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental*. Madrid: Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.
- Bargu, S., Koray T, Lundholm N, (2002). First report of *Pseudo-nitzschia calliantha* lundholm, Moestrup & Hasle 2003, a new potentially toxic species from Turkish coasts. E.U. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 19(3-4): 479-483.
- Başoğlu, Ş. (1975), İzmir Körfezi Hidrografisi ve Sedimentolojisi, 90 sayfa.
- Bizsel, N. ve Bizsel, K.C. (2002). New records of toxic algae *Heterosigma* cf. *akashiwo* and *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* in the hypereutrophic Izmir Bay (Aegean Sea): Coupling between organisms and water quality parameters. *Israel Journal of Plant Sciences*, 50, 33-44.

- Bizsel, N. and Cirik, S. (2002). New record of the Heterotrophic Ebridian Microflagellate *Hermesinium adriaticum* Zach. In the Eutrophic Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Marine Sciences* 8: 165-178.
- Bizsel, N. ve Uslu, O. (2000). Phosphate, Nitrogen and Iron Enrichment in the polluted Izmir Bay, Aegean Sea. *Marine Environmental Research*, 49, 101-122.
- Bizsel, N. Benli, H., A., Bizsel, K., C., Metin, G. 2001. A synoptic study on the phosphate and phytoplankton relationship in the hypereutrophicated Izmir bay (Aegean Sea). *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, Vol:25, 89-99.
- Brzezinski, M. A. (1985). The Si : C :N ratio of marine diatoms: Interspecific variability and the effect of some environmental variables. *J. Phycol.* 21: 347-357.
- Buchanan, R. E. (1974). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, Baltimore, The Williams and Wilkins Company, 1246 p.
- Büyükişik, B., Gökpınar, Ş., Parlak, H., (1997). Ecological Modelling Of İzmir Körfezi. *Su Ürünleri Dergisi* 14(1-2) 71-91.
- Büyükişik, B., ve Koray, T., (1984). İzmir Körfezi'nde Aşırı Biyolojik Aktivitenin Oluşturduğu Oksijen Tüketiminin Nedenleri ve Sonuçları, *Çevre* 84 5. *Türk Alman Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir
- Cirik, Ş., Zeybek, N., Aysel, V. Cirik, S. (1990). Note Preliminaire sur la Végétation Marine de l'île de Gökçeada (*Mer Egée-Nord, Turquie*). *Thalassografica*, 12,15 p. Greece.
- Clarke, K. R. ve Gorley, R. N. (2001). *PRIMER v5: User manual/tutorial*. Plymouth: PRIMER-E.

- Cronberg, G., Halim, Y., Taylor, F.J.R., Zingone, A., (2005). *IOC Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae*.
- Cupp, E. E. (1977). *Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America*. Koenigstein: Otto Koeltz Science Publishers.
- Çolak Sabancı, F., Koray, T., (2005). The phytoplanktonic species diversity variations in the Bay of Izmir between the years 1998- 2001 (in turkish). Ege University *J. Fish Aquat. Sci.* 22 (3-4): 273-280.
- Çolak-Sabancı, F. (2008). *Homa dalyanı (izmir körfezi, ege denizi) İntertidal zonunda epipelik, epifitik ve Epilitik diatome komunitelerinin Taksonomik olarak araştırılması ve ortam Faktörleriyle ilişkisi*, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 211 s.
- Çolak-Sabancı, F. ve Koray, T. (2001). Izmir Körfezi (Ege Denizi) Mikroplankton'unun Vertikal ve Horizontal Dağılımına Kirliliğin Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 187-202.
- Ergen, Z. (1967). *İzmir Körfezi'nde Tespit Edilen Başlıca Planktonik Organizmalar*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi, No: 47.
- Evans, T. G. (1988). A Framework for Discussing Seasonal Succession and Co-existence of Phytoplankton Species, *Limnol. Oceanogr.* , 33 (5), 1027-1036.
- Falkowski, Poul G. (2002). The Ocean's Invisible Forest. *Scientific American*, August, 38-45.
- FAO (1988). *Report on the training workshop on the statistical treatment and interpretation of marine community data*. Piran: FAO.

- Feyzioğlu, A. M. (1996). *Doğu Karadeniz Kıyusal Ekosisteminde Fitoplankton Dinamiğindeki Mevsimsel Değişimler*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.
- Friedrich, H. (1969). *Marine biology*, University of Washington Pres, Great Britain, 122s.,
- Friligos, N. and Gotsis-Skretas O. (1989). Eutrophication and red tide in Aegean coastal waters. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 24 pp. 171– 180
- Gárate-Lizárraga, I. & M. S. Muñetón-Gómez. (2008). Bloom of *Peridinium quinquecorne* in la Ensenada de la Paz, Gulf of California Acta Bot. Mex. 83 33-47.
- Garip, N. (2006). *İzmir İç Körfezi Fitoplankton Toplulukları Üzerine İzmir Büyük Kanal Projesini Oluşturduğu Etkiler*. İzmir: Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Ana Bilim Dalı.
- Geldiay, R., ve Ergen, Z., (1968). Bölgemizde Yaşayan Zırhsız Deniz Dinoflagellatları, *Balık ve Balıkçılık*, 6(16): 1-7.
- Geldiay, R., Uysal, H., (1978). A Report On The Primary Productivity İn The Bay Of İzmir. *E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi*, Seri B, 1 (2) 1-24.
- Gökpınar, Ş., Koray, T., (1983). İzmir Körfezi Planktonunda Rastlanan *Rhizosolenia* (Ehrenberg) Brightwell Genusu Üzerine Gözlemler. *Ege Üniversitesi. Fen Fakültesi Dergisi, Ser B, Cilt 1* 201-219.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K., (1983). *Methods of Seawater Analysis*. Second, Revised and Extended Edition Internationale Revue der gesamten *Hydrobiologie und Hydrographie Volume 70, Issue 2*, pages 302–303.

- Gündoğdu, V., Akgün, G., Elele, M., Piyancı, O., (2007). Çiğli Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi ve Sonrasında İzmir Körfezi Sedimentinde Ağır Metal Değişimlerinin CBS Kullanılarak İrdelenmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, *Yaşam Çevre Teknoloji*, 24-27 Ekim 2007 İzmir
- Hasle, G. R., Tangen K. ve Thronsen J. (1984). *Marint Planteplankton Artskunnslap*. Oslo: Adveling for Marin Botanikk Biologisk Institutt.
- Howarth, R. W. and R. Marino. (1990). Nitrogen-fixing cyanobacteria in the plankton of lakes and estuaries: A reply to the comment by Smith. *Limnol. Oceanogr.* 35: 1859–1863.
- Howarth, R. W., (1988). Nutrient Limitation of Net Primary Production in Marine Ecosystems, *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19 89-110
- Ignatiades L. and Gotsis-Skretas O., (2010). A Review on Toxic and Harmful Algae in Greek Coastal Waters (E. Mediterranean Sea). *Toxins* 2, 1019-1037
- İnanan, B. (2007). *İzmir Körfezi Fitoplankton Kompozisyonu ve Kompozisyonu Etkileyen Parametreler*, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karydis M. (1999) *Evaluation report on the eutrophication level in coastal Greek areas*. University of the Aegean, Mytilini, February 1999 (in Greek)
- Koray, T. (1985). *İzmir Körfezi'nin Mikroplanktonunda Meydana Gelen Değişimlerde Ortam Faktörlerinin Rolü*. İzmir: Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Ana Bilim Dalı.
- Koray, T. (1987). Fitoplankton Topluluklarındaki Değişimlerin Saptanması İçin Diversite İndekslerinin Karşılaştırılması. *Doğa*, 11 (2), 242-253.

- Koray, T. (1992). Noxious blooms in the Bay of Izmir, Aegean Sea, UNESCO, *IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms*, Suppl. to *ims Newsletter*, No.63, 2, 1-2.
- Koray, T. (1994). *The nuisance bloom algae in aquatic ecosystems and monitoring strategies*. (in Turkish). *E. U. Fen Fak. Dergisi, Seri B, Ek 16/1*, 329-242.
- Koray, T. (1995). Phytoplankton Species Succession, Diversity And Nutrients İn Neritic Waters Of The Aegean Sea (Bay Of İzmir) *Tr. J. Of Botany 19* Sf.:531-544.
- Koray, T. (2001). Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi Cilt18 Sayı (1-2)* 1-23.
- Koray, T. (2002a). Toxic and Harmful Phytoplanktonic species in the Aegean (including Dardanelles) and Northeastern Mediterranean Coastline. *Workshop on Lessepsian Migration Proceedings, 9*, 40-45
- Koray, T. (2002b) Toxic and Harmful Phytoplanktonic Species in the Southern Black Sea, Sea of Marmara, Eastern Aegean Sea and Northeastern Mediterranean Coastline. *10. International Conference on Harmful Algae, 21-25 October 2002, St. Pete Beach, Florida, USA.*
- Koray, T., Büyükişik, B. (1986) Linear approximations on determinations of physico-chemical conditions negatively affecting the community structure of planktonic organisms by cause of pollution in Izmir Bay. *Çevre '86 Sempozyumu, İzmir, 2-5 Haziran 1986, Bildiriler, 1-10.*
- Koray, T. ve Büyükişik, B. (1988). Toxic Dinoflagellate Blooms in the Harbour Region of Izmir Bay (Aegean Sea). *Revue Intern. D'Oceanogr. Medic., 141- 142, 25-43.*

- Koray, T. ve Büyükişik, B. (1992). Temperature, Light and Nutrient Based Model on Spring Primary Production for Heavily Eutrophied Subtropical Coastal Waters. (Izmir Bay, Aegean Sea). *Rapp.Comm.Int.Mer.Médit.*, 33 (1), 256-257.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H. ve Gökpinar. Ş. (1992). İzmir Körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Bir Hücreli Organizmalar: Red-tide ve diğer aşırı Üreme Olayları. *Doğa- Turkish Journal of Biology*, 16, 135-157
- Koray, T., F. Çolak Sabancı, (2001). Toxic planktonic micro-algae of Turkish Seas. *Ege University J. Fish Aquat. .Sci.*, (18/1) 293-298.
- Koray, T., Çolak Sabancı, F., (2004). Temporal and spatial changes of toxic micro-algae succession in Northeastern Aegean and Western Black Sea (in turkish). *Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Ürünleri*, Yıl 2, Sayı 3, 354-360.
- Koray, T., Gökpinar, S. (1983). The qualitative and quantitative features of the Genus *Ceratium* Schrank found in Izmir. (in Turkish). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi. *Journal, Ser. B, Suppl.*, 201-219.
- Krebs, J. C. (1999). *Ecological methodology* (2. Baskı). California: Benjamin /Cummings.
- Kükreler, S. ve Aydın, H. (2006). Karşıyaka Yat Limanı (İzmir İç Körfezi) Fitoplankton'unda Görülen Zamana Bağlı Değişimlerin Araştırılması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 139-144.
- Lalli, C. & Parsons, T., (1993). *Biological Oceanography: an Introduction*. Oxford, Butterworth & Heinemann Ltd. 301 p.
- Landsberg, J.H. (2002). The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. *Reviews in Fisheries Science* 10, 113-390.

- Lorenzen, C. J. & Jeffrey, S. W. (1980). Determination of chlorophyll in seawater. *Unesco technical pap. mar. sci.*, 35. 20p.
- Manly, B. F. J. (1986). *Multivariate statistical methods* (2. Baskı). Suffolk: Chapman&Hall.
- Martin-Jézéquel V, Hildebrand M, Brzezinski MA (2000). Silicon metabolism in diatoms: implications for growth. *J Phycol* 36:821–840
- Matsuyama, Y., Miyamoto, M., Kotani, Y. (1999). Grazing impacts of the heterotrophic dinoflagellate *Polykrikos kofoidii* on a bloom of *Gymnodinium catenatum*, *Aquat Microb Ecol. Vol. 17:91-98*.
- Metin, G. ve Cirik, Ş. (1999). İzmir Körfezi Fitoplankton'undaki kantitatif değişimler. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 16 (3–4), 363-374.
- Meyer-Reil, L. A., Köster, M., (2000). Eutrophication Of Marine Waters. *Marine Pollution Bulletin Vol. 41* Nos. 1-6 pp. 255 263.
- Michael and Edward, (1990). A Test of the Assumptions and Predictions of Recent Microalgal Growth Models with the Marine Phytoplankter, *Pavlova lutheri*, *Limnol. Oceanogr.* 35(3): 583-596.
- Moestrup, Ø., Codd, G.A., Elbrächter, M., Faust, M.A., Fraga, S., Fukuyo, Y., et al. (15 Haziran 2005). *IOC 97 Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae*. 5 Mayıs 2006, <http://www.bi.ku.dk/ioc/default.asp>
- Newton T. J., Allran, J. W., O'Donnell, J. A., Bartsch, M. R., Richardson, W.B., (2003) Effects of ammonia on juvenile unionids (*Lampsilis cardium*) in laboratory sediment toxicity tests. *Environ Toxicol Chem* 22:2554–2560

- Nezan, E. ve Piclet, D. (1996). *Guide Pratique à l'Usage des Analystes du Phytoplankton*. Concarneau: Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.
- Nixon, S. W., (1995). Coastal Marine Eutrofication: A Definition, Social Causes, and Future Concerns, *Ophelia* 41: 199-219.
- Numann, W., (1955). İzmir Körfezi'nde "Balık Kırılması" Hadisesi. *Hidroloji on Lessepsian Migration Proceedings*, 9, 40-45.
- Owens, O. van H. and Esaias, W. (1976). Physiological responses of phytoplankton to major environmental factors. *Annual Review of Plant Physiology*, 27, 461–83.
- Öber, A., (1972). İzmir Körfezi'nde Ceratium Genusunun Kalitatif ve Kantitatif Yönden Ararştırılması, *Ege. Üniversitesi Fen Fakültesi İlmi Raporlar Serisi*, No: 77, 21 Sayfa
- Parlak, H., Büyükkışık, B., Koray, T. (1994). İzmir Körfezi'nde Meydana Gelen Plankton Patlamalarının Cu, Fe, Zn Konsantrasyonlarıyla İlişkileri *Ege. Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, Seri B, Ek 16/1, 197-206
- Paulmier, G. (1997). *Atlas des Diatomophycées des Côtes Françaises et des Aires Océaniques Adjacentes*. Concarneau: IFREMER.
- Polat, S., Olgunoğlu, M. P., Aka, A., Koray, T. (2006). Kuzeydoğu Akdeniz Kıyısall Sularında (İskenderun Körfezi) Dağılım Gösteren Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri,. *Ege. Üniversitesi Su Ürünleri dergisi*, Cilt 23, Sayı (1-2): 169-172.
- Redfield, A. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. *Am Sci* 46:205–221

- Reusch Berg, B., Abdullah, M.I. (1977). An automatic method of determination of ammonia in sea water. *Water Research*, 11, 637-638.
- Semina, H. J. (1978). The size of cells. *Phytoplankton manual içinde* (233–237).
- Sherman, K., Alexander, L. M. And Gold, B. D. (1990). Large Marine Ecosystems *American Association For Advancement of Science*, Washington, 3-4.
- Shi, T., T.S. Bibby, L. Jiang, A.J. Irwin, and P.G. Falkowski. (2005) Protein interactions limit the rate of evolution of photosynthetic genes in cyanobacteria. *Molecular Biology and Evolution* 22(11):2,179–2,189.
- Smith, R. E., AND J. Kalff. (1981). The effect of phosphorus limitation on algal growth rates: Evidence from alkaline phosphatase. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1421-1427.
- Sommer, U. (1994). The Impact of Light Intensity and Daylength on Silicate and Nitrate Competition Among Marine Phytoplankton *Limnol. Oceanogr.* 39(7), 1680-1688 p.
- Sournia, A. (1995). Atlas du phytoplankton Marin Voluma 1: Introduction, Cyanophycees, Dictyochophycees, Dinophycees et Raphidophycees, Paris, 216 p.
- Sunlu, U., Büyükışık, B., Koray, T., Bröckel, K.V., Sunlu, S., Sever, M., et al. (2006). *Impacts of the activation of Big Channel Project on the lower nutritional levels in waters of İzmir Bay*, 102Y116 TÜBİTAK-YDABAG Project.
- Suzal, A., Bizsel, N., Bizsel, K.C. and Husrevoglu, Y.S. (2008). Dissolved Nutrient Behaviour along the Estuarine Salinity Gradient at the Gediz River Mouth (Aegean Sea, Turkey). *Turkish J. Env. Sci.* 32, 67-
- Tomas, C. R. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego: Academic Pres.

Trégouboff, G. ve Rose, M. (1957). *Manuel de Planctonologie Méditerranéenne*.

Türkoğlu, M. (1998). *Orta Karadeniz Bölgesinin (Sinop Yarımadası Kıyıları) Fitoplankton Kompozisyonu ve Değişimini Etkileyen Faktörler*. İzmir, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türkoğlu, M., Koray, T., (2002). Phytoplankton species succession and nutrients in the Southern Black Sea (Bay of Sinop), *Turkish Journal of Botany* 26 :235–252.

Uzar S., Aydın H., Minareci E., 2010, *Dinoflagellate cyst assemblages in the surface sediments from Izmir Bbay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean*, Sci. Res. Essays., 5 (3), 285–295.

Valiela, I. (1984), *Marine ecological processes*. Springer-Verlag, New York and Heidelberg. 346

Venrick, E. L., (1978). *Sampling Strategies In Phytoplankton manual* (UNESCO) 7-16.

Warwick, M., (2001). "Hazardous Terrain - An Engineering Geological Perspective." Institution of Professional Engineers New Zealand, Proceedings of Technical Groups Vol. 29 issue 2 (GM). 3 - 31.

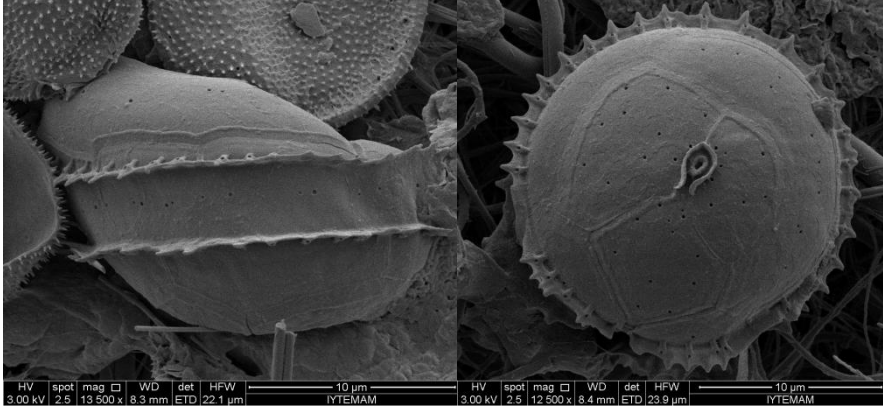
Widdicombe C. E., Eloire D., Harbour D., Harris R. P. and Somerfield P. J., (2010). Long-term phytoplankton community dynamics in the Western English Channel, *Journal Of Plankton Research* 32(5) : 643–655

Wood, F. J. (1968). *Dinoflagellates of the Caribbean Sea and Adjacent Areas*. Florida: University of Miami Press.

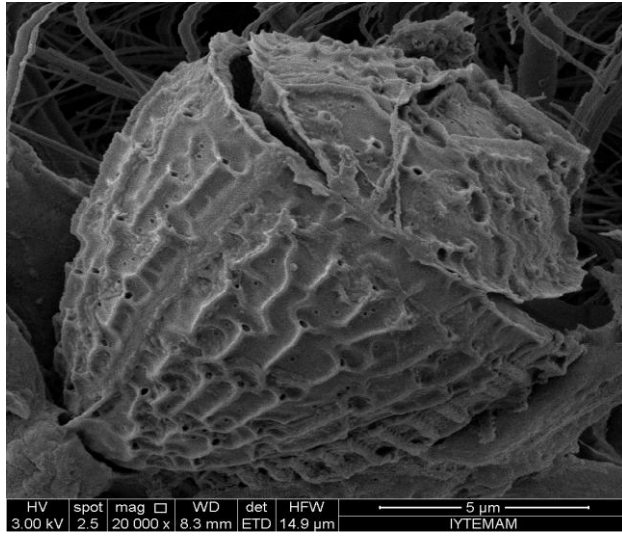
Yaramaz. Ö. 1992. *Su Kalitesi*. EgeÜniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yay No:14. İzmir.

EKLER

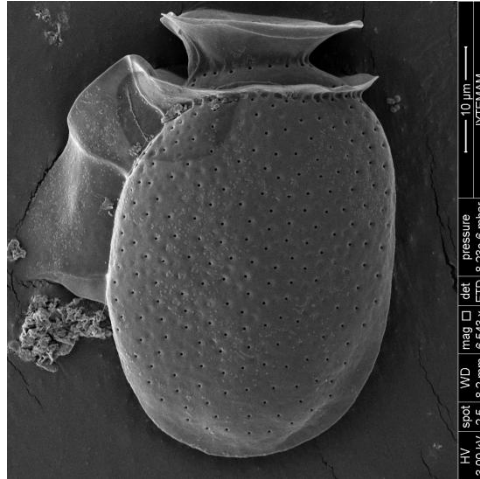
Taramalı elektron mikroskobu ve faz kontrast mikroskopta çekilmiş bazı fitoplankton türlerinin fotoğrafları.



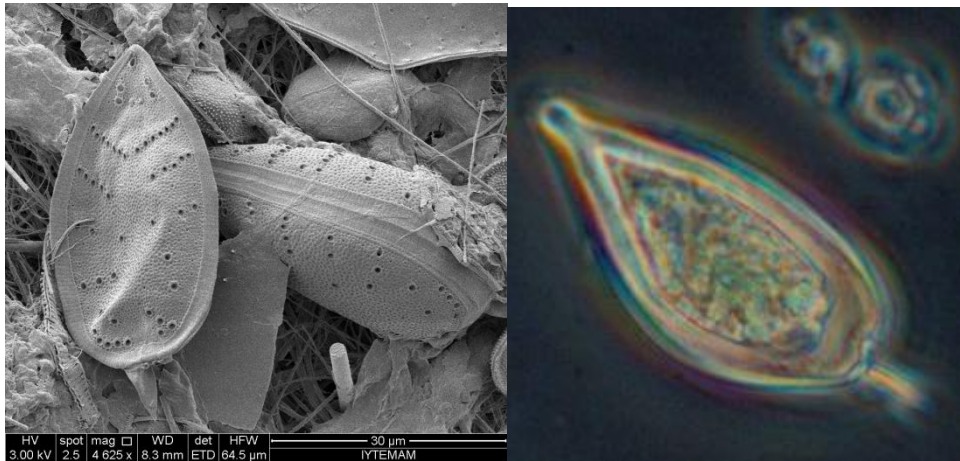
Oblea rotunda



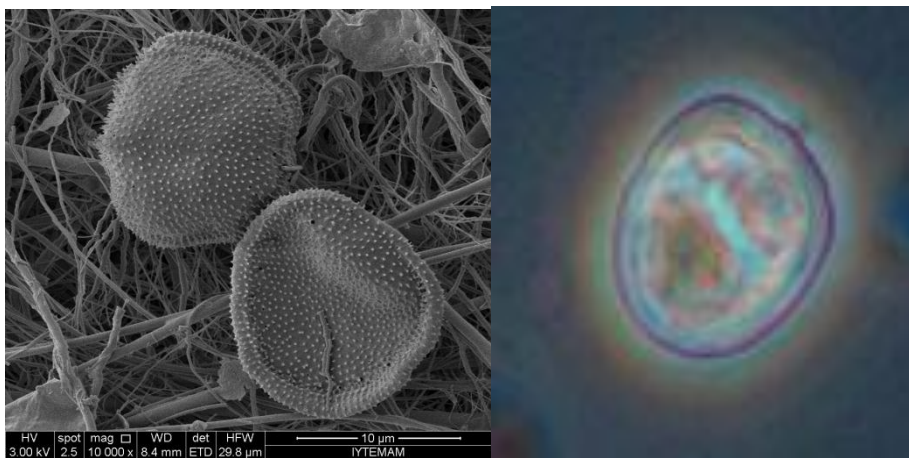
Corythodinium sp.



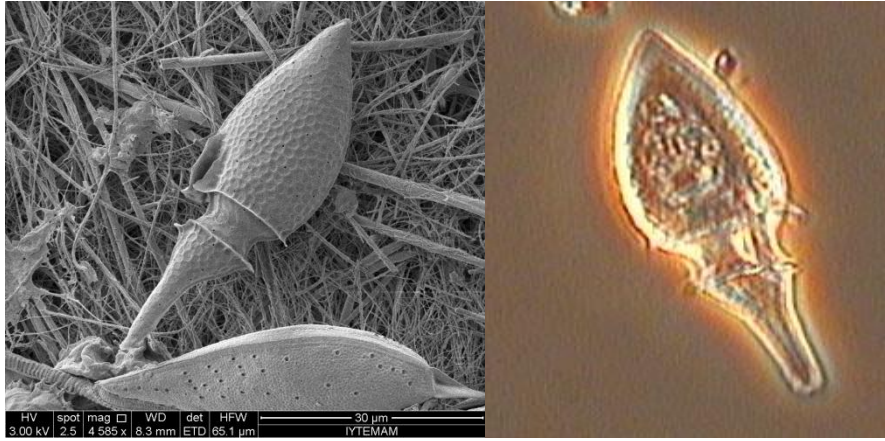
Dinophysis acuminata



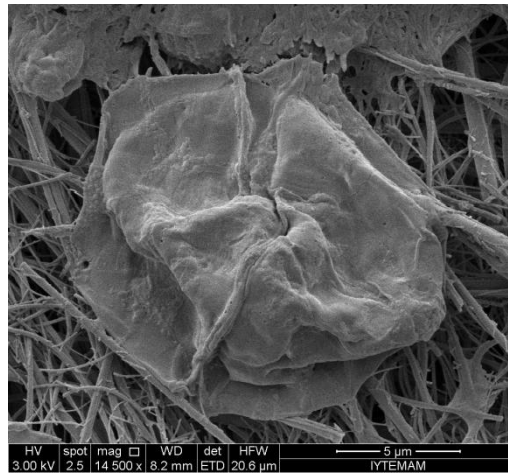
Prorocentrum micans



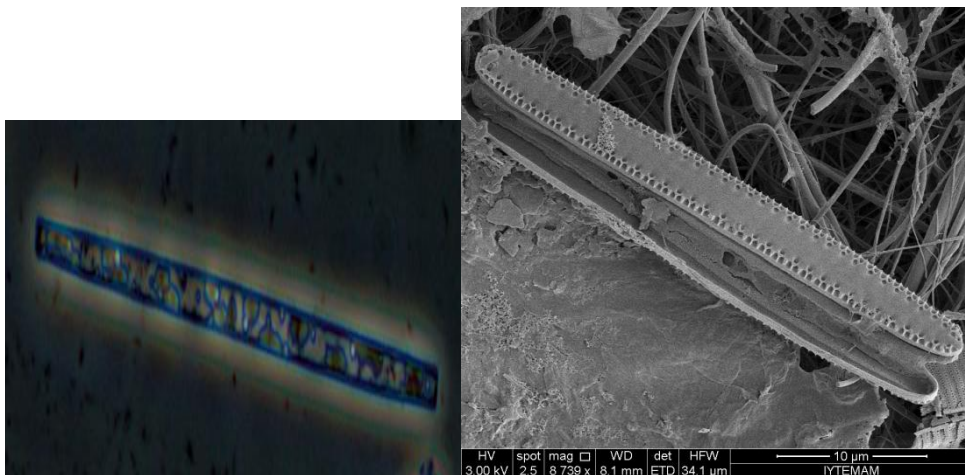
Prorocentrum minimum



Oxyphysis oxytoxoides



Kryptoperidinium cf. foliaceum
(yeni kayıt)



Thalassionema nitzschioides