

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARŞIYAKA YAT LİMANI (İZMİR İÇ KÖRFEZİ)
FİTOPLANKTONUNDA GÖRÜLEN ZAMANA BAĞLI
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyolog Serkan KÜKRER

Anabilim Dalı : Biyoloji

Programı : Genel Biyoloji

MANİSA 2005

**KARŞIYAKA YAT LİMANI (İZMİR İÇ KÖRFEZİ)
FİTOPLANKTONUNDA GÖRÜLEN ZAMANA BAĞLI
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyolog Serkan KÜKRER

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.06.2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 11.07.2005**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç.Dr. Hilal AYDIN GENÇAY

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

Yrd. Doç. Dr. Şükran YILDIZ

MANİSA 2005

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
1.0 GİRİŞ.....	1
2.0 ÖZDEK VE YÖNTEM.....	2
3.0 BULGULAR.....	3
3.1 Fizikokimyasal Parametrelere Ait Bulgular.....	7
3.2 Fitoplanktona Ait Bulgular.....	20
4.0 TARTIŞMA.....	49
5.0 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
6.0 KAYNAKÇA.....	56

TEŞEKKÜR

Tez alıőmamım her aőamasındaki iten yardımları ve sıcak destekleri için danıőman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Hilal AYDIN GENÇAY'a, verilerin değerlendirilmesindeki önemli katkılarından dolayı, bilim sevgisi ve iç ahlakıyla her zaman bizlere örnek olan hocamız sayın Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞIK'a, tür tayinlerindeki yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Tufan KORAY'a, yürüttükleri proje kapsamında sağladıkları imkanlardan dolayı sayın Doç. Dr. Uğur SUNLU ve sayın Yrd. Doç. Dr F.Sanem SUNLU'ya, gerek arazi çalışmaları gerekse laboratuvar çalışmaları süresince hep yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım Su Ü. Yük. Müh.Ender ORÇUN'a ve İngilizce kısımların yazımındaki katkılarından dolayı değerli arkadaşım Özkan KILIÇ'a en içten teőekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca sağladıkları tekne desteğinden dolayı İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne, Körfez Denetim őefi Uzm. Biyolog Özlem TUĞAÇ ve ekibine, rahat bir çalışma ortamı hazırlayarak, yardımlarını esirgemeyen İzmir Körfez Kontrol Teknesi çalıőanlarına teşekkür ederken, dönemin Büyükşehir Belediye Baőkanı sayın Ahmet Piriőtina'yı da saygıyla anmak isterim.

Ve aileme ; sonsuz desteklerinden dolayı sonsuz teőekkürler...

ÖZET

KARŞIYAKA YAT LİMANI (İZMİR İÇ KÖRFEZİ) FİTOPLANKTONUNDA GÖRÜLEN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI

Bu araştırmanın başlıca amacı İzmir Körfezi'nde Karşıyaka yat limanı istasyonunda (38° 26' 92" N ve 27° 06' 47" E) 2003-2004 yılları arasında zamana bağlı olarak fitoplankton türlerinin kompozisyonunun ve fizikokimyasal ortam parametrelerindeki değişimlerin araştırılmasıdır. Bu bağlamda haftalık olarak günün aynı saatlerinde 0.5 m derinlikten yüzey suyu örnekleri alındı.

Alınan su örneklerinde fizikokimyasal parametrelere ait en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla, NH⁺₄-N 0,06 µg at N/l-40.72 µg at N/l, NO⁻₃-N 0.191 µg at N/l-24.86 µg at N/l, NO⁻₂-N (bulunma limitinin altında)-25.9 µg at N/l, PO⁺₄-P 0.87 µg at P/l-17.58 µg at P/l, Si 0.78 µg at Si/l-48.6 µg at Si/l, çözülmüş oksijen 4.51 mg/l-12.7 mg/l, deniz suyu sıcaklığı 8.8 C°-27.6 C°, klorofil a 0.004 µg/l-3.93 µg/l, pH, 7.46-8.45, tuzluluk ‰ 35.97-‰42.85, seki derinliği 1 metre-7 metre ölçülmüştür.

Elde edilen veriler, İzmir Körfezi'nde atık su boşaltım ağızlarından biri olan Karşıyaka Yat Limanı istasyonunun Büyük Kanal Projesinin tam kapasite ile çalışmasıyla birlikte son durumuyla önceki yıllardaki durumu arasında karşılaştırma yapmak için temel oluşturacaktır.

Çalışma sahasında başlıca Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Dictyochophyceae ve Ciliata sınıflarına ait örnekler saptanmıştır.

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 diyatomların üstün olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Ocak ve şubat aylarında göreceli olarak az sayıda bulunan diyatom ve dinoflagellatlar mart ayıyla birlikte sayılarını hızla arttırarak ilkbahardan yaz ortalarına kadar en yüksek seviyelerinde bulunmuşlardır.

Diyatom ve dinoflagellatların artışları arasında kısa zaman aralıklarının olduğu ve dinoflagellatların diyatomları takip ettiği gözlemlendi. Aynı şekilde birbirini takip eden azalmalarını ise nanoplankton artışı izlemiştir.

İlkbahar ve yaz aylarında meydana gelen fitoplankton artışlarında silikatin belirleyici olduğu ve biyolojik kontrolü sağladığı görülmektedir. İlkbahar artışlarında da diyatomlar nutrient tüketiminden sorumludur.

Diyatomların içinde gerek ulaştığı hücre sayısı, gerekse örneklemelerde rastlanma sıklığı açısından ilk sırada *Thalassiosira* türleri gelmektedir. Onları *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann&Lewin türü takip etmektedir. En sık rastlanan üçüncü tür ise *Coscinodiscus* türleridir. Özellikle yaz ve sonbaharda artış gösterdiği görülmüştür.

Dinoflagellatlar içinde en sık rastlanan türler *Protoperdinium pellucidum* (Bergh) Balech, *Prorocentrum triestinum* Schiller ve *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid'tir. Bulunma sıklığı açısından bu türleri *Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve ve *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claperade takip etmektedir.

Cins düzeyinde bulunma sıklıkları incelendiğinde ilk sırayı *Prorocentrum* cinsi almaktadır. Onu *Protoperdinium* ve *Ceratium* takip etmektedir.

Euglenophyceae sınıfında öne çıkan tek tür *Eutreptiella gymnastica* Thronsen olmuştur.

Dictyochophyceae sadece *Dictyocha fibula* Ehrenberg ile temsil edilmiştir.

Cryptophyceae de tek türle temsil edilen sınıflardan birisidir. Bu sınıfa dahil olan tür *Hillea fusiformis* (Schiller) Schiller türüdür.

Zooplankton grubunu temsil eden, Ciliata sınıfına dahil tintinidler ise haziran- ekim dönemi hariç sıkça rastlanan bir gruptur.

Teşhis edilen türler arasında *Dinophysis caudata* Saville-Kent, *Dinophysis acuminata* Claperade&Lachmann gibi DSP'ye (Diarrhetic Shellfish Poisoning) yol açan türler olduğu gibi, *Prorocentrum micans* (Ehrenberg), *Prorocentrum triestinum* Schiller, *Eutreptiella gymnastica* Thronsen gibi düşük oksijenli ve/veya oksijensiz ortam koşullarını yaratabilen aşırı çoğalabilen türler de bulunmaktadır.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF TEMPORAL CHANGES OF PHYTOPLANKTON IN KARŞIYAKA YACHT PORT (İZMİR INNER BAY)

The main aim of this research is to investigate temporal changes of phytoplankton composition and physicochemical environment parameters in İzmir Bay, Karşıyaka Yacht Port (38° 26' 92" N ve 27° 06' 47" E) between the years of 2003 and 2004. For this reason surface water samples are collected weekly at the depth of 0.5 meter at the same time of each day.

Minimum and maximum values of physicochemical parameters of collected water samples are measured as respectively following : $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 0,06 μg at N/l-40.72 μg at N/l, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 0.191 μg at N/l-24.86 μg at N/l, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ (under detected limit)-25.9 μg at N/l, $\text{PO}_4^{+}\text{-P}$ 0.87 μg at P/l-17.58 μg at P/l, Si 0.78 μg at Si/l-48.6 μg at Si/l, dissolved oxygen 4.51 mg/l-12.7 mg/l, sea water temperature 8.8 °C-27.6 °C, chlorophyll-a 0.004 $\mu\text{g/l}$ -3.93 $\mu\text{g/l}$, pH, 7.46-8.45, salinity ‰ 35.97-‰42.85, secchi depth 1 meter-7 meter.

The collected data will be basis for the comparison of environmental situations in Karşıyaka Yacht Port after and before running İzmir waste water Treatment Project with full capacity.

The main classes found in the investigation field are Bacillariophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Dictyochophyceae and Ciliata.

Considering the phytoplankton composition, Bacillariophyceae and Dinophyceae are dominant to the other classes with respect to species and individual number. While there are no great differences between these two dominant classes with respect to species number, it can be said that diatoms are superior with respect to cell number.

Diatoms and dinoflagellats that are relatively in few numbers in January and February drastically increase their numbers starting from March and reach at their maximum levels from spring to mid- summer.

It is observed that there are short time gaps between the increases of diatoms and dinoflagellats, and dinoflagellats follow diatoms. Similarly, their consecutive decreases are followed by nanoplankton increase.

It is seen that silica is a determiner in the phytoplankton increase and the biological control occurring in spring and summer months. Diatoms are responsible for nutrient consumption in spring increases.

Thalassiosira species of diatoms are at the first rank with respect to not only reached cell number, but also detected frequency in samples. They are followed by *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann&Lewin. Most frequent third species is *Coscinodiscus sp.* Especially, the increase in its number is observed in summer and autumn months.

The most frequent species among dinoflagellats are *Protoperidinium pellucidum* (Bergh) Balech, *Prorocentrum triestinum* Schiller and *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid. They are followed by *Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve and *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claperade.

The only dominant species of Euglenophyceae is *Eutreptiella gymnastica* Thronsen.

Dictyochophyceae is represented by only *Dictyocha fibula* Ehrenberg.

Cryptophyceae is also one of the classes represented by only one species. The species within this family is *Hillea fusiformis* (Schiller) Schiller.

The tintinids from ciliata representing zooplankton group is a frequent group except June-October period.

Among the determined species, there are some species like *Dinophysis caudata* Saville-Kent, *Dinophysis acuminata* Claperade&Lachmann resulting in DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) and some species like, *Prorocentrum micans* (Ehrenberg), *Prorocentrum trisetinum* Schiller, *Eutreptiella gymnastica* Thronsen blooming and creating hypoxic and anoxic environment conditions, as well.

1.0 GİRİŞ

Besin zincirinin ilk halkası olmasından dolayı denizel ekosistemle ilgili yapılan çalışmalarda fitoplankton temel bir rol üstlenir.

Fitoplankton birincil üretici olarak tür kompozisyonunda, bollukta, biyomasta, mevsimsel dinamiklerde ve süksesyonda büyük değişikliklere sebep olan antropojenik etkinin de ilk hedefi durumundadır. Ortamda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerden ilk olarak etkilenen canlı grubu olan fitoplanktonik canlılar bu özelliklerinden dolayı son yıllarda kirletici kaynakların saptanmasında kullanılmaya başlanmıştır (Sabancı ve Koray 2001).

GESAMP kirliliğinin tanımını şöyle yapmaktadır :Yaşam kaynaklarına zarar veren, insan sağlığını tehlikeye düşüren, balıkçılık gibi deniz aktivitelerini engelleyen, deniz suyunun kullanım kalitesini bozan ve kolaylıklarını ortadan kaldıran etkilerle sonuçlanan direkt ya da dolaylı yollardan deniz ekosistemine insan vasıtasıyla katılan madde ve enerji girişi (Meyer-reil ve Köster 2000).

Denize madde girişi varlığı noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan olur. Belediyelere ait atıklar ile endüstriyel deşarj ve atıklar birincil, noktasal olan kirleticilerdir. Noktasal olmayan atıklar tarımsal ve kentsel kaçaklar, yer altı sularının taşınımı ve atmosferik girdiler gibi değişik kaynaklardan orjinlenir. noktasal olmayan girdiler önemli ve yaygın olmasına karşın deniz kirliliğine katkılarını nicel olarak belirlemek zordur. Çünkü dağınık bir karaktere sahiptirler (Meyer-reil ve Köster 2000).

Belediyelere ve endüstriye ait atık sular, kentsel ve tarımsal girdilerin içeriğindeki fazla miktardaki nutrientin deşarjı deniz suyunda inorganik ve organik zenginleşmeye yol açar. Bu girdiler bugün deniz ekosistemi için büyük bir tehlike olan eutrofikasyonu meydana getirir. Eutrofikasyon su kütlesinin besinsel durumunda değişiklikler meydana getiren nutrient artışlarının neden olduğu bir proses olarak tanımlanabilir (Meyer-reil ve Köster 2000).

Eutrofikasyonun etkileri bellidir : Makronutrientlerin bulunuşu, algler ve makrofitler tarafından yapılan birincil üretim ve bunu takiben meydana gelen geniş bitki biyomasının yol açtığı ve sonunda dipte ve sedimentte anoksik koşulları hazırlayan oksijen tüketiminde meydana gelen artış. Eutrofikasyonun 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)

Fosfor girdisi ile fitoplankton klorofilinin tipik konsantrasyonları arasındaki ilişki bir çok tatlı su ekosistemi için kolayca tahmin edilebilir ve eutrofikasyon çalışmaları için bir araç olarak kullanılabilir. Azotun bir çok ılıman kıyısularda fosfattan daha fazla sınırlayıcı olduğu düşünülmektedir. Fakat azot girdisiyle ortalama fitoplankton bolluğu arasındaki tahmini ilişkiler deniz ekosisteminde çok da açık değildir. Çünkü kıyısularda benzer hacimdeki göllere göre daha hızlı değişime uğramaktadırlar (Edwards ve diğerleri 2003).

Silikat denizde sıklıkla azot ve fosfordan daha fazla bulunur. Kirletilmemiş ılıman kıyısularda gözlenen alışılmış durum diyatom popülasyonunun pikini ortamda hala bir miktar silikat mevcut iken vermesidir. Bu durum diyatomların çözünmüş silikatı kullanmadaki yetersizliklerine bağlı olarak gelişmemektedir. Buna azot yada bir diğer bileşenin eksikliğinin yol açması olasıdır. Şayet kaynaklardan sürekli silikat karşılanabilirse kıyısularda düşük silikat konsantrasyonlarında dahi diyatom popülasyonlarında sürekli büyüme olması mümkündür. Denizlerde silikat sınırlaması nadir görülen bir olaydır ve sadece birkaç kesin kanıt gösterilebilir (Morris 1980).

Eutrofikasyon azotun ve fosforun varlığında artışa neden olur. Silikat bunlarla eş zamanlı olarak artmadığından nutrientlerin oranları değişir. Böylece de fitoplanktonun kompozisyonu ve süksesyonu etkilenir. Diyatomlar silikata ihtiyaç duymalarına karşın, genel anlamda alg türleri silisin baskın olmasına gereksinme duymazlar. Makronutrientlerin oranlarının değişimi meydana gelen alışılmadık ve zehirli fitoplankton artışlarından sorumlu olabilir. Diyatomların bentik ve pelajik bölge topluluklarında anahtar rol oynaması sınırlanmış diyatom büyümelerinin besinsel yapı ve nutrient çevrimlerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Meyer-reil ve Köster 2000).

Nutrient çevrimlerinin iyi anlaşılabilmesi için bentik proseslerin de bilinmesi gerekmektedir. Deniz sedimentinin sediment üstü suyla etkileşim içinde olduğu ve su kolonu prosesleriyle bentik çevre arasında bağlantı kurduğu iyi bilinmektedir. Genel olarak kıyısul ve haliç bölgelerindeki ince taneli sediment yüksek konsantrasyonlarda çözünmüş nitrojen ve fosfor içermektedir. Organik materyelin deniz tabanına çökmesiyle oluşan bu nutrientler, burada bentik organizmalar tarafından kullanılır ve yapıları değiştirilir. Sediment por suyunda çözünen nutrientler yavaşça sediment üstü suya geçiş yaparak tekrar su kolonuna dönerler (Lohrer ve Wetz 2003).

Ege Denizi genel olarak oligotrofik bir bölge olmasına karşın, evsel ve endüstriyel atık suların ve/veya tarımsal aktivite ve akarsu kaynaklı nutrient girdilerinin etkisi altındaki bölgelerde eutrofikasyon problemleri gözlenmektedir (Moncheva ve diğerleri 2001).

Ege Denizi'nin Batı Anadolu'nun içine doğru altmış kilometre kadar girmesiyle oluşmuş İzmir Körfezi 58.9 km² yüzey alanına ve 407.7 . 10⁶ m³ su hacmine sahiptir (Büyüksık ve diğerleri).

İzmir Körfezi'nin kıyı kesimi başta kentsel yerleşim alanı olmak üzere çok değerli yerleşim alanlarını içinde barındırmaktadır. Şehir merkezi dışındaki kıyı şeridi yüksek rekreasyon potansiyeline sahiptir (İTO 1995).

İzmir Körfezi'nin çevresinde yerleşim yerleri dışında önemli tarım faaliyet alanları da yer almaktadır. Kuzeyde Menemen Ovası sulu tarımın yapıldığı önemli bir üretim alanıdır. Körfez, gediz Havzasında yer alan tarımsal faaliyetlerden de etkilenmektedir (İTO 1995).

Her açıdan çok önemli ve değerli bir konuma sahip olan İzmir Körfezi'ni 1960'lı yıllarla birlikte başlayan, gelişmeye ve bu gelişmenin bir sonucu olarak göçlerle kalabalıklaşan nüfusun neden olduğu kentleşmeye bağlı olarak kirlenmeye başlamıştır.

Şehrin arıtılmayan atık su deşarjı akıntılar tarafından uzaklaştırılmamıştır ve körfezde kirliliğe, eutrofikasyonun gelişmesine yol açmıştır. Böylelikle ilkbahar ve sonbaharda fitoplankton aşırı çoğalmaları birçok sebebe bağlı olarak gelişmiştir. Bu olay suyun renk değiştirilmesi, midyeler üzerinde toksik etkilere yol açma, ölümlere neden olma, balık kırımları ve lokal 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 (Büyükişik ve diğerleri 1997).

Artan kirliliği önlemek amacıyla İzmir Büyükşehir Şehir Belediyesi tarafından 1969 yılında İzmir Büyük Kanal Projesi başlatılmıştır. Son iki yıl içinde tamamlanma sürecine giren proje kapsamında 11 derenin ve 128 kanalizasyon noktasının atık suyunun iç körfeze boşaltılmadan Çiğli Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulan arıtma tesisinde arıtılarak orta körfeze boşaltılması hedeflenmiştir.

Şubat 2000'den sonra İç Körfez'e boşaltılan kanalizasyon ağızlarının azaltılması kirliliğin önlenmesi ve iyileştirilmesi ile ilgili umutları arttırmış ve bu konuda yapılması gereken çalışmaların önemini ve gerekliliğini gözler önüne sermiştir.

İzmir Körfezi'nde fitoplankton aşırı çoğalması ile ilgili ilk çalışma Numan (1955) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada tür adı verilmeden sadece balık kırımından söz edilmiştir.

Fitoplankton türleri üzerine ilk kalitatif araştırma Ergen (1967) tarafından gerçekleştirilmiş ve bunu zırhsız deniz flagellatlarını içeren Geldiay ve Ergen (1968)'in araştırması izlemiştir. Ceratium cinsini inceleyen Öber (1972)'i takiben 14 C yöntemi ile 1972'de primer prodüktivite ölçümleri Geldiay ve Uysal (1978) tarafından yapılmıştır. Bir hücreli mikroplankton türlerinin tüm İzmir Körfezi'ndeki dağılımları Rhizosolenia (Gökpınar ve Koray 1983), Ceratium cinsleri (Koray ve Gökpınar 1983) ve tintinida takımı türlerini içerecek şekilde (Koray ve Özel 1983) incelenerek balık kırımını oluşturan organizmalar Koray (1984) tarafından belirlenmiştir. Büyükişik (1984) yılında amonyumun yüzey suyundaki dağılımını incelemiştir. Bu çalışmaları kirlilik, nutrientler ve fitoplankton ile ilgili çalışmalar, planktonik organizmaların komünite yapısını olumsuz yönde etkileyen fizikokimyasal koşulların belirlenmesi üzerine lineer yaklaşımların ve planktonik organizmalarla fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışma izlemiştir. (Koray ve Büyükişik 1987). İç körfezin nutrient dinamikleriyle ilgili yapılan bir çalışma Büyükişik ve Erbil (1987) tarafından yayınlanmıştır. Büyükişik (1988) yılında körfezdeki klorofil-a ve nutrient dağılımını inceleyen araştırmasını sunmuştur. Ekosistem üzerinde hayati derecede öneme sahip olan toksik dinoflagellat aşırı çoğalmaları Koray ve Büyükişik (1988) tarafından

araştırılmıştır. Koray ve Büyükişık (1992) tarafından fitoplanktonun gelişiminde önemli bir yer tutan ışık sıcaklık ve nutriente bağlı model çalışmaları yapılmıştır. (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 ciddi vurgular yapmıştır. Aydın (1993) tarafından nutrientlerin fitoplankton üzerine sınırlayıcı etkilerini saptamak amacıyla monod kinetiği metoduyla ilgili çalışmalar başlatılmıştır. Koray (1994) yılında yaptığı çalışmada daha önceki araştırmalarında bahsettiği zehirli ve zararlı türlerin izlenmelerinde takip edilecek stratejileri ortaya koymuştur. 1994 yılında Parlak ve diğerleri fitoplanktonun gelişiminde etkili olan izmetallerin fitoplankton aşırı çoğalmalarıyla ilişkilerini araştırmışlardır. Primer produktivitenin ölçülmesine yönelik çalışmalar Büyükişık ve diğerleri (1994) tarafından yapılmıştır. Koray (1995) körfezin neritik sularında süksesyon, diversite ve nutrientlerle ilgili kapsamlı bir çalışma sunmuştur. Küçüksezgin ve diğerleri (1995) İzmir Körfezi'ni de kapsayan çalışmalarında Ege Denizi'nde nutrientlerin ve klorofil-a'nın dağılımını incelemiştir. Büyükişık ve diğerlerinin (1997) İzmir Körfezi'nin ekolojik modellemesi konulu çalışmaları körfezin kurtuluşuyla ilgili önemli tespitleri içermesi nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Kirliliğin ciddi boyutlara ulaştığı son dönemde mikroplanktonun dağılımı üzerine kirliliğin etkileri ile ilgili çalışmalar Koray ve diğerleri (1999) ve Sabancı ve Koray (2001) tarafından, eutrofikasyonun izlenmesi ve nutrient sınırlamaları ile ilgili çalışmalar Kontaş ve diğerleri (2004) tarafından yapılmıştır. Kirliliğin orta körfeze etkileri ise Sunlu ve Sunlu (2001) tarafından araştırılmıştır.

Deniz suyunda farklı kimyasal maddelerin bulunuşu , konsantrasyonları , azlığı ve çokluğu fitoplankton gelişimini sınırlar. Bu da besleyici element döngüsünde önemli bir role sahiptir.

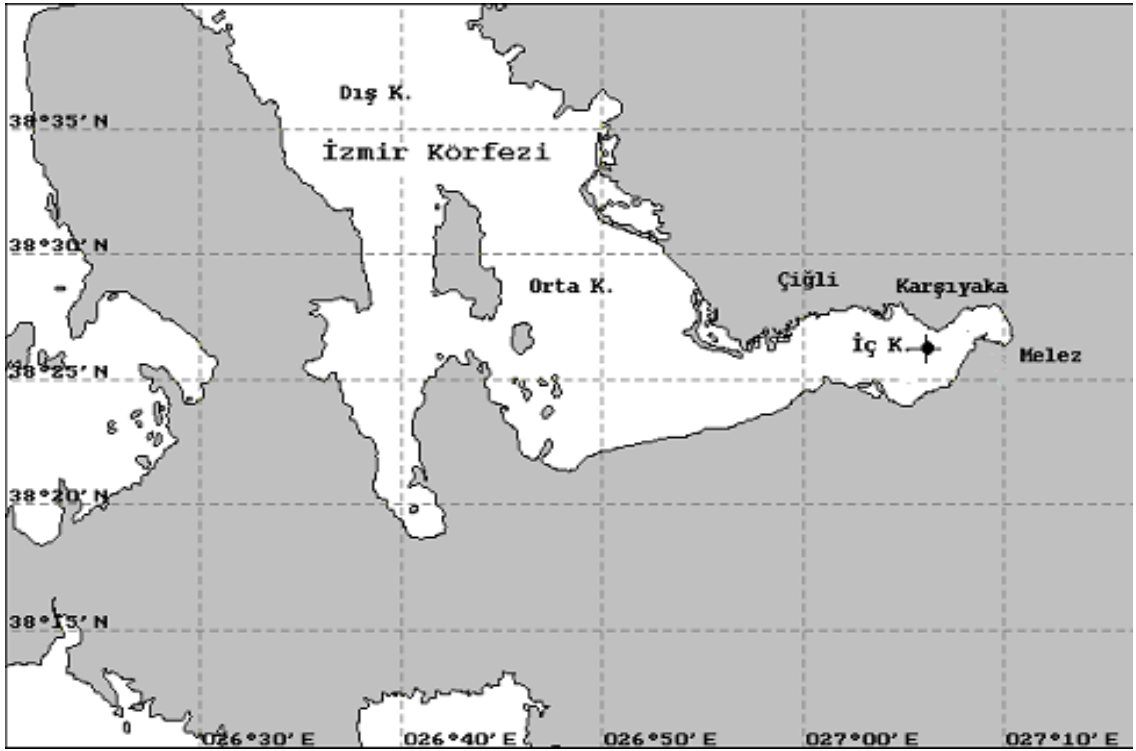
Tamamlanmış olan İzmir Büyük Kanal Projesi kapsamında atık besleyici elementlerin körfeze girişinin azaltılması bize daha besin zincirinin ilk halkasında olumlu sonuçlar vereceğini düşündürmektedir.

Buradan hareketle çalışmamızda zaman bağlı olarak besleyici ve fizikokimyasal ortam parametreleri ile fitoplanktonun gelişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.0 ÖZDEK VE YÖNTEM

Proje kapsamında İzmir Körfezi'nde seçilen Karşıyaka Yat Limanı'nda GPS ile tespit edilen istasyonda ($38^{\circ} 26' 92''$ N ve $27^{\circ} 06' 47''$ E) diyaframlı pompa yardımıyla Ocak 2003'ten başlamak üzere haftalık olarak bir yıl boyunca örneklemeler yapılmıştır. Aynı su kütlesinden örnekleme yapılması amacıyla yüzey suyu örnekleri 0,5 m den alınmıştır.

Su sıcaklığı $0,1^{\circ}$ C duyarlı elektronik termometre ile ,pH değerleri pH metre ile, tuzluluk değerleri Harvey yöntemi ile, çözünmüş oksijen tayini YSI 55 model taşınabilir oksijen metre kullanılarak in-situ olarak arazide ölçülmüştür.



Şekil 2.1 Örneklemelerin yapıldığı istasyon

İstasyondan alınan su örnekleri 1 lt'lik polietilen şişelerde laboratuvara getirildikten sonra nitrat,nitrit,amonyum,silikat ve fosfatın absorbans ölçümleri Strickland & Parsons (1972), Wood (1975)'e göre Bosch Lomb Spectronic 21 UVD model spektrofotometre yardımıyla ölçülmüştür.

Klorofil-a tayinleri laboratuvarında fluorometrik olarak Turner Designs Model 10 AU fluorometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir..

Fitoplanton için nicel değerlendirilmede 5 lt.'lik polietilen örnekleme şişelerine alınan örnekler lugol ile tespit edilerek çöktürme sifonlama ile 1,5 ml.'ye konsantre edilerek ,hücre

yoğunluğuna göre Neubauer, Fush-Rosenthal, Nagotte gibi kamaralar kullanılarak Olympus BH2 faz kontrast mikroskopta baskın türler dikkate alınarak sayılmıştır. Tr tayinleri, Tomas (1997)'ye göre yapılmış, Koray (2001) tarafından hazırlanan Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

3.0 BULGULAR

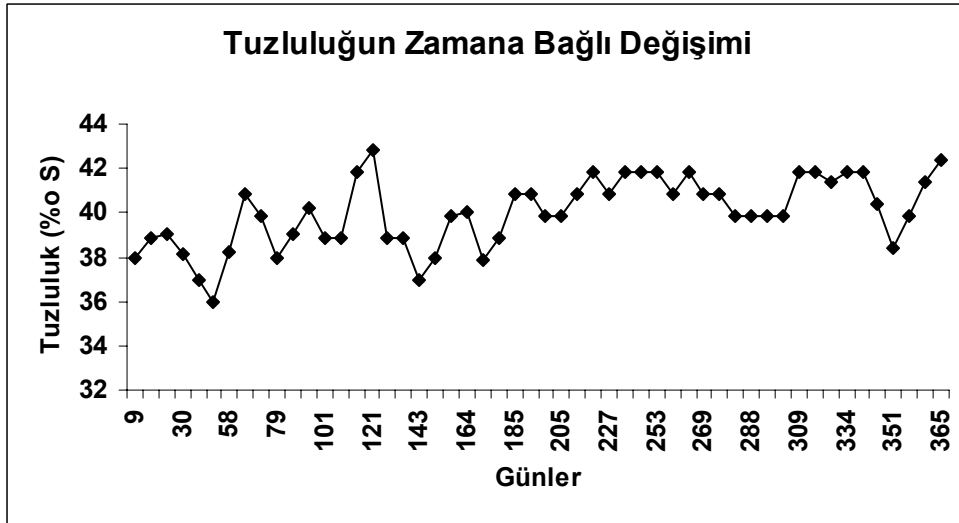
3.1 FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELERE AİT BULGULAR

3.1.1 TUZLULUK

Çalışma süresince tuzluluk değerlerinin %o 35.97 ile %o 42.85 arasında değiştiği tespit edilmiştir. %o 35.97'lik en düşük değer 49. günde (şubat), %o 42.85'lik en yüksek değer ise 121. günde (mayıs) ölçülmüştür. Yıllık ortalama tuzluluk değeri %o 39.92'dur.

Tuzluluk değerlerinde 9.(ocak), 49.(şubat), 79.(mart), 143.(mayıs) ve 351.(aralık) günlerde gözlenen düşüşlerin yağmur ve/veya tatlı su girdilerinden kaynaklandıkları düşünülmektedir.

Belirlenen tuzluluk değerlerinin önceki yıllardaki çalışmalarla karşılaştırıldığında yüksek olması, arıtma tesisinden deşarj edilen suyun iç körfeze değil, kuzey kıyılarını takiben dışa yönlendiğini düşündürmektedir

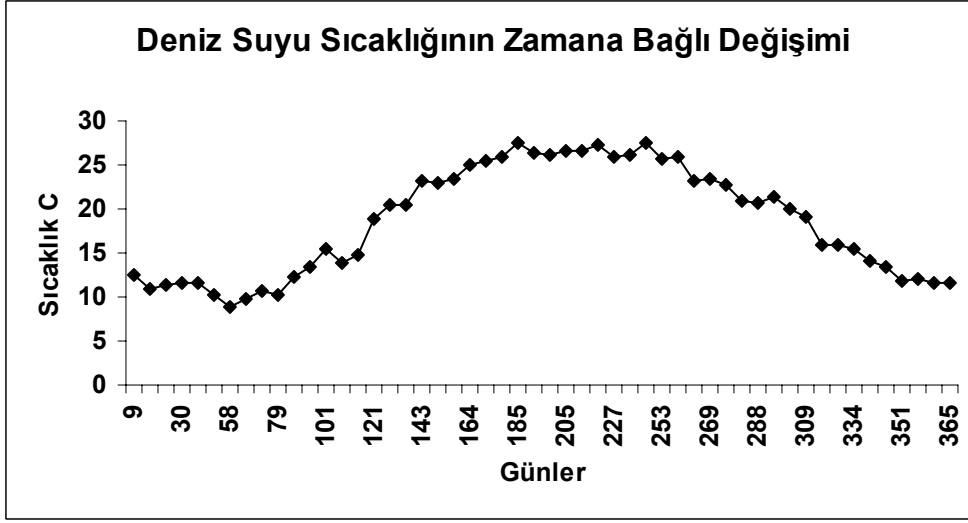


Şekil 3.1. Tuzluluğun yıllık değişimi

3.1.2 DENİZ SUYU SICAKLIĞI

Deniz suyu sıcaklığının hava sıcaklığındaki değişimlere paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Örneklemin yüzey suyundan yapılmasından dolayı su sıcaklığının atmosfer sıcaklığından etkilendiği görülmektedir.

Yıllık en düşük değer 58.gün'de (şubat) 8.8 C° , en yüksek değer ise 185.gün'de (temmuz) 27.6 C° ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık değeri 18.6 C° dir.

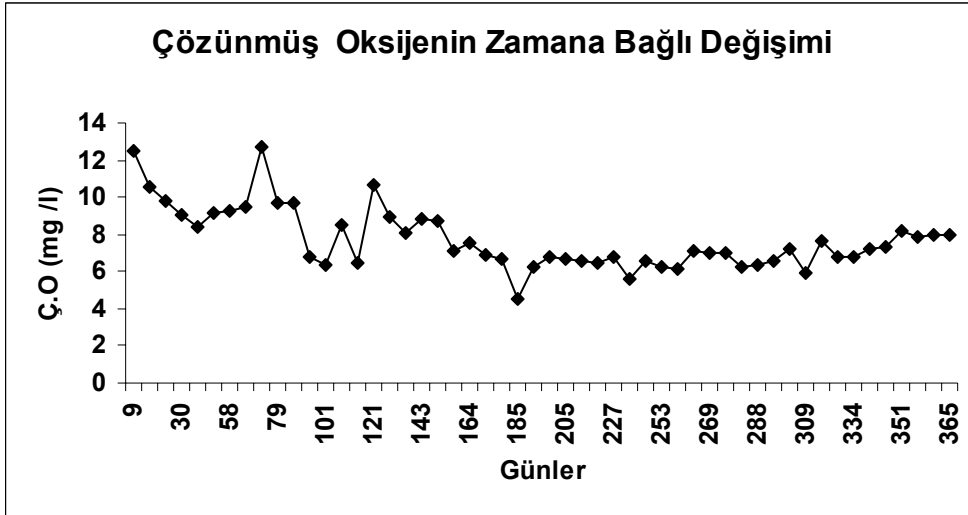


Şekil 3.2. Deniz suyu sıcaklığının yıllık değişimi

3.1.3 ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN

Çözünmüş oksijende gözlenen en düşük değer 4.51 mg l^{-1} ile 185'de gün (temmuz), en yüksek değer ise 12.7 mg l^{-1} ile 71.günde (mart) tespit edilmiştir. Yıllık ortalama değer 7.73 mg l^{-1} dir.

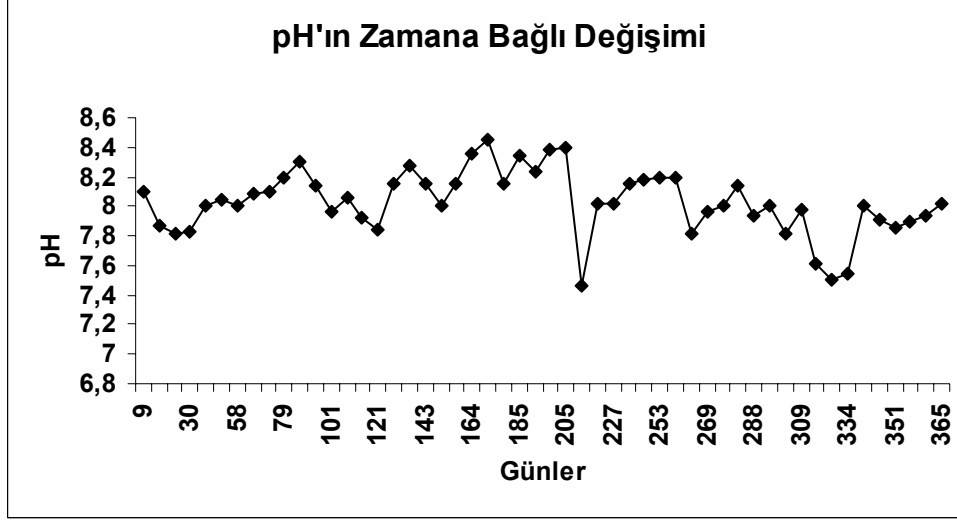
Çözünmüş oksijen değerlerindeki belirgin pikler 9. (ocak), 71.(mart), 108. (nisan) ve 121.(mayıs) günlerde görülmektedir. 9.gün (ocak) ve 185.gün (temmuz) tarihleri arasında dalgalanmalar görülmekle birlikte genel bir düşüş eğilimi vardır. Bu durum su sıcaklığında gözlenen genel artışla uyumlu olup, gazların sulardaki çözünürlüğünün sıcaklık artışına paralel olarak azalmasını yansıtmaktadır.



Şekil 3.3. Çözünmüş oksijenin yıllık değişimi

3.1.4 pH

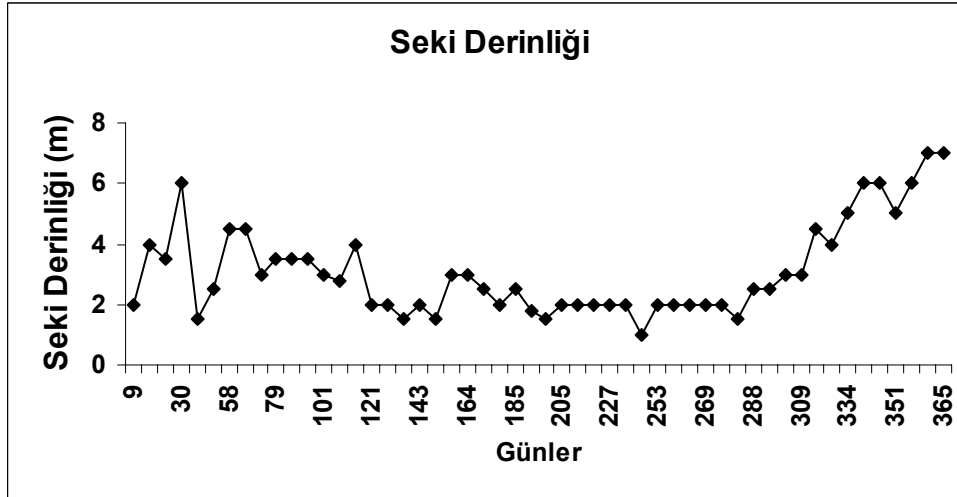
pH 213.günde (ağustos) ölçülen 7,4 ile 171.günde (haziran) ölçülen 8,4 arasında gözlenmiştir. Ağustos'taki ani düşüş aynı haftada nitrat ve silikatta gözlenen artışla uyumlu ,bir kaynağın özelliklerini yansıtıyor olabilir.



Şekil 3.4. pH'in yıllık değişimi

3.1.5 SEKİ DERİNLİĞİ

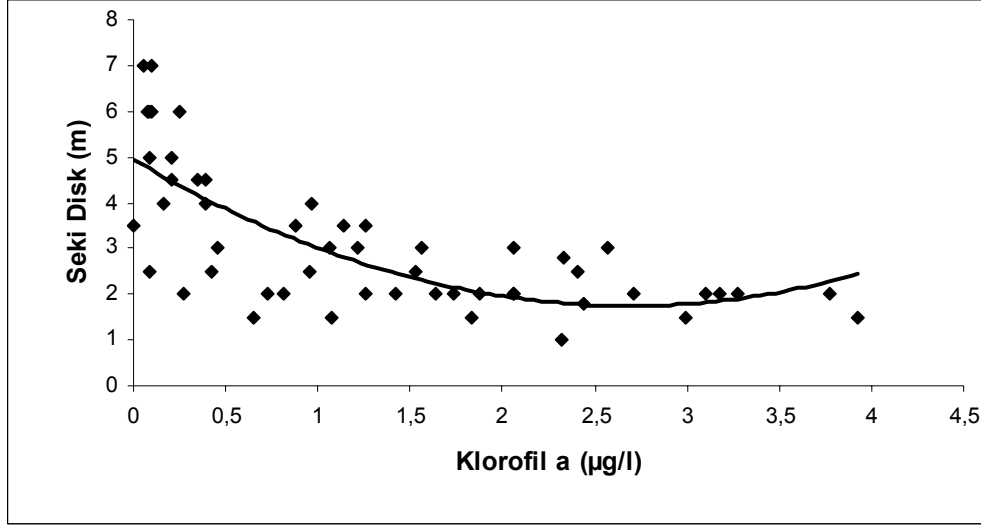
Yıl boyunca kış aylarında yüksek değerlerde ölçülen seki derinliği, yaz aylarında fitoplanktonun çoğalmasıyla birlikte düşük değerlerde izlenmiştir



Şekil 3.5 Seki derinliğinin yıllık değişimi

Bulunan en yüksek seki derinliği 7 metre (362.gün/Aralık ve 365.gün/Ocak 04), en düşük 1 metre (241.gün/Ağustos), ortalama derinlik 3.09 metredir.

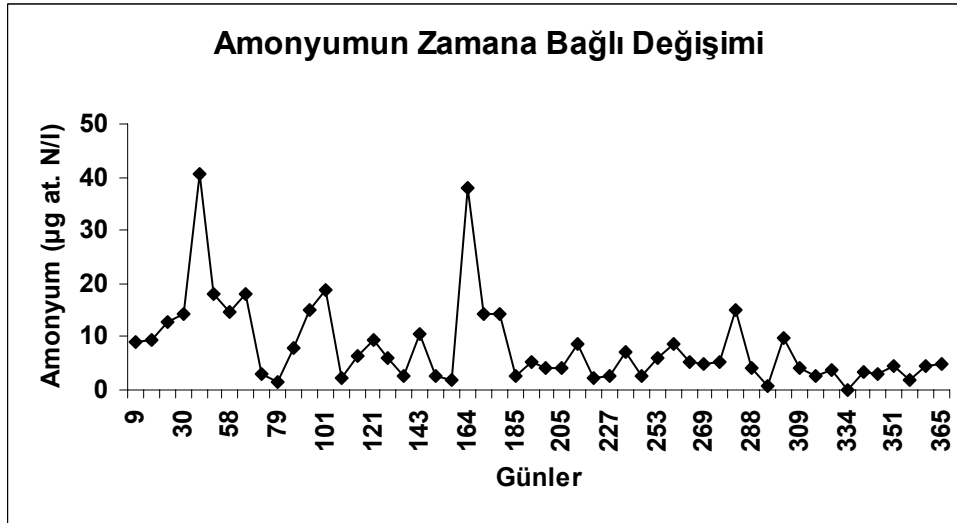
Seki derinliği ve klorofil-a'nın yıllık değişimi grafiğe geçirildiğinde aralarındaki teorik olarak beklenen ters ilişki net olarak görülmektedir.



Şekil 3.6 Seki disk klorofil-a ilişkisi

3.1.6 AMONYUM

Amonyumun yıllık değişimi incelendiğinde en yüksek düzeye 40.72 µg at N/l ile, 38.günde (Şubat) en düşük düzeye 0.06 µg at N/l ile 334.günde (Aralık) tarihinde rastlanmıştır. Yıllık ortalama değeri ise 8.13µg at N/l'dir.



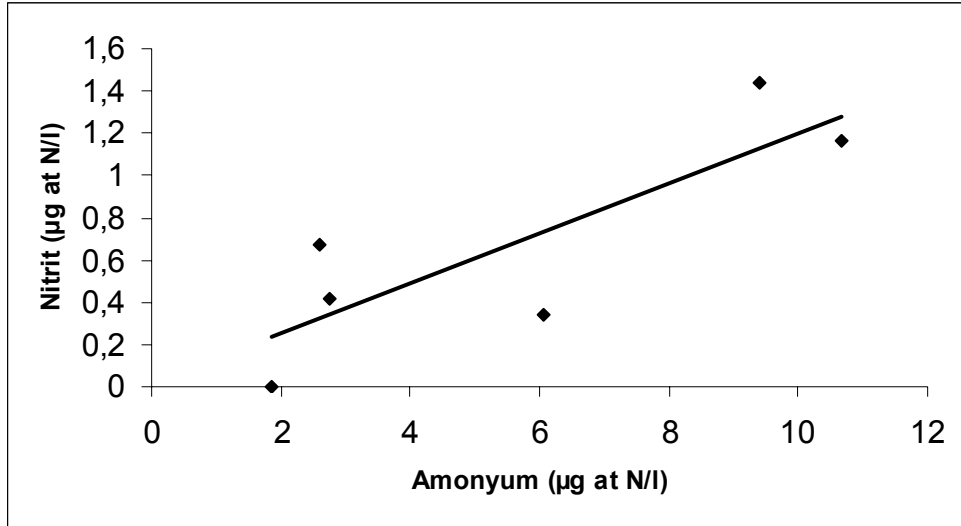
Şekil 3.7 Amonyumun yıllık değişimi

38.günde (şubat) amonyumda fosfat, silikat ve nitrat ile birlikte artışlar görülmüştür. Yüksek amonyum değeri (40.72 $\mu\text{g at N/l}$) bir amonyum kaynağını işaret etmektedir. % 37 tuzluluk bu kaynağın karasal olabileceğini düşündürmektedir. Örnekleme çalışmasının yapıldığı sırada havanın yağmurlu olması bu kanıyı kuvvetlendirmektedir.

Amonyumun 65.günde (mart) silikat ve fosfat ile birlikte gösterdiği artışın % 40.85'lik tuzluluk dikkate alınarak denizel kaynaklı olduğu söylenebilir. (Şekil 3.13/B)

6 Mart'tan itibaren yüksek amonyum değerleri yerini nitrit ve nitrate bırakmış, bu sıralı değişim de akıllara nitrifikasyon olayının meydana gelmiş olabileceğini getirmiştir. Amonyumun büyük ölçüde tükenmesi fotosentez aktivitesine de bağlanabilir.

Amonyumun nitrit ile birlikte 121-157.günler (mayıs-haziran) arasındaki eğilimleri aynı kaynaktan geldiklerini ve fitoplankton tarafından yakın oranda tüketildiklerini ortaya koymaktadır.(şekil 3.8)



Şekil 3.8 1 Mayıs- 6 Haziran arasında amonyum ve nitritin eğilimleri

Aynı şekilde 164-185. günler arasında (haziran-temmuz) amonyum ve nitrit birbirleriyle uyumlu bir eğilim çizmişlerdir.(Şekil 3.13/D)

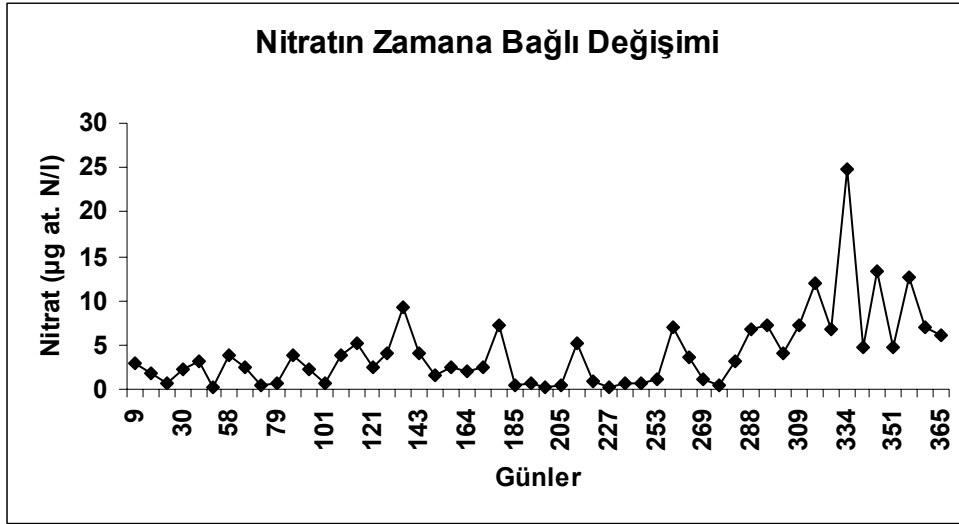
281. ve 305.günler (ekim-kasım) arasında izlenen artış, düşük tuzluluktaki suyun dört hafta kalması ve biyolojik aktivite ile azalmıştır.

305.günü (kasım) takiben azalma sürecine giren amonyum 334.günde (aralık) tarihinde yıl boyunca izlenen en düşük değerine ulaşmıştır. Buna eş zamanlı olarak nitrit ve nitrat artma eğilimleri görülmüş, amonyumun en az değere ulaştığı hafta bu iki nutrient yıllık en yüksek değerlerine ulaşmıştır.

340.-365. (Aralık 03-Ocak 04) günler arasındaki nutrient-tuzluluk grafiğinde de amonyum ile nitrit ve nitrat'ın eğilim çizgilerinin birbirine ters olması dikkat çekmiştir. Bütün bu olaylar bu süreç içinde de nitrifikasyon olmuş olabileceğini göstermektedir. (Şekil 3.13/F)

3.1.7 NİTRAT

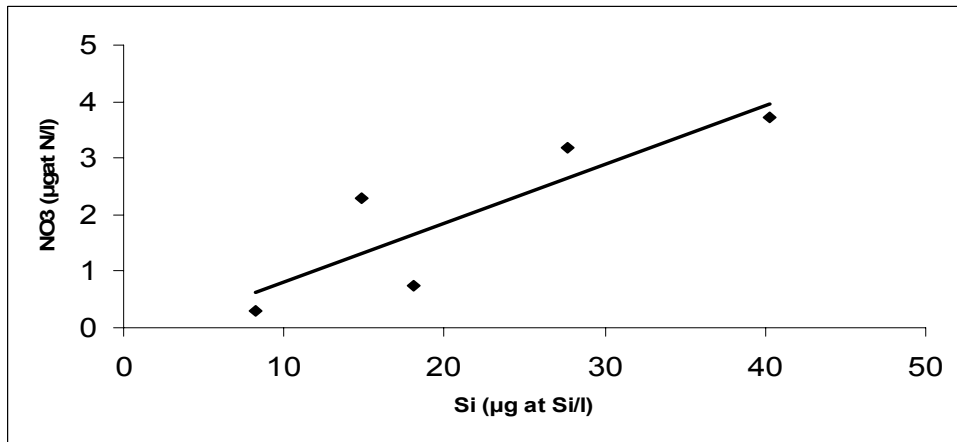
Nitratin yıllık değişime bakıldığında en yüksek değere (24.86 $\mu\text{g at N/l}$) 334.günde (aralık) , en düşük değere (0.191 $\mu\text{g at N/l}$) 227.günde (ağustos) ulaşmıştır. Yıllık ortalama değeri 4,10 $\mu\text{g at N/l}$ 'dir.



şekil 3.9 Nitratin yıllık değişimi

38.günde (şubat) nitrat ile birlikte amonyum, silikat ve fosfatta görölen artışlar düşük tuzluluğa sahip (%037) bir kaynağı ifade etmektedir. Çalışma gününün yağışlı olması kaynağın karasal kökenli olduğu ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

23.-58.günler (ocak-şubat) arasında nitratin silikat ile aynı eğilimi izlemesi kaynaklarının ortak olabileceğini göstermektedir. (şekil 3.10)



şekil 3.10. 23 Ocak-27 şubat arasında nitrat ve silikatın eğilimleri

58. günde (şubat) izlenen yüksek tuzluluk nitrat ve silikatın birlikte dip suyundan geldiği kanısını kuvvetlendirmektedir.

65. gün (mart) ile birlikte amonyum azalışını takiben sırasıyla nitrit ve nitratın artması nitrifikasyonu işaret etmektedir.

164.-185. günler (haziran-temmuz) arasındaki eğilimlere bakıldığında nitratın fosfat ve silikat ile benzer eğilim çizdiği görülmektedir. (Şekil 3.13/D)

281.-334. günler (ekim-aralık) arasında da silikat ve nitrit ile benzer eğilim izlediği anlaşılmaktadır.

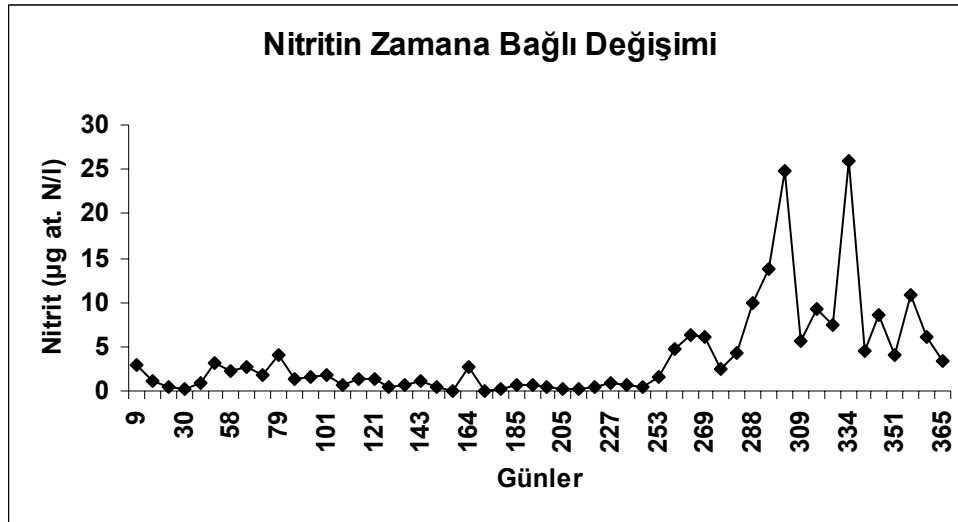
305.günle (kasım) birlikte azalmaya başlayan amonyuma karşın nitrat ve nitritte artışların meydana gelmesi ve bu nutrientlerin 334.günde (aralık) en yüksek değerlerine ulaşması nitrifikasyon ile açıklanabilir.

340.-365.günler (aralık-Ocak 04) arasında nitrat ve nitritin benzer eğilimleri izlediği dikkati çekmiştir. Bu da kaynaklarının aynı olduğunu göstermektedir. (Şekil 3.13/F)

344.ve 358.günlerde (aralık) izlenen nitrat, nitrit, silikat ve fosfat artışları da bu nutrientler için aynı kaynağı işaret etmektedir.

3.1.8 NİTRİT

Nitritin yıllık değişimi incelendiğinde en yüksek değerine 25.9 $\mu\text{g at. N/l}$ ile 334. gün (aralık) de, en düşük değerine 0 ile 157. ve 171.günlerde (haziran) ulaşmıştır. Yıllık ortalama değeri 3.79 $\mu\text{g at. N/l}$ 'dir.



Şekil 3.11 Nitritin yıllık değişimi

Nitritte 49.günde (şubat) meydana gelen artış bunun tatlı su kaynaklı olabileceğini göstermektedir. Çünkü artışın saptandığı bu hafta tuzluluk değeri %o 36 olarak ölçülmüştür.

65.günden (mart) itibaren yüksek amonyum değerlerinin yerini nitrit ve nitrat bırakması akla nitrifikasyonu getirmektedir. 340.-365.günler (aralık-Ocak 04) arasında da aynı eğilimi takip ettikleri görülmektedir. (Şekil 3.13/F)

305.günle (kasım) 334.gün (aralık) arasındaki eğilimler de bu haftalar arasında nitrifikasyon olayının olduğunu işaret etmektedir.

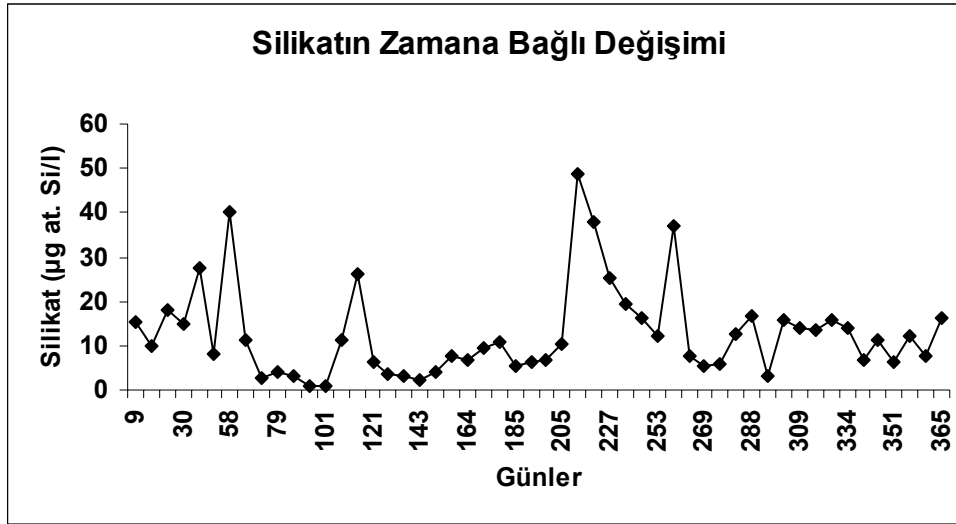
121.-157. günler (mayıs–haziran) arasında nitritin amonyum ile aynı kaynaktan geldiği ve fitoplanktonca yakın oranlarda tüketildiği anlaşılmaktadır.(şekil.3.8, 3.13/C)

Aynı şekilde 164.-185. günler (haziran-temmuz) arasında da nitrat amonyum ile kendi aralarında uyumlu bir eğilim izlemektedir. (Şekil 3.13/D)

281.-305. günler (ekim-kasım) arasında düşük tuzluluğa sahip suda nitrit değerleri yüksektir.

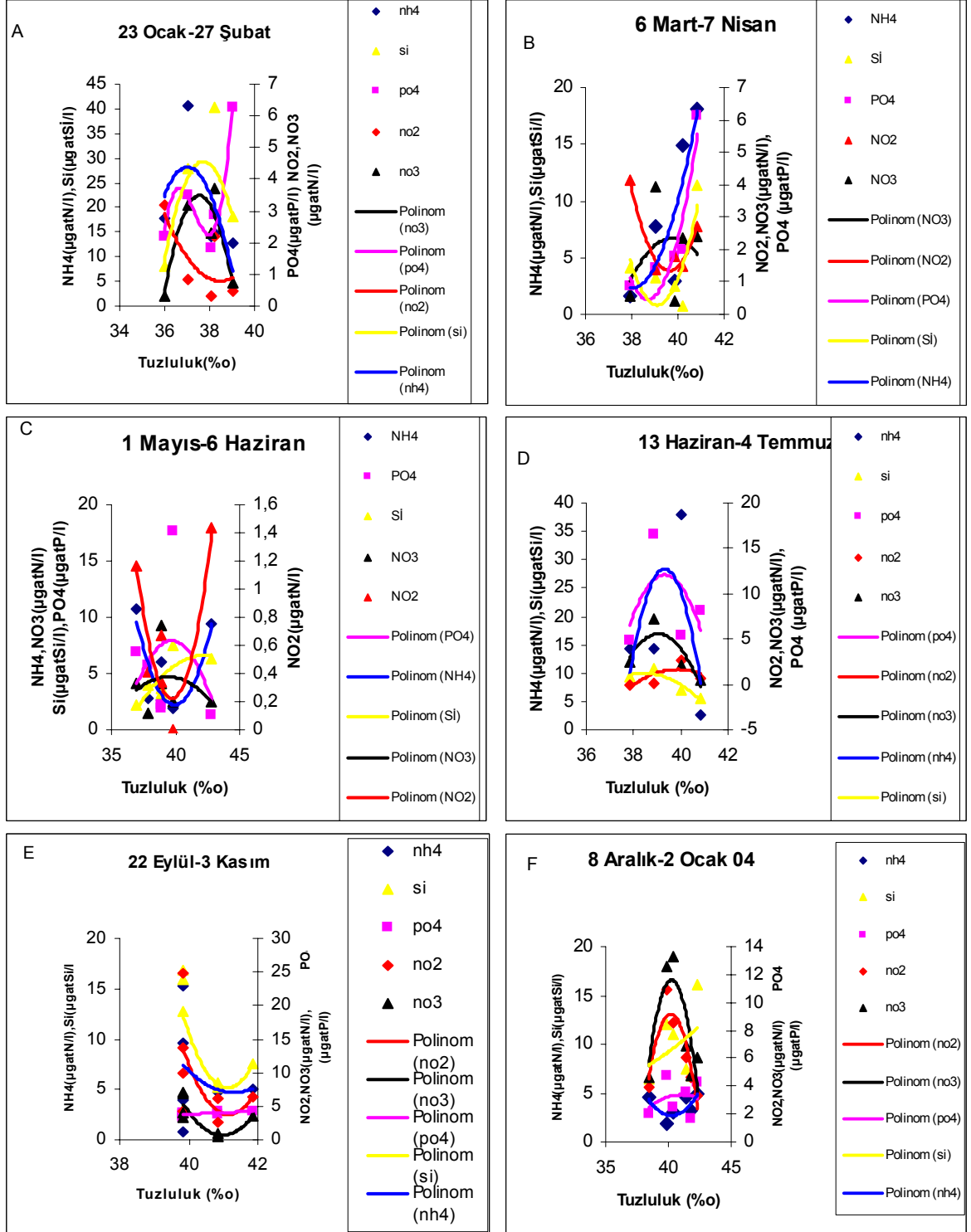
3.1.9 SİLİKAT

Silikatın yıllık değişimi izlendiğinde en yüksek değere 48.6 $\mu\text{g at Si/l}$ ile 213.gün (ağustos) de, en düşük değere 0.78 $\mu\text{g at Si/l}$ ile 91 ve 97. günlerde (nisan) rastlanmıştır. Yıllık ortalama değeri 12.6 $\mu\text{g at Si/l}$ 'dir.



Şekil 3.12 Silikatın yıllık değişimi

38.günde (şubat) silikat artışıyla birlikte gözlenen amonyum, fosfat ve nitrat artışları, ‰ 37'lik tuzluluk ve yüksek amonyum değeri göz önüne alınarak incelendiğinde amonyum konsantrasyonu yüksek bir karasal kaynağı işaret etmektedir.



Şekil 3.13 Belirtilen tarihler arasında nutrientlerle tuzluluk değerlerinin izlediği eğilimler

23.-58. günler (ocak-şubat) arasındaki eğilimlere bakıldığında silikatın nitrat ile aynı kaynaklara sahip olduğu net olarak görülmektedir (şekil 3.13/A). 58.günde (şubat) silikat ve nitrat değerlerinde görülen artışın %o 38'lik tuzluluk göz önüne alınarak, dip kaynaklı olduğu söylenebilir. Çünkü açıklardan gelen suyun silikatının düşük olması beklenirken bu kaynaktan yüksek değerlerde silikat bulunmaktadır.

65.günde (mart) içinde silikat, amonyum ve fosfat bulunan yüksek tuzluluğa sahip (%o 40.85) bir kaynağın giriş yaptığı görülmektedir.(Şekil 3.13/B)

71.gün (mart) ile beraber 108.güne (nisan) kadar geçen sürede silikat konsantrasyonu biyolojik aktivitenin kontrolü altına girmektedir. 71.(mart),79.(mart),91.(nisan) ve 108.günlerde (nisan) fitoplankton komünitesinde baskın olarak bulunan diatomların bu süre içinde çökmesiyle oluşan atıklardan silikatın serbest kalması ve rüzgarların vasıtasıyla dip sularını yüzeye çıkmasıyla birlikte yüzey suyu silikatça zenginleşmiş ve silikat konsantrasyonu 114.günde (nisan) yeni bir pik vermiştir.

24 Nisan'la birlikte tekrar fitoplanktonun kontrolüne giren silikat, 213.güne (1 Ağustos 03) kadar bu kontrolün etkisi altında kalmış, 1 Ağustos'ta bu süreç içinde dipte serbest kalan silikatın yüzeye çıkmasıyla bir artış göstermiştir. Silikat artışıyla birlikte görülen amonyum , fosfat ve nitrit pikleri de silikatın kaynaktan tek olmadığını ve bu kaynağın dip kaynağı olma ihtimalinin çok yüksek olduğunu göstermektedir.

164. ve 185.günlerde (haziran ve temmuz) silikatın nitrat ve fosfat ile birlikte benzer bir eğilim izlediği tespit edilmiştir.(Şekil 3.13/D)

265-305.günler (eylül-kasım) arasında düşük tuzluluğa sahip suda silikat, nitrit ve amonyumla birlikte yüksek değerlerde bulunmaktadır. Bu haftalar arasında nitrit ve nitrat ile aynı eğilimi izlediği göze çarpmaktadır. (Şekil 3.13/E)

344.ve 358.günlerde (aralık) silikatın nitrit, nitrat ve fosfat ile birlikte yaptığı artış kaynağın aynı olduğunu göstermektedir.

Silikatın 365.günde (Ocak 04) diğer nutrientlerde görülmeyen artışı, silikatın farklı ve tuzluluğu yüksek bir kaynaktan geldiğini göstermektedir.

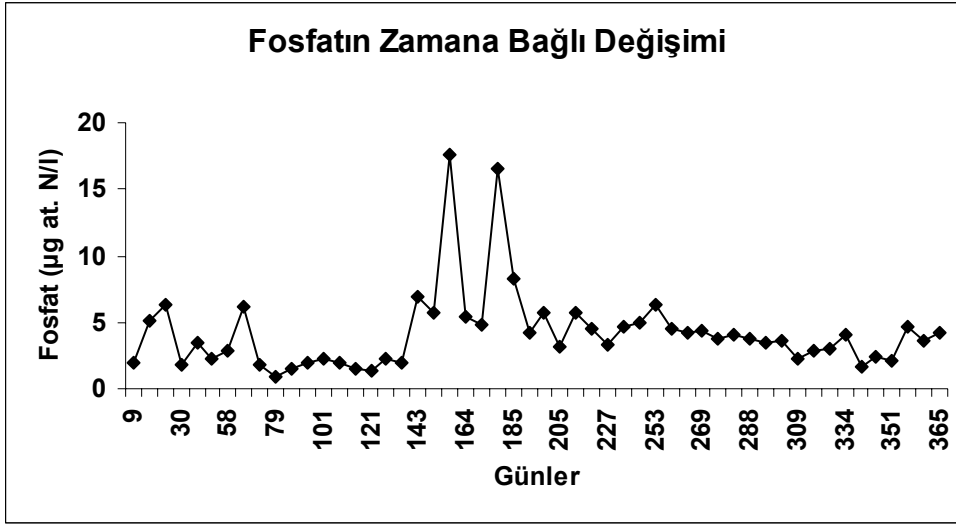
3.1.10 FOSFAT

Fosfatın yıllık değişimi incelendiğinde, en yüksek değere 17.58 µg at P/l ile 157.günde (haziran) en düşük değere 0.87 µg at P/l ile 79.günde (mart) rastlanmıştır. Yıllık ortalama değeri 4.18 µg at P/l'dir.

38. günde (şubat) silikat, nitrat ve amonyumla birlikte artış göstermiştir.%o 37 tuzluluk ve yüksek konsantrasyonda amonyum miktarı, fosfat silikat ve nitrat da içeren bir amonyum kaynağını işaret etmektedir. Arazi çalışmasını yapıldığı gün, yağışlı hava körfezin karasal kaynaklı zenginleşmiş olabileceğini göstermektedir.

23.günde (ocak) fosfatta görülen pike yüksek bir tuzluluk değeri eşlik etmektedir. Takip eden haftalarda düşen tuzlulukla birlikte fosfat değerleri de düşmüştür. Bu da fosfatın yüksek tuzluluk değerlerine sahip bir kaynaktan geldiğini göstermektedir.

23.-58. günler (ocak-şubat) arasında eğilimlere bakıldığında fosfatın silikat ve nitrat ile aynı kaynaklara sahip olmadığı görülmektedir. (Şekil 3.13/A)



Şekil 3.14 Fosfatın yıllık değişimi

65.günde (mart) fosfatta amonyum ile birlikte görülen artışın yüksek tuzlulukla (%o 40.85) birlikte izlenmesi kaynağın denizel olduğunu göstermektedir. 71 günde (mart) değerlerin düşmesi biyolojik aktivite ile açıklanabilir.(Şekil 3.13/B)

Fosfatın 157.günde (haziran) yaptığı pik %o 39.8'lik tuzlulukla birlikte izlenmiştir. Bu da fosfatın denizel bir kaynaktan gelmiş olabileceğini göstermektedir. Bu tarihte diğer nutrientlerde bir artış izlenmeyişi bu kaynağın farklı olduğunu ifade etmektedir.

Fosfatın amonyum, nitrit ve silikatla verdiği 1 Ağustos'taki piki bunun büyük bir olasılıkla dip kaynaklı olduğunu düşündürmektedir.

3.1.11 KLOOROFİL-A

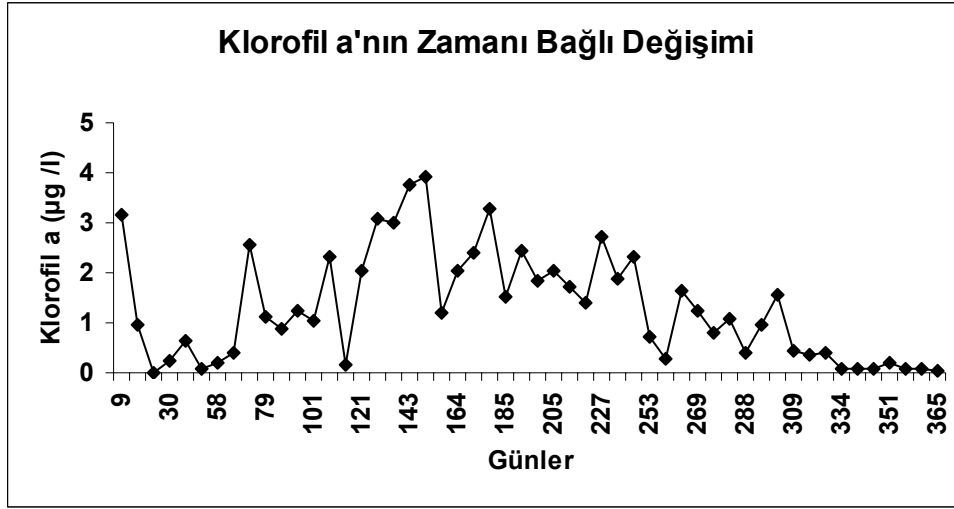
Klorofil-a'nın yıllık değişimi incelendiğinde en yüksek değerine 149.günde (mayıs) 3.93 ile en düşük değerine 23.günde (ocak) 0.004 µg/l ile ulaşmıştır. Yıllık ortalama değeri 1.31 µg/l'dir.

9.günde (ocak) gözlemlenen 3.18 µg/l'lik klorofil-a değeriyle istasyonda bir fitoplankton artışı izlenmiştir.

23-58.günler (ocak ile şubat) arasında deniz suyunda bol miktarda nutrient bulunmasına rağmen klorofil-a'nın düşük seviyelerde seyretmesi bu haftalardaki kapalı havayla ilişkili olarak ışığın yetersiz oluşuna ve bu yetersizliğin fitoplankton büyümesini sınırlamış olabileceğine bağlanabilir.

38.günde (şubat) tüm nutrientlerde görülen artışlarla birlikte klorofil-a'da da küçük bir artış meydana gelmiştir.

65.günde (mart) silikat, amonyum ve fosfatta artışlar görülmektedir ve bu artışları takiben 71. günde (mart) nutrientler biyolojik aktivite sonucunda azalmaktadır. Bunun sonucunda da klorofil-a bir pik vermiştir.



Şekil 3.15 Klorofil-a'nın yıllık değişimi

Fitoplankton komünitesinin 71. günden (mart) 108.güne (nisan) kadar silikat konsantrasyonunu kontrol ettiği anlaşılmaktadır. Ortamdaki silikatu tüketen fitoplanktonun yoğunluğu nutrient azalışına bağlı olarak 24 Nisan'da azalmıştır.

114. günde (nisan) meydana gelen yeni bir silikat zenginleşmesiyle birlikte silikatın tekrar fitoplanktonun kontrolü altına girdiği görülmüştür.

227. günde (ağustos) önceki haftalarda meydana gelen nutrient artışlarıyla ilişkili olarak klorofil-a'da bir artış meydana gelmiştir.

281. günde (ekim) amonyum, silikat, nitrit ve nitrat, 288.günde (ekim) silikat, nitrit ve nitrat artışıyla beraber 295. günde (ekim) artışa geçen klorofil-a 305. günde (kasım) bir pik vermiştir.

Kasımda silikat, nitrit ve amonyum konsantrasyonlarında artış meydana gelmesine rağmen, klorofil-a'da takip eden haftalarda artış olmaması, zooplankton otlama aktivitesine

bağlanabileceği gibi 340-365. günler (aralık-Ocak 04) arasında havanın kapalı olmasına bağlı olarak meydana gelebilecek ışığın sınırlayıcı etkisine de bağlanabilir.

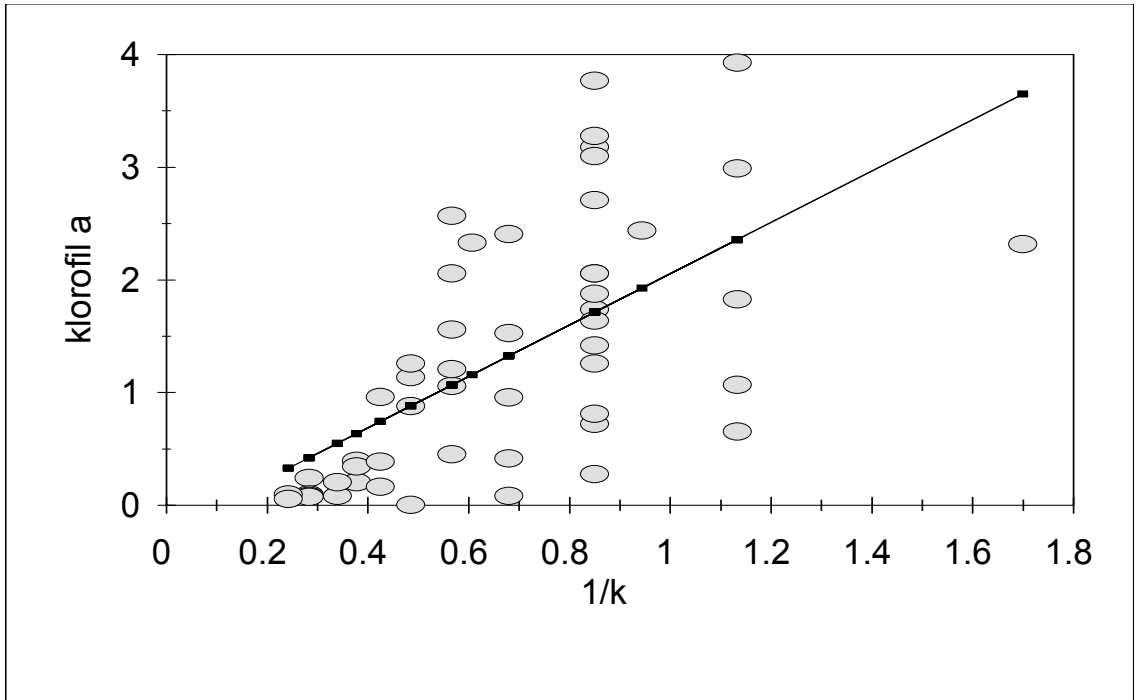
Yıl içinde tespit edilen klorofil-a ile seki derinliği değerlerine uygulanan regresyon analizi sonucunda $r = 0.6207036$ olarak bulunmuş ve klorofil-a ile seki derinliği arasındaki ilişki şu şekilde formülize edilmiştir:

$$C = 2.28.(1/k) - 0.224$$

C: klorofil-a

k : seki derinliği

Bulunan bu ilişkinin grafiğe geçirilmesiyle elde edilen regresyon doğrusu aşağıda verilmiştir. Bu grafikte bu iki parametre arasında ters ilişki bulunduğu görülmektedir.

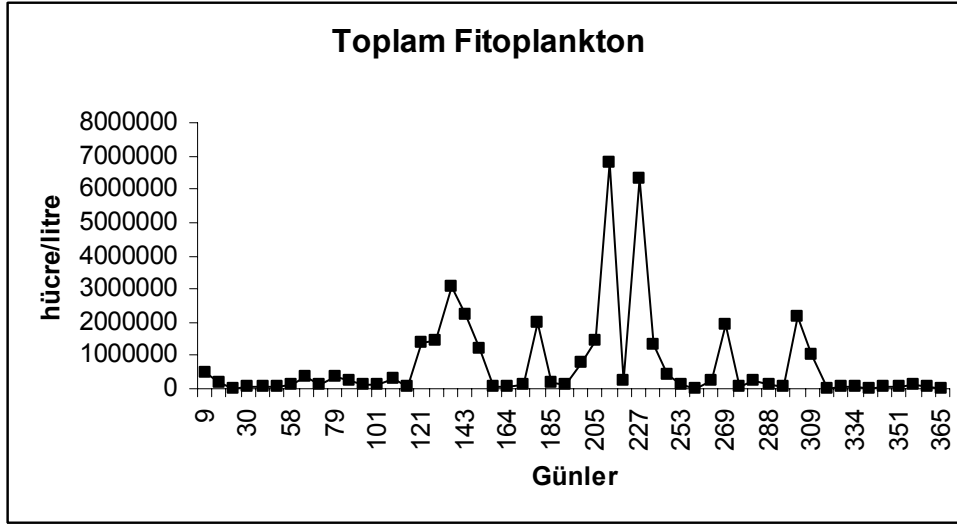


Şekil 3.16 Klorofil-a ile seki derinliği arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon eğrisi

3.2 FİTOPLANKTONA AİT BULGULAR

3.2.1 TOPLAM FİTOPLANKTON

Sayımlarda tespit edilen gruplara ait tür sayılarının haftalık olarak toplanıp, değerlendirilmesiyle elde edilen grafik şekil 3.17’de verilmiştir.



Şekil 3.17 Toplam Fitoplankton Komünitesinin Zamana Bağlı Değişimi

Fitoplankton komünitesi en yüksek değerine 1 Ağustos'ta 6796500 hücre/litre (h/l) ile en düşük değere ise 20 Ocak 2003'te 9000 h/l ile ulaşmıştır. Fitoplankton komünitesinin yıllık hücre sayısı ortalaması 737533 h/l'dir.

Fitoplanktonun yıl boyunca altı büyük piki vardır. Bunlardan ilki 16 Mayıs'ta meydana gelmiştir ve hücre sayısı 3063650 h/l'dir. Komünitenin %98'ini diyatomlar, %2'sini dinoflagellatlar oluşturmuştur.

Bu pikten daha küçük olan ikinci pik 27 Haziran'da meydana gelmiş ve hücre sayısı 1968000 h/l olarak hesaplanmıştır. Komüniteye bakıldığında diyatomların dinoflagellatlara %97'ye % 3'lük üstünlüğü vardır.

Yıllık en yüksek hücre sayısına ulaşıldığı 1 Ağustos tarihinde toplam hücre sayısı 6796500 h/l iken, komünitede nanoplanktonun %100' e yakın bir üstünlüğü söz konusudur.

15 Ağustos'ta meydana gelen dördüncü pikte hücre sayısı litrede 6324000'dir. Bu artışta da nanoplanktonun komüniteye baskınlığı söz konusudur.

Son iki pik incelendiğinde 26 Eylül'deki pikte hücre sayısı 1946625 h/l'dir ve komünitede %90 oranında nanoplankton, %9 diyatom ve %1 dinoflagellat bulunmaktadır.

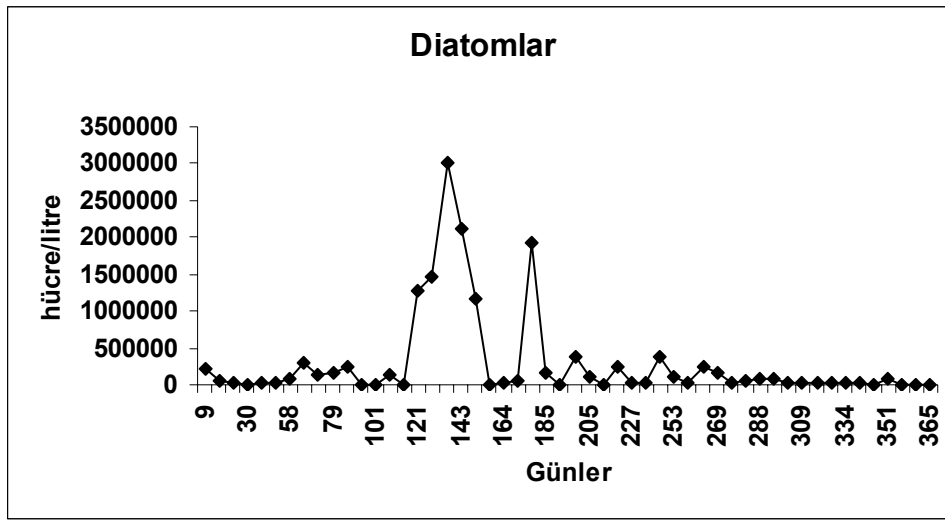
3 Kasım'daki son pikte ise hücre sayısı 2163700 h/l iken dağılım %97 nanoplankton, %2 diyatom ve %1 dinoflagellat şeklindedir.

3.2.2 BACILLARIOPHYCEAE (DİYATOM)

Yıl boyunca fitoplankton komünitesine baskın olan gruptur. Sayısal olarak yıl boyunca diğer gruplardan üstün olduğu görülmektedir. Örnekleme periyodu boyunca irili ufaklı birçok artışı olmasına karşın iki pikiyle dikkat çekmektedir. Birincisi 16 Mayıs'ta 2999250 h/l'lik artışıdır. Bu değerlerin tamamını *Thalassiosira* genusuna ait türler oluşturmuştur.

İkinci büyük piki 27 Haziran'da 1916000 h/l iledir. Bu artışta diyatom komünitesine büyük oranda *Cylindrotheca closterium* hakimdir. Onu diğer pennat diyatom türleri takip etmiştir.

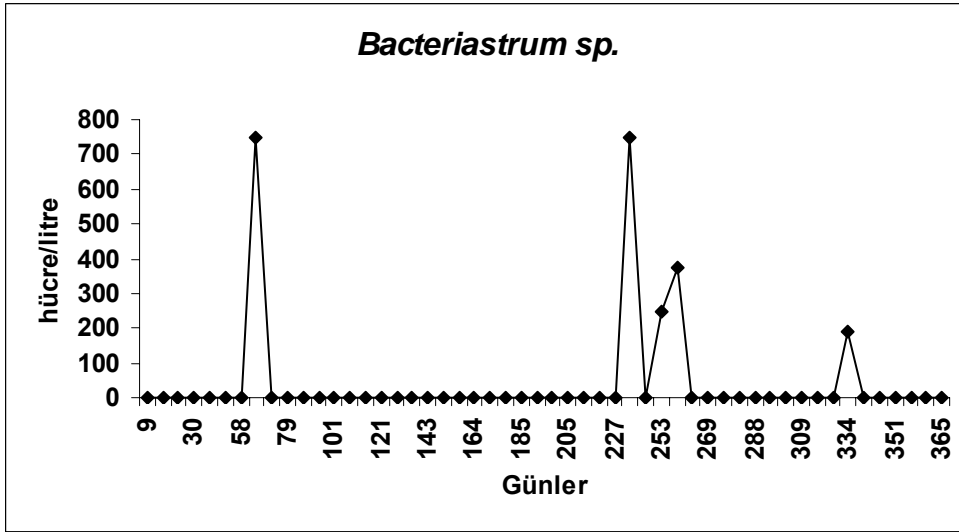
Yıllık eğilimi şekil 3.18'de verilmiştir.



Şekil 3.18 Diatomların Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.1 *Bacteriastrium* sp.

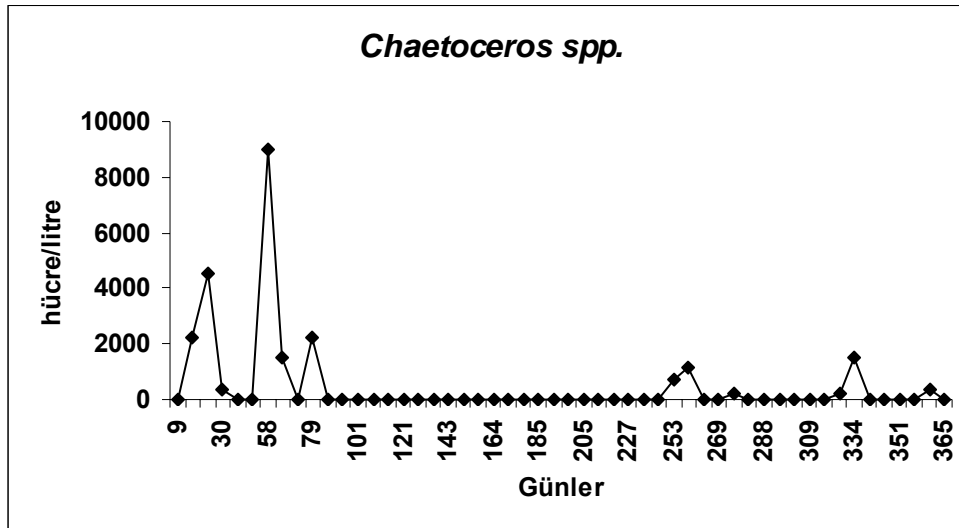
Yıllık eğilimine bakıldığı zaman dört tane artışı dikkat çekmektedir. 6 Mart (65. gün)'ta meydana gelen ilk artış ile Ağustos'ta (234.gün) 750 h/l olan artışı aynı hücre sayısını temsil etmektedir. Bu artışlar aynı zamanda en yüksek değerleri ifade etmektedir. Eylül (255.gün)'deki 375 h/l'lik artıştan sonra on haftalık gerileme sürecine giren tür aralığında (334.gün) son artışını yapmıştır: 188h/l. (şekil 3.19).



Şekil 3.19 *Bacteriastrium sp.* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.2. *Chaetoceros spp.*

Chaetoceros türleri önemli artışlarını kış ve ilkbahar başlarında yapmıştır. İlk önemli artışı ocakta (23.gün) 4500h/l olarak yapmış, ikinci artışı bundan dört hafta sonra şubatta (58.gün) 9000h/l olarak tespit edilmiştir.



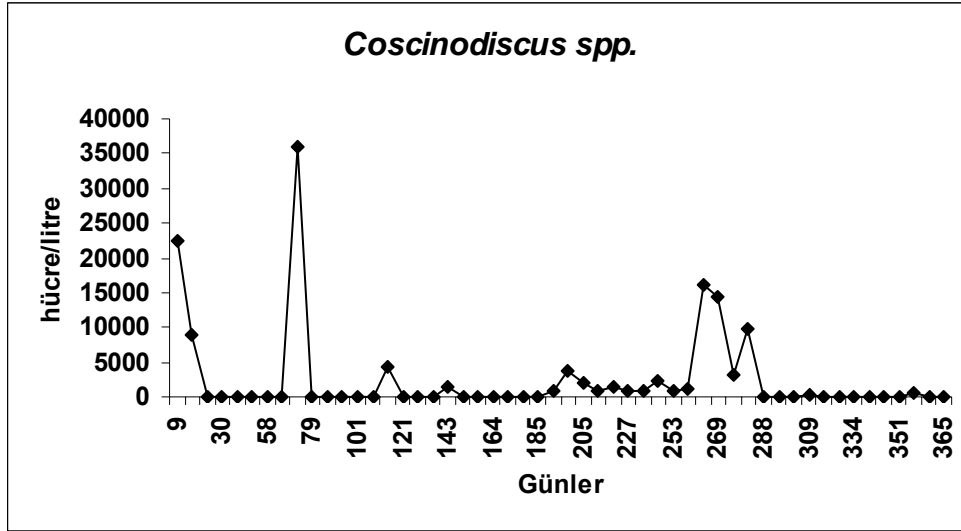
Şekil 3.20 *Chaetoceros spp.* Zamana Bağlı Değişimi

Bu değer aynı zamanda ulaşılan en yüksek konsantrasyondur. Bu artıştan sonra iki haftalık azalma sürecine girdiği görülen türler martta (79.gün) küçük bir artış yaparak sayılarını 2250 h/l'ye ulaştırmışlardır. Bu tarihten sonra eylül ayına kadar örneklemelerde rastlanmayan türlere eylülde (255.gün) 1125 h/l konsantrasyonu ile rastlanmıştır. Bu tarihten sonrada aralık ayına kadar nadiren ve küçük hücre adetlerinde rastlanılmıştır. Aralık ayında da bir küçük artışı tespit edilmiştir(Şekil 3.20).

3.2.2.3 *Coscinodiscus spp.*

Coscinodiscus türlerinin yıllık dağılımları incelendiğinde dört önemli artışı görülmektedir. Bu dört artıştan en yüksek iki değere sahip ikisinin kiş ve ilkbahar başında meydana geldiği, diğer ikisinin sonbahar aylarına rast geldiği görülmektedir.

Coscinodiscus türlerinin ilk artışı ocakta izlenmiş ve hücre sayısı litrede 22500 olarak tespit edilmiştir. Bu tarihten altı hafta sonra martta (71.gün) senlik en yüksek seviyesine ulaşmış ve litrede 36000hcre tespit edilmiştir.

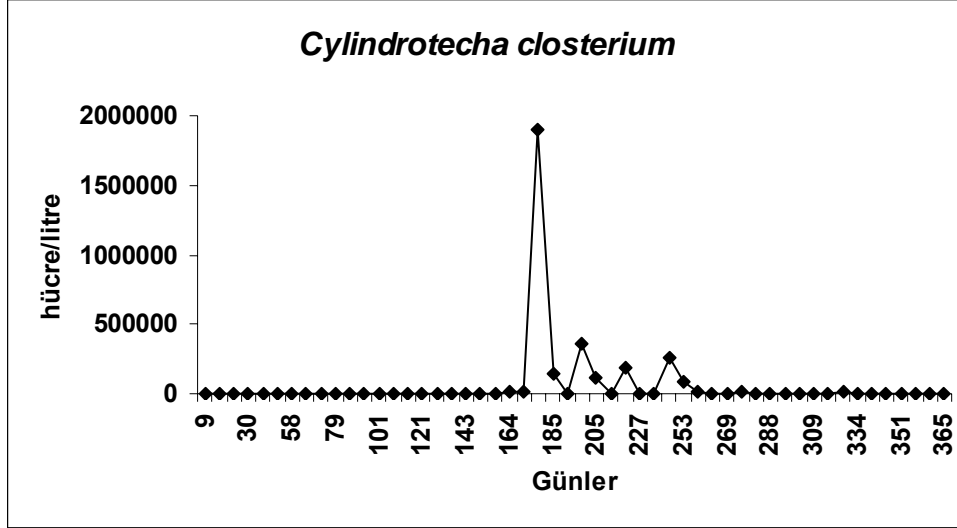


Şekil 3.21 *Coscinodiscus spp.* Zamana Bağlı Değişimi

Mart ayından eylül ayına kadar küçük artışları olmasına rağmen önemli artışlarından üçüncüsünü eylülde (265.gün) yapmıştır ve hücre yoğunluğu 16125 h/l'ye ulaşmıştır. Bu artıştan kısa bir süre sonra ekimde (281.gün) dördüncü önemli artışını yapmıştır. Hücre yoğunluğu 9750 h/l olarak belirlenmiştir (Şekil 3.21).

3.2.2.4 *Cylindrotecha closterium* (Ehrenberg) Reimann&Lewin

Zaman zaman göreceli olarak düşük konsantrasyonlara ulaşsa da yılın büyük bir bölümünde komünitede bulunan bir türdür. Ancak göze batan artışlarını haziran-ağustos ayları arasında yapmıştır.

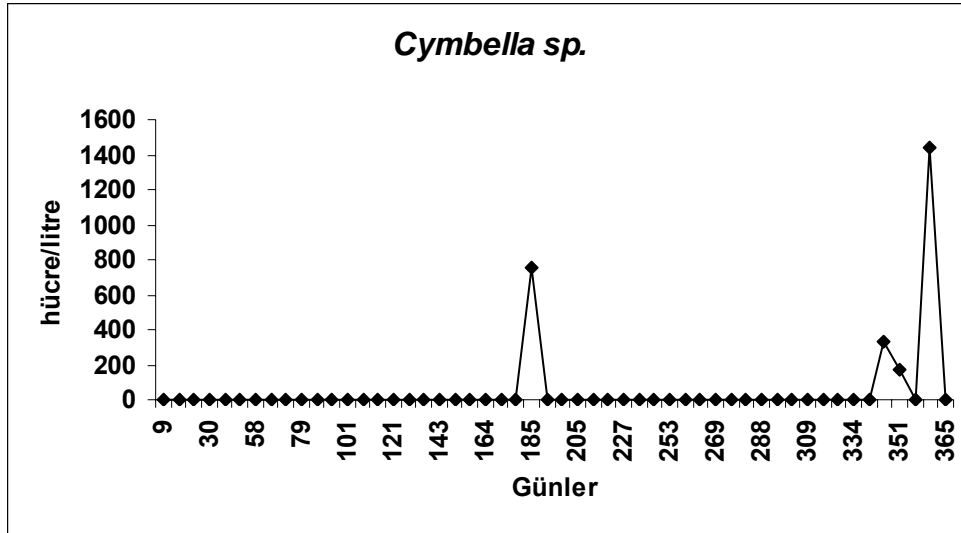


Şekil 3.22 *Cylindrotecha closterium* Zamana Bağlı Değişimi

En önemli ve büyük artışı haziranda (178.gün) meydana gelmiş ve hücre sayısı litrede 1905000'e ulaşmıştır. Bunu takiben üç önemli artış daha yapmıştır. Temmuzda (199.gün) 363000 h/l, ağustosta (217.gün) 193000 h/l ve yine Ağustos'ta (241.gün) 264750 h/l'lik artışlarından sonra sayısı göreceli olarak azalmış ve yılın geri kalan kısmının büyük bir bölümünde komünitede bulunmuştur (Şekil 3.22).

3.2.2.5 *Cymbella* sp.

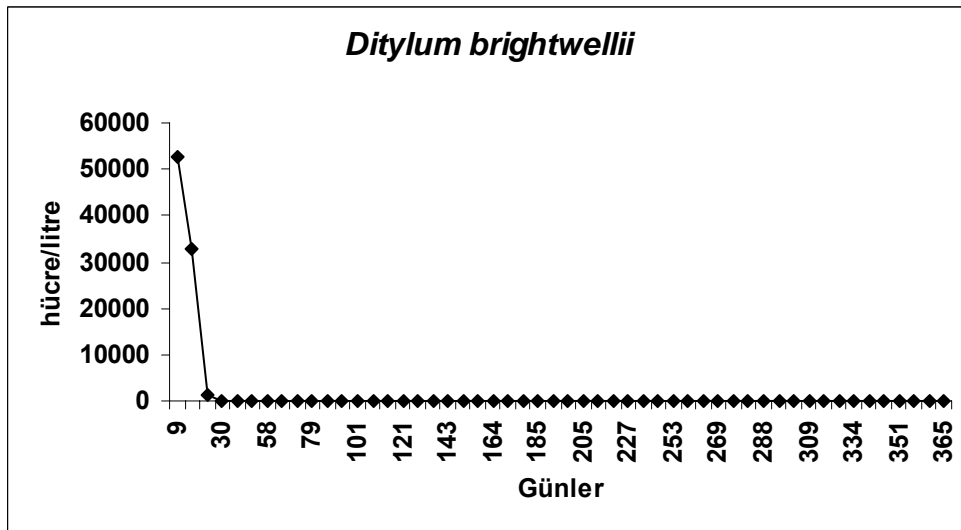
Örneklemelelerde gerek nitel gerekse nicel açıdan az rastlanan bir tür olan *Cymbella* sp. İlk olarak temmuzda (185.gün) 750 h/l'lik artışla izlenmiştir. Aralık ayına kadar bir daha izlenmeyen tür aralıkta (344.gün) 333 h/l'lik artışla komünitede tekrar tespit edilmiştir. Bunu takip eden günlerde yaptığı 1444 h/l'lik artış ise yıl içinde ulaştığı en yüksek konsantrasyondur (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 *Cymbella sp.* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.6 *Ditylum brightwellii* (T.west) Grunow in Van Heurck

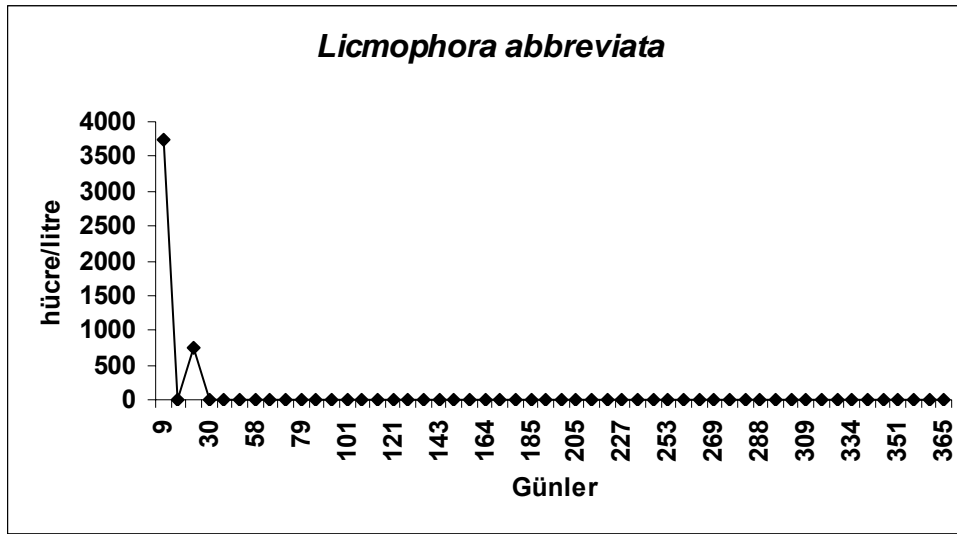
Ditylum brightwellii yıl boyunca sadece üç kez izlenebilmiştir. 9 Ocak'ta saptanan en yüksek konsantrasyonunda izlenen tür (52500 h/l), bu haftayı takip eden haftada 16 Ocak'ta 33000 h'l'ye, 23 Ocak'ta ise 1500 h/l yoğunlukla en düşük değerine ulaşmıştır. Bu haftadan sonra komünitede bu türe rastlanılmamıştır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 *Ditylum brightwellii* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.7 *Licmophora abbreviata* Agardh

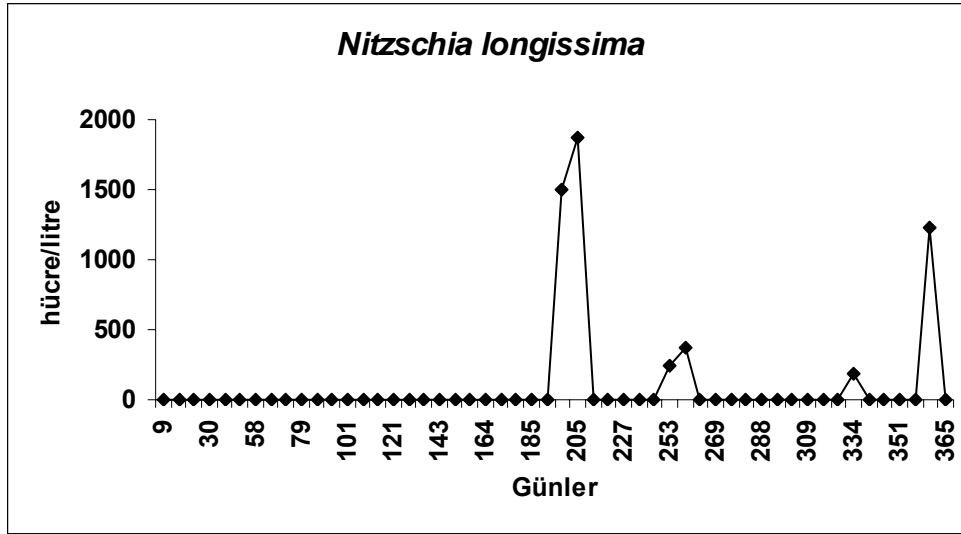
Licmophora abbreviata yıllık değişimi gözleendiğinde sadece ocak ayında rastlanılmış olmasđ dikkat çekmiştir. Bir hafta arayla meydana gelen iki artışı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi 9 Ocak'ta 3750 h/l ile ikincisi 750 h/l ile izlenmiştir. Bu ikinci artışı takiben sayısı azalmış ve yıl boyunca komünitede bir daha izlenmemiştir (şekil 3.25).



şekil 3.25 *Licmophora abbreviata* Zamana Bağlı Değişimi

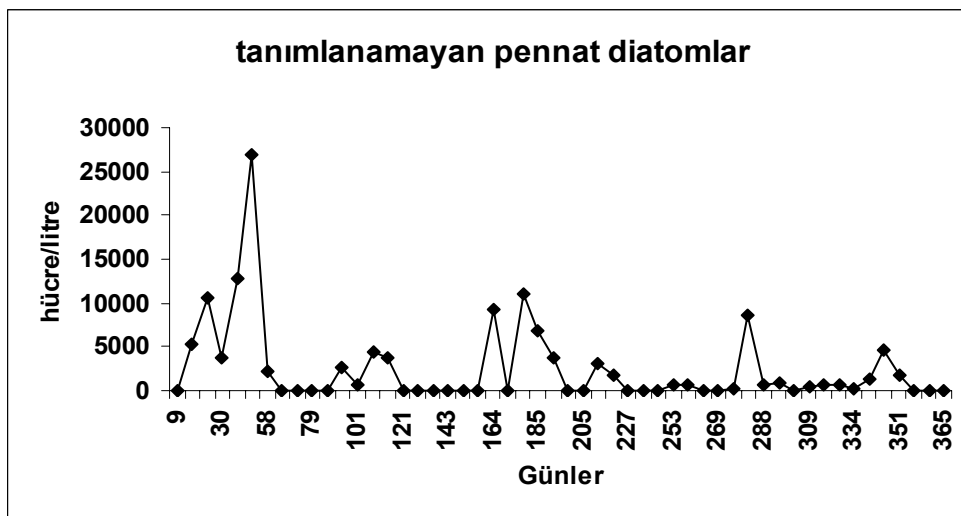
3.2.2.8 *Nitzschia longissima* (Brebisson in Kützing) Ralfs in Pritchard

Yaz, sonbahar ve kiş mevsiminde artışlar yapmıştır. Ocak ve temmuz ayları arasında komünitede gözlenmeyen tür , ilk olarak temmuzda (205.gün) 1875 h/l'lik artışıyla izlenmiştir. Bu artış aynı zamanda türün yıl içinde ulaştığı en yüksek konsantrasyonu ifade etmektedir. Bunu takip eden artışı eylülde (255.gün) 375 h/l ile olmuştur. Bu tarihten sonra aralık ayına kadar örneklemelerde rastlanılmayan tür, aralık ayında iki artış yapmıştır. Birincisi 2 Aralık (334.gün) günü 188 h/l iken ikincisi 30 Aralık'ta 1222 h/l ile gerçekteşmiştir (şekil 3.26).

Şekil 3.26 *Nitzschia longissima* Zaman Bağılı Değişimi

3.2.2.9 Pennat Diyatomlar

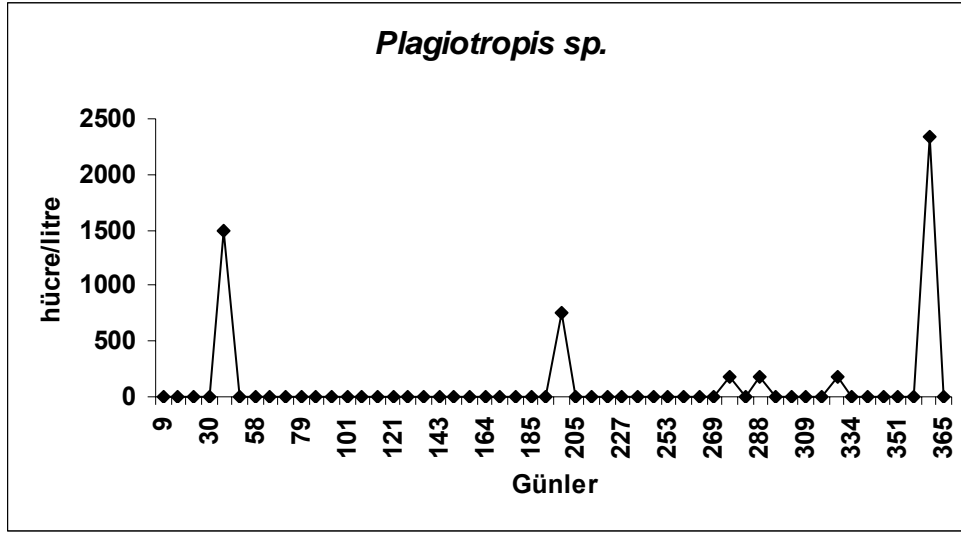
Tür ve cins bazında tanımlanması yapılamayan pennat şekilli diyatomlar bu başlık altında incelenmişlerdir. Yıllık eğilimi incelendiğinde dokuz artış yaptığı görülmektedir. Bu artışlardan ilki ocakta 10500 h/l ile ikincisi ve en büyüğü şubatta (49.gün) 27000 h/l ile, üçüncüsü 7 Nisan'da (97.gün) 2625 h/l ile, dördüncüsü 28 Nisan'da (108.gün) 4500 h/l ile, beşincisi 13 Haziran'da (164.gün) 9375 h/l ile, altıncısı 27 Haziran'da (178.gün) 11000 h/l ile, yedincisi ağustosta (213.gün) 3000 h/l ile, sekizincisi ekimde (281.gün) 8625 h/l ile ve sonuncusu aralıkta (344.gün) 4666 h/l ile meydana gelmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27 Tanımlanamayan Pennat Diyatomların Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.10 *Plagiotropis sp.*

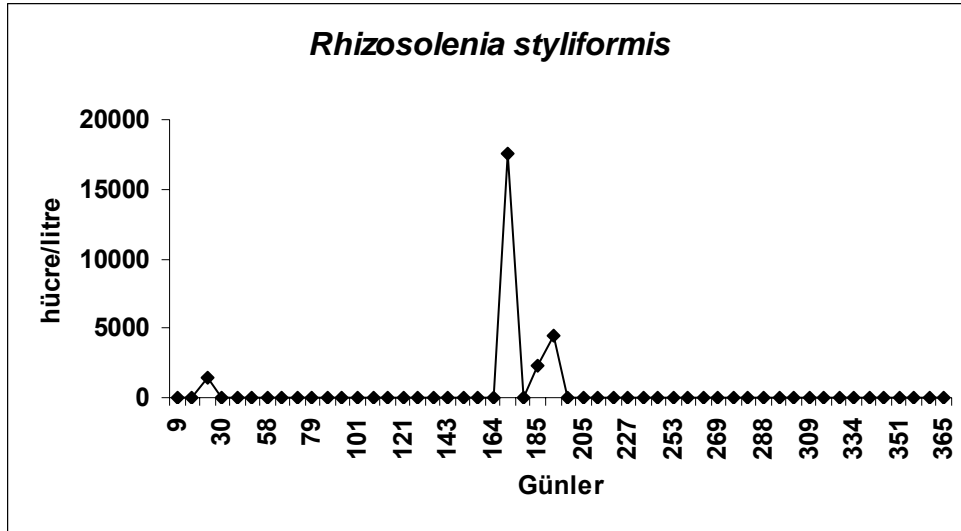
Örneklemelelerde ender olarak rastlanan türler arasındadır. İlk tespit edilişi şubatta (38.gün) 1500h/l ile olmuştur. Şubat ile temmuz arasında komünitede tespit edilememiştir. Beş aylık bu sürenin sonunda temmuzda (199.gün) litrede 750 hücre sayısına ulaşmıştır. Ağustos ve eylül aylarında sayısı azalan ve örneklemelelerde rastlanılmayan tür, ekim ayı içinde iki, kasım ayı içinde de bir küçük artış yapmış ve bu artışlarda hücre sayısı 188 h/l olarak hesaplanmıştır. Yıl içindeki en büyük artışını aralıkta (362.gün) yapan *Plagiotropis sp.* hücre sayısını 2333h/l'ye çıkarmıştır (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 *Plagiotropis sp.* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.11 *Rhizosolenia styliformis* Brightwell

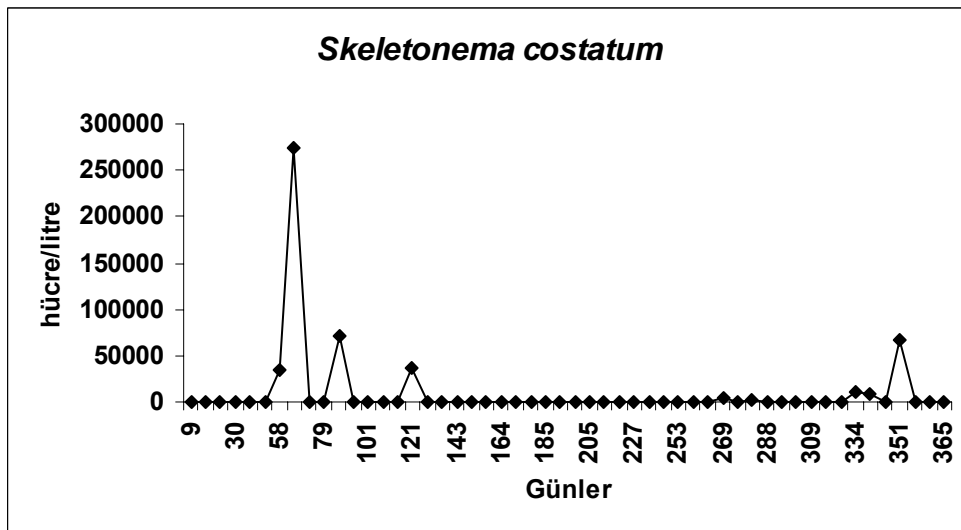
Yıl başında, 23 Ocak'ta litrede 155 hücre sayısına ulaşarak küçük bir artış yapan tür, bu tarihten itibaren haziran ayına kadar örneklemelelerde tespit edilememiştir. Haziranda (171.gün) ulaştığı 17625 h/l'lik konsantrasyonu yıl boyunca saptanan en yüksek konsantrasyondur. Bu artışı takiben temmuzda (192.gün) yaptığı artış ikinci önemli artışı olup, hücre sayısı litrede 4500'dür. Bu tarihten sonra da yıl sonuna kadar bu türe örneklemelelerde rastlanılmamıştır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29 *Rhizosolenia styliformis* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.2.12 *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve

Ocak ayında gözlemlenmeyen, şubatın sonunda sayısını arttırmaya başlayan *Skeletonema costatum* en büyük artışlarını mart ve nisan ayları içinde yapmıştır. Martta (65.gün) litrede 272750 hücre sayısı yıl içinde rastlanan en büyük artıştır. Bundan üç hafta sonra nisanda (91.gün) yaptığı artış 71250 h/l'dir (Şekil 3.30).

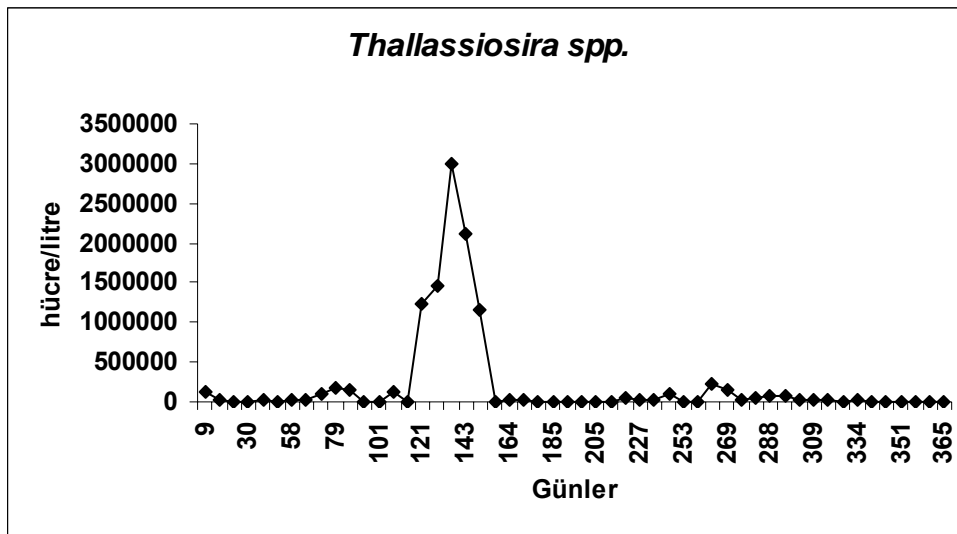


Şekil 3.30 *Skeletonema costatum* Zamana Bağlı Değişimi

Mayıs ayının başında yaptığı 36750 h/l'lik bir küçük artıştan sonra eylül ayına kadar komünitede izlenmemiştir. Eylül ve ekim aylarında küçük artışları olan *Skeletonema costatum* türünün sonbahar-kış mevsiminde en önemli artışı aralıkta (351.gün) meydana gelmiş ve hücre sayısı 65833 h/l olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.13 *Thalassiosira spp.*

Thalassiosira türleri yılın büyük bir bölümünde fitoplanktonda bulunmalarıyla en sık rastlanan tür durumundadırlar. 9 Ocak'ta yapılan ilk örneklemede 135000 h/l olarak tespit edilen yoğunluğu, takip eden haftalarda azalmıştır. Martta (79.gün) tekrar artış yaparak 173250 h/l'ye ulaşmıştır. Bu haftadan sonra tekrar azalma gösteren hücre yoğunluğu 11 Nisan'da (101.gün) 750 h/l'ye kadar gerilemiştir. 24 Nisan (114.gün) ile birlikte komünite içindeki sayısı artmaya başlayan *Thalassiosira* türleri 16 Mayıs'ta (136.gün) yıl içindeki en yüksek konsantrasyonlarına ulaşarak 2999250 h/l olarak tespit edilmişlerdir (Şekil 3.31).



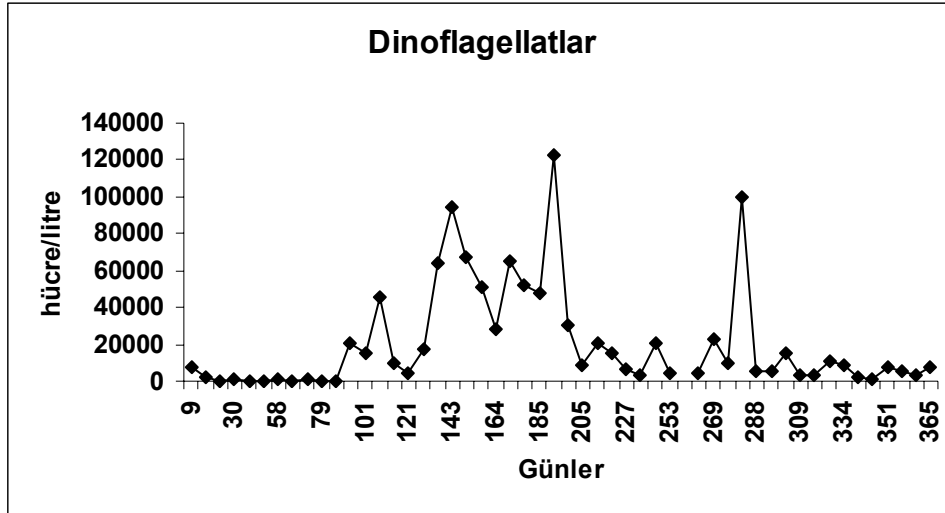
Şekil 3.31 *Thalassiosira spp.* Zamana Bağlı Değişimi

Mayısla (143.gün) birlikte tekrar azalma sürecine girmiştir. Bu haftadan sonra iki defa küçük artışlar yapmıştır. Birinci artışı ağustosta (241.gün) meydana gelmiş, litrede 102000 tür sayılmıştır. İkinci artış ise eylülde (265.gün) gözlenmiş, konsantrasyonu 226125 h/l olarak hesaplanmıştır

3.2.3 DINOPHYCEAE (DİNOFLAGELLATLAR)

Ocak, şubat, mart aylarında planktonda az sayıda bulunmasına rağmen nisan ayıyla birlikte sayısını arttırmaya başlamıştır. Temmuzda (192.gün) en yüksek değerine ulaşmıştır. (123000 h/l) . Takip eden haftalarda sayıca azalma sürecine girmiştir. Ekim ayına kadar tek düze bir eğilim izleyen dinoflagellatlar ekim ayında tekrar bir artış yapmışlardır.

Dört önemli artışı dikkat çekmektedir. İlk artış nisanda (108.gün) 45750 h/l'dir. Bu artışta dinoflagellat komünitesi içinde *Prorocentrum minimum* baskınlığı vardır. İkinci artış mayısta (143.gün) 94500 h/l ile olmuştur. Bu örneklemede dinoflagellat komünitesi içinde *Prorocentrum micans* ve *Prorocentrum minimum* az çok eşit baskınlığa sahiptir. Onları *Protoperdinium pellucidum* ve *Prorocentrum triestinum* izlemektedir. Üçüncü artış temmuzda meydana gelmiş ve hücre sayısı 123000 h/l olarak hesaplanmıştır. Komüniteye *P. triestinum* hakimdir , onu *P. pellucidum* izlemektedir. Dördüncü büyük artış ise ekimde (281.gün) meydana gelmiştir. Hücre sayısı litrede 100125'dir. Dinoflagellat komünitesine *P. micans*'ın baskın olduğu, onu *Ceratium lineatum* türünün izlediği tespit edilmiştir (Şekil 3.32).

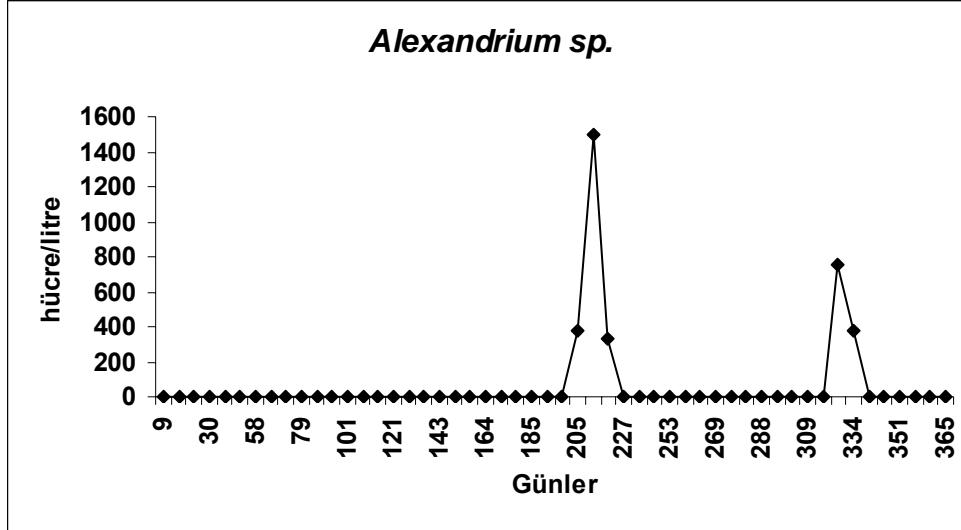


Şekil 3.32 Dinoflagellatların Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.1 *Alexandrium sp.*

Yıl içinde nadiren görülen türlerden birisidir. Temmuz sonunda sayısını arttırmaya başlayan *Alexandrium sp.*, ağustosta (213.gün) yıllık en yüksek konsantrasyonuna ulaşarak hücre sayısını litrede 1500'e çıkarmıştır. Bunu takip eden haftalarda sayısı azalmış ve kasım

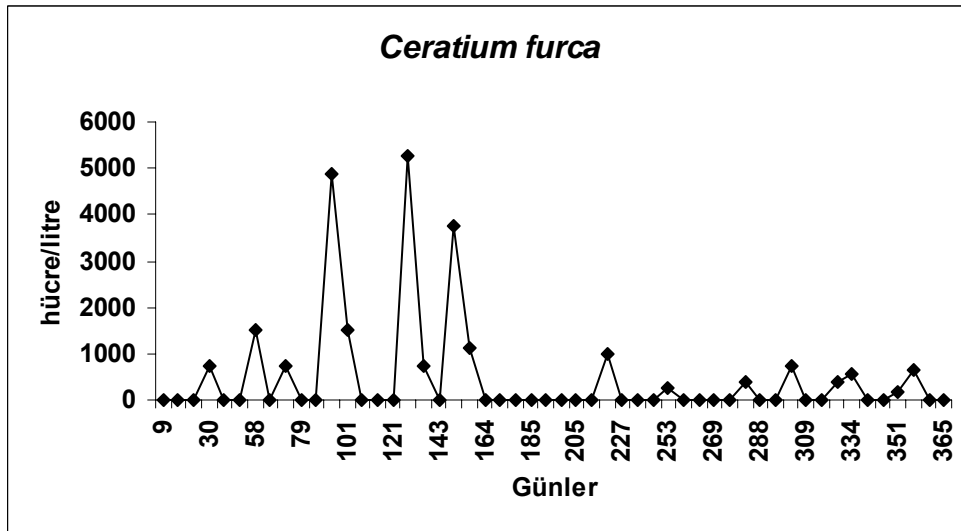
ayına kadar planktonda görülmemiştir. Kasımda (323.gün) 750 h/l'lik küçük bir artış daha yapan türün hücre sayısı tekrar azalarak komüniteden kaybolmuştur (Şekil 3.33).



Şekil 3.33 Alexandrium sp. Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.2 *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparede & Lachmann

Ceratium türleri arasında en sık rastlanan ikinci türdür. Haziran ve temmuz ayları hariç her ay rastlanmıştır.

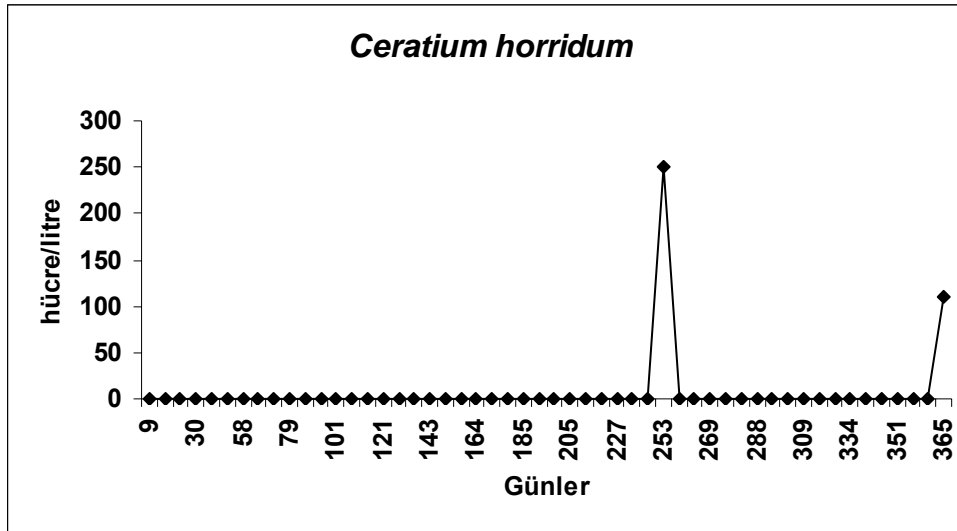


Şekil 3.34 *Ceratium furca* Zamana Bağlı Değişimi

Bulunduğu her ay artışlar yapmasına rağmen en önemli ve en büyük üç artışı nisan ve mayıs aylarında meydana gelmiştir. Bu önemli artışlarından birincisi Nisanda (97.gün) meydana gelmiş ve hücre konsantrasyonu 4875 h/l olarak belirlenmiştir. Bunu takip eden 8 Mayıs'taki (128.gün) artışı yıl içinde yaptığı en büyük artıştır ve konsantrasyonu 5250 h/l'dir. Bu artıştan sonraki iki hafta azalış sürecine girmiş olan tür 29 Mayıs'ta (149.gün) tekrar sayısını arttırarak 3750 h/l'ye ulaşmıştır (şekil 3.34).

3.2.3.3 *Ceratium horridum* (Cleve) Gran

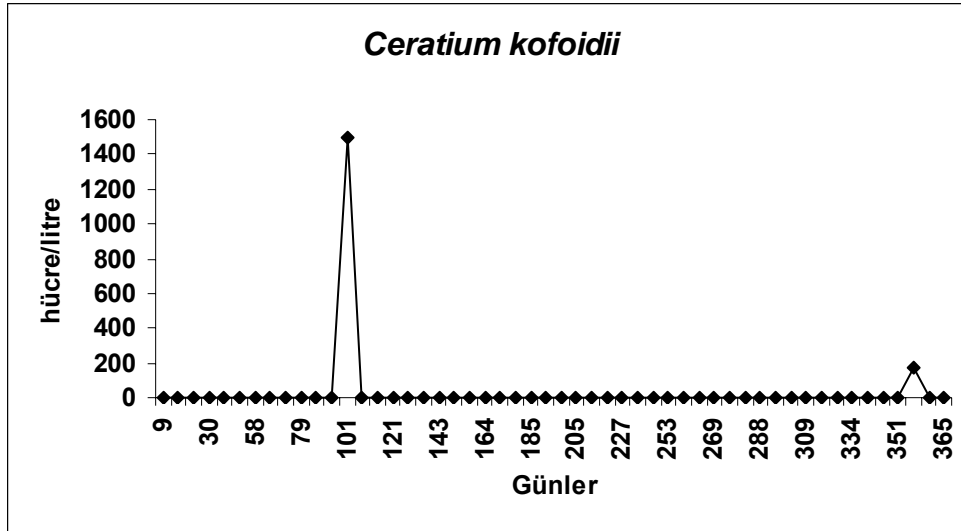
Ceratium horridum türüne sadece iki örneklemede rastlanılmıştır. Bunlardan birisi sonbahar, diğeri kış dönemine aittir. Sonbahar dönemindeki artışı aynı zamanda yıllık en yüksek konsantrasyonudur. Eylüldeki (253.gün) bu artışta hücre sayısı 250 h/l'dir. Kış dönemindeki (Ocak 2004) artışında ise hücre sayısı 111 h/l 'dir (şekil.3.35)



Şekil 3.35 *Ceratium horridum* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.4 *Ceratium kofoidii* Jörgensen

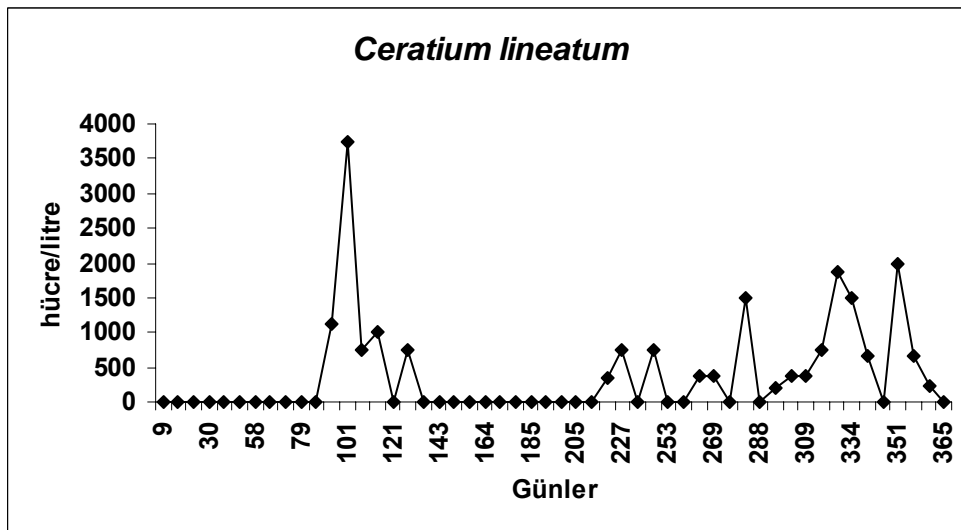
Ender rastlanan türlerden birisidir. Yıl boyunca biri büyük diğeri küçük olmak üzere iki artışı tespit edilmiştir. En büyük artışı nisanda (101.gün) 1500 h/l olarak belirlenmiştir. İkinci ve daha küçük artışı ise aralıkta (358.gün) meydana gelmiştir. Bu artışta hücre konsantrasyonu 167 h/l'dir (şekil 3.36).



Şekil 3.36 *Ceratium kofoidii* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.4 *Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve

Örneklemelelerde en sık rastlanan *Ceratium* türüdür. İlk olarak nisanda (101.gün) tespit edilmiştir. Bu tarihte ulaştığı 3750 h/l'lik konsantrasyon yıl içinde ulaştığı en yüksek konsantrasyondur.

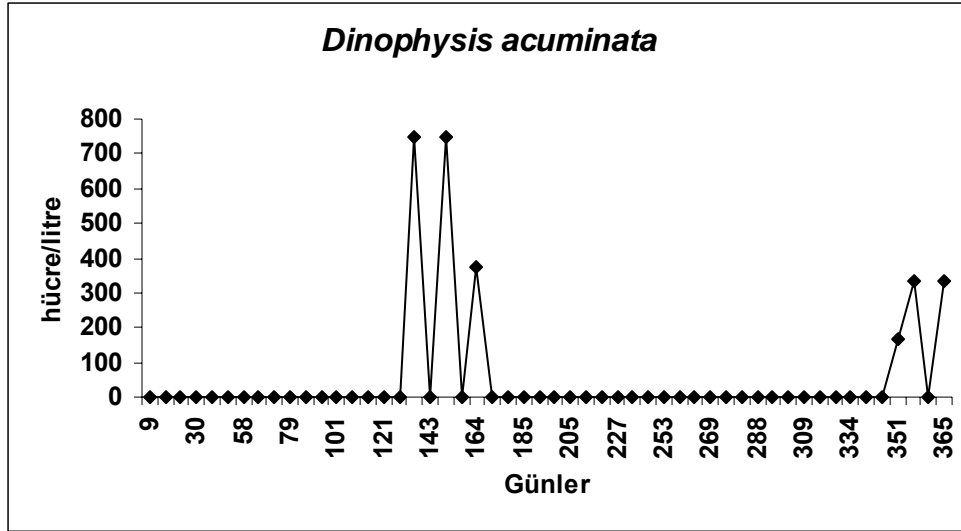


Şekil 3.37 *Ceratium lineatum* Zamana Bağlı Değişimi

Mayısta (128.gün) yaptığı 750 h/l'lik artıştan sonra ağustos ayına kadar örneklemelerde rastlanmamıştır. Ağustosta yaptığı (227 ve 241. günler) 750 h/l'lik artışlardan sonra eylül ayında (265 ve 269. günler) 375 h/l 'lik konsantrasyonu gözlenmiştir. Bu örneklemeden sonra komünite içinde sayısını arttırdığı görülmektedir. Ekimde (281.gün) 1500h/l, kasımda (323.gün) 1875 h/l, aralıkta (351.gün) 2000 h/l' lik artışları izlenmiştir (şekil. 3.37).

3.2.3.5 *Dinophysis acuminata* Claperede&Lachmann

Dinophysis acuminata yıllık değişimi incelendiğinde, türün ilkbahar- yaz aylarında çoğalmasına rağmen kış mevsiminde de görüldüğü tespit edilmiştir. *Dinophysis acuminata* yıllık en yüksek hücre sayısını ifade eden iki artışı 16 Mayıs (136.gün) ve 29 Mayıs (149.gün) tarihlerinde litrede 750 hücre ile olmuştur (Şekil 3.38).

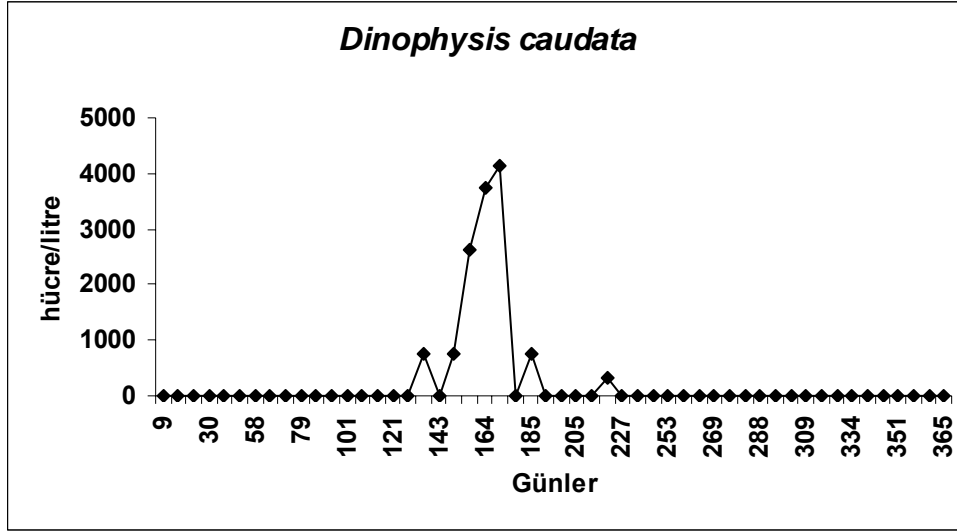


Şekil 3.38 *Dinophysis acuminata* Zamana Bağlı Değişimi

Bu artışların hemen ardından daha düşük konsantrasyonu ifade eden ve 13 Haziran'da (164.gün) görülen üçüncü pik gelmektedir. Bu artışta hücre yoğunluğu 375 h/l'dir. Bu tarihten sonra aralık ayına kadar görülmeyen *Dinophysis acuminata* 26 Aralık'ta (358.gün) ve 2 Ocak 2004'te (365.gün) litrede 333 hücreye ulaşmıştır.

3.2.3.6 *Dinophysis caudata* Saville-Kent

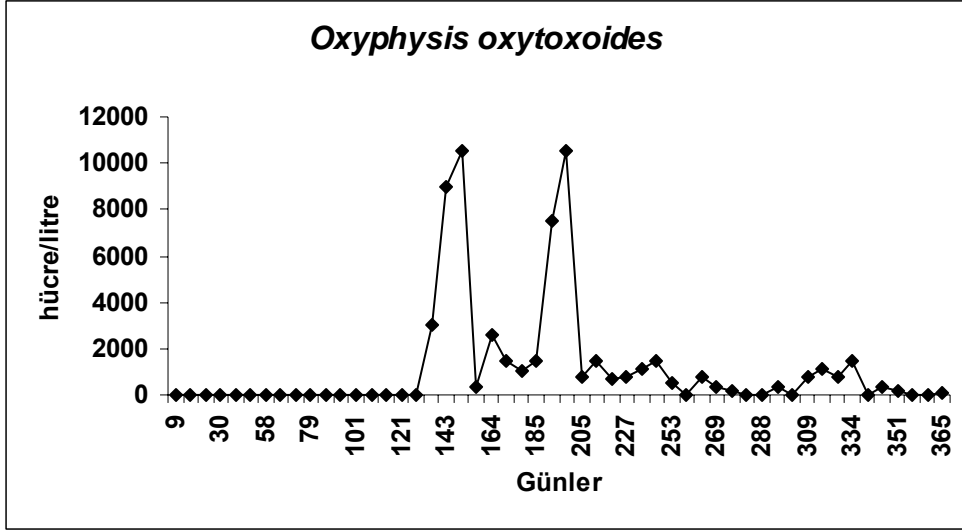
Yılın belli bir döneminde izlenen ve sayısını arttıran bir türdür. Biri büyük üçü küçük olmak üzere yaptığı dört artış ilkbahar-yaz döneminde meydana gelmiştir. İlk artışı mayısta (136.gün) meydana gelmiştir ve yoğunluğu 750 h/l olarak hesaplanmıştır. *Dinophysis caudata* türünün yaptığı ikinci artış aynı anda yıllık en yüksek yoğunluğu ifade etmektedir. Haziranda (171.gün) meydana gelen bu en büyük artışla birlikte *Dinophysis caudata* hücre konsantrasyonu 4125 h/l'ye ulaşmıştır. Bu artıştan sonraki haftada görülen düşüşten sonra temmuzda (185.gün) bir küçük artış daha meydana gelmiş, hücre sayısı litrede 750 olmuştur. Bundan sonraki dört hafta komünitede rastlanmayan *Dinophysis caudata* ağustosta (217.gün) son kez ortaya çıkarak litrede 333 hücre ile tespit edilmiştir (Şekil 3.39).



Şekil 3.39 *Dinophysis caudata* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.7 *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid

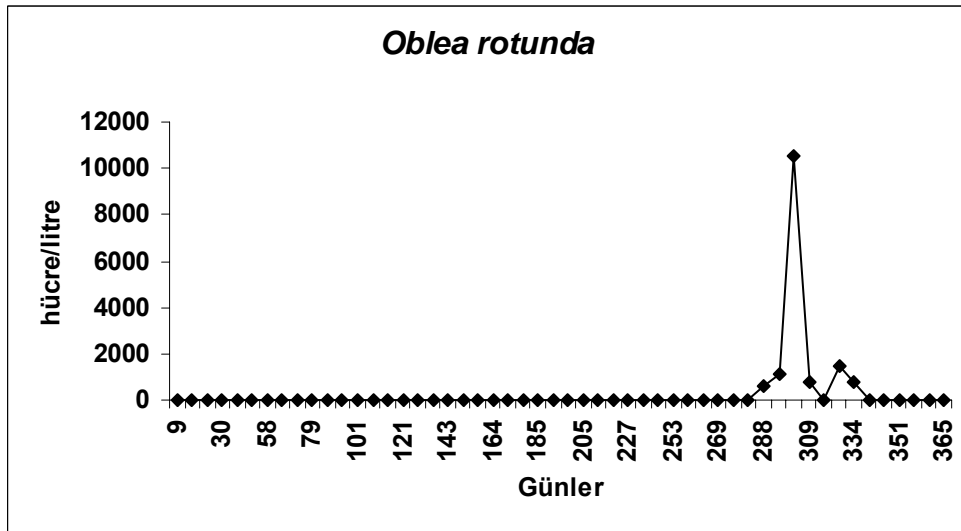
Oxyphysis oxytoxoides yıllık değişiminde mayıs ayıyla birlikte komünitede görülmeye başladığı ve bu tarihten sonra yıl sonuna kadar komünitede kaldığı dikkat çekmektedir. Bu süreç içinde iki tane büyük , çok sayıda küçük artışı bulunmaktadır. Büyük artışların birisi mayısta (149.gün) 10500 h/l ile ikincisi ise temmuzda (199.gün) yine 10500 h/l ile olmuştur. Bu hücre sayıları aynı zamanda türün yıl içinde ulaştığı en yüksek konsantrasyonlardır (Şekil 3.40).



Şekil 3.40 *Oxyphysis oxytoxoides* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.8 *Oblea rotunda* (Lebour) Balech ex Sournia

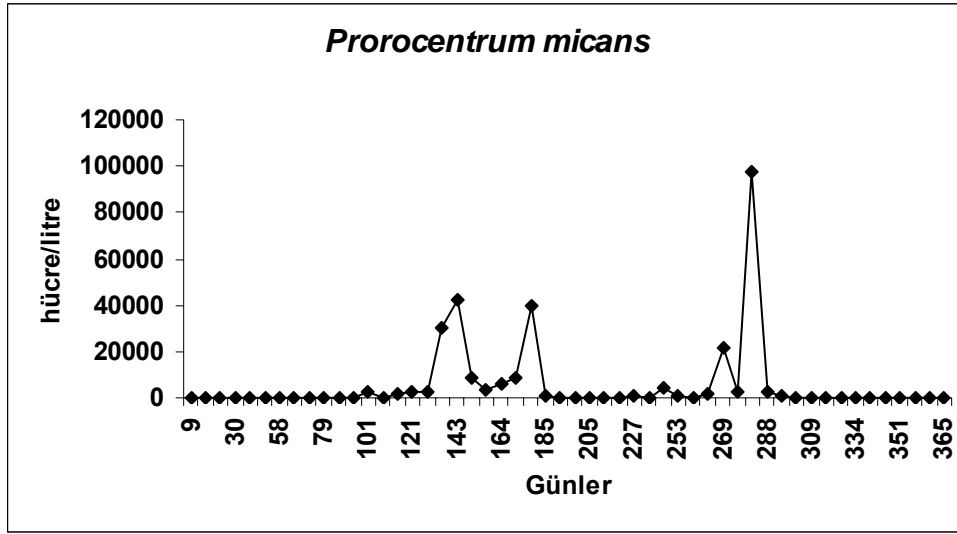
Yıl boyunca ekim (288.gün) ile aralık (334.gün) arasında komünitede rastlanılmıştır. Bu dönem içinde biri büyük diğeri küçük iki artışı vardır. 3 Kasım'a (305.gün) rastlayan büyük artışta tür yoğunluğu 10500 h/l'dir. Bu artıştan üç hafta sonra 21 Kasım'da (323.gün) 1500h/l'lik ikinci artışı meydana gelmiştir (Şekil 3.41).



Şekil 3.41 *Oblea rotunda* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.9 *Prorocentrum micans* Ehrenberg

Yılın büyük bir bölümünde komünitede gözlenmeyen *Prorocentrum micans* ikisi ilkbahar-yaz, ikisi sonbahar mevsiminde olmak üzere dört önemli artış yapmıştır (Şekil 3.42).



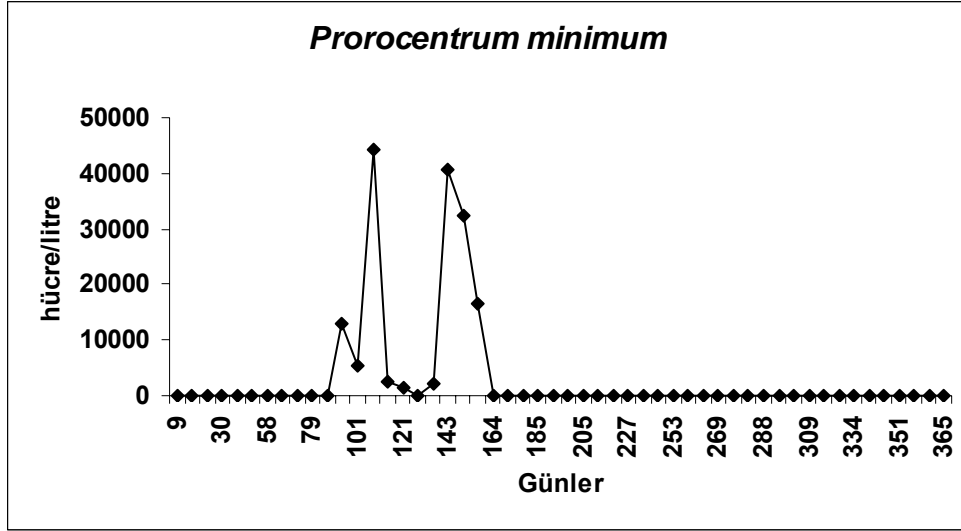
Şekil 3.42 *Prorocentrum micans* Zamana Bağlı Değişimi

İlk artış mayısta (143.gün)görülmüş, hücre yoğunluğu 33900 h/l olarak tespit edilmiştir. Takip eden dört hafta nispeten küçük değerlerde dolaşan hücre yoğunluğu haziranda (178.gün) artış yaparak 37300 h/l seviyesine ulaşmıştır. Bu haftadan itibaren komünitede bulunmayan veya çok az rastlanan *Prorocentrum micans* eylülde (269.gün) bir artış gerçekleştirerek hücre sayısını litrede 21750'ye çıkarmıştır. Bunu takiben iki hafta sonra (ekim) ise yıllık en büyük artışını yaparak hücre sayısını 97500h/l'ye çıkarmıştır. Bu en önemli ve büyük artıştan sonra komünitede tekrar gözlenmemiştir.

3.2.3.10 *Prorocentrum minimum* Schiller

Komünitede yıl boyunca nisan (97.gün) ile haziran (157.gün) arasında izlenmiştir. *Prorocentrum minimum* nisanda (108.gün) yıllık en yüksek konsantrasyonuna ulaşarak litrede 44250 hücre sayısına ulaşmıştır. Takip eden dört haftada azalma eğilimi gösteren tür mayısta (143.gün) tekrar bir artış yaparak hücre sayısını 40500 h/l'ye çıkarmıştır. Bu haftadan itibaren

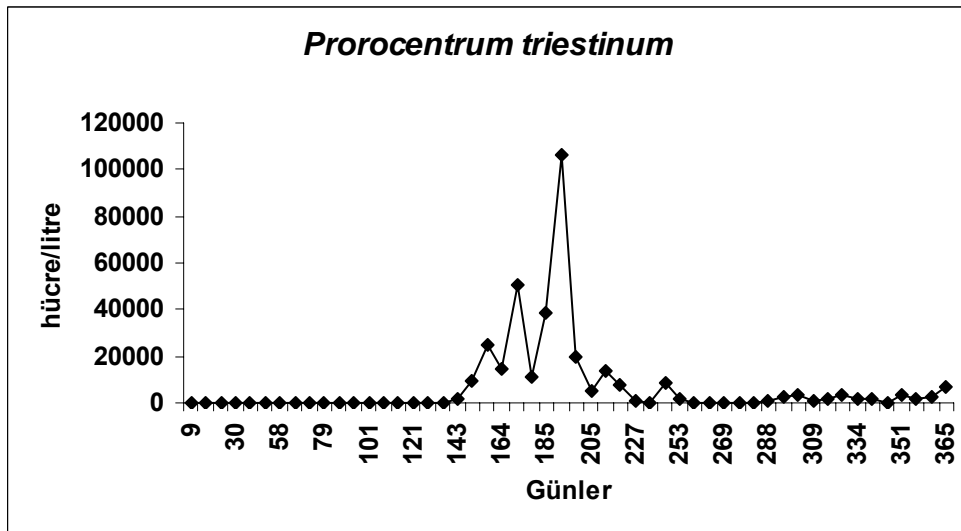
tekrar azalma sürecine giren tür, iki hafta boyunca komünitede bulunmuş ve daha sonra tespit edilememiştir (Şekil 3.43).



Şekil 3.43 *Prorocentrum minimum* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.11 *Prorocentrum triestinum* Schiller

Çalışmanın ilk beş aylık süresinde fitoplankton komünitesinde rastlanılmayan *Prorocentrum triestinum* 23 Mayıs'la (143.gün) birlikte artış eğilimine girmiş ve birbirini takip eden ,sayısal olarak aşan artışlar yapmıştır (Şekil 3.44).

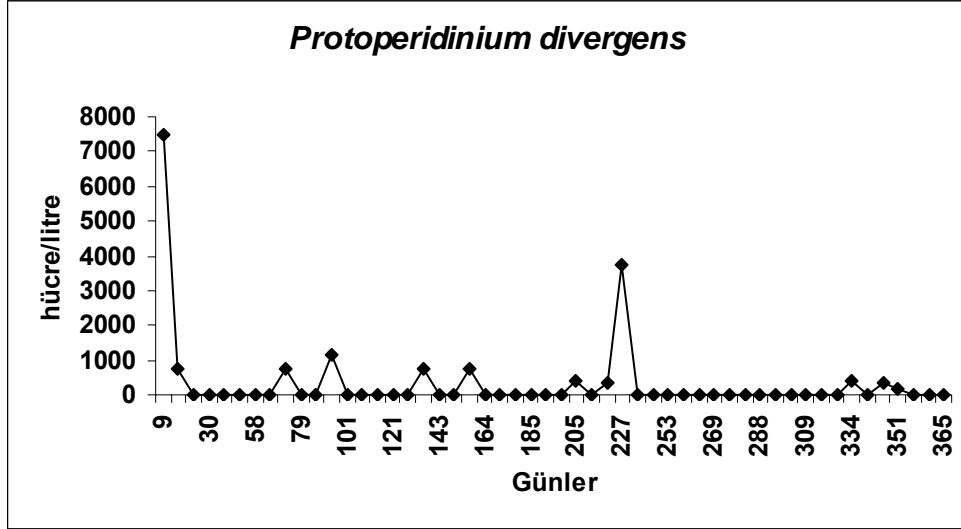


Şekil 3.44 *Prorocentrum triestinum* Zamana Bağlı Değişimi

İlk artışı haziranda (157.gün) meydana gelmiş, yoğunluk 25125 h/l olarak hesaplanmıştır. İkinci artışın meydana geldiği haziranda (171.gün) hücre sayısı 50625 h/l'dir. Üçüncü artış yıllık en yüksek konsantrasyonu ifade etmektedir. Temmuzta (192.gün) rastlayan bu artışta hücre sayısı litrede 106500'e ulaşmıştır. Bu artışın ardından azalma sürecine girmiştir. Azalma sürecinde de iki küçük artış yapmıştır. 1 Ağustos (213.gün) ve 29 Ağustos'taki (241.gün) artışlarda hücre sayıları sırasıyla 13500 ve 9000 h/l'dir.

3.2.3.12 *Protoveridinium divergens* (Ehrenberg) Balech

Protoveridinium divergens'in en yüksek hücre konsantrasyonuna ilk örneklemede rastlanılmıştır ve litrede 7500 hücre sayılmıştır.

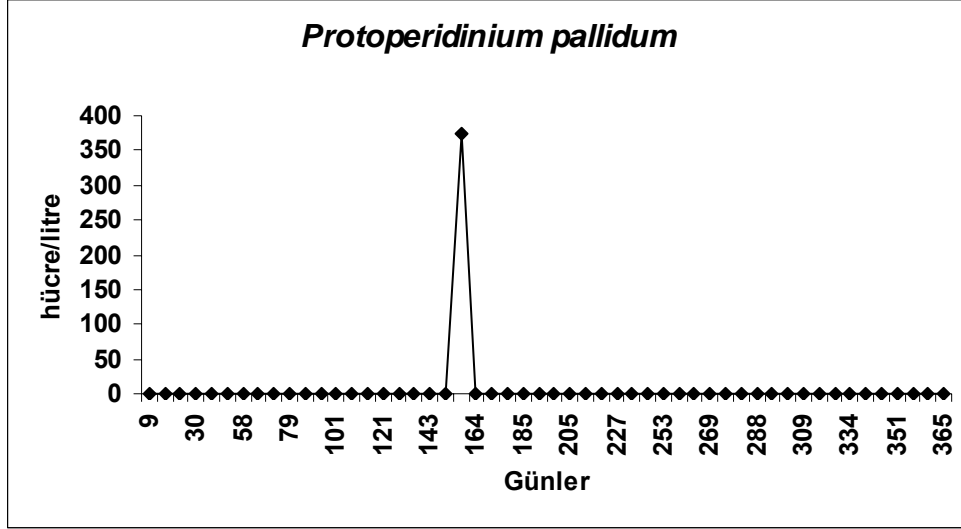


Şekil 3.45 *Protoveridinium divergens* Zamana Bağlı Değişimi

Takip eden haftalarda hücre konsantrasyonu hızla düşmüş ve altı boyunca komünitede izlenmemiştir. Daha sonra iki hafta arayla iki artış yapmıştır. Birincisi mart'a (71.gün) diğeri nisan'a (97.gün) rastlamaktadır. Hücre sayıları sırayla 750 ve 1125 h/l'dir. Bu artışlardan sonra bu türe beş hafta rastlanmamıştır. Mayıs (136.gün) ve haziranda (157.gün) hücre sayıları 750 h/l olan iki küçük artıştan sonra ağustosta (227.gün) yıllık en yüksek ikinci artışını yaparak sayısını litrede 3750 hücreye çıkarmıştır (şekil 3.45).

3.2.3.13 *Protoperidinium pallidum* (Ostenfeld) Balech

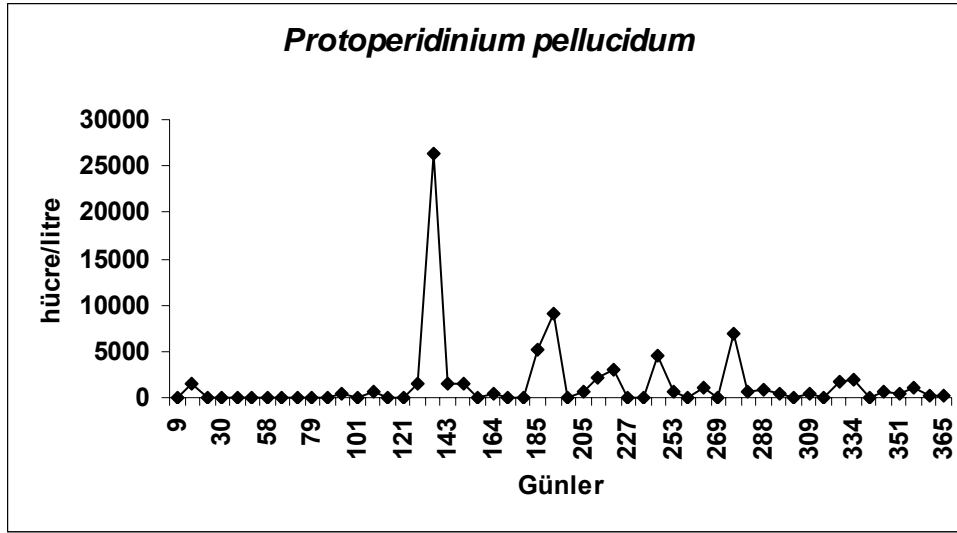
Protoperidinium pallidum yıl boyunca gerek nitelik gerekse nicelik yönünden az bulunan türlerden birisidir. Komünitede sadece bir örneklemede bulunmuştur. Hazirandaki (157.gün) bu örneklemede türün hücre sayısı litrede 375 adettir (Şekil 3.46).



Şekil 3.46 *Protoperidinium pallidum*'un Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.14 *Protoperidinium pellucidum* (Bergh) Balech

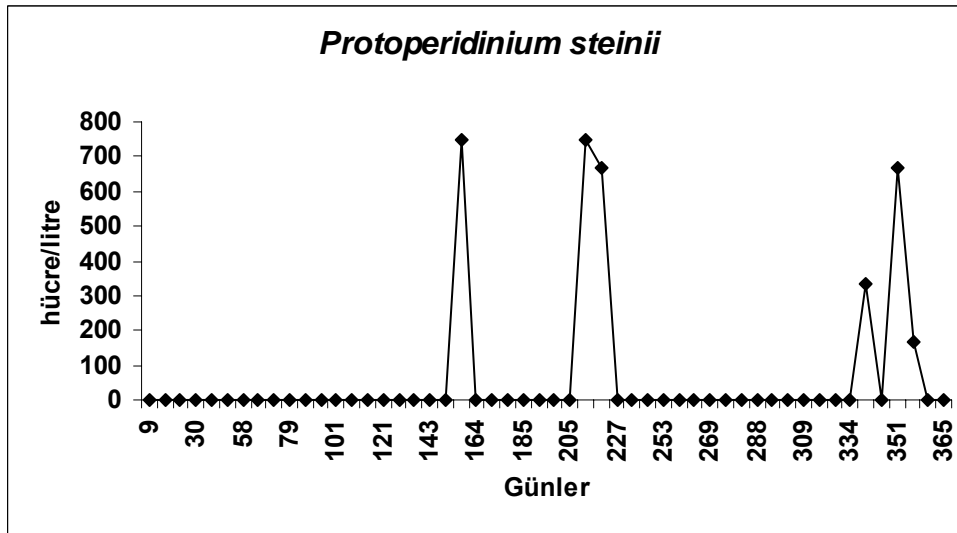
Protoperidinium pellucidum yıl boyunca komünitede sıkça rastlanan türler arasındadır. Komünitede ilk görülüşü ocakta olmuş ve konsantrasyonu 1500h/l hesaplanmıştır. Bu tarihten sonra bir süre komünitede görülmemiştir. Mayıstan (121.gün) itibaren sayısı tekrar artmaya başlamış ve Mayısta (136.gün) yıllık en yüksek konsantrasyonuna ulaşarak hücre sayısını litrede 26250'ye çıkarmıştır. Bu artışın ardından tekrar azalma sürecine giren *Protoperidinium pellucidum* temmuzda (192.gün) 9000h/l'lik bir artış yapmıştır. 5 Ağustos'ta (217.gün) litrede 300 hücre sayısına ulaşan *Protoperidinium pellucidum* takip eden haftalarda 29 Ağustos'ta (241.gün) 4500 h/l'lik ve 1 Ekim'de (272.gün) 6938 h/l'lik iki artış daha yapmıştır (Şekil 3.47).



Şekil 3.47 *Protoperidinium pellucidum* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.3.15 *Protoperidinium steinii* (Jörgensen) Balech

İlkbahar , yaz ve kış olmak üzere üç mevsimde varlığı tespit edilmiştir. İlkbahar-yaz döneminde iki, kış döneminde iki olmak üzere yıl boyunca toplam dört piki vardır (şekil 3.48).

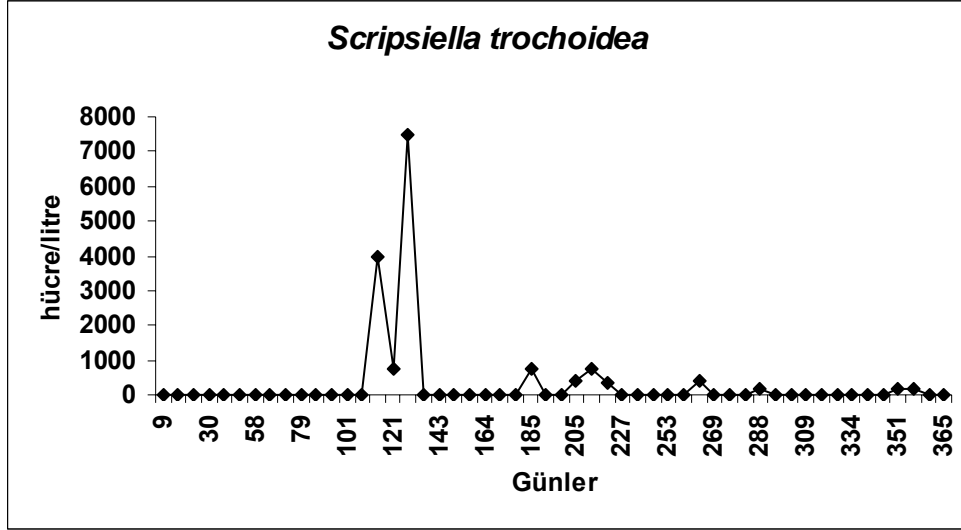


Şekil 3.48 *Protoperidinium steinii* Zamana Bağlı Değişimi

İlkbahar ve yaz dönemi incelendiğinde haziran'da (157.gün) ve ağustos'ta (213.gün) 750 h/l ile yaptığı artışlar yıllık en yüksek konsantrasyonudur. Kış döneminde yaptığı artışlardan ilkinde (8 Aralık (340.gün)) hücre sayısı 333h/l iken, 19 Aralık'ta (351.gün) oluşan ikinci artışta hücre sayısı litrede 667 adettir.

3.2.3.16 *Scripsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III

Yıllık eğilimi izlendiğinde *Scripsiella trochoidea*'nın artış gösterdiği dönemin nisan-mayıs ayları olduğu görülmektedir. Nisanda (114.gün) hücre sayısı 4000 h/l ve mayısta (128.gün) en yüksek değeri olan 7500 h/l olarak tespit edilmiştir. Bu iki artışın dışında temmuz (185.gün) ve ağustosta (213.gün) yaptığı, hücre sayısı litrede 750 olan iki küçük artışı daha vardır (Şekil 3.49).



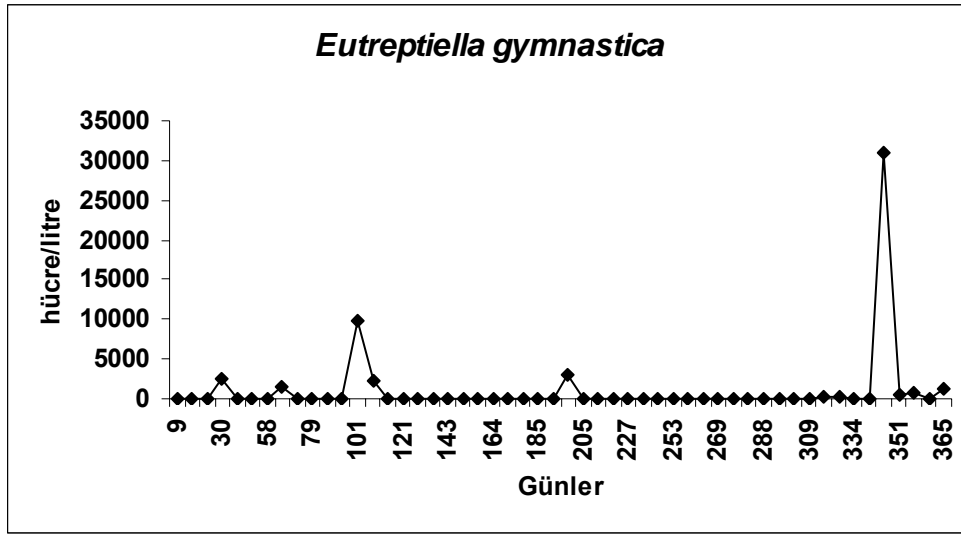
Şekil 3.49 *Scripsiella trochoidea* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.4 EUGLENOPHYCEAE

Euglenophyceae az türle temsil edilen bir sınıftır. En sık rastlanan üyesi *Eutreptiella gymnastica* türüdür. Bu türün dışında sadece bir haftaya mahsus olmak üzere tanımlamakta güçlük çekilen euglenophyt türler artış göstermiştir. Bu grup euglenoid flagellatlar adı altında incelenmiştir.

3.2.4.1 *Eutreptiella gymnastica* Thronsdén

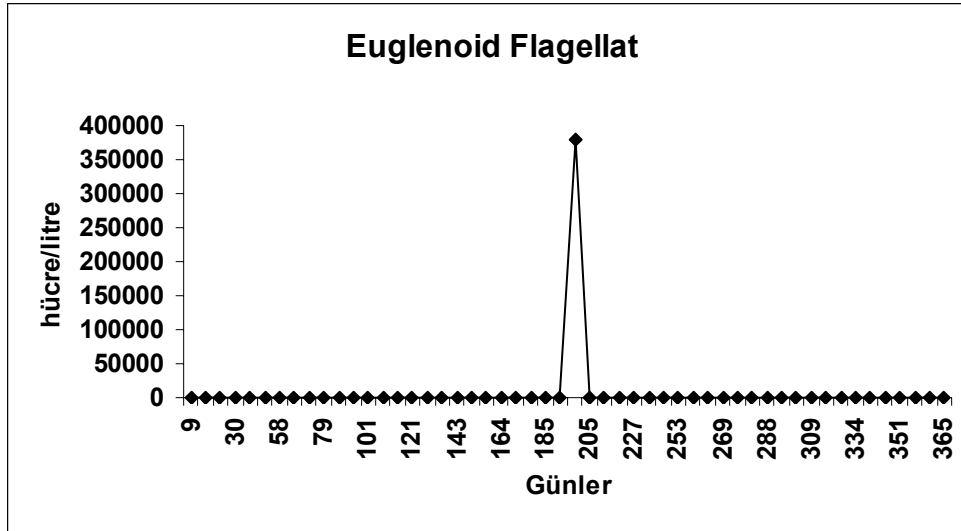
Kış döneminde ocakta ve baharda martta (65.gün)sırasıyla 2625 h/l ve 1500 h/l'lik iki küçük artıştan sonra ilk önemli artışını nisanda (101.gün) yaparak 9750 h/l'lik konsantrasyona ulaşmıştır. Bu tarihten sonra temmuza kadar örneklemelerde tespit edilemeyen tür ilk kez temmuzda (199.gün) gözlenmiş ve hücre sayısı 3000 h/l olarak hesaplanmıştır. Bu tarihten sonra tekrar aralık ayında rastlanmıştır. Yıllık en yüksek değerine ulaştığı aralıkta (344.gün) hücre sayısı litrede 31000 adettir (Şekil 3.50).



Şekil 3.50 *Eutreptiella gymnastica* Zamana Bağlı Değişimi

3.2.4.2 Euglenoid Flagellatlar

Yıl boyunca yapılan örneklemelerde sadece bir kez rastlanılmış ve tür ve cins düzeyinde tayini yapılamadığından sınıf düzeyinde sınıflandırılmışlardır. Bu gurubun artış yaptığı temmuzda (199.gün) ulaştığı hücre sayısı 978000 h/l'dir.



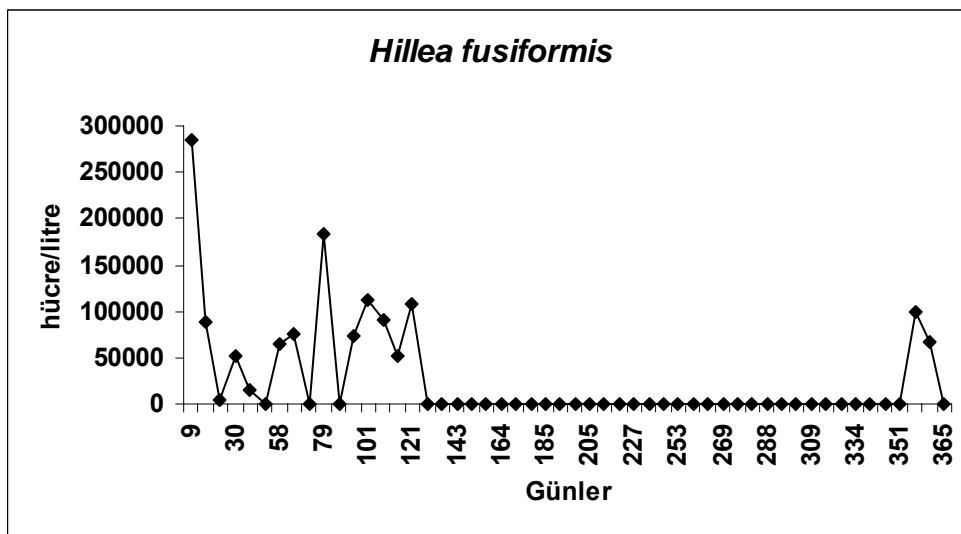
Şekil 3.51 Euglenoid Flagellatların Zamana Bağlı Değişimi

3.2.5 CRYPTOPHYCEAE

Tek türle temsil edilen bir sınıftır. Bu çalışmada bu sınıfa ait bulunan tür *Hillea fusiformis* türüdür.

3.2.5.1 *Hillea fusiformis* (Schiller) Schiller

Hillea fusiformis kış ve ilkbahar dönemlerinde rastlanan bir türdür. Bu dönemde sık sık yaptığı artışlarla dikkat çekmiştir (Şekil 3.52).



Şekil 3.52 *Hillea fusiformis* Zamana Bağlı Değişimi

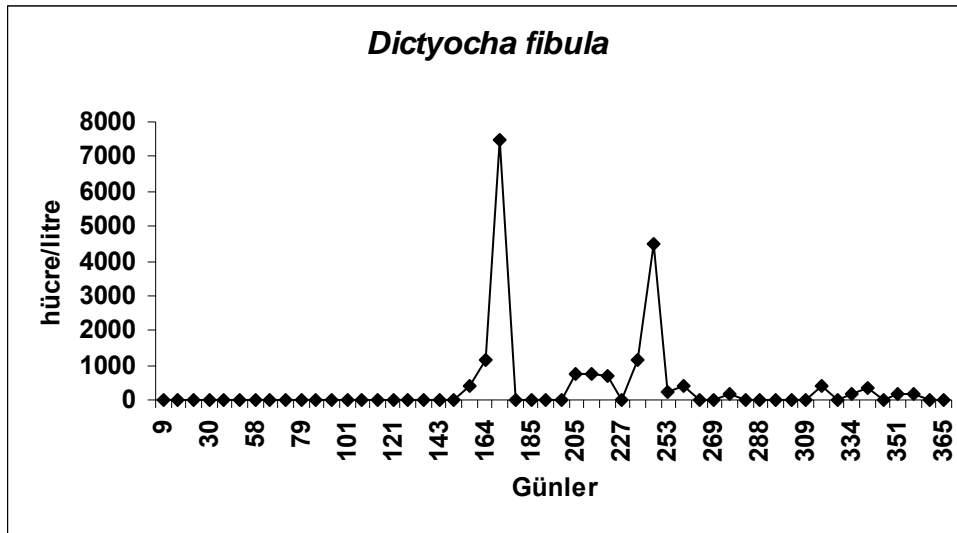
Artışlarına bakıldığında ilk artışını 9 Ocak'ta 285000 h/l ile -bu en ulaştığı en yüksek konsantrasyondur- ikinci artışını 30 Ocak'ta 52500 h/l ile yapmıştır. İki haftalık bir düşüş sürecinden sonra tekrar artmaya başlamış ve martta (65.gün)76500 h/l'lik bir artış yapmıştır. Bundan 14 gün sonra sayısı 184500 h/l'ye ulaşmıştır. Bu artıştan sonra ilkbahar döneminde kısa aralıklarla iki artış daha yapmıştır. Bunlardan birincisi nisanda (101.gün) 112500 h/l ikincisi mayıs'ta (121.gün) 107250 h/l 'dir bu tarihten sonra aralık ayına kadar uzun bir dönem planktonda görülmeyen tür, aralıkta (358.gün) bir artış yaparak hücre sayısını litrede 99667'ye çıkarmıştır.

3.2.6 DİCTYOPHYCEAE

Tek türle temsil edilen bir diğer sınıf olan Dictyochophyceae'ya dahil olan tür *Dictyocha fibula*'dır.

3.2.6.1 *Dictyocha fibula* Ehrenberg

Haziran ayına kadar planktonda görülmeyen *Dictyocha fibula* haziran ayıyla birlikte sayısını arttırmış ve yıl sonuna kadar planktonda görülmüştür.



Şekil 3.53 *Dictyocha fibula* Zamana Bağlı Değişimi

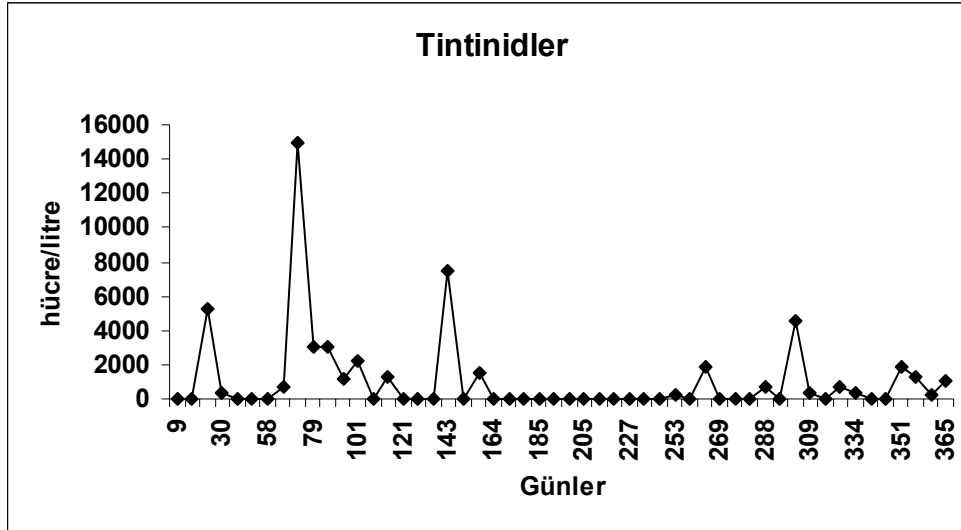
Dictyocha fibula ilk ve en büyük artışı haziranda (171.gün) 7500 h/l ile meydana gelmiştir. Bu artıştan sonra sekiz haftalık bir azalma dönemine giren tür, komünitedeki sayısını tekrar arttırmaya başlamış ve ağustosta (241.gün) ikinci büyük artışını yaparak konsantrasyonunu 7500 h/l'ye çıkarmıştır. Bu artıştan sonra yıl sonuna kadar küçük konsantrasyonlarda da olsa planktonda izlenmiştir.

3.2.7 ZOOPLANKTON

Örneklemelerimizde en çok gözlenen zooplanktonu tintinid grubu oluşturduğu için bu grup sayımlara dahil edilmiştir.

3.2.7.1 TİNTİNİDAE

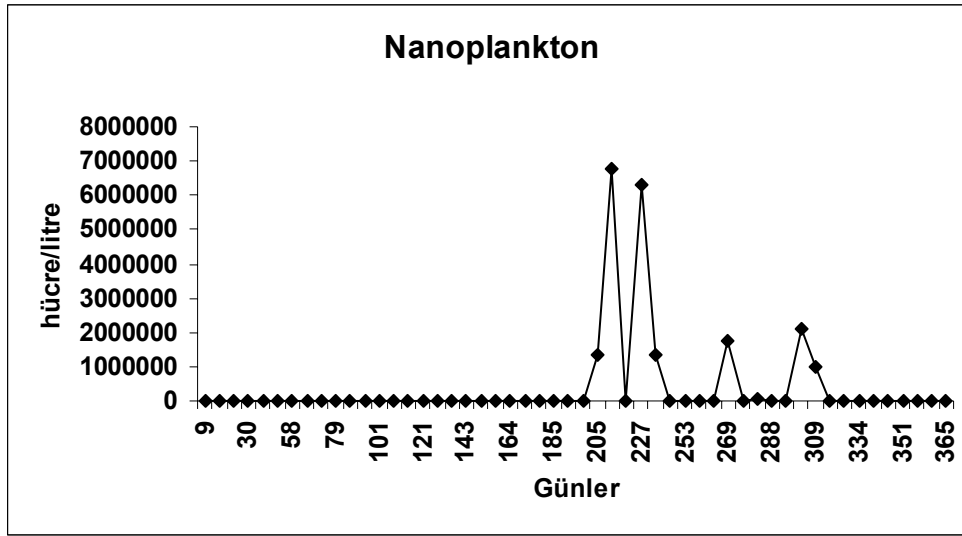
Ciliata sınıfına dahil olan tintinid türlerinin toplamını ifade etmektedir. Tintinidler yılın büyük bir bölümünde komünitede bulunmaktadırlar. Sadece yaz aylarında sayılarında azalma olduğu ve örneklemelerde rastlanılmadıkları tespit edilmiştir. En önemli artışlarını ise ilkbahar döneminde yaptıkları görülmektedir. Bu artışlar artan fitoplankton biyomasisıyla uyum içindedir. martta (71.gün) yaptığı 15000 h/l'lik artış yıl içinde ulaştığı en yüksek hücre yoğunluğudur. Bunun dışında ocak ve mayıs'ta (143.gün) yaptığı sırasıyla 5250 h/l ve 7500 h/l'lik artışlar diğer dikkat çekici çoğalmalarıdır (şekil 3.54).



Şekil 3.54 Tintinidlerin Zamana Bağlı Değişimleri

3.2.8 NANOPLANKTON

Nanoplanktonun komünite içinde baskın olduğu aylar Ağustos, Eylül ve Ekim aylarıdır. En büyük artışlarını 1 Ağustos'ta (213.gün) 6768000 h/l ile ve 15 Ağustos'ta (227.gün) 6288000 h/l ile yapmıştır. Bunu takip eden nispeten daha küçük iki piki daha vardır. Bunlardan biri eylülde (269.gün) 1752000 h/l ile diğeri ise kasımda (305.gün) 2112000 h/l ile meydana gelmiştir (Şekil 3.54).



Şekil 3.54 Nanoplanktonun Zamana Bağlı Değişimi

4.0 TARTIŞMA

Ölçülen fizikokimyasal parametreler Büyük Kanal Projesi'nin tamamlanmasından önceki değerlerle karşılaştırıldığında birçok parametrede dikkat çekici değişimlerin olduğu görülmektedir.

Tuzluluğun son on sekiz yılın değerleri ile karşılaştırıldığında en yüksek konsantrasyona ulaştığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bulunan en yüksek tuzluluk değerleri ‰ 38.6 (Büyükkışık ve Erbil,1987), ‰ 40 (Aydın ve Büyükkışık, 2004), ‰ 39.52 (Sabancı ve Koray,2001) ve ‰39.98 (Kontaş ve diğerleri,2004) iken bu çalışmada bulunan değer ‰ 42.85'lik konsantrasyonla Mayıs ayında ölçülmüştür. Bu durum arıtma tesisinin tamamlanmasıyla birlikte şehirden iç körfeze gelen tatlı su girdisinin engellenerek arıtma tesisine yönlendirilmesinin ve tesisin deşarjının da orta körfeze yapılmasının bir sonucudur.

Deniz suyu sıcaklığının daha önce belirlenen eğilimlere (Koray,1995) uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Aralık, ocak, şubat ve mart aylarında önemli değişiklikler görülmemektedir. Fark edilir ilk artış nisan ayında olmuş ve temmuz'a kadar sürmüştür. Daha sonra bir durgunluk evresine giren sıcaklık eylül ayıyla birlikte düşüş sürecine girmiştir. En yüksek değerine temmuzda 27,6 C⁰ ile en düşük değerine şubat ayında 8.8 C⁰ ile ulaşmıştır.

Büyükkışık ve Erbil (1987) çalışmalarında çözünmüş oksijenin kış sonu diatom artışlarında ve red-tide dönemi sonunda 13.5 mg/l'ye kadar çıktığını belirtirken Koray (1995) en yüksek konsantrasyona şubat ve nisan aylarında 9.59 ve 9.65 mg/l ile ulaştığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın yapıldığı örnekleme noktasında 1993 yapılan bir başka çalışmada Aydın ve Büyükkışık (2004) en yüksek değeri 17.5 mg/l olarak tespit etmişlerdir. Tüm bu çalışmalarda yüksek oksijen değerleri fotosentetik aktiviteye bağlanırken bu çalışmada fotosentez aktivitesinin en yüksek olduğu aylarda oksijen değerlerinin düşüş eğiliminde olması biyolojik aktivitenin oksijen bütçesine katkısının azaldığını düşündürmektedir. Daha önceki yıllarda kirliliğe bağlı ve dönemsel olarak ölçüm limitlerinin altına kadar düşen (Kocataş ve diğerleri 1988) oksijen konsantrasyonu bu çalışmada 4.51 mg/l'nin altında ölçülmemiştir. En yüksek değer ise mart ayında 12.7 mg/l'dir.

pH 'ın önceki yıllarda yapılmış çalışmalarda bulunan değerlerle (Koray ve diğerleri 1996, Kocataş ve diğerleri 1988, Kaymakçı ve diğerleri 2001, Aydın ve Büyükkışık 2004 ve Sunlu ve Sunlu 2001) uyum içindedir ve belirgin farklılıklar göstermemektedir. pH 7.4-8.4 arasında izlenmiştir ve fitoplankton aktivitesinin arttığı mayıs ve temmuz arasında göreceli olarak arttığı tespit edilmiştir.

Seki derinliği birincil üretim ve kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde göreceli bir göstergedir.(Kontaş ve diğerleri 2004). Bundan yola çıkarak seki disk değerleri ve birincil üretimi temsil eden klorofil-a değerleri arasında ters ilişkinin net biçimde ortaya çıktığı söylenebilir. Seki disk değerleri fitoplankton aktivitesinin göreceli düşük olduğu kış ve sonbahar aylarında yüksek

iken aktivitenin yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında düşüktür. bulunan en yüksek derinliğin 7 metre olması körfezin temizlenme sürecinde olduğunun basit bir göstergesi olarak da kabul edilebilir.

Oseanik, neritik, kirlenmemiş haliç ve tatlı sularda amonyum konsantrasyonu diğer nutrientlerle karşılaştırıldığında genellikle düşüktür (Morris 1980). Örneğin Ege Denizi'nin oligotrofik sularında en yüksek amonyum değeri yüzey suyunda 0.95 μM olarak bulunmuştur (Küçüksezgin ve diğerleri, 1995). Orta körfezi temsil eden Urla'da Sunlu ve Sunlu (2001) en yüksek değeri 6.85 μM olarak ölçmüşlerdir.

Ege Denizi ve orta körfezde durum böyle iken iç körfezde toplam azot yükünün büyük bir bölümünü evsel ve endüstriyel atıklardan ve sedimanın bozulmasından ortaya çıkan amonyum oluşturmuştur (Koray ve Büyükişik, 1986) ve böylece amonyum değerleri 65.5 μM (Kaymakçı ve diğerleri 2001) ve 73.83 μg at N/l'ye (Aydın ve Büyükişik, 2004) kadar yükselmiştir. Bu çalışmada en yüksek amonyum konsantrasyonu 40.72 μg at N/l, en düşük konsantrasyon ise 0.06 μg at N/l olarak tespit edilmiştir. Bu da Büyük Kanal Projesiyle birlikte amonyumun kontrol altına alınmaya başladığını ispatlamaktadır.

Genel olarak nitratın eğilimi şöyle tanımlanır : Kışın bitkilerin düşük nutrient asimilasyon hızı ve dipteki rezervlerden nitrat akışıyla nitrat konsantrasyonu yüksektir. Baharla birlikte fitoplankton tarafından kullanılarak yazın yüzeyde sıfır olur (Morris 1980).

İzmir Körfezi'nde de önceki yıllarda yapılmış çalışmalar eğilimden şöyle söz etmişlerdir : Koray (1995) ilkbahar sonundan sonbahar ortalarına kadar önemli farklılıklar göstermediğini, nisandan eylüle kadar gözlenen düşük değerlerin fitoplanktonca nitratın kullanıldığını gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca fitoplankton artışlarının boyutunun ışık ve sıcaklığın yanı sıra nitratla da ilişkili olduğu saptanmıştır (Koray ve diğerleri 1996, Koray ve Büyükişik 1992).

Bu çalışmada da fitoplanktonun göreceli arttığı noktalarda nitrat konsantrasyonunun sıfıra yaklaştığı haftaların olması yukarıda verilen bilgilerle örtüşse de ocaktan eylül sonuna kadar nitrat konsantrasyonunun önemli bir değişim ve farklılık göstermediği görülmektedir. Eylül ayıyla birlikte artışa geçen nitrat aralık ayında en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu dönemde izlenen düşük amonyum konsantrasyonu bu artışın nitrojen rejenerasyonuna bağlı olduğunu açıklamaktadır. Aynı aylarda meydana gelen benzer olay daha önce de Koray (1995) ve Kondaş ve diğerleri (2004) tarafından da bildirilmiştir.

Bu çalışmada ölçülen nitrat değerleriyle önceki yıllara ait değerler karşılaştırıldığında tıpkı amonyumda olduğu gibi nitrat da bir iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Aydın ve Büyükişik (2004) tarafından bu çalışmayla aynı noktadan örnek alınarak yapılan çalışmada en yüksek nitrat değeri 83.2 μg at N/l olarak bulunurken, Kocataş ve diğerleri (1989) iç körfezin nitrat aralığını 14.1-40.6 μg at N/l olarak vermişlerdir. Bu çalışmada ise nitrat konsantrasyonu 0,191-24.86 μg at N/l arasında tespit edilmiştir. Bu değerler Sunlu ve Sunlu (2001) tarafından orta

körfezde yapılan çalışmanın değerleriyle karşılaştırıldığında iç körfezin nitrat konsantrasyonun orta körfezin değerlerine yaklaştığı görülmektedir.

Nitrit ocak ile eylül arasında tekdüze özellik göstermiştir ve konsantrasyonu 0 ile 4.57 µg at N/l arasında değişmiştir. Bu haliyle önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında (Koray ve diğerleri 1996, Kaymakçı ve diğerleri 2001, Aydın ve Büyükişik 2004, Kocataş ve diğerleri 1988) konsantrasyonu azalmış görülmektedir. Ancak tıpkı nitratta olduğu gibi sonbahar ile artışa geçen ve aralık ayında en yüksek konsantrasyonuna ulaşan nitritin de nitrojen rejenerasyonu sebebiyle konsantrasyonu artmış ve 25.9 µg at N/l ile son 10 yılın en yüksek değerine ulaşmıştır.

Silikatın kış aylarında daha yüksek değerlerde seyrettiği , mart ayıyla birlikte artan fitoplankton aktivitesine bağlı olarak azalmaya başladığı ve ilkbahar, yaz aylarında fitoplankton tarafından kullanılarak konsantrasyonunun düştüğü gözlenmiştir. Bu eğilim Koray (1995) ve Büyükişik ve Erbil (1987) tarafından bildirilen eğilimlerle uygunluk göstermektedir.

İlkbaharın gelişiyile birlikte fitoplankton tarafından kullanılan silis azalmış ve fitoplankton komünitesinde diatomlar ve ardı sıra daha düşük konsantrasyonlarda dinoflagellatlar artış göstermiştir. Silikatın azalışını takiben diatomlar ve dinoflagellatlar azalırken, nanoplankton artış göstermiştir. Bu olaylar Koray ve Büyükişik (1992) tarafından belirtilen silisin fitoplanktonun artış dönemi süksesyonunu kontrol ettiği görüşüyle uyum içindedir.

Silikatın yaz aylarındaki artışları ise dibe çöken ölü fitoplanktonun bozunmasıyla meydana gelen remineralizasyonla ilişkili olabilir. Benzer olay Koray (1995) tarafından da kaydedilmiştir.

İç körfezdeki silisin önceki yıllardaki değerleriyle bugünkü değerlerinin uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. (Kontaş ve diğerleri 2004, Aydın 1993) silisin tatlı su kaynaklı olması (Koray 1995) bu sonucu doğurmaktadır.

Genel olarak Ege denizi'nin fosfat değerleri çok düşük olmasına rağmen (Küçüksezgin ve diğerleri) iç körfezde gözlenen değerler oldukça yüksektir. Deterjanlardan kaynaklanan fosfat ötrofikasyonun en önemli kaynağı olmuştur (Kontaş ve diğerleri 2004). Fosfat rejenerasyonunun hızlı olması ise sınırlayıcılığını ortadan kaldıran bir başka faktördür (Koray ve Büyükişik 1992).

Büyük Kanal Projesi'nin tam kapasiteyle devreye girmesinden önceki çalışmalarda bulunan değerlerle karşılaştırıldığında (Kocataş ve diğerleri, Kontaş ve diğerleri 2004, Kaymakçı ve diğerleri 2001, Aydın ve Büyükişik 2004) fosfatta belirgin bir azalmanın olmadığı görülmüştür. Bu görüş Kontaş ve diğerleri (2004) tarafından da dile getirilmiştir.

Klorofil-a'nın, beklendiği gibi, kış aylarında görece düşük olan konsantrasyonu ilkbaharın gelmesi ve ortamın nutrientçe zenginleşmesi sonucu artışa geçmiş, en yüksek değerine ulaşmış ve sonbaharla birlikte tekrar azalış sürecine girmiştir.

Önceki yıllarda fitoplankton artışlarının olduğu aylarda 28.04 µg/l, 17.32 µg/l (Büyükişik 1988) hatta bu çalışmanın yapıldığı alanda 77.27 µg/l'lik değerlere ulaşan klorofil-a

konsantrasyonunun bu çalışmada en yüksek 3.93 µg/l olarak tespit edilmesi azalan nutrient oranlarına bağlı olarak fitoplankton büyümesinin de kontrol altına alınmaya başladığının göstermektedir.

Fitoplankton artışları bölgesel, mevsimsel ve tür düzeyinde özelliklere sahiptir. Laboratuvar, arazi ve teorik çalışmalar alg artışlarının ve dinamiklerinin birçok faktörün kontrolü altında olduğunu göstermektedir. Bu olayların sadece çevresel koşullara fizyolojik bir cevap değil biyolojik ve fiziksel prosesler arasındaki bir seri etkileşimlerin sonucu olduğu söylenir (batma, ışık rejimi, otlama, hücre kayıpları ve ölümleri v.b.). Fitoplankton türlerinin süksesyonunda antropogenik faktörler ile doğal faktörlerin etkilerini önceden söylemek çok zor ve karmaşık bir iştir. Ama fitoplankton çoğalmalarında antropogenik etki önemli bir rol oynar (Moncheva et al 2001).

Bu çalışmada, fitoplankton kompozisyonuna bakıldığında Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıfının tür ve birey sayısı bakımından öteki sınıflara baskın olduğu belirlenmiştir. Bu durum önceki çalışmalarla da uyum içindedir (Sabancı ve Koray 2001, Büyükişik ve Erbil 1987).

Tür sayısı bazında bu iki baskın sınıf arasında büyük farklılıklar bulunmazken, hücre sayısı bakımından diatomların üstün olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu durum Ege Denizi'nde diatomların daha az yaygın türler olduğunu söyleyen Moncheva et al (2001)'in çalışması ile zıtlık göstermektedir. Bu da akarsu girdilerinin fazla olduğu körfezde silikat konsantrasyonunun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Ocak ve şubat aylarında göreceli olarak az sayıda bulunan diatom ve dinoflagellatlar mart ayıyla birlikte sayılarını hızla arttırarak ilkbahardan yaz ortalarına kadar en yüksek seviyelerinde bulunmuşlardır. Bu artış sıcaklıkla ve ışıkla fitoplankton artışının pozitif bağıntılı olduğu görüşüyle uyumludur (Koray ve Büyükişik 1987, Koray ve Büyükişik 1988).

Diatom ve dinoflagellatların artışları arasında kısa zaman aralıklarının olduğu ve dinoflagellatların diatomları takip ettiği söylenebilir. Aynı şekilde birbirini takip eden azalmalarını ise nanoplankton artışı izlemiştir. Bu dönem temmuz-eylül arasına denk gelmektedir. Red-tide dönemindeki önemi bilinmemesine rağmen nanoplanktonun sayısal olarak yüksek değerlerde bulunuşu Koray ve Büyükişik (1988) tarafından da tespit edilmiştir.

İlkbahar ve yaz aylarında meydana gelen fitoplankton artışlarında silikatın belirleyici olduğu ve biyolojik kontrolü sağladığı görülmektedir. İlkbahar artışlarında da diatomlar nutrient tüketiminden sorumludur. Bu olaylar Büyükişik ve Erbil (1987), Koray ve Büyükişik (1992), Koray ve diğerleri (1996) 'nde bahsedilen süreçlerle uygunluk göstermektedir.

George et al (2001) küçük nutrient girdilerinde bile ekosistemin diatomların başrolünü oynadığı önemli birincil üretim artışlarıyla cevap verdiğini belirtmektedirler. Bu tespit İzmir Körfezi'nin geleceği açısından da önem taşımaktadır.

Diatomların içinde gerek ulaştığı hücre sayısı, gerekse örneklemelerde rastlanma sıklığı açısından ilk sırada *Thalassiosira* türleri gelmektedir. Onları *Cylindrotheca closterium* türü takip etmektedir. Bu türün Ege Denizi'nin ötrofik sularında bulunduğu ve red-tide olaylarına sebep olduğu bildirilmiştir (Sabancı ve Koray 2001). Aynı noktadan örnekleme yapılarak gerçekleştirilen çalışmada da *Thalassiosira* türleri, *Chaetoceros* türleri ve *Cylindrotheca closterium* en sık rastlanan türler arasında gösterilirken bu çalışmada *Chaetoceros* türlerinin baskınlığı gözlenmemiştir (Aydın ve Büyükişık 2004). En sık rastlanan üçüncü tür ise *Coscinodiscus* türleridir. Özellikle yaz ve sonbaharda artış gösterdiği görülmüştür.

Dinoflagellatlar içinde en sık rastlanan türler *Protoperdinium pellucidum*, *Prorocentrum triestinum* ve *Oxyphysis oxytoxoides* türleridir. *Protoperdinium pellucidum* ve *Prorocentrum triestinum* nisan ayıyla birlikte sayılarını arttırmış ve yıl sonuna kadar planktonda görülmüşlerdir. *Oxyphysis oxytoxoides* ise mayıs ayına kadar gözlenmezken, bu ayla birlikte artışa geçmiş ve yıl sonuna kadar planktonda sıkça izlenmiştir. Bulunma sıklığı açısından bu türleri *Ceratium lineatum* ve *Ceratium furca* takip etmektedir. Aydın ve Büyükişık (2004) Dinophyceae sınıfına ait baskın türleri sıralarken nisan ve temmuz aylarında *Gonyaulax sp.* artışlarından bahsetmektedir. Bu çalışmada ise hiçbir örneklemede kayda değer sayılara ulaşmadığı görülmüştür.

Cins düzeyinde bulunma sıklıkları incelendiğinde ilk sırayı *Prorocentrum* cinsi almaktadır. Onu *Protoperdinium* ve *Ceratium* takip etmektedir. Sabancı ve Koray (2001) ise çalışmalarında en sık bulunan dinoflagellat cinsinin *Ceratium* olduğunu belirtmişlerdir.

Tür ve cins bazında meydana gelen bu değişimlerin değişen nutrient dinamikleriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. *Dinophysis caudata* aşırı çoğalmalarının evsel atıklardan kaynaklanan fosfat tarafından uyarıldığı rapor edilirken (Santhanam and Srinivasan 1996), *Dinophysis acuminata* hücre konsantrasyonunun nitrat ve amonyum konsantrasyonları ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Chang 1996).

Euglenophyceae sınıfında öne çıkan tek tür *Eutreptiella gymnastica* olmuştur. En önemli artışını aralık ayında yapmıştır. Bu gruba ait tayin edilemeyen türler euglenoid flagellatlar adı altında incelenmiştir. Bu grup temmuz ayında artış yapmıştır.

Dictyochophyceae sadece *Dictyocha fibula* ile temsil edilmiştir. Haziran-eylül arası en bol bulunduğu dönemdir.

Cryptophyceae sınıfı da tek türle temsil edilen sınıflardan birisidir. Bu sınıfa dahil olan tür *Hillea fusiformis* türüdür. Ocak-Mayıs arası en bol bulunduğu dönemdir. Daha sonra planktonda görülmeyen tür aralık ayında tekrar ortaya çıkmıştır.

Zooplankton grubunu temsil eden, Ciliata sınıfına dahil tintinidler ise haziran- ekim dönemi hariç sıkça rastlanan bir gruptur.

Teşhis edilen türler arasında *Dinophysis caudata*, *Dinophysis acuminata* gibi DSP'ye (Diarrhetic Shellfish Poisoning) yol açan türler olduğu gibi, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum*

trisetinum, *Eutreptiella gymnastica* gibi düşük oksijenli ve/veya oksijensiz ortam koşullarını yaratabilen tehlikeli türler de bulunmaktadır. Bu türlerin hangi konsantrasyonlarının tehlikeli durumlar oluşturduğu çeşitli ülkeler tarafından farklı şekilde yorumlanmıştır. İrlanda'da *Dinophysis* türlerinin litrede 200 hücrenin üzerine çıkması durumunda çiftliklere kapatma uygulanmaktadır. Danimarka'da *Dinophysis* ve *Prorocentrum* türleri litrede $5 \cdot 10^5$ adete ulaştığında çiftliğe kapatma işlemi uygulanmaktadır. Güney Kore'de *Skeletonema* türleri için kabul edilen en yüksek konsantrasyon 10^6 'dır (UNESCO 1995).

Kabuklu yetiştiriciliği yapılan sahalarda da benzer durum söz konusudur. Hollanda, Norveç ve İspanya'da *Alexandrium spp.* için 10^3 - 10^4 h/l'de çiftliklere kısıtlama ve kapatma verilmektedir.

Dinophysis acuminata için Danimarka 500 h/l'yi Portekiz 200 h/l'yi İspanya ise 1000 h/l'yi kısıtlama ve kapatma yapmak için üst sınır kabul etmektedir (UNESCO 1996).

Bu çalışmada bulunan *Dinophysis* ve *Prorocentrum* türlerinin hücre sayılarının bazı örneklemelerde yukarıda verilen değerleri aştığı görülmektedir. Bu da midye ve balık çıkarılan bir alan olan İzmir Körfezi için gerekli önlemlerin alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu ülkelerdekine benzer zehirli/zararlı alg izleme çalışmaları ülkemizde de yapılıyor olmasına rağmen bahsedilen ülkelerdeki gibi bir standarda henüz ulaşılmamıştır.

DSP'ye neden olan türlerin körfezde her yıl ilkbahar ve yaz aylarında bulunduğu saptanmıştır. Bu zehirlenme riski kış ve sonbahar mevsimlerinde red-tide organizmaları açısından ortadan kalmakta fakat mart-temmuz ayları arasında söz konusu olmaktadır (Koray 1992).

Tüm bu değerlendirmelerden sonra Büyük Kanal Projesi'nin tamamlanmasıyla birlikte fitoplanktonda ve fizikokimyasal parametrelerde geçmiş yıllara oranla bir iyileşmenin olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ancak ortamda zararlı türlerin bulunması dikkatli olunmasını gerekli kılmaktadır.

5.0 SONUÇ VE ÖNERİLER

Karşıyaka Yat Limanı'nda (İzmir iç körfezi) haftalık örnekleme periyoduyla yapılan ve fizikokimyasal ortam parametreleriyle fitoplankton türlerinin zamana bağlı değişiminin ve elde edilen verilerin Büyük Kanal Projesinin tam kapasiteyle devreye girmesinden önceki değerlerle karşılaştırılmasının amaçlandığı bu çalışma sonucunda yapılan değerlendirmede elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar ışığında bundan sonrası için dikkat edilmesinde yarar görülen noktalar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- 1- Bu yüzden İzmir Körfezi'nde özellikle azotlu nutrientlerin kontrol altına alınmasının, fitoplanktonun büyümesini sınırlayacağı ve böylelikle ötrofikasyonu azaltacağı unutulmamalı ve bu yönde çalışılmaya devam edilmelidir. Fitoplanktonun kontrol altına alınmasıyla, dipte biriken ölü özdeğin bozunmasıyla ortaya çıkan kötü kokulu hidrojen sülfür gazı da kontrol altına alınacaktır.
- 2- Büyük Kanal Projesi'nin devreye girmesiyle birlikte,arıtma tesisinin azot konsantrasyonunu azaltmada başarılı olmasına karşın, fosfor seviyesinin projeden önceki değerler yakın olması tesisin bu konuda yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu eksikliğin giderilmesiyle birlikte kirliliğin kontrolü daha kolay olacak ve ekosistemdeki iyileşme hızlanacaktır.
- 3- Nutrient dinamiklerinin ve fitoplankton çoğalılarının karmaşık, iç içe geçmiş süreçlerin sonucunda meydana gelmesi ve fitoplankton komünitesi içinde gerek ekosisteme gerekse halk sağlığına zarar verebilecek tehlikeli/zararlı türlerin bulunması izleme çalışmalarının yapılmasını, bu konulardaki çalışmaların desteklenmesini ve halkın bilinçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

6.0 KAYNAKÇA

Aydın, H., 1993. İzmir Körfezi Fitoplanktonunun Gelişimi Üzerine Sınırlayıcı Faktörler Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 94 Sf.

Aydın, H., Büyükişik, B., 2004. Effects Of Sewage Outfull On Phytoplankton Community Structure İn İzmir Bay (Aegean Sea) E.Ü Su Ürünleri Dergisi Cilt 21, Sayı (1-2): 107-111

Büyükişik, B., 1984. The Surface Distribution Of Amonia İn İzmir Bay. . E.Ü. Faculty Of Science Journal, Series B Vol. VII NR.1

Büyükişik, B., 1988. Distribution Of Chlorophyll And Nutrients İn İzmir Bay (Aegean Sea). Rapp. Comm. İnt. Mer. Medit. 31,2.

Büyükişik, B., Erbil, Ö., 1987. İzmir İç Körfezinde Nutrient Dinamikleri Üzerine Araştırmalar. Doğa Tu. Müh. Ve Çev. D. C. 11 S. 3.

Büyükişik, B., Gökpinar, Ş., Parlak, H., 1997. Ecological Modelling Of İzmir Körfezi. Su Ürünleri Dergisi Cilt No :14 Sayı:1-2 Sf.:71-91.

Chang F. H., 1996. Distribution And Abundance Of Dinophysis Acuminata (Dinophyceae) And Pseudonitzschia Australis (Bacillariophyceae) İn Kenepuru And Pelorus Sounds , New Zeland. Harmful And Toxic Algal Blooms İntergovernmental Oseanographic Commission Of Unesco

Edwards, V. R., Tett, P., Jones, K.J., 2003. Changes İn The Yield Of Chlorophyll-A From Dissolved Available İnorganic Nitrogen After An Enrichment Event – Application For Predicting Eutrophication İn Coastal Waters. Continental Shelf Research 23 1771-1785.

Ergen, Z., 1967. İzmir Körfezi'nde Tespit Edilen Başlıca Planktonik Organizmalar. E.Ü. Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi No:47.

Geldiay, R., Ergen, Z., 1968. Bölgemizde Yaşayan Zirhsız 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.

George, T., George, P., Costas, D., Theodorou, A., 2001. Assessing Marine Ecosystem Response To Nutrient Inputs. Marine Pollution Bulletin Vol.43 Nos 7-12, Pp.175-186 .

Gökpınar, Ş., Koray, T., 1983. İzmir Körfezi Planktonunda Rastlanan *Rhizosolenia* (Ehrenberg) Brightwell Genusu Üzerine Gözlemler. E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Ser B, Cilt 1: 201-219.

İzmir Ticaret Odası, 1995. İzmir'in Çevre Sorunları, İzmir.

Kaymakçı, A., Sunlu, U., Egemen, Ö., 2001. Assessment Of Nutrient Pollution Caused By Land Based Activities İn İzmir Bay; Turkey. Options Mediterranennes Serie A/n44.

Kocataş, A., Ergen, Z., Katağan, T., Koray, T., Büyükişik, B., Mater, S., Özel, İ., Uçal, O., Önen, M., 1988. Effects Of Pollution On The Benthic And Pelagic Ecosystems Of İzmir Bay (Turkey) Map Technical Reports Series No:22.

Kontaş, A., Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E., 2004. Monitoring Of Eutrophication And Nutrient Limitation İn The İzmir Bay (Turkey) Before And After Waste Water Treatment Plant. Environment International 29 P: 1057-1062.

Koray, T., Gökpınar, Ş., 1983. *Ceratium* Schrank Genusu Türlerinin İzmir Körfezi'ndeki Kalitatif Ve Kantitatif Özellikleri. E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 1:178-200

Koray, T., Özel, İ., 1983. İzmir Körfezi Planktonundan Saptanan *Tintinnoinea* Türleri. E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 1:220-244

Koray, T., 1984. The Occurence Of Red-Tides And Causative Organisms İn İzmir Bay. E.Ü. Faculty Of Science Journal, Series B. 1 (7) : 75-83.

Koray, T., Büyükişik, B., 1986. İzmir Körfezi'nde Pollusyon Nedeniyle Planktonik Organizmaların Komünite Yapısını Olumsuz Yönde Etkileyen Fizikokimyasal Koşulların Belirlenmesi Üzerine Linear Yaklaşımlar. Çevre'86 Sempozyumu 2-5 Haziran 1986.

Koray, T., Büyükişik, B., 1987. Kirlenmiş Bir Bölgede(İzmir İç Körfezi) Planktonik Tür Çeşitliliği Ve Fizikokimyasal Değişkenler Arasındaki İlişkiler Çevre'87 Sempozyumu 26-28 Ekim 1987 İzmir.

Koray, T., Büyükişik, B., 1988 Toxic Dinoflagellat Bloom İn The Harbour Region Of İzmir Bay (Aegean Sea) Revu Internationale D'oceanographie Medicale Tomes LXXXXI- LXXXXII.

Koray, T., 1992. İzmir Körfezinde Red-Tide Olayı Ve Halk Sağlığı Açısından Önemi. Çe. Bü. Sayı 3 Sa: 13-15.

Koray, T., Büyükişik, B., 1992. Temperature, Light And Nutrient Based Model On Spring Primary Production For Heavily Eutrophied Subtropical Coastal Waters. Rapp. Comm. İnt. Mer. Medit. 33.

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., Büyükişik, B., Parlak, H., Gökpınar, Ş., 1996. Eutrophication Processes And Algal Blooms (Red-Tides) İn İzmir Bay. Unep-Map Technical Reports Series No : 104 1-26.

Koray, T., Gökpınar, Ş., Yurga, L., 1999. İzmir Körfezi (Ege Denizi) Mikroplankton Topluluklarının Dağılımı Üzerine Kirliliğin Etkileri. Su Ürünleri Dergisi Cilt No:16, Sayı:3-4, P.421-431

Koray, T., 2001. Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt18 Sayı (1-2) 1-23.

Küçüksezgin, F., Balcı, A., Kontaş, A., Altay, O., 1995. Disribution Of Nutrients And Chlorophyll-A İn The Aegean Sea. Oceanologica Acta Vol. 18 No:3.

Lohrer, A.M., Wetz, J., 2003. Dredging-İnduced Nutrient Release From Sediments To The Water Column İn A Southern Saltmarsh Tidal Creek. Marine Pollution Bulletin 46 1156-1163.

Meyer-Reil, L. A., Köster, M., 2000. Eutrophication Of Marine Waters. Marine Pollution Bulletin Vol. 41 Nos. 1-6 pp. 255 263.

Mocheva, S., Skretas, Gotsis., Pagov, K., Krastev. A., 2001.Phytoplankton Bloom İn Black Sea And Mediterranean Coastal Ecosystems Subjected To Anthropogenic Eutrophication: Similarities And Differnces. Estuarine Cooastal And Shelf Science : 281-295.

Morris, I., 1980. The Physiological Ecology Of Phytoplankton.(Studies In Ecology; Vol 7) University Of California Press. P. 621 ISBN:0-632-00395-2

Öber, A., 1972. İzmir Körfezi'nde Ceratium Genusunun Kalitatif Ve Kantitatif Yönden Araştırılması. E.Ü. Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi No:77 21 Sf.

Parlak, H., Büyükkışık, B., Koray, T., 1994. İzmir Körfezi'nde Meydana Gelen Plankton Patlamalarının Cu, Fe, Zn Konsantrasyonlarıyla İlişkileri E.Ü Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Ek 16/1, 197-206

Sabancı, Ç. F., Koray, T., 2001. İzmir Körfezi (Ege Denizi) Mikroplankton'unun Vertikal Ve Horizontal Dağılımına Kirliliğin Etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt 18, Sayı (1-2):187-202.

Santhanam, R., Srinivasan, A., 1996. Impact Of Dinoflagellat Dinophysis Caudata Bloom On The Hydrography And Fishery Potentials Of Tuticorin Bay, South India. Harmful And Toxic Algal Blooms İntergovernmental Oseanographic Commission Of Unesco

Stricland, J.D.M , Parsons , T.R 1972 . A Practical Handbook Of Sea Water Analysis Bulletin 167 , Fisheries Res. Board Of Canada , Ottawa.

Sunlu, F.S., Sunlu, U., 2001. Temporal Variations Of Nutrients And Chlorophyll- A In Urla Coast (İzmir Bay, Aegean Sea, Turkey) Rapp. Comm. İnt. Mer. Medit 36.

Tomas, C. R., 1997. İdentifying Marine Phytoplankton. Academic Press p.858 ISBN : 0-12-693018-X

Wood, R.D , 1975. Hydrobotanical Methods . University Of Park Pres , London 173 p.