

77493

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Su Ürünleri Anabilim Dalı

10.7777.1000.000

(DOKTORA TEZİ)

77493

**DEM LİMANINDA (ÇANDARLI KÖRFEZİ) FİTOPLANKTON
POPULASYON DİNAMİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Hazırlayan: Hilal AYDIN

1998 - İZMİR

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

III

KABUL VE ONAY SAYFASI

Hilal AYDIN'ın DOKTORA TEZİ olarak hazırladığı Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) Fitoplankton Populasyon Dinamiği Üzerine araştırmalar adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek *oybirliği* ile kabul edilmiştir.

Adı soyadı

Başkan: **Prof.Dr.Baha BÜYÜKİŞİK**

Üye : **Prof.Dr.Hüseyin UYSAL**

Üye : **Prof.Dr.Hatice PARLAK**



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
/...../.....gün ve...../..... sayılı kararı ile
onaylanmıştır.

Prof.Dr.İsmet ERTAŞ
Enstitü Müdürü.

ÖZET

***DEM LİMANINDA (ÇANDARLI KÖRFEZİ) FİTOPLANKTON
POPULASYON DİNAMİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR***

AYDIN, Hilal

Doktora Tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Baha Büyükkışık

Ocak, 1998, 77 sayfa

Bu çalışmada, Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) balık üretme çiftliklerinin atık sularını bıraktıkları bölge yakınındaki iki istasyonda su kalitesi parametreleri ile fitoplankton topluluklarının yıl boyunca değişiminin incelenmesi amaçlandı.

Bu bölgede ilk defa yapılan araştırmada seçilen istasyonlarda kuluçkahaneye giren ve çıkan deniz suyunda yaklaşık 15 günlük aralıklarla bir yıl boyunca (Aralık, 1994-1995) su örnekleri alındı.

Su kalitesini belirlemek amacıyla nutrientler nitrat, nitrit, amonyum, silikat, fosfat ve diğer fiziko-kimyasal parametreler Chla, P.O.C. Feopigment, pH, sıcaklık, tuzluluk ve ışık şiddeti ölçülerek bunların fitoplankton populasyon dinamiği üzerine etkileri belirlenmeye çalışıldı.

Anahtar Sözcükler: Fitoplankton, Populasyon dinamiği, Diyatom

ABSTRACT

***THE RESEARCH ON PHYTOPLANKTON POPULATION
DYNAMICS AT DEM HARBOUR (ÇANDARLI BAY)***

AYDIN, Hilal

PhD in Fishery Faculty

Supervisor: Prof. Dr. Baha Büyükkışık

January, 1998, 77 pages

In this study, it is aimed to investigate the yearly changes in the water quality parameters and phytoplankton groups at two stations at Dem Harbour (Çandarlı Bay) near to places where fish farms discharge their waste waters.

In this research which is the first study realised in this region, water samples were collected from the inputs and outputs of fish farms located in the selected stations at around 15 days time intervals during 1 year, between December 1994 and 1995.

In order to determine the water quality, nutrients; nitrate, nitrite, ammonia, silicate, phosphate and other physico-chemical parameters such as, Chla, P.O.C., Phaeopigments, Temperature, pH, Salinity and Light intensity are measured and their effects on the phytoplankton dynamics are studied.

Keywords: Phytoplankton, Population dynamics, Diatom

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını bana öneren, tez süresince her konuda yardımcı olan değerli hocam ve tez danışmanım Prof.Dr.Baha Büyükişık'a, arazi çalışmalarında büyük destekler sağlayan başta Süha Büyükişık olmak üzere tüm EGEM DENİZ ÜRÜNLERİ çalışanlarına, fitoplankton tür tespitinde yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr.Tufan Koray'a ve bana destek veren tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürler.

(Bu çalışma Egem Deniz Ürünleri A.Ş. tarafından desteklenmiştir.)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOT	4
3. BULGULAR	6
3.1. Araştırma Ortamının Fiziko-Kimyasal	
Parametreleri	6
3.1.1. Nutrient Oranları	23
3.1.2 Dem Limanında (Çandarlı Körfezi)	
Kuluçkahaneli Balık Çiftliklerinin Atıklarını Bıraktığı	
Bölgedeki İki İstasyonda Fitoplakton Türlerinin Kali-	
tatif ve Kantitatif Dağılımları ve Ortam Faktörlerinin	
Kommünite Yapılarına Etkileri	27
3.1.3. Fitoplankton Tür Süksesyonu ve	
Biyomasın (Chla) Yıl Boyunca Değişimi	48
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	54
5. ÖNERİLER	64
6. KAYNAKLAR DİZİNİ	65
7. ÖZGEÇMİŞ	76

VIII

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) örnekleme istasyonlarının yeri.	4
3.1 Giriş ve çıkış suyunda sıcaklığın yıl boyunca değişimi	8
3.2 Giriş ve çıkış suyunda tuzluluğun yıl boyunca değişimi	8
3.3 Giriş ve çıkış suyunda pH'ın yıl boyunca değişimi	9
3.4 Işık şiddetinin yıl boyunca değişimi	11
3.5 Giriş ve çıkış suyunda oksijenin yıl boyunca değişimi	11
3.6 Giriş ve çıkış suyunda silikatin yıl boyunca değişimi	13
3.7 Giriş ve çıkış suyunda fosfatın yıl boyunca değişimi	13
3.8 Giriş ve çıkış suyunda amonyumun yıl boyunca değişimi	15
3.9 Giriş ve çıkış suyunda nitritin yıl boyunca değişimi	15
3.10 Giriş ve çıkış suyunda nitratın yıl boyunca değişimi	18
3.11 Giriş ve çıkış suyunda klorofilin yıl boyunca değişimi	18
3.12 Giriş ve çıkış suyunda P.O.C. nin yıl boyunca değişimi	20
3.13 Giriş ve çıkış suyunda feopigmentin yıl boyunca değişimi	20
3.14 Giriş suyunda feopigment, P.O.C ve sıcaklığın yıl boyunca değişimi	21
3.15 Çıkış suyunda feopigment, P.O.C ve sıcaklığın yıl boyunca değişimi	21

3.16 Giriş ve çıkış sularında <i>Nitzschia closterium</i> 'un yıl boyunca dağılımı	28
3.17 Giriş ve çıkış sularında <i>Nitzschia longissima</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	28
3.18 Giriş ve çıkış sularında <i>Nitzschia seriata</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	30
3.19 Çıkış suyunda <i>Nitzschia paradoxa</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	30
3.20 Giriş ve çıkış sularında <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	32
3.21 Giriş ve çıkış sularında <i>Thalassiothrix mediterranea</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	32
3.22 Giriş ve çıkış sularında <i>Leptocylindrus danicus</i> 'un yıl boyunca dağılımı	33
3.23 Giriş ve çıkış sularında <i>Pleurosigma elongatum</i> 'un yıl boyunca dağılımı	33
3.24 Giriş ve çıkış sularında <i>Climacosphenia moniligera</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	35
3.25 Giriş ve çıkış sularında <i>Licmophora abbreviata</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	35
3.26 Giriş ve çıkış sularında <i>Cocconeis sp.</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	36
3.27 Giriş ve çıkış sularında <i>Naviculoid diyatom</i> 'un yıl boyunca dağılımı	36
3.28 Giriş ve çıkış sularında <i>Striatella unipunctata</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	38

3.29 Giriş ve çıkış sularında <i>Grammatophora marina</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	38
3.30 Giriş ve çıkış sularında <i>Gyrosigma spencerii</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	39
3.31 Giriş ve çıkış sularında <i>Chateceros affine</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	39
3.32 Giriş ve çıkış sularında <i>Thalassionema nitzschioides</i> 'in yıl boyunca dağılımı	41
3.33 Giriş ve çıkış sularında <i>Prorocentrum micans</i> 'in yıl boyunca dağılımı	41
3.34 Giriş ve çıkış sularında <i>Gonyaulax sp.</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	43
3.35 Giriş ve çıkış sularında <i>Ceratium furca</i> 'nın yıl boyunca dağılımı	43
3.36 Giriş ve çıkış sularında <i>Eutroptiella gymnastica</i> 'nin yıl boyunca dağılımı	44
3.37 Giriş ve çıkış sularında <i>Siliyar</i> 'in yıl boyunca dağılımı	44
3.38 Giriş suyunda Net, Nano ve Pikoplanktonun yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler	46
3.39 Çıkış suyunda Net, Nano ve Pikoplanktonun yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler	46
3.40 Giriş suyunda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi	49
3.41 Çıkış suyunda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi	51

1. GİRİŞ

İzmir Körfezi ve çevresinde kirliliğin etkilerini ortaya çıkarmak için yapılan çalışmalardan birisi de besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton toplulukları ile ilgili araştırmalardır. Gesamp (1990)'a göre, Kirlenme: Deniz çevresine insanoğlu tarafından gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak verilen madde veya enerji sonucunda deniz canlıları için zararlı olan, balıkçılık da dahil olmak üzere denizdeki aktiviteyi değiştiren, deniz suyunun kullanımında kaliteyi bozan ve denizin sunduğu hoş ve konforlu yönleri azaltan faktörlerin tümü olarak tanımlanır.

İzmir Körfezi'nde kirlenme ile ilgili ilk kayıtlar Numann (1959) tarafından balık kırılması (red-ride) olarak rapor edilmiştir. Acara ve Nalbantoğlu (1960) tür adı verilmeksizin red-tide olayı olarak tekrar ele alınmıştır.

İlk çalışma Seyir-Hidrografi ve Oşinografi Dairesi tarafından 1962 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada körfezdeki çeşitli istasyonlarda suların sıcaklığı, tuzluluğu, yoğunluğu ve berraklığı saptanmıştır.

Geldiay vd. (1975) iç körfezde saptadıkları 10 istasyonda fiziko-kimyasal parametrelerin yıllık değişimlerini izlemişlerdir. İç körfezde kirliliğin Mayıs 1978 - Mayıs 1979 yılları arasında neden olduğu bazı biyolojik ve hidrografik etkilerini inceleyerek körfezin bentik formlarına bağlı kirlilik zonlarının ayrımı yapılmıştır (Kocataş ve Geldiay 1979, 1980).

İzmir Körfezi fitoplanktonunda önemli yere sahip genuslar *Rhizosolenia spp.* (Gökpinar, Koray 1983), *Ceratium spp.* (Koray, Gökpinar 1983), balık kırılmasını oluşturan organizmalar (Koray, 1984), ikincil üretimi kontrol eden faktörler (Koray, Büyükkışık, Gökpinar, 1990), İzmir Körfezinde gözlenen aşırı üreme olayları (Koray vd., 1992a, 1992b; Cirik vd., 1991) çalışılmıştır.

İç körfezde nutrientlerin horizontal dağılımları ile ilgili çalışmalar 1982 yılında başlatılmış olup (Büyükişık 1983; Büyükişık 1983-1984), bunu vertikal dağılımların araştırılması izlemiştir (Büyükişık, 1986; Büyükişık ve Erbil, 1987). İzmir Körfezi'nde oksijen seviyeleri ve biyolojik aktivite ile ilişkileri Büyükişık ve Koray (1984); Büyükişık (1987) tarafından araştırılmıştır. Toksik türlerin aşırı çoğalmaları ile primer ekolojik faktörlerin ilişkileri incelenmiştir (Koray ve Büyükişık, 1988). 1984 yılında Büyükişık tarafından ilk kez klorofil ölçümleri yapılarak nutrient oranları ile birlikte rapor edilmiştir. 1972'de ilk defa yapılan C^{14} ölçümleri (Geldiay ve Uysal, 1978) 1990 yılındaki deneylerle karşılaştırılarak 4 kat arttığı ortaya konmuştur (Büyükişık ve ark., 1994). Büyükişık (1990) tarafından daha detaylı yapılan klorofil a ölçümleri ve nutrientlerin 1988-1989 yılları arasındaki seviyeleri Ege Denizi değerleri ile karşılaştırılarak ve klorofil seviyelerinin azotlu bileşiklerde artışa bağlı olarak arttığı ortaya konmuştur.

Protozooplankton aktivitesini belirten feopigment seviyeleri aynı zamanda rapor edilmiştir (Büyükişık, 1990). 1993 yılından itibaren nehirlerin nutrient yükleri ve fitoplankton büyüme hızları ile birlikte Monod Kinetiği çalışmaları başlatılmıştır (Aydın ve Büyükişık 1994; Büyükişık vd., 1994; İzgören ve Büyükişık, 1994). Kirlilikle ilgili çalışmalar daha çok İzmir iç körfezi ve dış körfezde yoğunlaşmaktadır. Aşırı kirlilik yükünün etkisinde olan İzmir Körfezinin 38.55°N ve 27.03°E' de yer alan Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) 1993 yılı içerisinde kuluçkahanedeki balık çiftliklerinin kurulmasıyla birlikte bunların atıklarını alan bölgede fitoplankton tür kompozisyonu ve populasyon dinamiği çalışmalarının yapılması önem kazanmaktadır. Ancak şimdiye kadar bu bölgede bu konuda çalışma yapılmamıştır.

Akuakültür üretimi tüm dünyada hızla artmakta ve günümüzde dünya balık üretiminin %12' sini oluşturmaktadır. FAO'nun (1990) sunduğu rapora göre; 14,47 milyon ton akuakültür üretiminin %56' sı acısu ve deniz ortamından elde edilmektedir. Bununla beraber bazı kıyısız bölgelerde balık çiftliklerinin hızlı artışı suyun nutrientçe zenginleşmesi ve biyodiversitede değişikliklere

neden olarak önemli sosyo-ekonomik sonuçlara yol açmaktadır (Gesamp,1990). Çözünmüş organik maddelerin ortama bırakılmasıyla (vitaminler gibi) aynı zamanda fitoplankton türlerinin toksisitesi ve gelişimi üzerine etki edebileceği öne sürülmektedir (Gowen and Bradbury, 1987).

Balık çiftlikleri bir yandan alternatif besin kaynakları yaratmakla beraber kontrollü yapılmadığı zaman doğal çevreye zarar verebilmektedir. Balık çiftliklerinden bırakılan nutrientlerle deniz ortamının zenginleşmesi ve bunun sonucunda fitoplankton biyomasında artış Finlandiya kıyılarında gözlenmiştir (Nolato et al., 1985).

Son yıllarda balık çiftliklerinde zararlı alglerin neden olduğu toplu balık ölümleri gözlemlendi (Tangen 1977; Jones et al., 1982). Bununla birlikte, bu zararlı alglerin bulunuşu ve balık çiftliklerinin atıklarının buna neden olması ile ilgili yeterli kanıt yoktur (Gesamp, 1991).

Ancak tüm bunlar gözönüne alındığında deniz ortamının su kalitesinin incelenmesi akuakültür açısından büyük önem taşımaktadır.

Aşırı nutrient girdisi ve beraberinde fitoplanktondaki artış ötrofikasyona neden olabilmektedir.

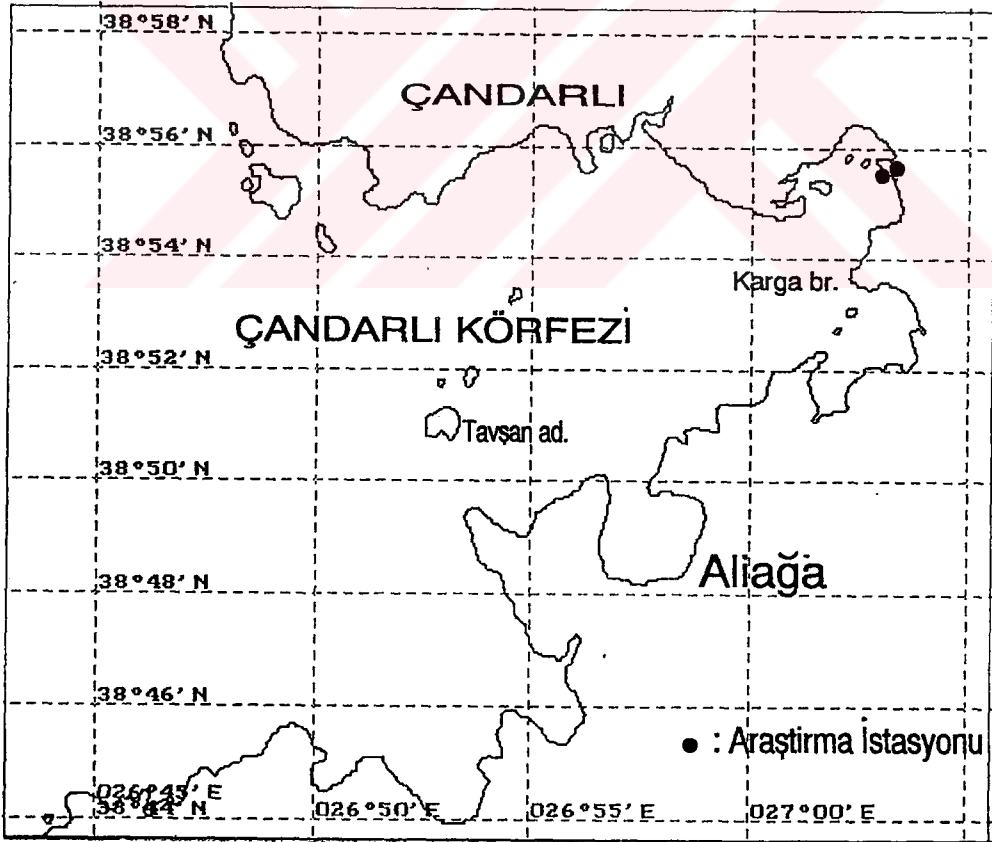
Yetiştiricilik sahalarındaki ötrofikasyonun derecesini suyun kimyasal, biyolojik, fiziksel (su değişim hızı gibi) karakteristiklerini akuakültür metodu ve üretimin büyüklüğü belirlemektedir (Gesamp, 1991).

Tüm bunlar gözönüne alındığında balık çiftliklerinin etkilerini belirlemek için daha fazla araştırmaya gereksinim olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Dem Limanı kıyısında kurulan kuluçkahaneli balık çiftliklerinin atıklarını alan bu bölgenin su kalitesi ve ekolojik yapısının bilinmesi Dem Limanının şimdiki durumu ve geleceği

hakkında bilgi edinmemizi sağlayacaktır. Ayrıca yapılan çalışma bölge için ilk olma özelliğini taşımakta ve gelecek araştırmalar için veri tabanı oluşturmaktadır. Kirlenmenin ileride ulaşabileceği düzey ve alınması gereken önlemler bu verilerin incelenmesi ile ortaya konabilecektir.

2.MATERYAL VE METOT

Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) balık üretme çiftliklerinin atık sularını bıraktıkları bölge yakınındaki istasyonda kuluçkahaneye giren ve çıkan deniz suyunun kalitesini ve bunun fitoplankton popülasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla (Aralık 1994-1995) bir yıl boyunca yaklaşık 15 günlük arayla örnekleme yapıldı (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) örnekleme istasyonlarının yeri.

Bu her iki istasyondan iki hafta aralıklarla alınan su örneklerinin sıcaklığı °C olarak civalı termometre ile (0.1°C duyarlıkta), pH değerleri pHep-pH Electronic Papier (HANNA Ins.), çözülmüş oksijen konsantrasyonları mg/l olarak Strathkelvin instrument Model 781 oksijenmetre ile, klorofil (Chl) konsantrasyonu model 10AU Field Turner Fluorometre ile istasyonda zaman kaybetmeden yapıldı. Ayrıca arazide alınan su örneklerinden toplam Chla (invivo) içeriğinin fluorometre ile (Turner Desing 10AU) ölçümü derhal yapıldı. Sırasıyla 3µm, 20µm ve 58µm göz açıklığı olan filtrelerden süzülme ve süzülen örneklerin Chla içeriği fluorometre ile saptandı. Ölçüm sonuçları sıralanan formüller aracılığı ile Net, Nano ve Pikoplankton Chla içerikleri saptandı.

Chlatot-Chla20µm=ChlaNet (Net Plankton),
 Chlatot -Chla58µm=Chla58µm (Net Plankton)
 Chla20µm - Chla 2µm= ChlaNano (Nano plankton),
 Chla 2µm = Chlapiko (Pikoplankton)

İstasyonda 1 lt'lik su örnekleri (giriş ve çıkış) sonuç konsantrasyonları %4 olacak şekilde %40 lık formaldehit ile tespit edildi. Işık şiddeti Quantum Instruments Photometer 1 ile ftCd. olarak istasyonda ölçüldü.

Salinite değerleri Mohr Knudsen Yöntemi, Nitrat, nitrit, amonyum, silikat ve fosfat analizleri 1 lt'lik polietilen şişeye alınan örneklerden (Strickland and Parsons 1972; Wood 1975) laboratuvarında yapıldı. Nutrient absorbansları Bosh-Lomb Spectronic 21UVD Model Spectrofotometre de okunarak değerlendirildi. POC, Chla ve Feopigment analizleri (Strickland and Parsons, 1972) laboratuvarında yapıldı. Fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi için her iki istasyondan alınan 1 lt'lik su örnekleri formaldehit ile final konsantrasyonu %4 olacak şekilde tespit edilerek çöktürüldü ve berrak su sifonla uzaklaştırılarak 1.5 ve 3 ml final hacime konsantre edildi.

Konsantre örneklerden alınan alt örneklerle BH₂ model Olympus (B 061) faz kontrast mikroskop ve Fusch-Rosenthal sayım kamarası kullanılarak sayım ve tür teşhisi yapıldı.

Tür teşhisinde, Hendey ,1976; Cupp, 1977; Rampie and Bernard, 1978; Sournia, 1986 and Ricard, 1987'den yararlanıldı. Her iki istasyonda saptanan fitoplankton populasyonları arasında yıl boyunca farklı değişim olup olmadığını test etmek üzere PAIRED T TEST kullanıldı (FAO/IOC/UNEP, 1988).

İki data setinin yıl boyunca farklı olup olmadığını belirlemek için daha setinin birini diğerinden çıkartarak farklar (D) ve kareleri (D²) alınarak bulunmuş ve aşağıdaki formüller kullanılarak hesapla bulunan t değeri t tablo değeri ele karşılaştırılmıştır.

$$S_D = \sqrt{\left(\left(\sum D^2 - (\sum D)^2 / n \right) / (n-1) \right)}$$

$$S_{\bar{D}} = S_D / \sqrt{n}$$

$$t = \sum D / S_{\bar{D}}$$

$$t_{cal} > t_{tab} \text{ Ho Red}$$

Hesapla bulunan $t_{cal} > t_{tab}$ ise her iki data setinin aynı popülasyondan geldiği hipotezi (Ho) red edilmektedir. Aksi halde kabul edilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bilgisayara aktarıldı. QUADRO-PRO ve GRAPHER çizim programları kullanılarak bu tezde yer alan grafikler elde edildi.

3. BULGULAR

3.1. Araştırma Ortamının Fiziko-Kimyasal Parametreleri:

Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) kuluçkahaneli balık çiftliklerinin bulunduğu ve bunların atık sularını alan bölgede seçilen

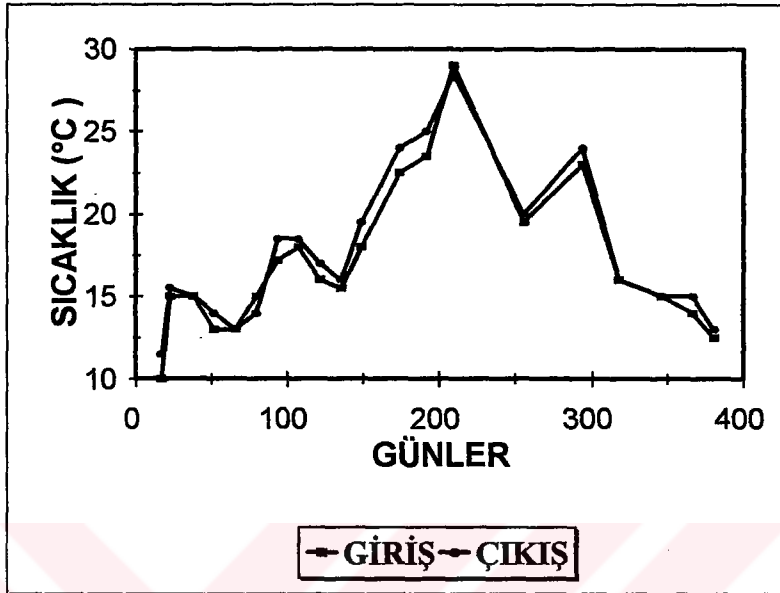
iki istasyondan 1994 Aralık- 1995 Aralık tarihleri arasında yaklaşık 15 günlük periyodlar halinde alınan yüzey suyu örneklerinde 5 fiziko-kimyasal, 5 nutrient ve 3 biyolojik parametre ölçümü yapılmıştır.

Sıcaklık: Çiftliklerin giriş ve çıkış sularından alınan örneklerde yapılan sıcaklık ölçüm değerleri (Şekil 3.1) incelendiğinde giriş suyunda en düşük sıcaklık 10 °C ve çıkış suyunda 11.5°C olarak Aralık (1994) ayında saptandı. Giriş suyunda en yüksek sıcaklık 28.5°C, çıkış suyunda ise 29°C ile Haziran (1995) ayında saptanmıştır. Sıcaklık değişimleri yıl boyunca bu değerler arasında değişim göstermiş olup mevsimlere bağlı değişimler şekilde açıkça görülmektedir.

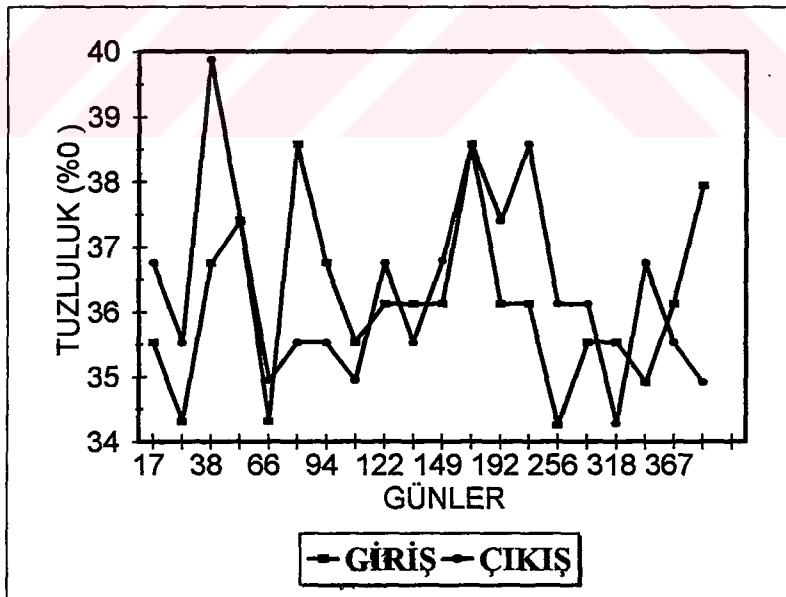
Kış aylarında her iki istasyonda sıcaklık düşüktür, ilkbaharda yükselmeye başlar yaz aylarında maksimum değerlere ulaşır, sonbaharda sıcaklıkta tekrar azalarak ve kış aylarında minimum değerlere yaklaşır. Su sıcaklığını bu bölgede etkileyen diğer bir etmende lodos ve poyrazın etkileridir. Lodos ile açıklarda oluşan dalgalar sığ suya geldiği zaman dalga yüksekliği artmakta ve dalgaların kırılmasıyla sığ bölgede dip çamurunun karışımına, dolayısıyla suyun bulanmasına neden olmaktadır. Halbuki poyraz estiği zaman kıyıda oluşan küçük dalgalar su sütununu tamamen alt üst edecek şiddette olmamaktadır. Bu nedenle poyrazda karışmadan yüzeye yükselen dip suyu nedeniyle su sıcaklığı düşmektedir. Lodosta ise su sıcaklığı daha yüksek kalmaktadır. Ayrıca çiftliklerin çıkış sularında sıcaklığın genellikle giriş suyuna göre 0.5-2.5°C daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da çiftliklerin doğal ortamda büyük termal değişime neden olmayacağını göstermektedir.

Tuzluluk: Tuzluluğun yıl boyunca değişimi incelendiğinde (Şekil 3.2) giriş suyunda en düşük değer ‰34.25 ile Ağustos, en yüksek değer ise ‰38.57 ile Mayıs ayında saptanmıştır. Çıkış suyunda ise en düşük değer ‰34.28 (Ekim) en yüksek değer ‰39.86 ile Ocak ayında saptanmıştır.

Tuzluluğun yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimleri incelendiğinde genellikle çıkış suyunda tuzlulukta artış gözlenmiştir.



Şekil 3.1. Giriş ve çıkış suyu sıcaklığının yıl boyunca değişimi.

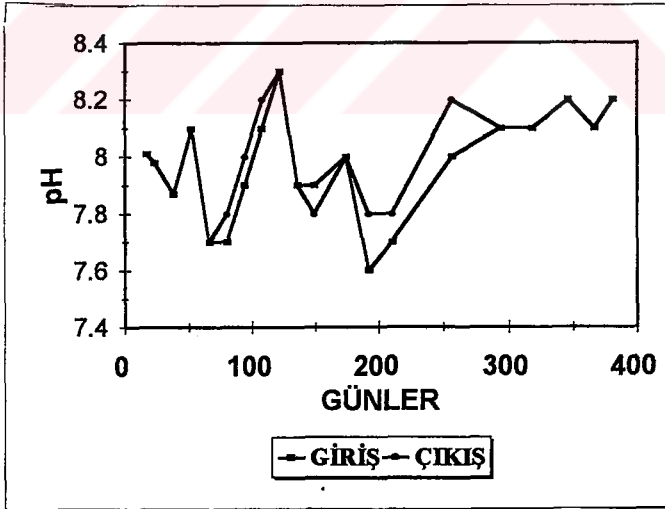


Şekil 3.2 Giriş ve çıkış suyu tuzluluğunun yıl boyunca değişimi.

Tuzluluğun özellikle çıkış suyunda zaman zaman yüksek değerlere ulaşmasının kuluçkahaneyi dolaşan suyun ısınarak buharlaşmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Yaz aylarında giriş ve çıkış suları arasındaki tuzluluk farkının az oluşu kuluçkahanenin uygulama protokolleri gereği tatlısu ilavesinden kaynaklanmaktadır.

pH'nın yıl boyunca her iki istasyondaki değişimleri (Şekil 3.3) grafikte görülmektedir. Giriş suyunda en düşük pH değeri 7.7 (Şubat ve Haziran), en yüksek 8.3 (Nisan), çıkış suyunda en düşük değer 7.7 (Şubat) ve en yüksek 8.3 (Nisan) olarak saptanmıştır.

Işık Şiddeti: Yıl boyunca su örneklerinin alındığı andaki ışık şiddetinin değişimi grafikte (Şekil 3.4) görülmektedir. Yıl boyunca saptanan en düşük ışık şiddeti 1130 ftCd. olup Şubat ayında en yüksek ışık şiddeti 8400 ftCd. ile Ağustos ayında saptanmıştır. Yıl boyunca ışık şiddetinin sonbahar ve kış aylarında düşük ilkbahar ve yaz aylarında ise yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir.



Şekil 3.3 Giriş ve çıkış suyunda pH 'nın yıl boyunca değişimi

Yıl boyunca pH'da giriş ve çıkış suları arasında çok büyük farklılıklar yoktur. Sonbahar ve kış aylarındaki düşüşü ilkbahardaki yüksek pH değerleri izlemiş yaz aylarındaki düşüşü sonbahar ve kış aylarındaki yükselmeler takip etmiştir.

Genelde fitoplankton çoğalmalarının olduğu aylarda (Nisan,Ekim,Kasım) pH'da artış ve zooplankton artışı ile pH'da düşüş belirgindir. pH'ın 8.3 ulaştığı Nisan ayında diyatom *Nitzschia closterium* çıkış suyunda maksimum hücre konsantrasyonuna (82.500-606.562 h/l) ulaşmıştır.Bu da pH'ın körfezdeki değişimi tamamen biyolojik aktiviteye bağlıdır (Büyükışık,1983) sonucuyla uyum içindedir.

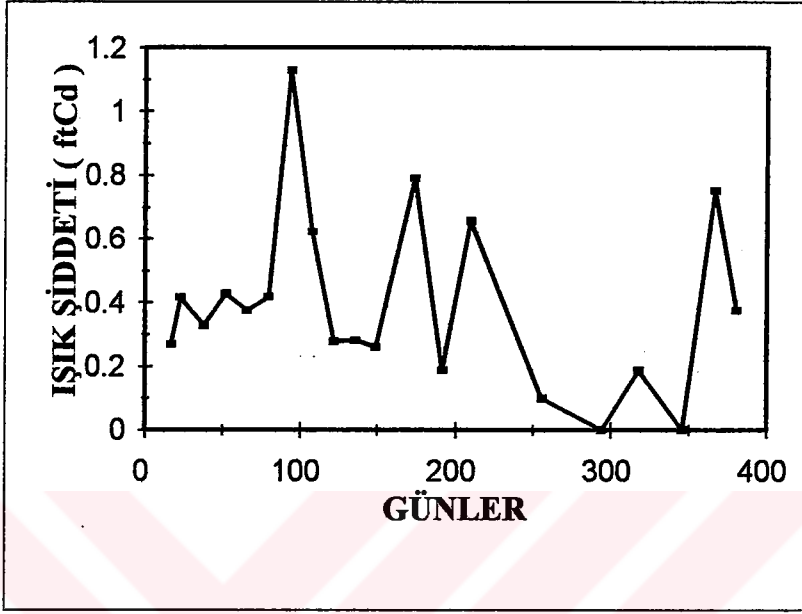
Ancak yine de Çandarlı Körfezi (Dem Limanı) için daha fazla araştırma yapmadan kesin sonuca varmak mümkün olmayacaktır.

Oksijen: Çözünmüş oksijenin yıl boyunca değişimi incelendiğinde (Şekil 3.5) giriş suyunda en düşük değer 6.5 mg/l ile Ağustos ayında, en yüksek değer ise 11.3 mg/l olarak Haziran ayında saptanmıştır.

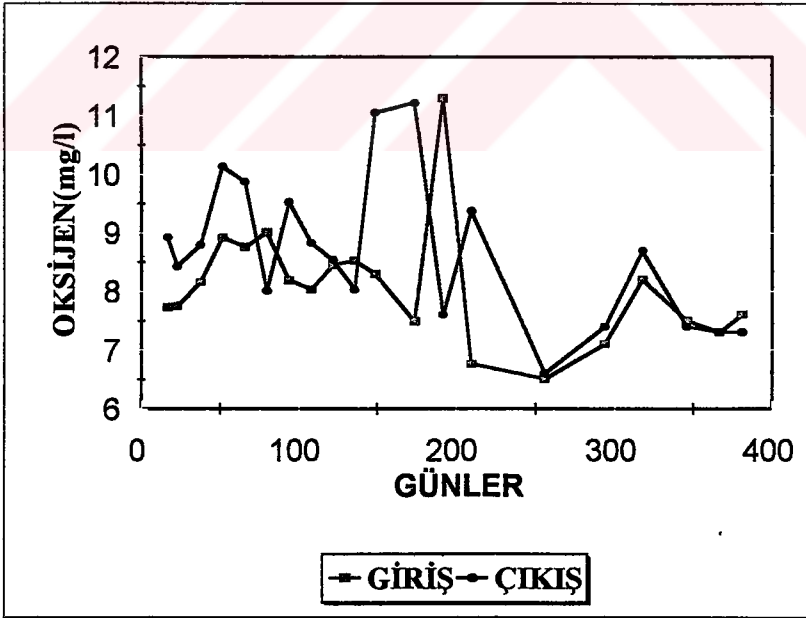
Çıkış suyunda en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6.6 mg/l olarak Ağustos ayında en yüksek 11.22 mg/l ile Mayıs ayında saptanmıştır.

Giriş ve çıkış suyunda çözünmüş oksijen değerlerinin aylara bağımlı olarak değişiminde çok büyük farklılıklar olmamakla birlikte genellikle çıkış suyunda çözünmüş oksijen konsantrasyonu giriş suyuna göre daha fazladır. Bu da çıkış suyundaki biyolojik aktiviteyle yani kuluçkahane içinden çıkan sudaki fitoplankterlerin fotosentetik aktivitesiyle açıklanabilir. Çözünmüş oksijenin maksimum değere ulaştığı gün (24.5.1995) *Cocconeis sp.*, *Naviculoid diyatom*, *Gonyaulax sp.* yüksek konsantrasyonlarda saptandı.

Silikat: Silikatın yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki konsantrasyon değişimleri grafikte (Şekil 3.6) görülmektedir.



Şekil 3.4 Işık Şiddetinin yıl boyunca değişimi



Şekil 3.5 Giriş ve çıkış suyunda oksijenin yıl boyunca değişimi.

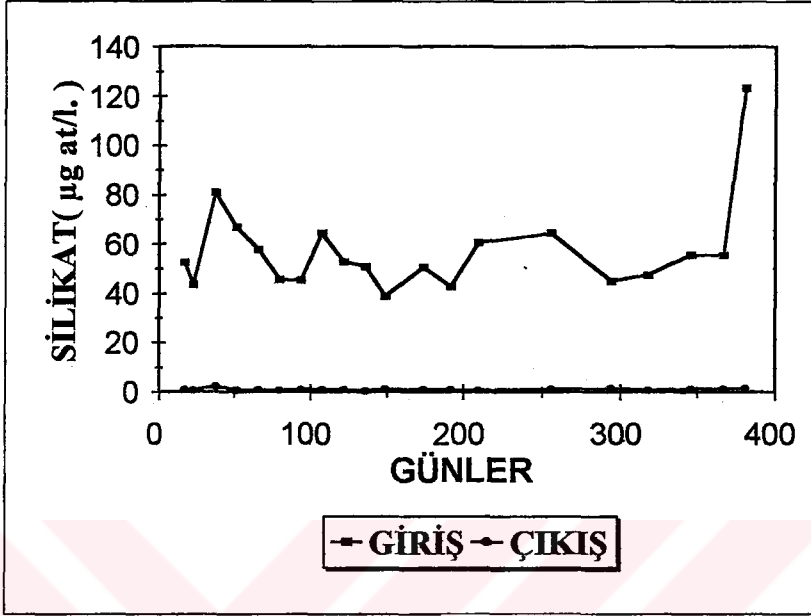
Giriş suyunda saptanan minimum konsantrasyon 27.74 $\mu\text{g.at Si/l}$ (Şubat) olup maksimum 63.19 $\mu\text{g.at Si/l}$ (Ocak) olarak saptanmıştır. Çıkış suyunda minimum konsantrasyon 38.89 $\mu\text{g.at Si/l}$ (Nisan), maksimum 123.48 $\mu\text{g.at Si/l}$ (Aralık 95) olarak saptanmıştır. Kış aylarında gözlenen maksimum değerler silikatın karasal kaynaklardan deniz suyuna girişini ifade etmektedir. Ayrıca çıkış suyundaki yüksek konsantrasyonlar çiftliklerden tatlısu ilavesini de kanıtlar niteliktedir. Aynı periyotta tuzluluğunda düşük seviyelerde olması %034.91 bunu desteklemektedir.

Çıkış suyunda saptanan yaz aylarındaki artış otlama aktivitesi ile ilgilidir. Bu aylarda Chla bağıl olarak düşük değerdedir. Yine bu aylarda giriş suyundaki silikat konsantrasyonundaki azalma diatom türlerinin aşırı çoğalarak silikatu kullanmasıyla açıklanabilir. Kış aylarında giriş suyunda silikat konsantrasyonundaki düşüş diatomların silikatu kullanmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumu Chla değerlerinin artışı da (0.00 $\mu\text{g/l'dan}$ 0.54, 0.75 $\mu\text{g/l'ye}$) desteklemektedir.

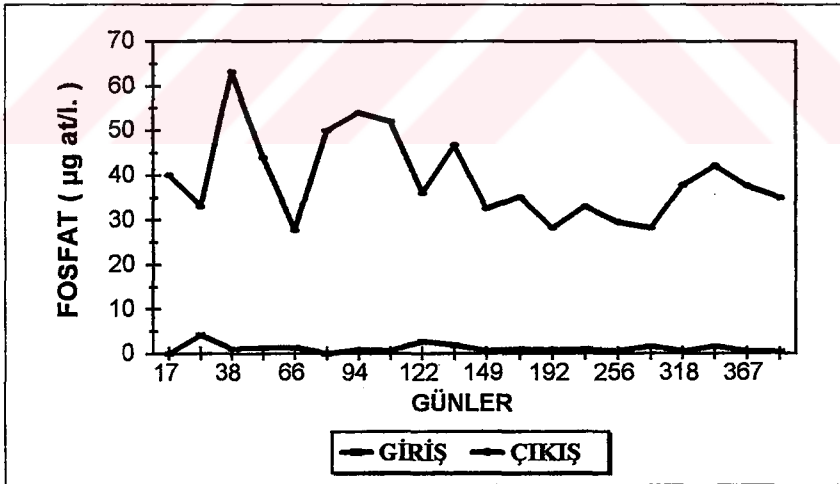
Fosfat'ın yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.7). Giriş suyunda minimum fosfat konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Aralık, Şubat, Mart, Nisan) olup, maksimum 0.48 $\mu\text{gat PO}_4\text{-P/l}$ (Ocak, Haziran) olarak saptandı.

Çıkış suyunda minimum fosfat konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Aralık, Şubat) maksimum 4.11 $\mu\text{gat PO}_4\text{-P/l}$ (Aralık) ayında saptanmıştır. Yıl boyunca giriş suyunda fosfat konsantrasyonları oldukça düşük seviyelerde gözlenmiştir. Sonbahar ve yaz aylarında konsantrasyonda yükselmeler olmakta ise de çıkış suyundan daha düşük değerlerde kalmaktadır.

Çıkış suyunda kış, ilkbahar ve sonbahar aylarındaki artışların farklı nedenleri vardır. Özellikle kış aylarındaki artış fosfatın direkt rejenerasyonu ile, ilkbahar aylarındaki artış zooplankton aktivitesi (otlama) yine sonbahardaki artış zooplankton otlaması ile ve kış aylarındaki artış çiftliklerde kullanılan yemin bozulmasıyla çıkış suyuna fosfat ilavesiyle açıklanabilir.



Şekil 3.6 Giriş ve çıkış suyunda silikatın yıl boyunca değişimi.



Şekil 3.7 Giriş ve çıkış suyunda fosfatın yıl boyunca değişimi.

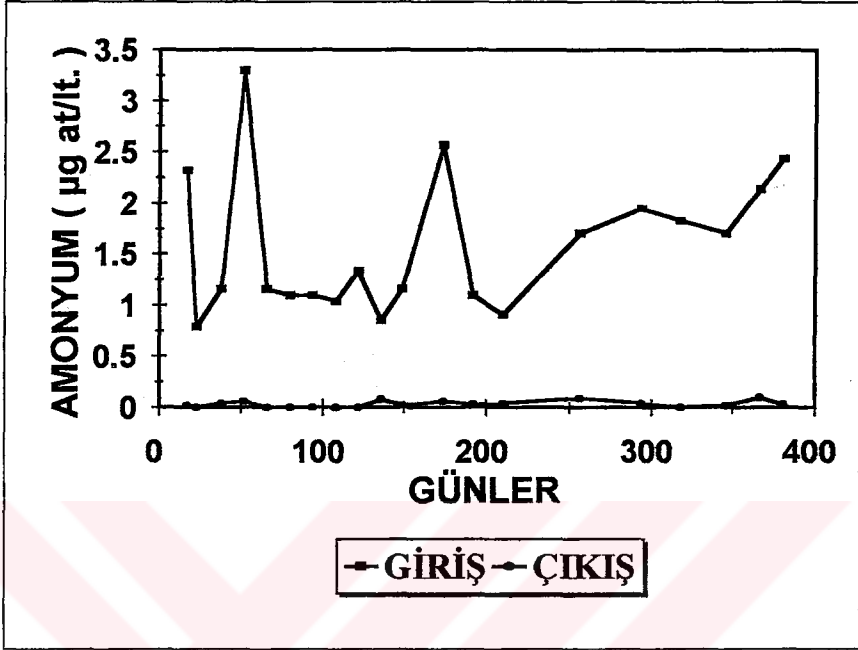
Çıkış suyunda fosfatın direkt rejenerasyonu ile artışı şu görüşlede desteklenmektedir. Su kolonunda fosfat organik formlardan azottan daha hızlı olarak yenilenebilir (Jackson and Williams 1985; Smith et al., 1986,1988).Çıkış suyunda yazın artan diyatom aktivitesiyle Chla'nın 3 $\mu\text{gChla/l}$ 'ye ulaşmasıyla fosfatın kullanımı, yem ve organik madde atıklarının rejenerasyonuyla gelen fosfattan daha fazladır. Bu nedenle yaz aylarında fosfat konsantrasyonları bağıl olarak düşüktür.

Amonyum'un yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.8). Giriş suyunda amonyumun minimum konsantrasyonu 0.42 $\mu\text{g at NH}_4\text{-N/l}$ (Nisan) olup maksimum 2.38 $\mu\text{g at NH}_4\text{-N/l}$ (Ocak) olarak saptandı. Çıkış suyunda ise minimum konsantrasyon 0.79 $\mu\text{g at NH}_4\text{-N/l}$ (Aralık 94), maksimum konsantrasyon 3.3 $\mu\text{g at NH}_4\text{-N/l}$ (Ocak) olarak saptandı. Giriş suyunda amonyum konsantrasyonları yıl boyunca genellikle düşük olup kış ve sonbahar aylarında yükselme eğilimi göstermiştir. Çıkış suyunda ise amonyum konsantrasyonlarında genellikle sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında yükselme göze çarpmaktadır. Amonyum konsantrasyonları giriş suyunda günlere bağıl olarak varyasyonlar göstermekte çıkış suyunda ise girişe göre bağıl artışlar kuluçkahanedeki süreçlerden kaynaklanmaktadır. Çıkış suyunda yaz aylarından itibaren amonyum konsantrasyonundaki yükseliş sonbahar ve kışa doğru artmaktadır. Yaz aylarındaki artış zooplankton aktivitesi ve kuluçkahanede kullanılan yemlerin bozunmasıyla ilgilidir.

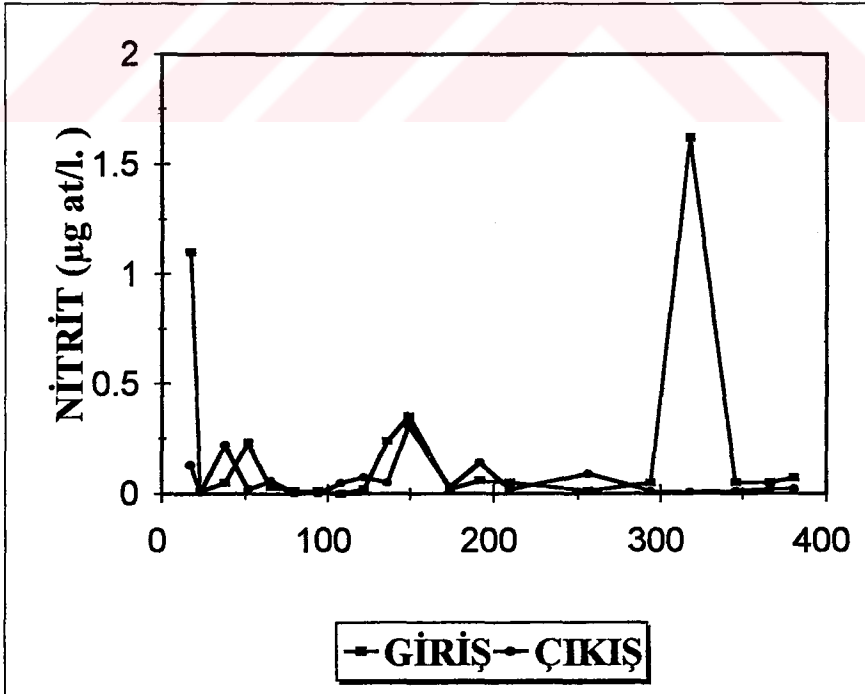
Nitritin yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.9).

Giriş suyunda nitritin konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Aralık,Şubat,Mart,Nisan,Ekim) olup, maksimum 0.1 $\mu\text{g at NO}_2\text{-N/l}$ (Aralık 95) olarak saptandı.

Çıkış suyunda nitrit konsantrasyonu 0.00 ölçüm limitlerinin altında (Mart) olup maksimum 1.62 $\mu\text{g at NO}_2\text{-N/l}$ (ekim) olarak saptandı. Nitrit konsantrasyonları giriş suyunda yıl boyunca çıkış



Şekil 3.8 Giriş ve çıkış suyunda amonyumun yıl boyunca değişimi.



Şekil 3.9 Giriş ve çıkış suyunda nitritin yıl boyunca değişimi.

suyuna göre düşük konsantrasyonlarda olduğu gözlenmiştir. Özellikle Ekim ve Aralık aylarında çıkış suyunda yılın en yüksek değerlerine ulaşan nitrit, giriş suyunda çok düşük hatta ölçülemez seviyede idi. Çıkış suyunda nitrit ve nitratın bu aylardaki yükselişi nitrifikasyona işaret etmektedir. Çıkış sularında nitritin yıl boyunca değişimlerini genel olarak bir faz farkıyla NO_3 değişimleri izlemektedir. Bu durum kuluçkahanede nitrifikasyonun varlığını göstermektedir. Grafikte görülen giriş ve çıkış suyu arasındaki farklar nitrifikasyonla oluşan nitrite karşılık gelmektedir.

Nitritin özellikle giriş suyunda sonbahar ve ilkbahar aylarındaki azalışı bu nütrientin fitoplankterlerce azot kaynağı olarak kullanılmasının yanı sıra, serbest radikallere dönüşümünün ($\text{NO}-\text{NO}_2$) nitrit kaybına etkisi olduğu söylenebilir.

Nitratın yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.10). Giriş suyunda nitratın minimum konsantrasyonu $0.001 \mu\text{g at NO}_3\text{-N/l}$ (Mart), maksimum $0.31 \mu\text{g at NO}_3\text{-N/l}$ (Nisan) olarak saptanmıştır.

Çıkış suyunda minimum nitrat konsantrasyonu $0.01 \mu\text{g at NO}_3\text{-N/l}$ (Kasım) olup, maksimum konsantrasyon $0.96 \mu\text{g at NO}_3\text{-N/l}$ (Eylül) olarak saptanmıştır.

Yıl boyunca nitrat giriş suyunda oldukça düşük konsantrasyonlarda olup Ocak ve Nisan aylarında belirgin bir artış göstermiştir. Çıkış suyunda nitrat konsantrasyonundaki artışlar genellikle Mart aylarında başlar yaz aylarındaki düşüşü Eylül ayındaki yüksek konsantrasyon takip eder ve Aralıkta tekrar az bir artış takip eder. Nitrat konsantrasyonundaki artışı sudaki vertikal karışım ve nitrifikasyonla açıklamak mümkündür. Lodos ile su sıcaklığındaki artışı takiben NO_3 artışları nitrifikasyonun sıcaklığa bağımlılığını gösterir niteliktedir. Yaz sonlarından Ekim başlarına kadar kuluçkahanede ticari aktivitenin durması nitrifikasyonunda yani NO_3 'ün olmayışı ile karakteristiktir.

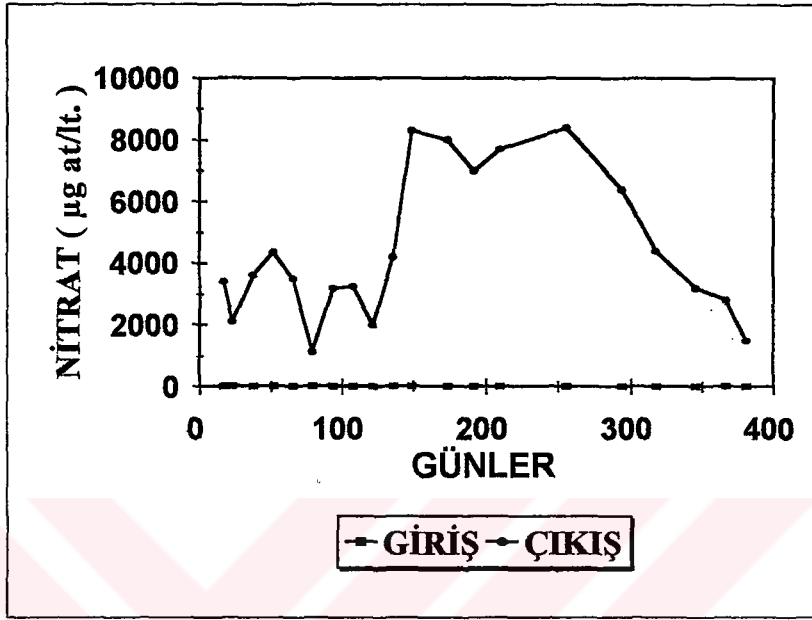
Klorofil a'nın yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.11). Giriş suyunda Chla'nın minimum konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Eylül, Kasım), maksimum 1.13 $\mu\text{g Chla/l}$ (Haziran) olarak saptanmıştır.

Çıkış suyunda minimum Chla konsantrasyonu 0.18 $\mu\text{g Chla/l}$ (Eylül), maksimum 5.46 $\mu\text{g Chla/l}$ (Nisan) olarak tespit edilmiştir.

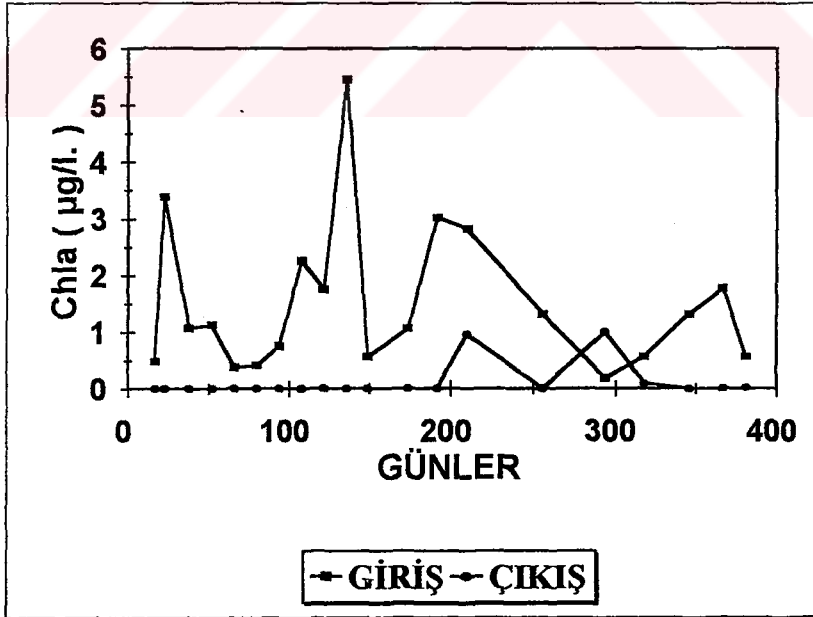
Giriş suyunda Chla'nın yıl boyunca değişimi incelendiğinde oldukça düşük değerler göze çarpmaktadır. Sonbahar ve kış aylarında düşüş gösteren Chla konsantrasyonu ilkbahar aylarında artış göstermiş, yaz sonu tekrar düşmüş ve sonbahardaki kısa süreli artışı kış ayları başındaki düşüş takip etmiştir. Giriş suyunda saptanan bu düşük Chla konsantrasyonları biyolojik aktivitenin çok az olduğunu kanıtlar niteliktedir. Giriş suyunda Chla konsantrasyonunu (1.13 $\mu\text{g Chla/l}$) maksimuma eriştiğinde *N.closterium*, *Leptocylindrus danicus* ve *Naviculoid diatom* ortamda baskın türler olarak tespit edilmiştir.

Çıkış suyunda Chla konsantrasyonun kış, ilkbahar, yaz aylarının başında artış gösterdiği ve sonbaharda tekrar yükseldiği gözlemlendi.

Çıkış suyunda Chla'nın en yüksek konsantrasyona ulaştığı (5.46 $\mu\text{g Chla/l}$). Nisan ayının ortalarında diatom *N.closterium*'un 606.562 h/l'tye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu da Chla konsantrasyonunun biyolojik aktiviteyle ilgili olduğunu kanıtlar niteliktedir. Ayrıca aynı gün ışık şiddeti yılın en yüksek değerlerinden olan 8300 ftCd. olarak saptandı. Chla'nın çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yüksek değerlerde olması kuluçkahanelerden bırakılan atıkların bu sahayı nutrientçe zenginleştirmesiyle açıklanabilir. Ayrıca tespit ettiğimiz bu sonuç farklı araştırmacıların klorofil ile ilgili saptamalarıyla paralellik göstermektedir. Bunlar, klorofil ve türevleri su ekolojisinde oldukça önemlidir. Çünkü bunlar biomas (Chla), taksonomik kompozisyon (Chls-b ve c) ışık adaptasyonu, fitoplanktonunun fizyolojik durumu, algal detritusun bolluğu ve otlama baskısı (feopigment) ile ilgili bilgiler sağlar (Neveux, 1988). Öfotik zonda birçok doğal işlem klorofil ve feopigment



Şekil 3.10 Giriş ve çıkış suyunda nitratın yıl boyunca değişimi.



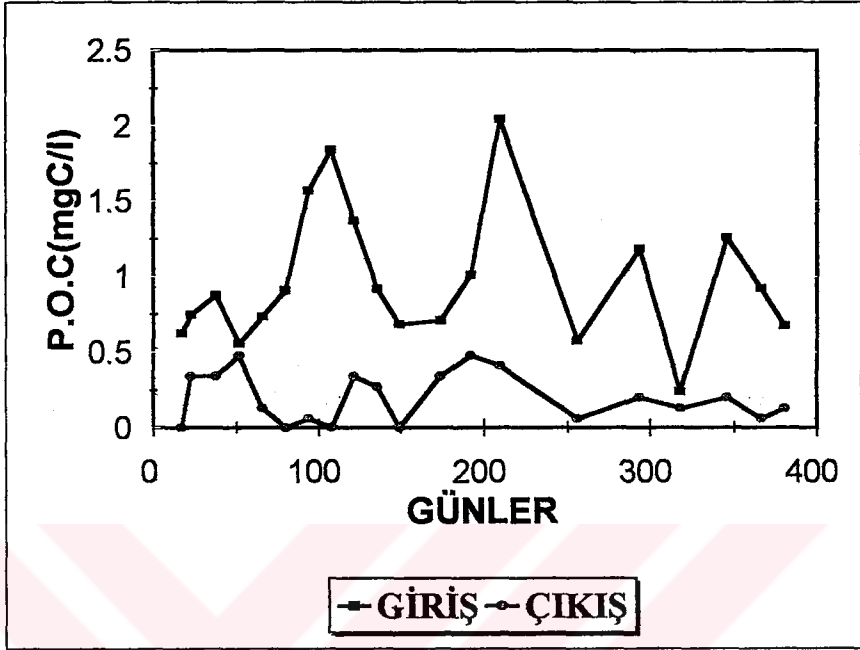
Şekil 3.11 Giriş ve çıkış suyunda klorofilin yıl boyunca değişimi.

konsantrasyonlarını etkiler. Bunlar fitoplankton gelişimi, zooplankton otlaması, hücrenin batma hızı, yaşlanması, fotodegradasyon, fekal pelletin batma hızı, fiziksel karışım ve advectif taşınımıdır (Welshmeyer ve Lorenzen,1985). Klorofil konsantrasyonlarındaki değişimler sıcaklıkta gözlenen değişimlerle doğru orantılı bir bağıntı sergilemektedir Mikrozooplanktonun otlama aktivitesinin bir ölçümü olan feopigment konsantrasyonları arttığında Chla pikleri bağıl olarak daha düşük olmaktadır. Diğer bir deyişle klorofildeki dalgalanmaları yumuşatmaktadır.

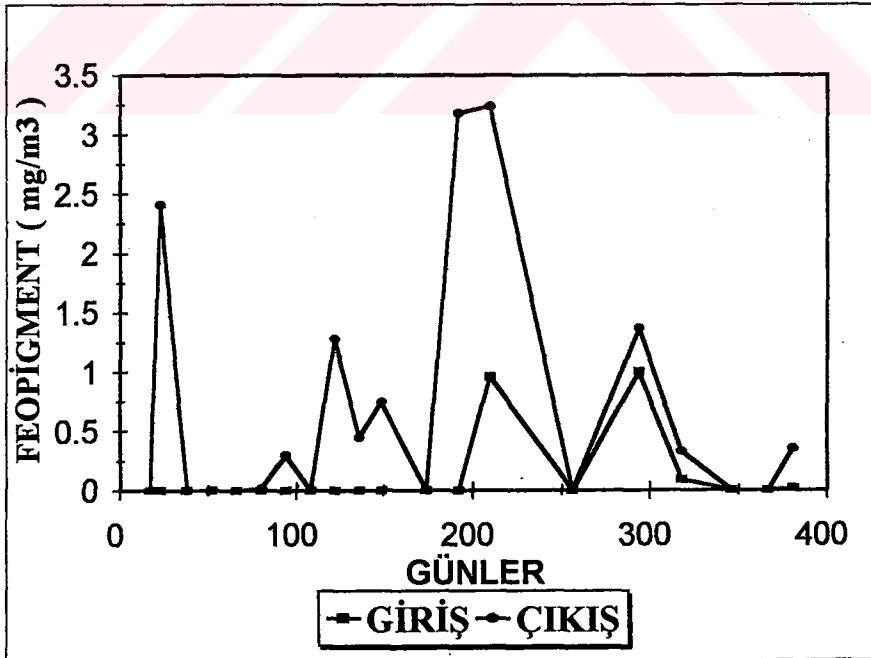
Partikül Organik Karbonun (P.O.C) yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimleri grafikte görülmektedir (Şekil 3.12). Giriş suyunda minimum POC konsantrasyonu ölçüm limitleri altında (Ekim), maksimum konsantrasyon 0.99 mgC/l (Şubat) olarak saptanmıştır. Çıkış suyunda minimum konsantrasyon 0.24 mgC/l (Ekim), maksimum 2.04 mgC/l (Haziran) olarak saptanmıştır. Partikül organik karbon yıl boyunca giriş suyunda kış ve ilkbahar aylarında yükselir, yaz aylarından sonbahara kadar dereceli olarak düşer ve ekim ayında en düşük değere ulaştıktan sonra Aralık ve Ocak aylarında tekrar yükselme eğilimi gösterir.

Giriş suyunda sıcaklık ile ters orantılı olarak POC konsantrasyonu değişmektedir. Bu da rüzgarların etkisiyle soğuk dip suyu ile gelen partikül organik karbona işaret etmektedir. Çıkış suyunda ise sıcaklıkla doğru orantılı bir değişim göze çarpmaktadır ki bu POC nin kuluçkahane içinde biyolojik süreçlerden oluştuğunu akla getirmektedir. Nitekim kuluçkahane içindeki fitoplankton poplasyonları (Chla) otlama sonucu oluşan feopigment toplam POC ile doğru orantılıdır. Bu bize çıkış suyundaki POC nin daha çok fitoplanktondan kaynaklandığını gösterir (Şekil 3.15).

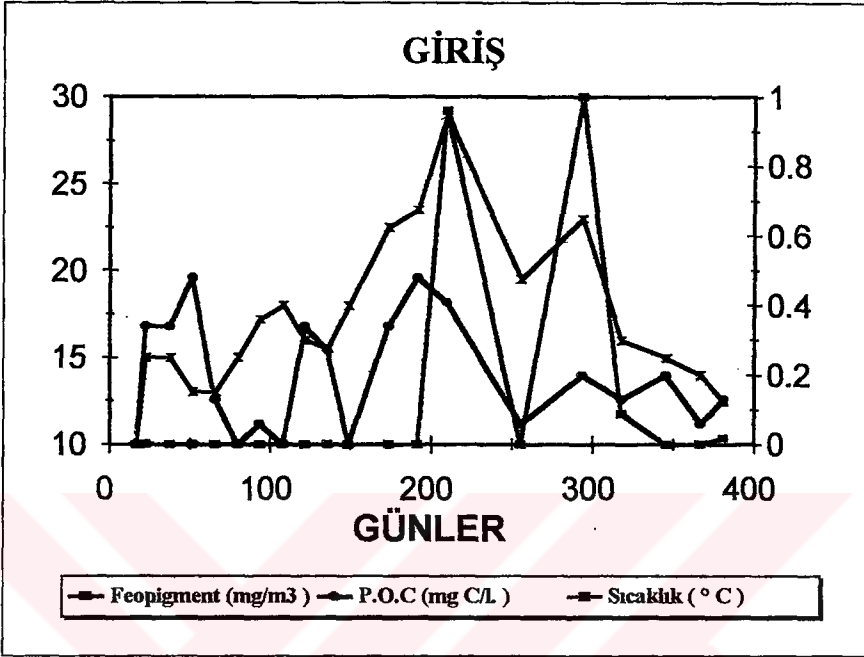
Giriş suyunda lodos başlangıcında karışımında etkisiyle dipten gelen POC da artışı takiben ekosistemde meydana gelen büyük değişimlerden dolayı azalma poyraza kadar sürmekte sonra poyraz bitimine hatta lodos başlangıcına kadar artmaktadır. Uzun süreli lodos estiğinde ise mikrozooplankton yeterince gelişme imkanı bulabilmektedir (Şekil 3.14). Bunu feopigment konsantrasyonlarından



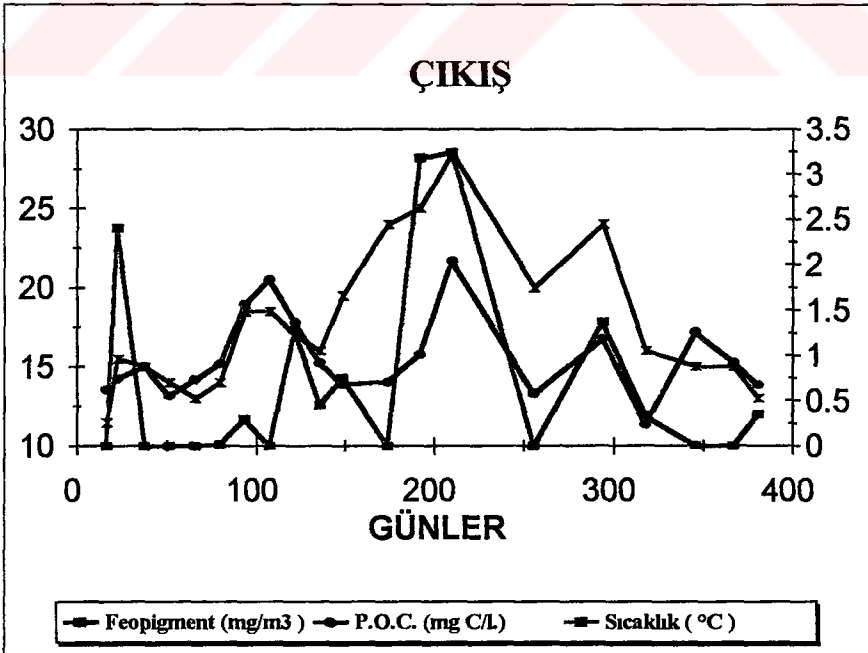
Şekil 3.12 Giriş ve çıkış suyunda P.O.C nin yıl boyunca değişimi



Şekil 3.13 Giriş ve çıkış suyunda feopigmentin yıl boyunca değişimi.



Sekil 3.14 Giriş suyunda feopigment,P.O.C ve sıcaklığın yıl boyunca değişimi.



Sekil 3.15 Çıkış suyunda feopigment,P.O.C ve sıcaklığın yıl boyunca değişimi.

anlayabiliyoruz. Kuluçkahane çıkışında ise lodosun olumlu etkileri ile (muhtemel sıcaklık ve nutrient artışı ile) POC konsantrasyonları da periyodik olarak artıp azalmaktadır. Zaman zaman protozooplanktonun otlama aktivitesi ile oluşan fekal atıklarda POC'ye katkıda bulunmaktadır.

Çıkış suyunda POC'nun yüksek değerlere ulaştığı (1.84-2.04 mgC/l) Haziran ayında diyatom baskınlığı saptanmıştır. Partikül organik karbonun diğer bir kaynağı detritustur. Detritus açık okyanus sularında ve kıyısularda partikül organik karbon üzerinde baskındır (Parsons, 1963; Riley 1970).

Feopigment'in yıl boyunca giriş ve çıkış suyundaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3.13). Giriş suyunda minimum feopigment konsantrasyonu hemen hemen tüm yıl boyunca ölçüm limitlerinin altında olup, maksimum feopigment konsantrasyonunun 1 mg/m³ (Eylül) olduğu saptanmıştır. En önemli feopigment kaynağı zooplanktondur (Welshmeyer ve Lorenzen, 1985). Bu görüşe paralel olarak yıl boyunca giriş suyunda hemen hemen (iki örnekleme periyodu hariç) hiç bir zooplankton türü tespit edilmemiştir. Çıkış suyunda yıl boyunca en düşük feopigment konsantrasyonu ölçüm limitleri altında olup en yüksek 3.24 mg/m³ (Haziran) olarak saptanmıştır. Yıl boyunca feopigment konsantrasyonları incelendiğinde Aralık ayında 2.41 mg/m³'e ulaşmış olup bu ayda siliyat aktivitesi tespit edilmiştir. Yine yılın en yüksek feopigment konsantrasyonuna ulaşılan Haziran ayında (3.18-3.24 mg/m³) diyatom türleriyle beslenen siliyat aktivitesi gözlenmiştir. Ancak diyatom yoğunluğu bu ayda siliyattan fazladır. Bunu Chla konsantrasyonları da doğrular niteliktedir (1.4-2.04 µgChla/l). Bu ayda *Naviculoid diyatom* baskın olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar şu görüşle de desteklenmektedir; Klorofil ve feopigmentler fitoplankton gelişimi ve zooplankton otlamasının direkt ürünleri olarak bilinmektedir (Shuman ve Loenzen, 1975).

Tablo 1: Dem Limanında Nutrient Oranları (1994-1995).

GÜNLER	N/P		Si/P		Si/N	
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
17	∞	∞	∞	∞	32.00	14.66
23	2.87	0.26	97.05	10.57	33.77	40.63
38	7.76	1.36	185.85	79.49	23.93	58.33
52	2.06	2.88	91.45	54.36	44.34	18.83
66	9.38	1.08	213.38	47.08	22.73	43.21
80	∞	∞	∞	∞	51.48	40.41
94	17.35	1.76	899.50	55.42	51.84	31.34
108	∞	2.57	∞	119.77	47.71	46.53
122	3.80	0.69	106.02	19.80	27.83	28.43
136	2.03	0.71	173.18	27.40	85.01	38.40
149	∞	3.61	∞	72.01	20.21	19.94
174	3.85	2.74	103.47	49.49	26.85	18.02
192	2.52	1.76	58.70	56.81	23.28	32.28
210	2.51	1.09	80.48	63.94	32.03	58.41
256	24.33	3.95	491.50	137.17	20.19	34.66
294	8.20	1.97	140.90	30.00	17.18	15.20
318	7.51	9.04	290.76	115.65	38.68	12.78
346	7.15	1.18	210.85	37.14	29.48	31.48
367	23.33	5.41	626.33	135.39	26.84	25.00
381	12.15	6.60	268.92	301.17	22.12	45.56

3.1.1. Nutrient Oranları

Nutrient oranları Tablo 1'de verilmiştir.

N/P:Giriş suyunda minimum 2.03 (Nisan,1995) maksimum 24.33. (Ağustos,1995) ve çıkış suyunda minimum 0.26 (Aralık,1994), maksimum 9.04 (Ekim 995) olarak tespit edildi.N/P oranlarında yıl boyunca günlere bağlı değişim incelendiğinde giriş suyunda , 17 ,94,80,108,149,256,367,ve 381. günlerde Fosfat

konsantrasyonu ölçüm limitlerine yaklaştığı veya altına düştüğü için fosfatın büyümeyi sınırlayıcı olabileceği söylenebilir. Azot konsantrasyonlarının düşük değerlerde oluşu özellikle 23,38,122,136,174,192,210., günlerde oranlar düşmüştür. Bu nedenle azotun sınırlayıcı olduğu söylenebilir.

Genelde deniz suyundaki N/P kompozisyonu 15 veya 16:1'dir (Corner and Davies,1971; Parsons et al., 1961). İstasyonda ölçülen düşük değerler bu bölgenin nutrientçe fakir olmasından kaynaklanmaktadır.

Çıkış suyunda N/P oranları minimum 0.26. (Aralık,1994) ve maksimum 9.04 (Ekim 1995) olarak tespit edildi. 17.ve 80. günlerde fosfatın ölçülemez değerlerde olması nedeniyle fosfatın sınırlayıcı olduğu söylenebilir. Diğer günlerde genellikle (23.,136.) TIN değerleri düşük olduğu için çıkış suyunda azotun sınırlayıcı olabileceği göze çarpmaktadır.

Denizlerde azotun fiksasyonu sülfat iyonları ile endirekt olarak inhibe edilmesi sonucu daha çok azot bileşiklerinin limitleyici bileşen olduğu rapor edilmektedir.(Cole, 1984).

Kıyı bölgeleri açık okyanusa göre daha yüksek prodaktiviteye sahiptir ve balık verimini destekler. Ilıman sularda ve kıyusal bölgelerdeki deniz suyunda genellikle Azotun net primer prodaktiviteyi sınırladığı düşünülür,(Howarth 1988) oysa bazı ılıman nehiragzı bölgelerde Fosfat sınırlayıcı olabilir veya sınırlayıcılık mevsimsel olarak N ve P arasında değişmektedir.(Myers and Iverson 1981,Postma, 1985;D'elia and et al.,1986; Graneli et al.,1990; Howarth, 1988, Anderson et al.,1981; Fisher et al., 1992).

Dem Limanı'nda seçilen her iki istasyonda N/P oranlarının genelde düşük olması bu sonuçlarla uyum içindedir. Ayrıca Wiley, Chichaester (1995)'e göre Oligotrofik kıyusal sistemlerde (Ilıman veya tropikal) P sınırlayıcı, N'un ise ötrofik sistemlerde sınırlayıcı olduğunu öne sürmektedirler.

N/P oranlarının limitleyici nütrienti belirleyici özelliği bir çok bilim adamı tarafından kanıtlanmıştır.

Fitoplankton N ve P nin 16/1 molar oranına ihtiyaç duyar. (Redfield,1958). Eğer bu oran 16'dan büyük ise fosfat limitleyici eğilim gösterir ve eğer oran 16'dan küçükse N sınırlayıcı olabilir.(Howarth, 1988; Howarth and Marino, 1990).

Bulgularımızdaki N/P oranlarında özellikle giriş suyundaki 17.35 (Mart, 1995) değeri fosfatın limitleyici olduğunu kanıtlar çünkü oran molar 16/1'dan büyüktür. N sınırlayıcılığına örnek olarak 2.87 (Aralık, 94), 7.76 (Ocak, 1995), 3.80 (Nisan, 1995) verilebilir. Çünkü oranlar 16'dan küçüktür.

Bu da yukarıda değinilen görüşlerle uyum içindedir. Böylece nutrient oranlarının bilinmesiyle, ortamda hangi nütrientin sınırlayıcı olduğunu belirlemek kolaylaşır. Dem Limanında özellikle kış ve ilkbahar başlarında fosfat konsantrasyonlarının çok düşük değerleri bu suyun fosfatça fakir olduğunu göstermektedir. Kuluçkahane den salınan yem atıklarında bahardan itibaren gözlenen artış atık su alan bölgede fosfat eksikliğini gidererek azotun sınırlayıcı olduğu bir özellik kazandırmaktadır.

Si/P: Bu oranlar giriş suyunda minimum 58.70 (Haziran, 1995), maksimum 899.5 (Mart, 1995) olarak saptandı. Fosfatın ölçülemeyen değerlerinin yanısıra (Aralık, 1994), (Şubat, 1995), (Nisan, 1995) genellikle giriş suyunda silikatın Fosfata oranla yüksek değerlerde olması nedeniyle limitleyici olduğu söylenebilir.

Özellikle Si/P oranının maksimum olduğu (899.5) gün fosfatın çok düşük konsantrasyonda olduğu (0.06 µg at P/lt) saptandı. N/P oranlarıyla da uyumlu olarak giriş suyunda genellikle fosfat sınırlayıcıdır. Çıkış suyunda oran minimum 10.57 (Aralık, 1994) maksimum 301.17 (Aralık, 1995) olarak saptandı. Fosfatın ölçülemez olduğu (Aralık, 1994) ve (Ocak, 1995) te (0.00 µg at P/lt) Silis 52.60 µg at Si/lt ve 45.67 µg at Si/lt olarak saptanmış olup bugünlerde fosfat sınırlayıcıdır.

Si:P oranının en yüksek olduğu 301.17 (Aralık, 1995) gün Silikat konsantrasyonu yılın en yüksek değerine ulaştı (123.48.µg at Si/l). Çıkış suyunda gözlenen yüksek silikat konsantrasyonları nedeniyle bu bölgede genellikle silikat sınırlayıcı değildir. Silikatın dipten yüzeye karışım bu istasyonun sığ olması nedeniyle özellikle sonbahar kış aylarında kolaylaşmakta, ayrıca karasal kaynaklardan çözüme ve çiftliklerden bırakılan atık tatlı suyun karışımı ile oranlar yükselmektedir. Bu nedenle özellikle diyatom türleri ortamda dinoflagellatlardan daha baskın durumdadır.

Silikat tüketiminde sorumlu diyatom türlerinin kısmen hareketli dinoflagellat türleri ile yarışabilmesi ya batma hızının düşmesi ya da primer prodüksiyonun artması ile mümkün olabilmektedir (Büyükkışık, B. ve Erbil, Ö., 1987). Si:P oranındaki artışla diyatomlara geçer. (Tilman et al.,1986). Si:P oranı arttıkça fosfat bir çok tür için sınırlayıcı hale gelir ve küçük türlerin boyutu P sınırlayıcılığına adapte olucu bir özellik ise baskınlık küçük hücreli türlere kayar (Smith ve Kalff, 1982). İstasyonlarda saptadığımız Si/P oranı artışı ve küçük türlerin baskınlığı özellikle küçük boyutlu diyatom türlerinin (*Cocconeis sp.*, *Naviculoid diyatom*) gözlenişini yukarıda değinilen sonuçlarla uyum içindedir.

Ayrıca diyatomlar otlayıcıların varlığında daha yüksek Si:P oranına ihtiyaç duyarlar (Sommer Ulrich, 1988)

Si:N: Si:N oranı giriş suyunda minimum 17.18 (Eylül), maksimum 85.01 (Nisan) olarak saptanmıştır. Giriş suyunda saptanan minimum oran 294. günde silikat konsantrasyonunun yılın en düşük değeri olan 28.18 µg at Si/l'den kaynaklanmıştır. Aynı zamanda diyatom türlerinden *Naviculoid diyatom*, *N.closterium* ve *Cocconeis sp.* türlerinin ortamda bulunuşu da silikatın bu türler tarafından kullanıldığını göstermektedir. Fitoplankton optimum gelişme için; uygun ışık şiddeti, uygun sıcaklık ve limitleyici nütrientin uygun konsantrasyonlarına ihtiyaç duyar (Thomas and Dodson, 1974). Bu nedenle diyatom türleri de optimum gelişme için silikatı kullanmıştır. Çıkış suyunda Si/N oranı minimum 12.78 (Ekim) maksimum 58.41 (Haziran) olarak saptandı. Genellikle TIN konsantrasyonlarının düşük

olması ve silikatın ortamda bol bulunması nedeniyle çıkış suyunda oranlar birbirine yakındır. Azalan Si:N ve/veya Si:P oranlarıyla daha fazla N ve P diyatomdan oluşmayan biyomas için nütrient kaynağı olabilir çünkü silikat sınırlayıcılığı diyatom gelişimini engeller (Sommer, 1994). Araştırmamızda seçilen istasyonlarda (giriş ve çıkış suyunda) silikat sınırlayıcı olmadığı için yıl boyunca genellikle diyatom türlerinin baskın olduğu gözlemlendi. Sommer (1994) yüksek Si:N oranlarında diyatomların dominant rekabetçiler olduğunu belirtmektedir ki bu gözlemlerle de uyumludur.

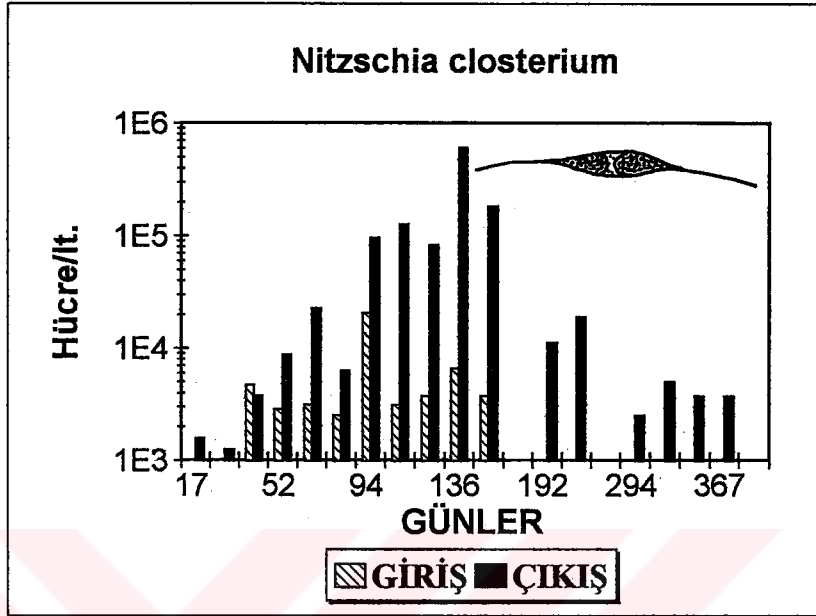
3.1.2 Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) Kuluçkahaneli Balık Çifliklerinin Atıklarını Bıraktığı Bölgedeki İki İstasyonda Fitoplakton Türlerinin Kalitatif ve Kantitatif Dağılımları ve Ortam Faktörlerinin Kommunité Yapılarına Etkileri:

1994-1995 örnekleme periyodunda her iki istasyonda Bacillariophyceae sınıfından 17 tür saptanmış olup bunlardan *Chaetoceros affine*, *Nitzschia closterium*, *N. seriata*, *N. longissima*, *Leptocylindrus danicus*, *Pleurosigma elongatum*, *Climacospheia moniligera*, *Naviculoid diyatom*, *Cocconeis sp.*, *Licmophora abbreviata*, *Thalassiothrix frauenfeldii*, *T. mediterranea*, *Striatella unipunctata*, *Grammatophora marina*, *Gyrosigma spencerii* hem giriş hem de çıkış sularında gözlenmiştir. Bacillariophyceae sınıfından diğer iki tür *Thalassionema nitzschioides* yalnızca giriş suyunda *Nitzschia paradoxa* ise yalnızca çıkış suyunda gözlenmiştir.

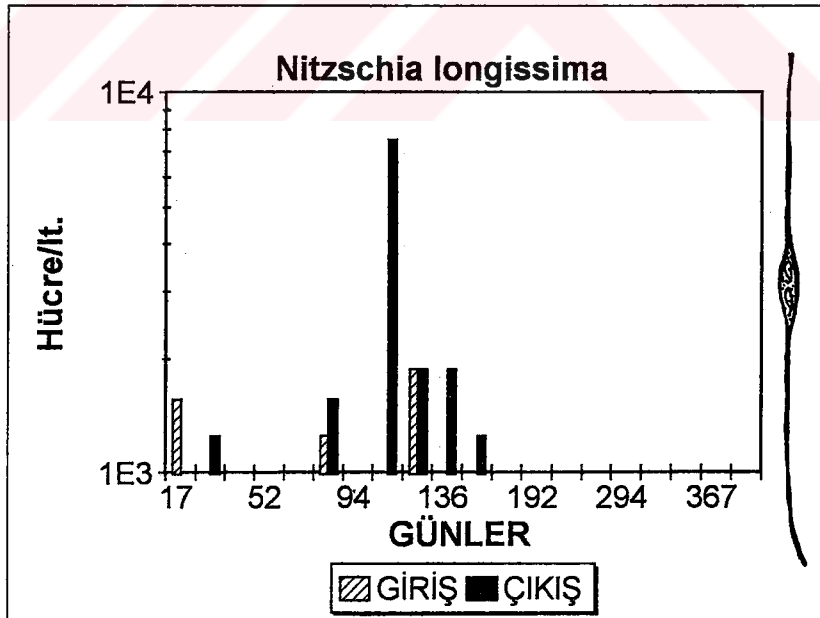
Dinophyceae sınıfından yalnızca 3 tür saptanmış olup bunlar; *Ceratium furca*, *Gonyaulax sp.* ve *Prorocentrum micans*'dir. Giriş ve çıkış sularında her üç tür de gözlenmiştir.

Ayrıca hem giriş hem de çıkış suyunda siliyat tespit edilmiştir.

Euglenophyceae sınıfından sadece bir tür *Eutreptiella gymnastica* giriş ve çıkış sularında gözlenmiştir. Yıl boyunca giriş çıkış suyunda en çok rastlanan tür *Nitzschia closterium*'dur (şekil 3.16). Bu diyatom türü giriş suyunda çıkış suyuna göre daha az



Şekil 3.16 Giriş ve çıkış sularında *Nitzschia closterium*' un yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.17 Giriş ve çıkış sularında *Nitzschia longissima*' nın yıl boyunca dağılımı

konsantrasyonda saptadı. Giriş suyunda *N. closterium* kış aylarından ilkbahar sonuna kadar tespit edildi. Maksimum hücre sayısı 6562 h/l olarak Nisan ayı ortalarında saptandı.

Çıkış suyunda ise *N. closterium* Haziran ve Aralık (1995) hariç tüm yıl boyunca saptandı. Kış ve yaz aylarında düşük yoğunlukta gözlemlendi. Nisan ayı ortalarında maksimum hücre sayısı 606,562 h/l't'e ulaştı. Çıkış suyunda *N. closterium* türünün yıl boyunca gözlenme nedenlerinden birisi kuluçkahaneden salınan tatlı suyun katkısı ve ayrıca özellikle kış aylarında silikatın karasal kaynaklardan deniz suyuna ilavesiyle silikat yıl boyunca bu diyatom türünün gelişimine olanak sağlamıştır.

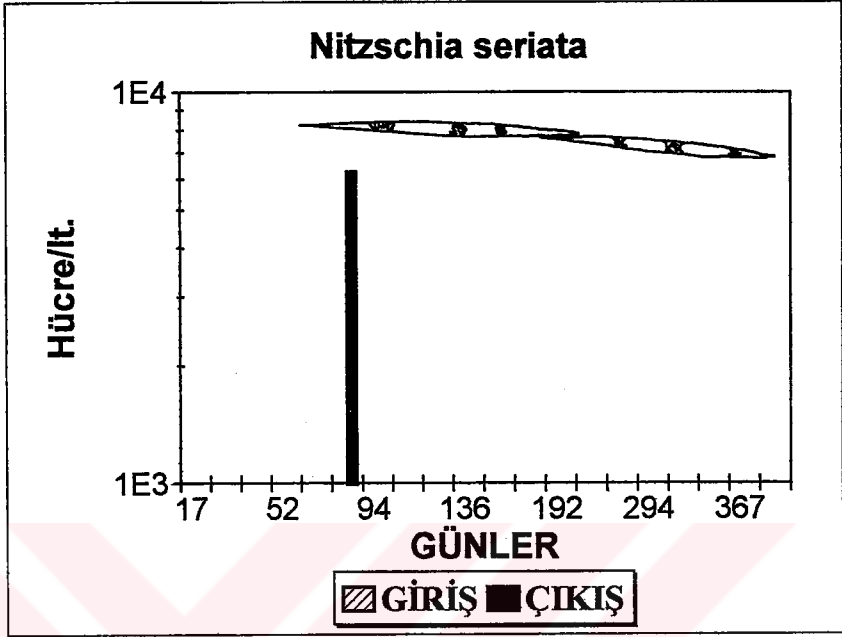
Nisan ayında aşırı çoğalma gösteren *N. closterium* aynı zamanda bu ayda saptanan minimum silikat konsantrasyonları (38,89 µg at Si/l) nedeniyle silikatın kullanımından sorumlu tutulabilir.

N. longissima yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda gözlenen diğer bir diyatom türüdür (şekil 3.17). Yıl boyunca düzenli bir gelişim göstermemiş olup sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde kesikli olarak gözlenmiştir. Giriş suyundaki konsantrasyonu çıkış suyuna göre daha az olup minimum 1250 h/lt. ve maksimum 1875 h/lt. olarak saptandı.

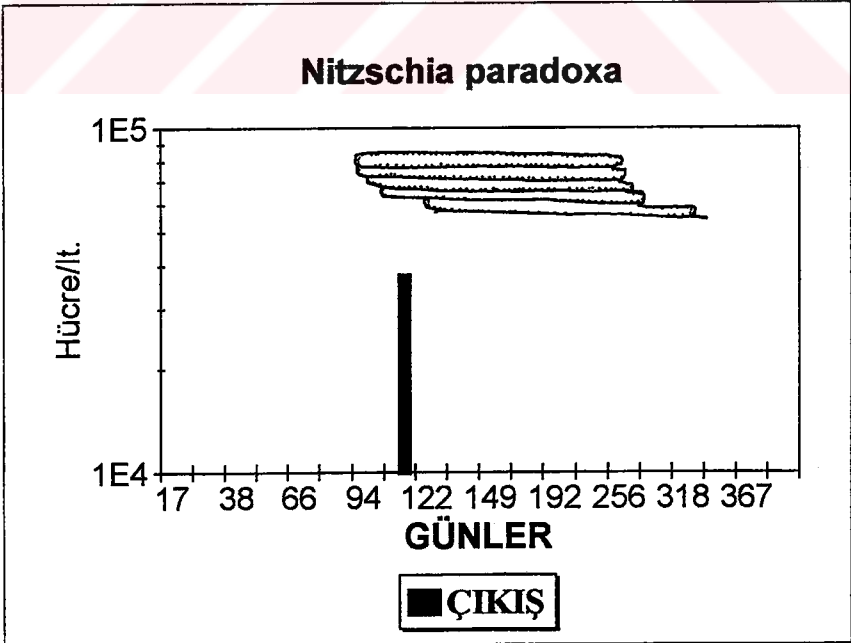
Çıkış suyunda *N. longissima* minimum 1250 h/lt. ve maksimum 7500 h/lt'e Mart ayında ulaştığı saptandı. Bu aydaki Azot bileşiklerinin (amonyum, nitrit, nitrat) tüketiminden *N. closterium*, *Leptocylindrus danicus* ve *Cocconeis sp.* ile birlikte *N. longissima* sorumlu tutulabilir.

Giriş suyunda bu türün düşük konsantrasyonda saptama nedenlerinden birisi silikat hariç diğer besleyici nütrientlerin (fosfat, nitrat, nitrit) çok düşük konsantrasyonlarda saptanmış olmasıdır.

Nitzschia seriata yıl boyunca giriş ve çıkış sularında sadece Aralık ayı başlarında gözlenmiştir (şekil 3.18). Bu tür giriş ve çıkış



Şekil 3.18 Çıkış suyunda *Nitzschia seriata*'nın yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.19 Çıkış suyunda *Nitzschia paradoxa*'nın yıl boyunca dağılımı

suyunda 6250 h/lt olarak tespit edildi. Giriş ve çıkış sularında aynı gün sıcaklık 13°C, tuzluluk ‰ 34 pH 7,7 olarak saptandı. Nütrient konsantrasyonlarında da giriş ve çıkış suları arasında çok büyük farklar yoktur.

N. paradoxa yıl boyunca yalnızca çıkış suyunda Mart ayında gözlemlendi (şekil 3.19). Bu türün çıkış suyundaki konsantrasyonu 37500 h/lt olarak saptandı. Aynı gün çıkış suyunda sıcaklık 18,5°C, tuzluluk ‰ 35, oksijen 9,5 mg/lt, pH 7,8 olarak saptandı.

Thalassiothrix frauenfeldii yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak saptandı (şekil 3.20). Genellikle sonbahar ve kış aylarında rastlanan bu tür giriş suyunda minimum 3750 h/lt ve maksimum 5000 h/lt olarak Ekim ayında saptandı. Çıkış suyunda ise minimum 1250 h/lt (Aralık) ve maksimum 12500 h/lt (Ekim) yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir.

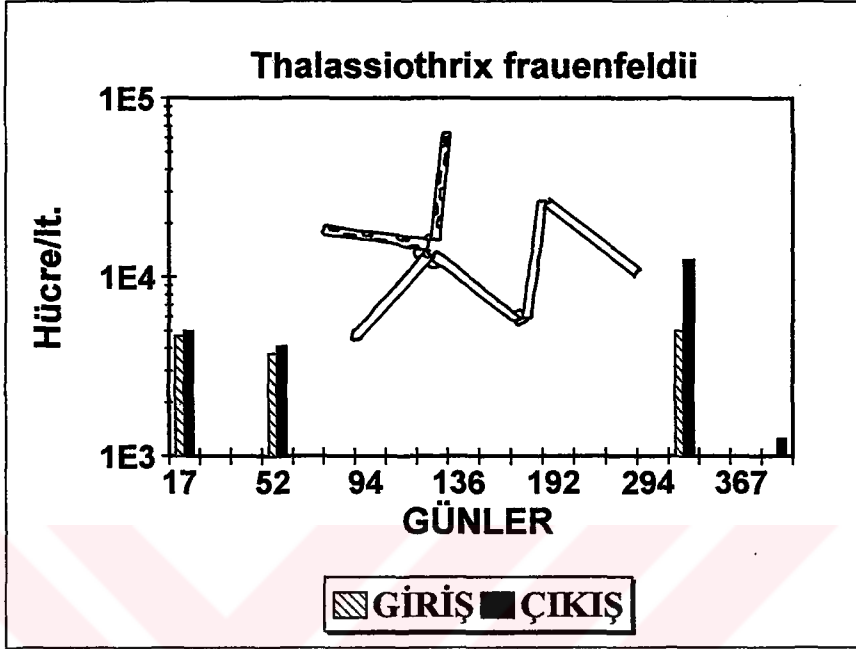
T. mediterranea yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda sadece Aralık (1994) ayında gözlemlenmiştir (şekil 3.21). Giriş suyunda 781 h/lt ve çıkış suyunda 1562 h/lt olarak saptandı.

Leptocylindrus danicus yıl boyunca giriş ve çıkış sularında gözlenen diğer bir diatom türüdür (şekil 3.22). Giriş suyunda bu tür kış ve ilkbahar aylarında minimum 3750 h/lt (Nisan), maksimum 25000 h/lt. (Şubat) olarak saptandı.

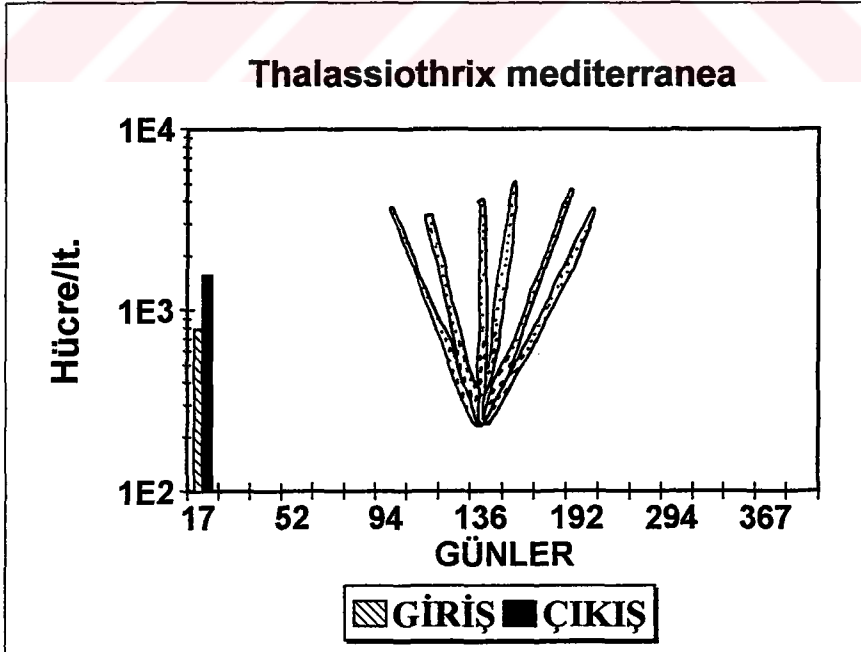
Çıkış suyunda ise *L. danicus* minimum 3750 h/lt olarak (Nisan) ayında, maksimum hücre konsantrasyonuna 53,437 h/lt ile Aralık ayında ulaştığı saptandı. Nisan sonundan itibaren bu tür giriş ve çıkış suyunda bir daha gözlenmedi.

Pleurosigma elongatum yıl boyunca giriş ve çıkış sularında Nisan ayı sonlarından itibaren gözlenmeye başlandı (şekil 3.23).

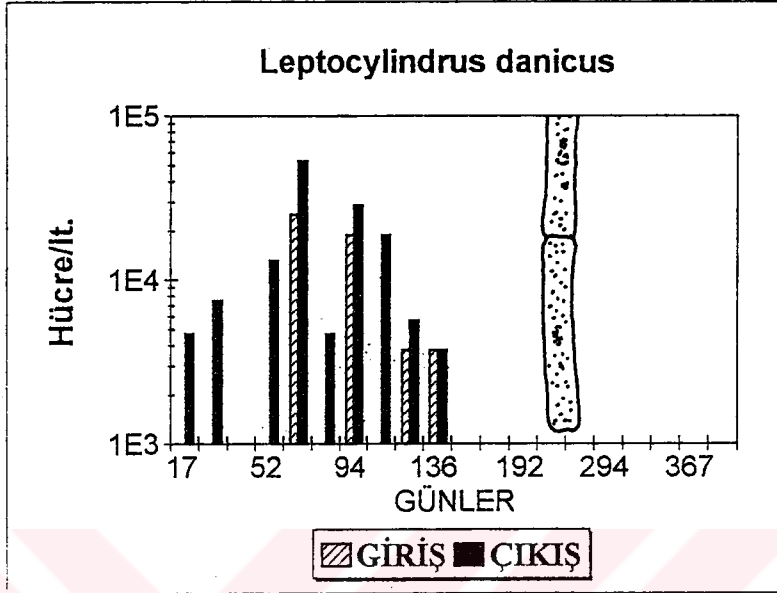
P. elongatum giriş suyunda minimum 625 h/lt. (Kasım) maksimum 5000 h/lt olarak (Haziran), çıkış suyunda ise minimum



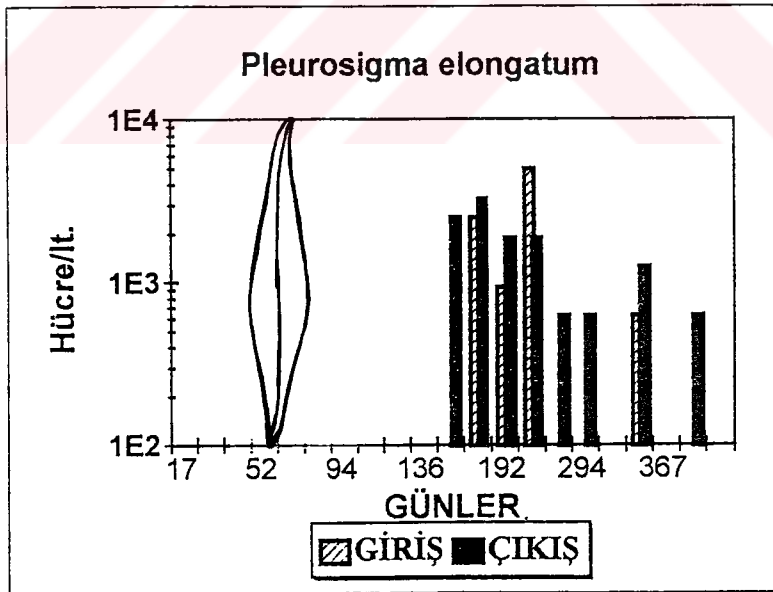
Şekil 3.20 Giriş ve çıkış sularında *Thalassiothrix frauenfeldii*'nin yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.21 Giriş ve çıkış sularında *Thalassiothrix mediterranea*'nin yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.22 Giriş ve çıkış sularında *Leptocylindrus danicus* 'un yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.23 Giriş ve çıkış sularında *Pleurosigma elongatum* 'un yıl boyunca dağılımı

625 h/lt olarak (Ağustos, Aralık) maksimum 3281 h/lt (Haziran) olarak saptandı. Giriş ve çıkış sularında da saptanan maksimum hücre konsantrasyonlarıyla ortam faktörleri göz önüne alındığında aynı gün sıcaklığın yıl boyunca ulaştığı maksimum değer giriş suyunda 28,5°C çıkış suyunda ise 29°C olarak saptandı. Su sıcaklığının düşmesiyle birlikte bu türün yoğunluğu azalmıştır.

Climacosphenia moniliger türü yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak rastlanmıştır (şekil 3.24). Giriş suyunda minimum 781 h/lt (Aralık) ve maksimum 7500 h/lt (Haziran) olarak saptandı. Çıkış suyunda minimum 4687 h/lt (Şubat) ve maksimum 19687 h/lt (Mart) olarak saptandı. Çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yoğun konsantrasyonlar da olduğu gözlemlendi.

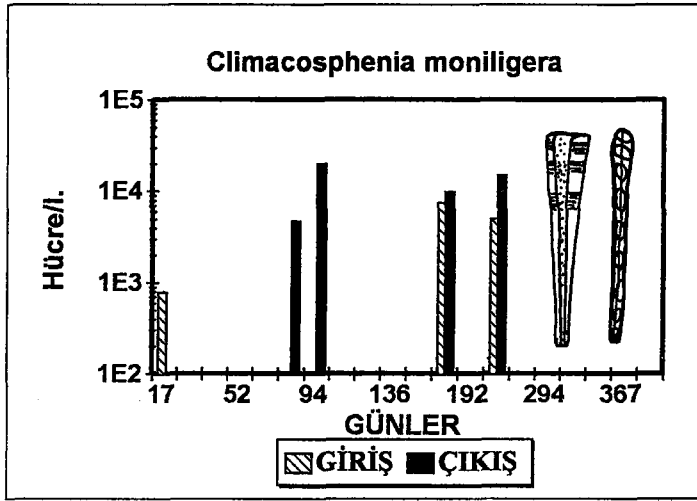
Licmophora abbreviata yıl boyunca kış ayından yaz mevsim ortalarına kadar giriş ve çıkış sularında gözlemlendi (şekil 3.25).

Giriş suyunda minimum 1250 h/lt (Şubat), maksimum 10937 h/l (Mart) olarak saptandı. Çıkış suyunda *L. abbreviata*'nın konsantrasyonu minimum 6562 h/lt (Ocak, Şubat) ve maksimum 24375 h/lt (Mart) olarak saptandı.

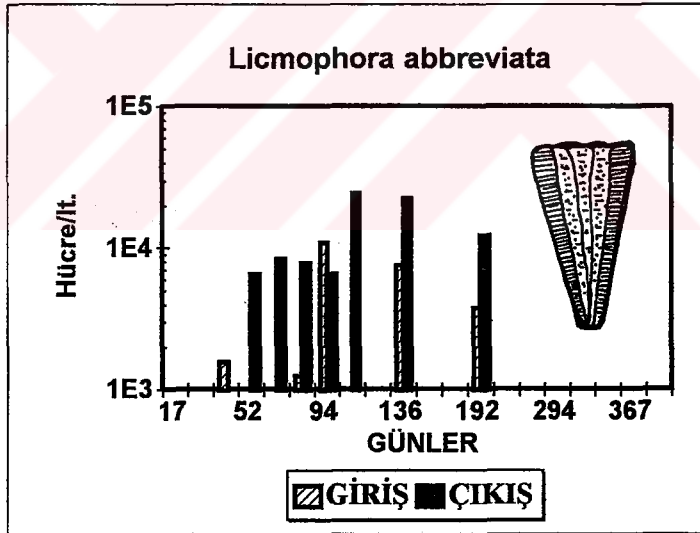
L. abbreviata türünün konsantrasyonu yıl boyunca genellikle çıkış suyunda giriş suyuna göre daha fazladır.

Cocconeis sp. yıl boyunca giriş çıkış sularında gözlemlendi (şekil 3.26). *Cocconeis sp.* (giriş ve çıkış sularında) özellikle kış mevsimi başından sonbahar mevsimi ortalarına kadar gözlemlendi. Bu türde *N. closterium* gibi her iki istasyonda da hakimiyetini yıl boyunca devam ettirdi. Giriş suyunda *Cocconeis sp.* minimum 625 h/lt (Mart, Ekim) ve maksimum 15000 h/lt (Haziran) olarak saptandı.

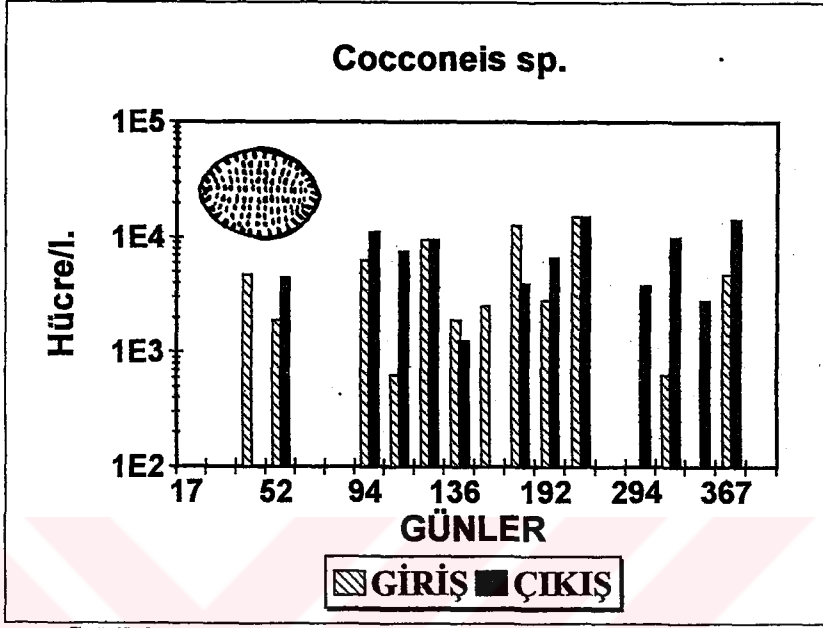
Çıkış suyunda minimum 1250 h/lt (Nisan), maksimum 15000 h/lt (Haziran) olarak saptandı. Yıl boyunca genellikle *Cocconeis sp.* çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yüksek konsantrasyonda gözlemlendi. Bu diyatom türünün yıl boyunca giriş ve çıkış sularında



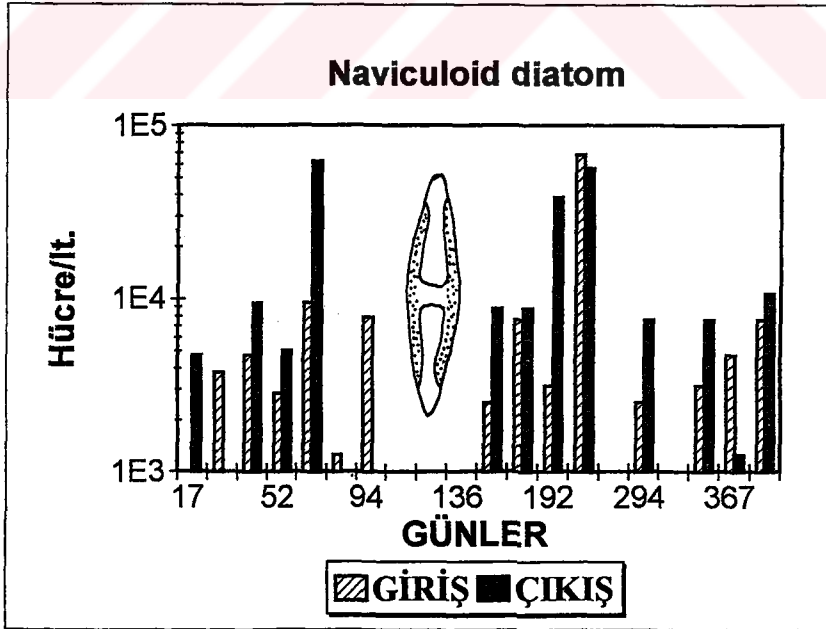
Şekil 3.24 Giriş ve çıkış sularında *Climacosphenia moniligera*'nın yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.25 Giriş ve çıkış sularında *Licmophora abbreviata*'nın yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.26 Giriş ve çıkış sularında *Cocconeis sp.*'nin yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.27 Giriş ve çıkış sularında *Naviculoid diatom*'un yıl boyunca dağılımı

uzun süre gözlenmesi yine silikat katkısı ve silikatın yüksek konsantrasyonlarıyla açıklanabilir.

Naviculoid diyatom yıl boyunca giriş ve çıkış sularında en sık gözlemlenen bir diğer diyatom türüdür (şekil 3.27).

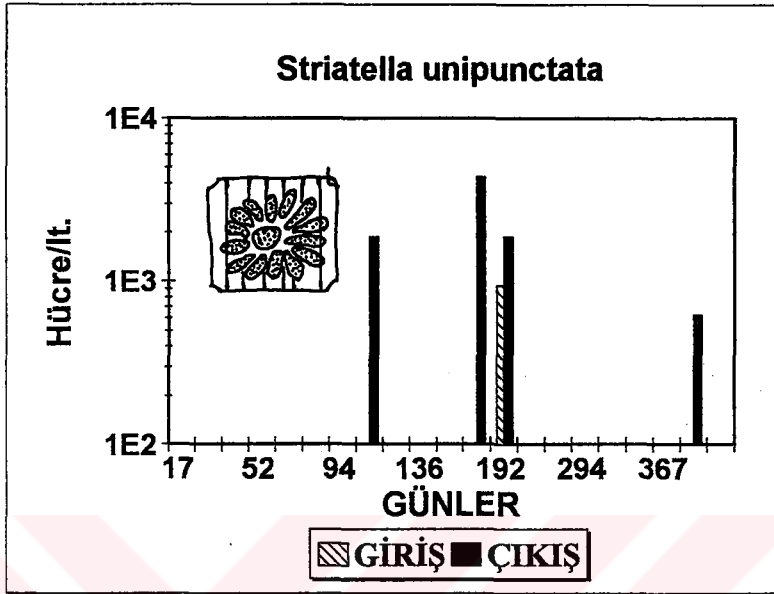
N. diyatom giriş ve çıkış sularında kış mevsimi başlangıcından itibaren hemen hemen tüm mevsimlerde yoğunluğu azalıp artarak diğer türlere göre hakimiyetini kanıtlamıştır. Giriş suyunda *Naviculoid diyatom* minimum 1250 h/lt (Şubat) ve maksimum 67500 h/lt (Haziran) olarak çıkış suyunda ise minimum 1250 h/lt (Aralık) maksimum 61875 h/lt (Şubat) olarak saptandı. *N. diyatom* genellikle çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yüksek konsantrasyonlarda gözlemlendi.

Striatella unipunctata yıl boyunca giriş suyundan sadece Haziran ayında çıkış suyunda ise ilkbahar ve yaz aylarında kesikli olarak gözlemlendi (şekil 3.28). Giriş suyunda saptanan tek konsantrasyon 937 h/lt (Haziran olup, çıkış suyunda minimum 1875 h/l (Mart, Haziran) ve maksimum 4375 h/lt dir (Mayıs). *S. unipunctata* türü sonbahar ve kış mevsimlerinde gözlenmemiştir.

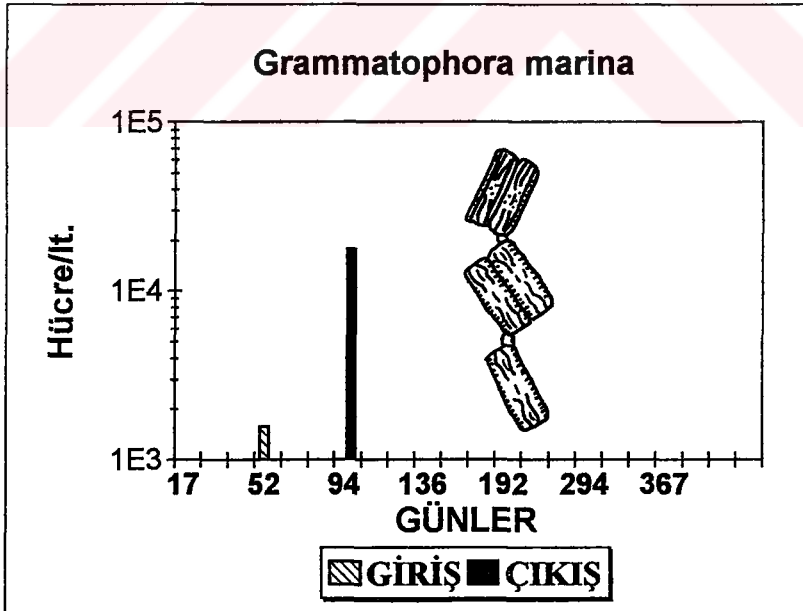
Grammatophora marina yıl boyunca giriş suyunda yalnızca Ocak ve çıkış suyunda da Mart aylarında gözlemlendi (şekil 3.29). Giriş suyunda *G. marina* 1562 h/lt ve çıkış suyunda 17500 h/lt olarak saptandı. Diğer tüm aylarda yıl boyunca bu türe rastlanamadı.

Gyrosigma spencerii yıl boyunca giriş suyunda yalnızca Aralık ayında ve çıkış suyunda Aralık, Şubat aylarında saptandı (şekil 3.30).

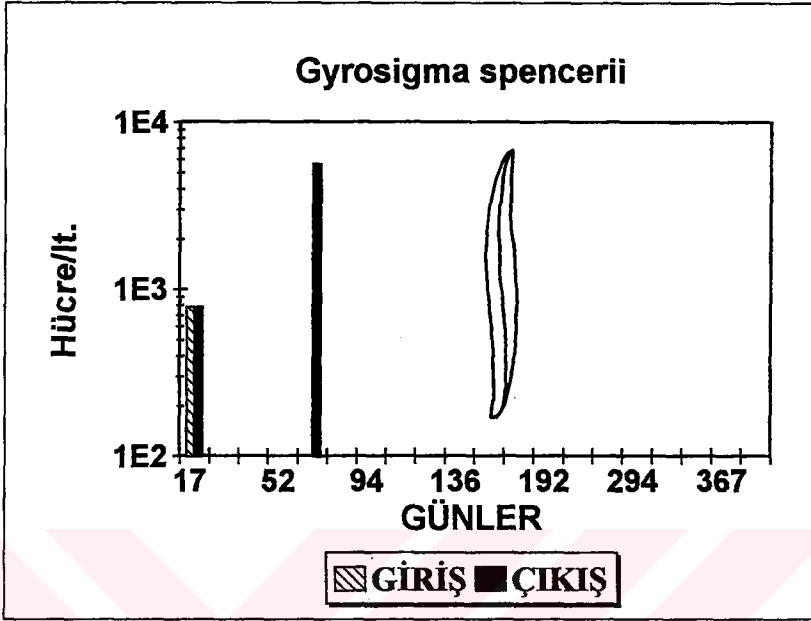
Giriş suyunda *G. spencerii* 781 h/lt çıkış suyunda ise minimum 781 h/lt (Aralık) ve maksimum 5625 h/lt (Şubat) olarak saptandı. Giriş ve çıkış sularında diğer tüm aylarda bu türe rastlanmadı. Diğer diyatom türlerde gözlemlendiği gibi bu türün de çıkış suyunda yüksek hücre yoğunluğunda olduğu belirgindir.



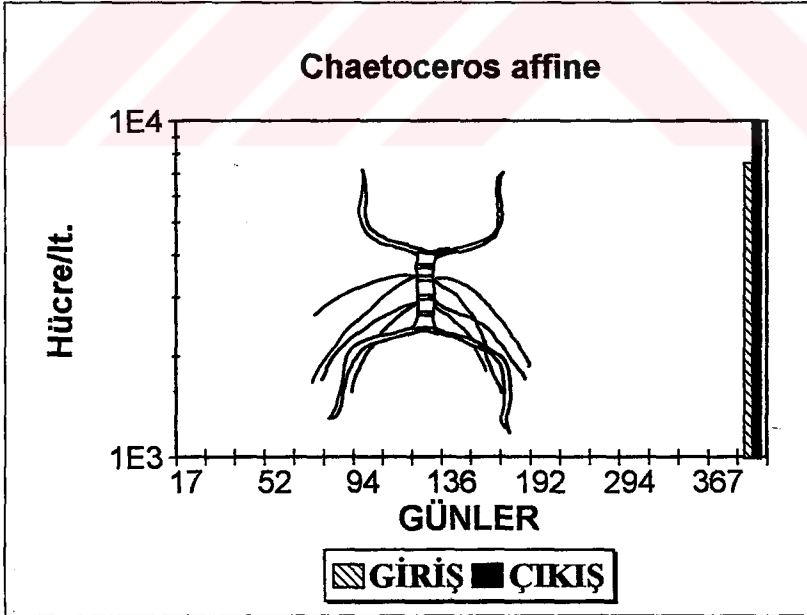
Şekil 3.28 Giriş ve çıkış sularında *Striatella unipunctata* 'nın yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.29 Giriş ve çıkış sularında *Grammatophora marina* 'nın yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.30 Giriş ve çıkış sularında *Gyrosigma spencerii* 'nin yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.31 Giriş ve çıkış sularında *Chaetoceros affine* 'nin yıl boyunca dağılımı

Chaetoceros affine yıl boyunca yalnızca Aralık ayında (1995) giriş ve çıkış sularında saptandı (şekil 3.31). *C. affine* giriş suyunda 7500 h/lt konsantrasyonda saptanırken çıkış suyunda konsantrasyonunun 10000 h/lt'ye yükseldiği gözlemlendi.

Kuluçkahaneden çıkan mütrietçe zengin suyun bu tür üzerindeki etkisi de açıkça gözlemlenmiş oldu.

Thalassionema nitzschioides yıl boyunca yalnızca giriş suyunda (Ekim) tespit edildi (şekil 3.32). Bu türün giriş suyundaki hücre konsantrasyonu 4375 h/lt'dir. Araştırmada en az rastlanan türlerden birisidir.

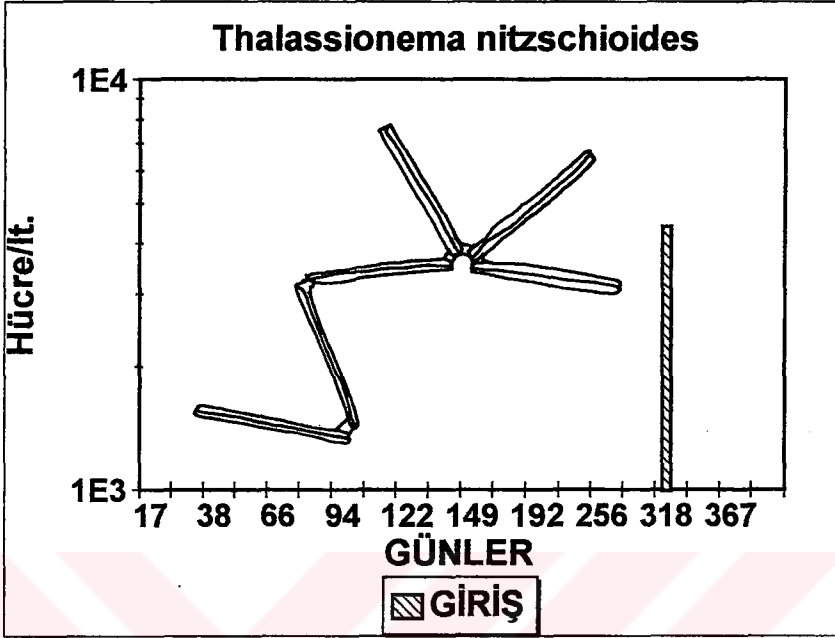
Yıl boyunca diyatom türlerinden her iki istasyonda da su kolonuna hakim olan türler; *N. closterium*, *Naviculoid diyatom*, *Cocconeis sp.*'dir. Diyatom türlerinin her iki istasyonda da Dinotlagellatlara karşı üstünlük sağladığı gözlemlendi. Dinotlagellatlardan her iki istasyonda da yalnızca 3 tür saptandı. Bunlar; *Prorocentrum micans*, *Gonyaulax sp.* ve *Ceratium furca*'dır.

Prorocentrum micans yıl boyunca giriş ve çıkış sularında ilkbahar başlangıcından itibaren gözlenmeye başladı (şekil 3.33).

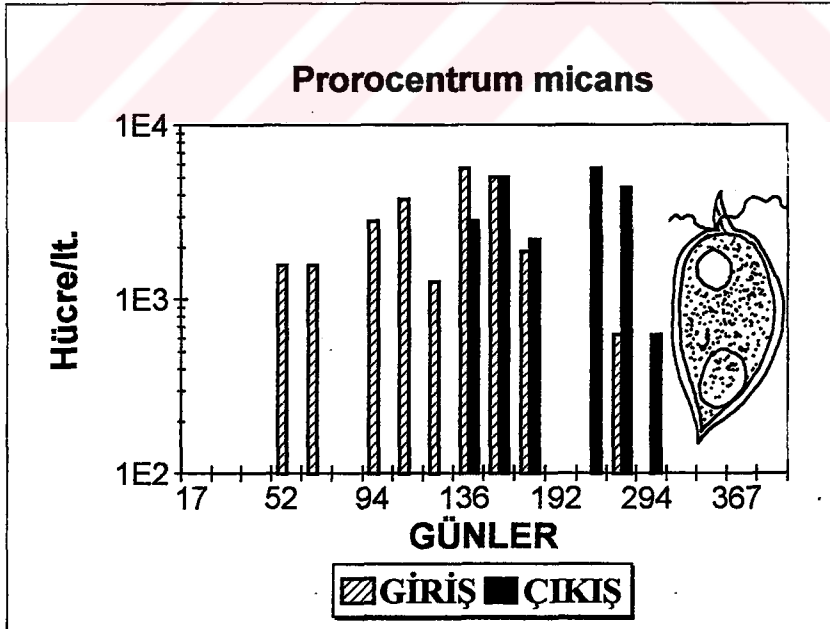
P. micans giriş suyunda minimum 625 h/lt (Kasım) ve maksimum 5625 h/lt (Haziran) olarak saptandı. Çıkış suyunda minimum 625 h/lt (Eylül) ve maksimum 5625 h/lt (Haziran)'ye ulaştığı gözlemlendi.

Giriş suyunda *P. micans*'ın hücre konsantrasyonları çıkış suyundaki konsantrasyonlara oldukça yakın değerlerdedir. *P. micans* DSP'ye neden olan bir dinotlogellat türüdür (Kat, 1979 ; Koray, 1990).

Ayrıca bu türün İzmir körfezinde son yıllarda meydana gelen red-tide olaylarına *Alexandrium minutum*'den daha sık neden olduğu (Koray, 1991) rapor edilmiştir.



Şekil 3.32 Giriş suyununda *Thalassionema nitzschioides* 'in yıl boyunca dağılımı



Şekil 3.33 Giriş ve çıkış sularında *Prorocentrum micans* 'ın yıl boyunca dağılımı.

Bu nedenle kuluçkahanedeki çiftliklerin giriş suyunda bu türe rastlanması bir an önce tedbirlerin alınması gerektiğini göstermektedir.

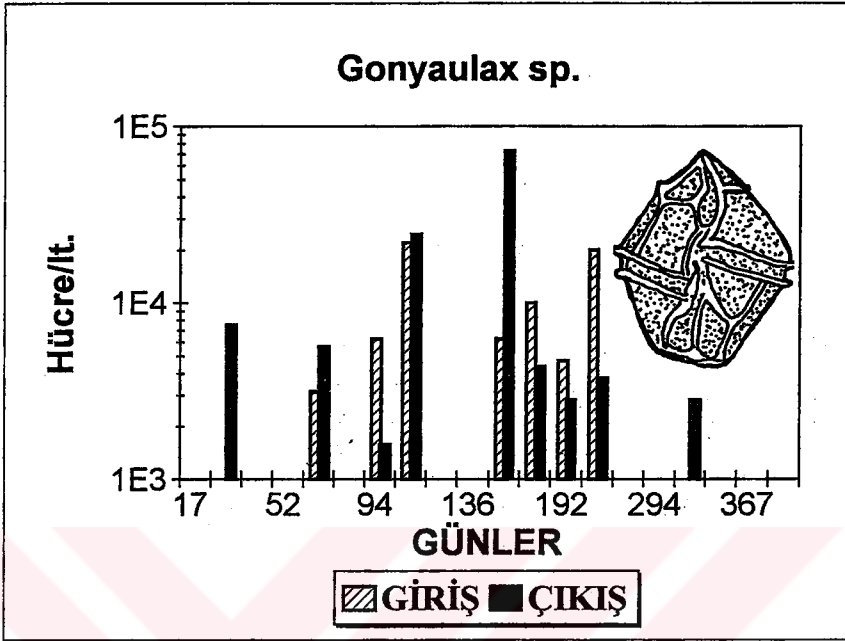
Gonyaulax sp.'nin yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki konsantrasyonları grafikte görülmektedir (şekil 3.34). *Gonyaulax sp.* giriş suyunda minimum 3125 h/lt (Şubat) maksimum 21875 h/lt (Mart) olarak saptandı. Çıkış suyunda bu tür minimum 1962 h/lt (Mart), maksimum 72500 h/lt (Nisan) yoğunluğa ulaştığı saptandı. *Gonyaulax sp.*'nin hücre yoğunluğu giriş ve çıkış sularında Şubat ayından itibaren artmakta ve Nisan ayında maksimum yoğunluğa ulaşmaktadır.

Çıkış suyunda bu tür daha uzun süre gözlemlendi. Bu da kuluçkahanelerden bırakılan atık suların bu türün sürekliliğine katkıda bulunduğu akla getirmektedir. Ayrıca *Gonyaulax polyedra* ve *G. spinifera* 'nın PSP'ye neden olabilecek türlerden olduğu (Koray, 1984, 1990) belirtilmiştir.

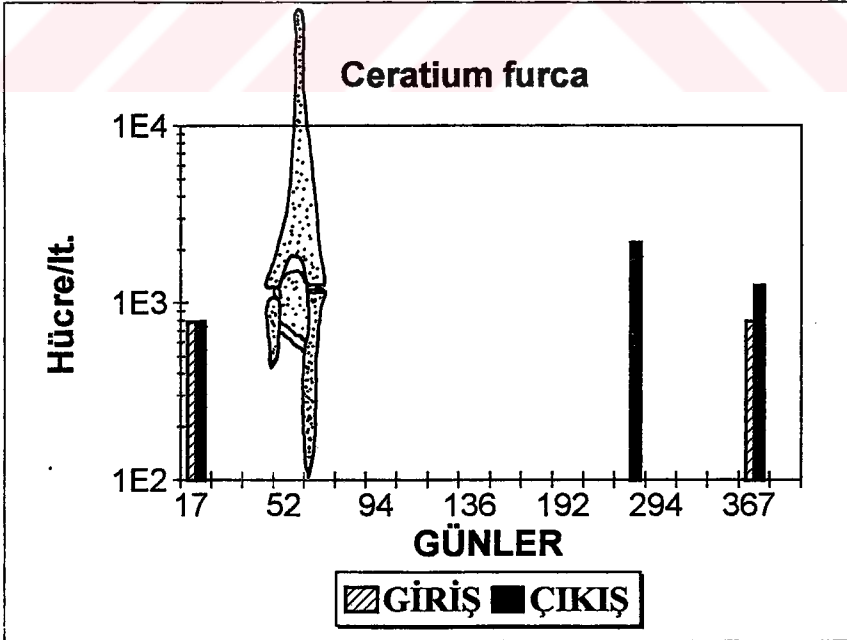
Bu nedenle özellikle kuluçkahanelere giren suyun bu türün rastladığı mevsimler göz önüne alınarak denetlenmesi ve tedbir alınması gerekmektedir.

Ceratium furca yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak saptandı (şekil 3.35). Giriş suyunda 781 h/lt (Aralık 1994/95) olarak, çıkış suyunda ise minimum 781 h/lt (Aralık, 1994) maksimum 2187 h/lt (Ağustos 1995) olarak saptandı. *Ceratium furca* hücre konsantrasyonu sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir. Ayrıca *Ceratium furca* İzmir Körfezi'nde *P. micans* ve *N. scintillas* ile birlikte sürekli planktonik türlerin aynı periyotta meydana getirebilecekleri alternatif red-tide olaylarının nedeni olarak belirtilmiştir (Koray 1991).

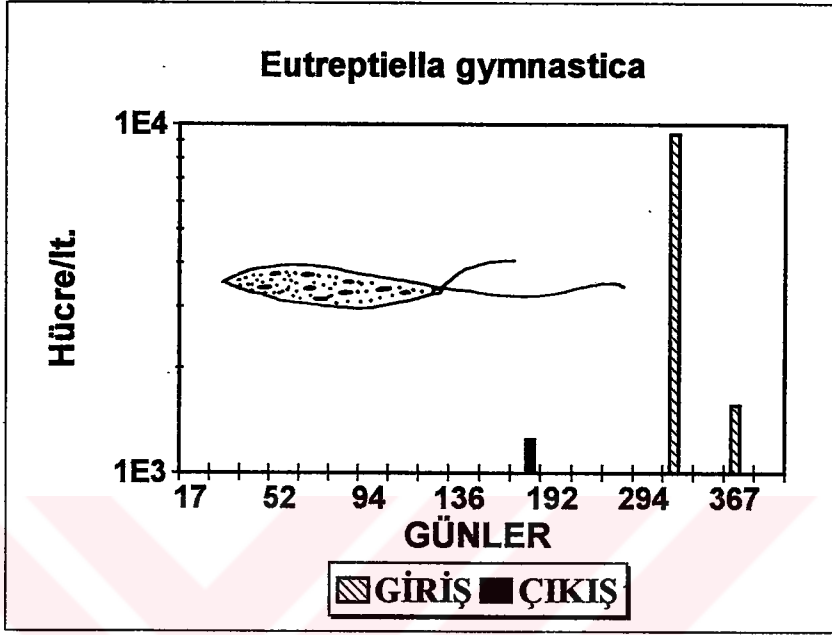
Araştırmada Euglenophycece sınıfından sadece tek tür tespit edildi. *Eutroptiella gymnastica* yıl boyunca kesikli olarak giriş ve çıkış sularında saptandı (şekil 3.36). Giriş suyunda minimum 1562 h/lt (Ekim), maksimum 9375 h/lt (Aralık) olarak tespit edildi. Çıkış



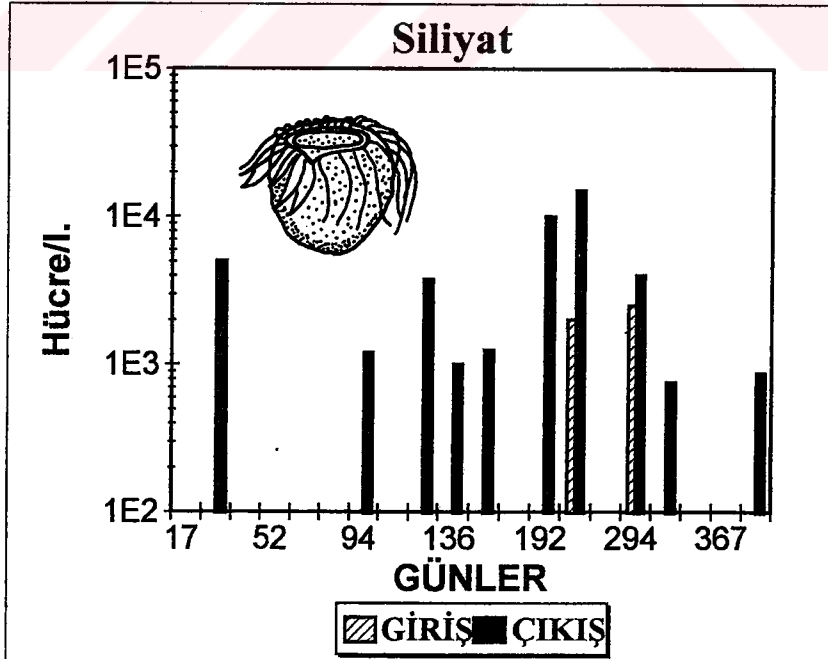
Şekil 3.34 Giriş ve çıkış sularında *Gonyaulax sp* 'nin yıl boyunca dağılımı.



Şekil 3.35 Giriş ve çıkış sularında *Ceratium furca* 'nın yıl boyunca dağılımı.



Şekil 3.36 Giriş ve çıkış sularında *Eutreptiella gymnastica* 'nın yıl boyunca dağılımı.



Şekil 3.37 Giriş ve çıkış sularında *Siliyat* 'ın yıl boyunca dağılımı.

suyunda ise sadece Mayıs ayında 1250 h/l olarak saptandı. *E. gymnastica* giriş suyunda daha yüksek hücre konsantrasyonu gözlemlendi.

Siliyat yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak gözlemlendi (şekil 3.37).

Giriş suyunda yıl boyunca hemen hemen (210 ve 294. günler hariç) tespit edilemedi. Haziran ayında 2000 h/lt ve Eylül ayında 2500 h/lt olarak saptandı.

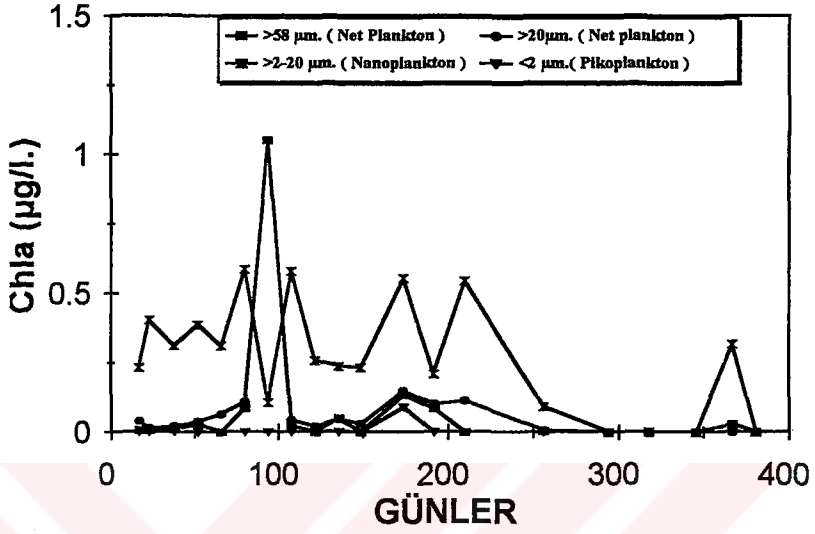
Çıkış suyunda ise minimum 750 h/lt (Ekim) ve maksimum 15000 h/lt (Haziran) olarak tespit edildi. Fitoplanktonun yoğun olduğu aylarda özellikle ilkbahar başlarından yaz aylarına kadar siliyatta da artış olduğu gözlemlendi. Aynı zamanda bunu otlayanın varlığını gösteren feopigment konsantrasyonlarında doğrular niteliklidir. Feopigment konsantrasyonunun maksimum ($3,24 \text{ mg/m}^3$) olduğu 210. günde siliyat sayısının da 15000 h/lt'ye eriştiği gözlemlendi.

Giriş suyunda yıl boyunca siliyata çok az rastlanmasına karşın çıkış suyunda fitoplanktondaki artışa bağlı olarak siliyat sayısının da artış gösterdiği belirlendi.

Giriş suyunda Net Plankton, Nanoplankton ($> 2-20\mu\text{m}$) ve Pikoplanktonun ($>2\mu\text{m}$) yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler grafikte (şekil 3.38) görülmektedir.

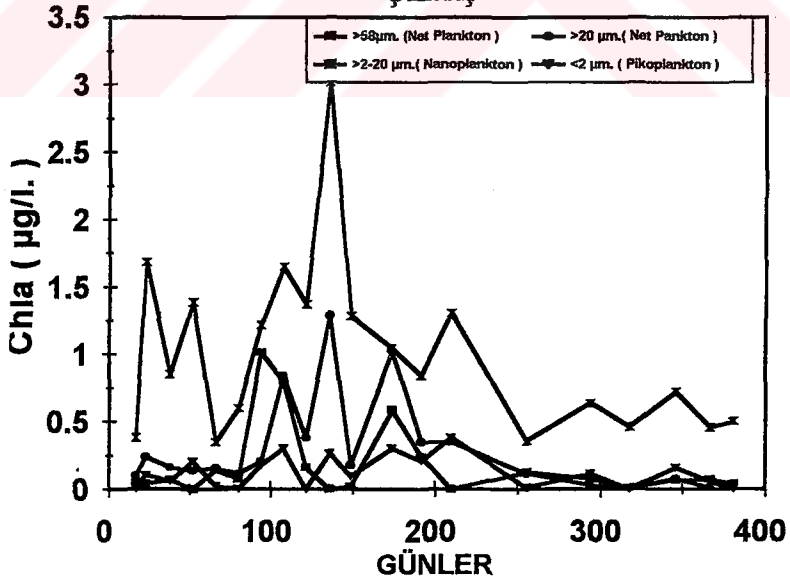
Net Plankton Klorofil: Net Plankton($>58\mu\text{m}$) klorofila değerleri yıl boyunca 0,00-1,05 $\mu\text{g/lt}$ arasındaydı. Netplanktonda gözlenen maksimum Chla ilkbahar başlangıcında saptandı. Aynı zamanda diatom türlerinden *Leptocylindrus danicus* ilkbahar aylarında maksimum hücre sayısına erişmektedir. Net Plankton (Chla) gözlenen mevsimsel piklerden genellikle diatom türleri sorumludur.

GİRİŞ



Şekil 3.38 Giriş suyunda Net, Nano ve Pikoplanktonun yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler.

ÇIKIŞ



Şekil 3.39 Çıkış suyunda Net, Nano ve Pikoplanktonun yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler.

Nanoplankton Klorofil: Yıl boyunca giriş suyunda genellikle nanoplankton ($>2-20 \mu\text{m}$) hakimiyeti göze çarpmaktadır. Nanoplankton Chla değerleri $0,00-0,58 \mu\text{g/l}$ arasında değişim gösterdi. Yıl boyunca özellikle sonbahar ve ilkbahar aylarındaki piklerden diyatom türleri *Cocconeis sp.*, *Naviculoid diyatom* ve *Chaetoceros affine* sorumlu tutulabilir.

Pikoplankton Klorofil: Giriş suyunda pikoplankton ($>2 \mu\text{m}$) Chla değerleri ölçüm limitleri altında olduğundan pikoplankton klorofil (Chla) saptanamadı. Çıkış suyunda Mikro ($>20, >58 \mu\text{m}$) ve Pikoplanktonun ($>2 \mu\text{m}$) yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimleri grafikte (şekil 3.38) görülmektedir. Yıl boyunca nanoplankton ($20-2 \mu\text{m}$) hakimiyeti giriş suyunda da gözlemlendiği gibi açıkça görülmektedir. Bunu sırasıyla Net Plankton ($>20, >58 \mu\text{m}$) ve pikoplankton ($>2 \mu\text{m}$) takip etmektedir.

Çıkış suyunda Net Plankton, Nanoplankton ($> 2-20\mu\text{m}$) ve Pikoplanktonun ($>2\mu\text{m}$) yıl boyunca Chla değerlerindeki değişimler grafikte (şekil 3.39) görülmektedir.

Net Plankton Klorofil: Net Plankton ($>58 \mu\text{m}$) Chla değerleri yıl boyunca $0,00-1 \mu\text{g/l}$ arasında değişim gösterdi. $>20 \mu\text{m}$ Net Plankton Chla değerleri ise $0,01- 1,03 \mu\text{g/l}$ arasındaydı.

Nanoplankton Klorofil: Nanoplanktona ait Chla değerleri ($>2-20 \mu\text{m}$) yıl boyunca $0,35-3,01 \mu\text{g/l}$ arasında değişti. Çıkış suyunda gözlenen maksimum Chla değeri ($3,01 \mu\text{g/l}$) nanoplanktondan kaynaklandı.

Pikoplankton Klorofil: Pikoplankton Chla değerleri yıl boyunca $0,00-0,38 \mu\text{g/l}$ arasındaydı. Pikoplanktona ait Chla giriş suyuna göre çıkış suyunda artış göstermektedir. Bu da kuluçkahanelerin pikoplankton topluluğu üzerindeki etkisini kanıtlar niteliktedir. Çıkış suyunda mikro, nano ve pikoplanktondan Chla değerlerinde gözlenen artışlar genellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında saptandı. Bu aylardaki Chla artışı genellikle diyatom türlerinin hücre sayılarındaki artışla paralellik gösterdi. Grafiklerden de görüldüğü gibi (şekil 3.38, 3.39) giriş ve çıkış sularında yıl boyunca Nanoplankton hakimiyeti belirgindir. Ancak çıkış suyunda nanoplankton ve pikoplankton Chla değerleri giriş suyuna göre artış

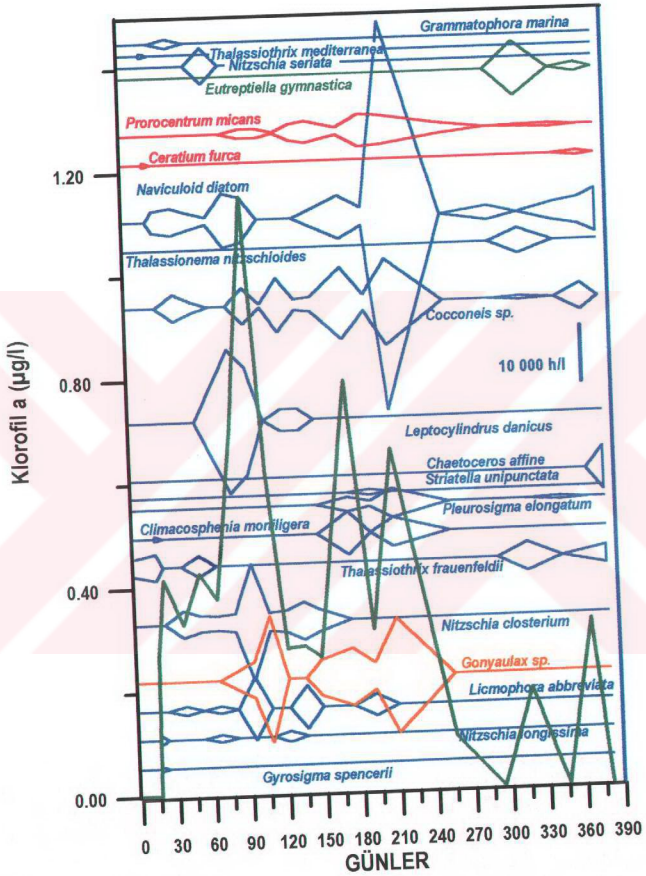
göstermektedir. Ayrıca nanoplankton (çoğalması) yıl boyunca Net Planktonda daha uzun sürme eğilimi gösterdi. Araştırmada saptadığımız bu değerlendirme şu görüşlede desteklenmektedir. Kıyısularda yaz patlamalarında daha çok büyük diatom türleri baskın olmasına rağmen, Hasle (1969) and von Brockel (1981) adlı araştırmacılar tarafından kıyısul deniz ortamında nanoplanktonun oldukça önemli olduğu saptandı (Clarke and Raymon, 1996).

3.1.3. Fitoplankton Tür Süksesyonu ve Biyomasın (Chla) Yıl Boyunca Değişimi

Dem limanında kuluçkahaneye giren suda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi grafikte (şekil 3.40) görülmektedir.

Aralık ayında (1994) klorofil konsantrasyonu çok düşük olup (0,26 µg/l) *Thalassiothrix frauenfeldii* dominant diatom türüdür. Klorofil konsantrasyonunda Mart, Mayıs, Ekim ve Aralık (1995) başlarında artışlar belirgindir. Mart ayında klorofile büyük katkısı olan türler; *Nitzschia closterium*, *Licmophora abbreviata*, *Leptocylindrus danicus* olup, diğer türler *Naviculoid diatom*, *Cocconeis sp.* ve *Gonyaulax sp.* olarak tespit edildi. Mayıs ayında *Cocconeis sp.* *Naviculoid diatom*, *Climacospheia moniliger* ve *Gonyaulax sp.* türlerinin büyük katkılarıyla Chla konsantrasyonu yükselmiş olup *Pleurosigma elongatum* klorofil konsantrasyonunu daha az etkilediği tespit edildi.

Haziran ayında klorofile büyük katkısı olan türler; *Naviculoid diatom*, *Gonyaulax sp.*, *Cocconeis sp.* ve *Climacospheia moniliger* olup *P. elongatum* ve *Prorocentrum micans* türlerinin de katkılarının olduğu gözlemlendi. Ekim ayında klorofile büyük katkıda bulunan türler; *Eutroptiella gymnastica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiothrix frauenfeldii*, Aralık ayında klorofile katkıda bulunan türler *T. frauenfeldii*, *Cocconeis sp.*, *Naviculoid diatom* ve *Eutroptiella gymnastica* olarak saptandı.



Şekil 3.40 Giriş suyunda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi

Yıl boyunca giriş suyunda dominant olarak bulunan türler *Naviculoid diyatom* ve *Cocconeis sp.* olup, *Naviculoid diyatom*, *Nitzschia closterium*, *Gonyaulax sp.*, *Leptocylindrus danicus*, *Cocconeis sp.* yüksek konsantrasyonlara erişebilen türler olarak görülmektedir.

Dem limanında kuluçkahaneden çıkan suda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi grafikte (şekil 41) görülmektedir.

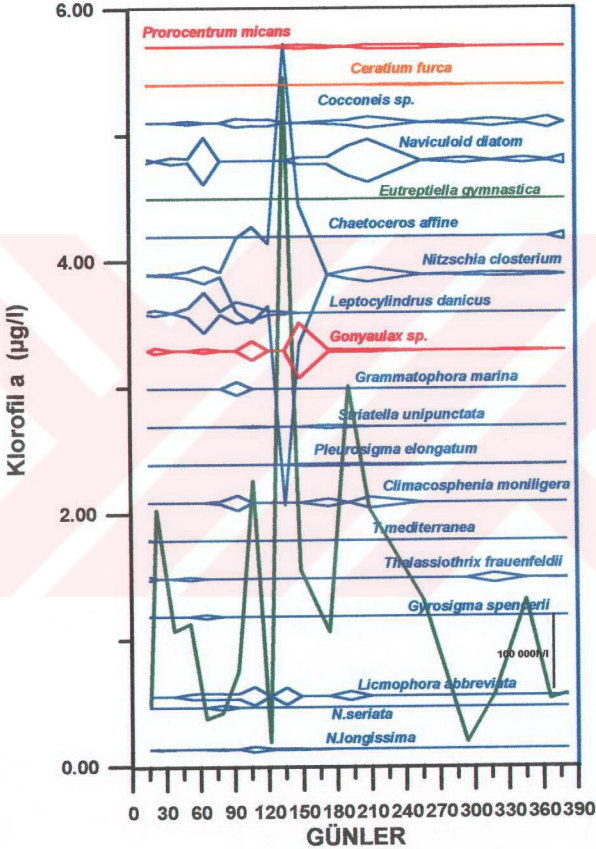
Çıkış suyunda Aralık, Mart, Nisan ve Haziran aylarında Chla konsantrasyonundaki artışlar belirgindir.

Aralık ayında klorofile büyük katkısı olan türler; *L. danicus* ve *Gonyaulax sp.* olup *T. frauenfeldii*'nin daha az katkıda bulunduğu saptandı. Mart ayında klorofile büyük katkıda bulunan türler; *L. danicus*, *N. closterium*, *Cocconeis sp.*, *L. abbreviata* olup, *Gonyaulax sp.* ve *N. longissima*'nın daha az katkısı olduğu gözlenmektedir. Nisan ayında klorofile büyük katkısı olan tür *N. closterium*'dur. Haziran ayında klorofile büyük katkısı olan türler; *N. closterium*, *Naviculoid diyatom* ve *Cocconeis sp.*'dir.

Aralık (1995) ayında ise *C. affine* ve *Cocconeis sp.* klorofile büyük katkısı olan türlerdir.

Yıl boyunca çıkış suyunda dominant olan türler; *Cocconeis sp.*; *Naviculoid diyatom* ve *N. closterium*'dur. Çıkış suyunda yüksek konsantrasyona erişebilen türler *N. closterium*, *Naviculoid diyatom* ve *Gonyaulax sp.* olarak belirlendi. Çıkış suyunda giriş suyuna oranla biyomasta 5 kat ve hücre sayısında 10 kat artışı belirgindir.

Biyomas artışına katkıda bulunan türler yıl boyunca değişmesine karşın *N. closterium*, *Naviculoid diyatom* ve *Cocconeis sp.* fitoplankton biomasına katkıda bulunan dominant türler olarak saptanmıştır.



Şekil 3.41 Çıkış suyunda fitoplankton tür süksesyonunun Chla ile birlikte yıl boyunca değişimi

Giriş suyunda tespit edilen ve toksik türler olarak bilinen *P. micans* ve *Gonyaulax sp.* kış sonlarından itibaren sonbahara kadar potansiyel bir tehlike oluşturmakta ve kuluçkahanedeki işlemlerin bu türlerin süksesyonuna büyük bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Dem limanında kuluçkahane giriş ve çıkış sularında yıllık tür süksesyonuna çiftli t testi (Paired t testi) uygulandı (Tablo 2).

Tablodan da görüldüğü üzere kuluçkahanedeki süreçler *Prorocentrum micans* ve *Gonyaulax sp.* ve *Pleurosigma elongatum* populasyonlarının yıl boyunca değişimi üzerine etkili değildir.

Giriş ve çıkış sularındaki data seti aynı değişimleri göstermektedir.

Diğer türler gözönüne alındığında bunların giriş sularındaki doğal populasyonları ile kuluçkahaneden çıkan sudaki türlerin populasyonlarının yıl boyunca değişimi aynı değildir. Bu farklılık kuluçkahanedeki süreçlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 2: Dem limanında kuluçkahane giriş ve çıkış sularında yıllık tür süksesyonuna çiftli t testinin (Paired t testi) uygulanması.

TÜRÜN ADI	SD	Sd	tcal
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Chaetoceros affine</i>	2496	572	4.36
<i>Climacosphenia moniligera</i>	22624	5190	6.92
<i>Cocconeis sp.</i>	19839	4551	5.93
<i>Grammatophora marina</i>	17548	4025	3.95
<i>Gyrosigma spencerii</i>	5616	1288	4.36
<i>Leptocylindrus danicus</i>	38820	8905	9.96
<i>Licmophora abbreviata</i>	32518	7460	8.50
<i>Naviculoid diatom</i>	65854	15108	6.08
<i>Nitzschia closterium</i>	645094	147994	7.64
<i>N. longissima</i>	8068	1850	5.74
<i>N. paradoxa</i>	37445	8590	4.36
<i>N. seriata</i>	0.998	0.22	4.36
<i>Pleurosigma elongatum</i>	4362	1000	3.59*
<i>Striatella unipunctata</i>	4873	1117	6.98
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	4368	1002	4.36
<i>Thalassiotrix Fraunfeldii</i>	7602	1744	5.41
<i>T. mediterranea</i>	779	178	4.36
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium furca</i>	2232	512	5.18
<i>Gonyaulax sp.</i>	69127	15859	3.34*
<i>Prorocentrum micans</i>	6807	1561	-2.20*
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Eutroptiella gymnastica</i>	9571	2195	-4.41

* Giriş ve çıkış sularında yıllık dağılımlarda önemli fark yoktur.

$t_{p<0.001(18)}=3.922$

n=20

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) kuluçkahaneli balık çiftliklerinin temiz deniz suyunu aldıkları ve atık sularını bıraktıkları bölgelerde seçilen iki istasyonda gerçekleştirilen araştırmada fitoplankton populasyon dinamiğine etki eden faktörler belirlenmeye çalışıldı. Genel olarak; ışık, sıcaklık ve nutrient konsantrasyonunun fitoplankton büyümesini sınırlayan üç temel etmen olduğu kabul edilmektedir (Michael and Edward, 1990). Araştırmada seçilen istasyonlarda çiftliğe giren ve çıkan suların sıcaklık ve nutrient konsantrasyonları bakımından karşılaştırıldığında, genellikle çıkış suyunun giriş suyundan daha yüksek sıcaklığa (0,5-2,5°C) ve daha yüksek besleyici element konsantrasyonlarına sahip olduğu gözlemlendi. Sıcaklık artışıyla diyatom tür adedindeki artışlar, özellikle ilkbahar aylarında belirgindir. Kış aylarında yoğunluğu 1250 h/lt olan *N. closterium* türünün yoğunluğu ilkbahar aylarında sıcaklık artışına paralel olarak 125.625-606.562 h/lt'ye ulaştı. Bu sonuç, Koray (1985) tarafından İzmir körfezinde yapılan araştırmada diyatom tür adetleri 26,8°C sıcaklığın görüldüğü Temmuz dahil sıcaklıkla artmakta, buna karşılık dinoflagellat tür sayıları sıcaklık artışı ile azalmaktadır görüşüyle uyum içindedir.

Besleyici element konsantrasyonları kuluçkahaneye giren ve çıkan sular arasında farklılık gösterdi. Genellikle yıl boyunca fosfat, silikat, amonyum, nitrit, nitrat konsantrasyonları çıkış suyunda giriş suyuna oranla daha yüksek değerlerde saptandı. Fosfat konsantrasyonları İzmir körfezi ile karşılaştırıldığında oldukça düşük konsantrasyonlarda olduğu söylenebilir. Kuluçkahaneden çıkan suda yıl boyunca saptanan en yüksek değer 4,11 µg at PO₄-P/l'dir. Oysa İzmir İç Körfezde 12,86 µg at PO₄-P/l değerine ulaştığı saptanmıştır (Aydın, 1993). Fosfatın denizlerde sınırlayıcı olduğuna görüşler vardır: Ilıman nehir ağzı sistemleri ve kıyısularda azotun birincil üretimi sınırlayan en önemli besleyici element olduğu öne sürülmektedir (Howarth, 1988, 1993; Vitousek and Howarth, 1991; Nixon, 1992). Oysa bazı ılıman nehir ağzı sistemlerinde fosfat sınırlayıcı olabilir yada sınırlayıcılık azot ve fosfat arasında mevsimsel olarak değişebilir (Myers and Iverson, 1981; Postma, 1985; D'Elia et. al.,

1986; Graneli et. al., 1990; Howarth, 1988; Andersen et. al., 1991; Fisher et. al., 1992). Fosfatın yıl boyunca giriş suyunda özellikle kış ve ilkbahar aylarında ölçüm limitleri altında olması giriş suyunda tespit edilen diyatom türlerinin yoğunluğunun az olmasıyla paralellik göstermiştir. Bunu Si/P ve N/P oranıyla açıklayabiliriz. N/P oranının giriş suyunda Redfield oranından (16:1) büyük olması (17,35) ayrıca Si/P oranının fosfatın ölçülemeyen değerleri dışında genellikle silikatın yüksek konsantrasyonları fosfatın giriş suyunda sınırlayıcı element olduğunu kanıtlar niteliktedir. Bu sonuç fosfatın oligotrofik kıyasal sistemlerde azottan daha sınırlayıcı olduğu hipoteziyle de (Wiley and Chichester, 1992) uyum içindedir. Ayrıca diyatom çoğalmalarının gözlemlendiği ilkbahar aylarında fosfat konsantrasyonlarındaki azalışlar belirgindir. Bu da fosfatın bu süreçte kullanıldığını ortaya koymaktadır. Geniş fitoplankton çoğalmalarının fosfat konsantrasyonunu 1-2 $\mu\text{g/l}$ 'nin altına (yani ölçüm limitleri altına) düşürebileceği (Sharp et. al., 1984; Lebo, 1990, 1991) rapor edilmektedir. Bu görüşle bulgularımız paralellik göstermektedir. Diyatomların türce zenginliği fosfat konsantrasyonlarına bağımlı olmasına rağmen dinoflagellat ve tintinidlerin tür adetlerinin ortamda fosfat konsantrasyonları arttıkça azaldığı Koray (1985) tarafından rapor edilmiştir.

Silikat konsantrasyonları yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda diğer besleyici elementlerden daha yüksek konsantrasyonlarda tespit edildi. Çıkış suyunda silikat konsantrasyonlarının giriş suyuna oranla daha yüksek konsantrasyonlardaydı. Bu durum kuluçkahaneden çıkan tatlı su ilavesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca silikat konsantrasyonları İzmir İç Körfez'le karşılaştırıldığında (123,48 $\mu\text{g at Si/l}$) Dem Limanı'nda araştırma yapılan istasyonlarda yüksek konsantrasyonlarda saptanmasının bir diğer nedeni karasal kaynaklardan silikatın ortama girişidir. Japonya'da yapılan bir araştırmada silikat konsantrasyonlarının azalan saliniteyle arttığı ve özellikle nehir sularının katkısının silisin temel temel kaynağı oluşturduğu rapor edilmiştir (Yamamoto and Tsuchiya, 1995). Dem Limanı'ndaki istasyonlarda sürekli silikat temininin sonucunda yıl boyunca bu ortamda diyatom hakimiyeti belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Silikat konsantrasyonlarının kış sonu ve yaz başında azalması diyatom çoğalması dolayısıyla silikatın diyatom türleri

tarafından kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu bulgu İzmir Körfezinde silikat ve fosfat ilkbahar ortalarından sonbahara kadar biyolojik aktivitenin etkisindedir (Büyükcıkışık ve Erbil, 1987) görüşüyle uyum içindedir. Diyatomlar früstülün oluşturulması için silikata ihtiyaç duyarlar ve bu anda silikatın ortosilisilik asit $\text{Si}(\text{OH})_4$ olarak temininin diyatom gelişimini sınırlayabileceği öne sürülmektedir.

Diyatomun aşırı çoğalması süresince silisilik asidin düşük veya ölçüm limitlerinin altında olduğu hem tatlı sularda (Tessenow, 1966; Schelske and Stoermer, 1972) hem de denizde gözlenmiştir (Grant, 1971; Ryther et al., 1971). Ancak Dem Limanında seçilen istasyonlarda silikat girdilerinin yıl boyunca devam etmesi nedeniyle silikatın ortamda yeterli miktarda olduğu bu nedenle diyatom gelişiminin bu ortamda silikat tarafından sınırlanmadığı açık şekilde görülmektedir. Jorgensen (1952, 1953) ve Paasche (1973) yaptıkları araştırmalarda silikat konsantrasyonu ortamda $1\text{ }\mu\text{g at Si/lt.}$ altında ise diyatomların silikatu kullanmadıklarını gözlemlemişlerdir. Araştırmada elde edilen değerler bunun çok üzerinde olduğu için ($27,74\text{ }\mu\text{g at Si/lt.}$ Giriş ve $38,89\text{ }\mu\text{g at Si/lt}$ çıkış) silikat sınırlayıcı değildir.

Paasche (1973) Michael Menten Kinetiğini kullanarak yaptığı hesaplamada en düşük silikat alınımlar limitini $0,2\text{ }\mu\text{g at Si/lt}$ olarak saptadı.

Dem Limanında kuluçkahaneye giren ve çıkan sularda yıl boyunca inorganik azot formlarının genellikle çıkış suyunda giriş suyunda daha yüksek konsantrasyonlarda saptanmasının nedeni kuluçkahaneden bırakılan yem atıkları ve burada uygulanan süreçlerdir. Ayrıca çıkış suyunda protozooplanktonun varlığı (yaz aylarında) özellikle amonyumun artışına neden olmuştur. Bunu feopigment konsantrasyonları da doğrular niteliktedir. Zooplanktonun üre ve amonyum rejenerasyonunda major katkıya sahip olduğu rapor edilmiştir (Demanche, 1974).

Borgne (1978) amonyumun, zooplankton boşaltımı ve fitoplankton bozunmasından oluştuğunu öne sürmektedir. Bu görüşle bulgularımız uyum içindedir. Koray (1985) tarafından yapılan

çalışmada nitrat azotunun artışı ile diyatomların tür adetlerinde arttığı saptanmıştır. Ancak araştırma bölgesinde (Dem Limanı) İzmir iç körfeze oranla nitrat konsantrasyonlarının çok düşük değerlerde olması nedeniyle böyle bir saptama yapmak mümkün değildir.

Kış aylarından itibaren giriş ve çıkış sularında nitrit tüketiminden diyatomlar sorumlu tutulabilir. Özellikle giriş suyunda nitrit konsantrasyonları ölçüm limitlerinin altındadır. İzmir İç Körfezinde Büyükkışık (1986) tarafından yapılan çalışmada kış aylarında nitrit üzerinde biyolojik aktivite etkindir görüşüyle de bu sonuçlar uyum içindedir.

Nutrient oranları ve fitoplankton toplulukları arasındaki bağıntılar çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Riegman (1991) ve Smayda (1989, 1990)'a göre azalan Si/N ve/veya Si/P oranları dominansının diyatomdan flagellatlara geçişini açıklamaktadır. Dem Limanında kuluçkahaneye giren ve çıkan sularda Si/P oranları karşılaştırıldığında giriş suyunda bu oran fosfat azlığından dolayı yüksek değerlerde saptanmış olup silikat sınırlayıcılığından bu nedenle söz edilemez. Çıkış suyunda Si/P oranları giriş suyuna oranla daha yüksek değerlerde olup her iki istasyonda yıl boyunca diyatom hakimiyetini açıklar niteliktedir. Ayrıca Si/P oranının düşük olduğu 23. ve 136. günlerde diyatom aktivitesinin tespit edilmesi silikatın kullanıldığını ortaya koymaktadır. Özellikle bu günlerde tespit edilen *Naviculoid diyatom* ve *N. closterium* türleri bundan sorumlu tutulabilir.

İzmir Körfezinde 1990-1991 yılları arasında yapılan çalışmada diyatom tür kompozisyonunu yöneten önemli faktörlerden olan Si/P oranlarının aylık değişimleri incelendiğinde *T. rotula* ve *N. closterium*'un silis tüketimlerinin doğal sonucu olarak Ocak ayında bu oranın düşük olduğu, Nisan ayında ise bu oranın yılın en yüksek değerine ulaştığı ve bunun dinoflogellat türlerinin baskınlığı ile açıklandığı rapor edilmiştir (Koray ve diğ., 1991).

Araştırmamızda özellikle giriş suyunda Si/P oranının en yüksek değere ulaştığı günlerde dinoflagellat türlerinden

Prorocentrum micans ve *Gonyaulax sp.* tespit edilmiş olup yukarıda değinilen sonuçla bulgularımız paralellik göstermektedir.

N/P oranları giriş ve çıkış suyunda yıl boyunca teorik olarak kabul edilen 16:1'den genellikle düşük olarak saptandı. Giriş suyunda fosfatın çok düşük zaman zaman ölçüm limitlerinin altında olması nedeniyle bu oran yüksek, azot sınırlayıcılığı arttığında bu oranlar düşük olarak saptandı. Çıkış suyunda ise bu oranlar biraz daha yüksektir. Giriş suyunda bu oran en yüksek değere ulaştığında (256 gün) dinoflagellat aktivitesi tespit edildi. Aynı gün fosfat oldukça düşük değerde (0,06 µg at PO₄-P/l) olduğundan N/P oranı yüksektir.

Si/N oranları giriş ve çıkış suyunda yıl boyunca yüksek değerlerde olup bunun nedeni ortama silikat ilavesinin sürekli olmasından kaynaklanmaktadır. Denizden esen rüzgarların yarattığı dalgaların karıştırma etkisi ile sığ suda dipteki çözünmüş silikatın su kolonuna karışması karada esen rüzgarlarla açığındaki dip suyunun yüzeye yükselmesiyle çözünmüş silikatın yüzey sularına ilave olması, kuluçkahanelerdeki proseslerden gelen silikatın ve nehirlerle ve yağmurlarla karadan gelen diğer katkıların ilavesiyle bu bölgede silikatın girişi süreklilik arz etmektedir. Giriş suyundaki düşük oranlar silikatın diatomlar tarafından kullanıldığını kanıtlar niteliktedir. Özellikle yüksek yoğunluğa ulaşan *N. closterium*, *Naviculoid diatom* ve *Cocconeis sp.*'nin aynı zamanlarda gözlenmesi de bunu açıklamaktadır. Si/N oranları kış ve ilkbahar aylarında yüksek olup bu artış amonyum ve nitratın tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu bulgular (Büyükcık, 1983) İzmir İç Körfezindeki Si/NH₄⁺-N oranlarının ilkbahar ve kış aylarında yüksek yazın ise düşük olduğu görüşüyle uyum göstermektedir.

Sommer (1994) tarafından yapılan araştırmalarda bazı diatom türlerinin (*Nitzschia closterium*, *Asterionella glacialis*) Si/N>2:1 olduğunda flagellatlara karşı ortamda kalma yarışını kazandıkları belirtilmektedir. Araştırma yaptığımız istasyonlarda yıl boyunca Si/N oranlarının 2:1'den yüksek seviyelerde saptanması ve özellikle *N. closterium* türünün uzun süre belirli yoğunluklarda gözlenmesi yukarıda değinilen bulguyla da desteklenmektedir.

Öfotik zonda bir çok doğal işlem klorofil ve feopigment konsantrasyonlarını etkiler. Bunlar fitoplankton gelişimi, zooplankton otlaması hücrenin batma hızı, yaşlanması, fotodegradasyon, fekalpelletin batma hızı, fiziksel karışım ve advektif taşınımıdır (Welshmeyer and Lorenzen, 1985).

Chla konsantrasyonları yıl boyunca giriş suyunda çıkış suyuyla karşılaştırıldığında oldukça düşük seviyelerdedir. Bu da giriş suyunda biyolojik aktivitenin oldukça az olduğunu kanıtlar niteliktedir. Yıl boyunca ölçülen en yüksek değer $1,13 \mu\text{g Chla/l}$ ve buna katkıda bulunan türler *N. closterium*, *L. danicus* ve *Naviculoid diatom* olarak tespit edildi.

Çıkış suyunda ölçülen en yüksek değer $5,46 \mu\text{g Chla/l}$ olup Nisan ayı ortalarında saptanan bu değere *N. closterium* türü büyük katkıda bulunmuştur. Dem Limanında seçilen istasyonlarda Chla konsantrasyonları fitoplankton gelişimiyle paralellik göstermektedir.

Büyükkışık (1988) tarafından Gülbahçe ve İzmir İç Körfezinde 1984-1985 yıllarında yapılan araştırmada Gülbahçe körfezi için ortalama en düşük klorofila değeri $0,85 \mu\text{g Chla/l}$, en yüksek değer $3,18 \mu\text{g Chla/l}$, İzmir İç Körfezde ortalama $5,33 \mu\text{g/l}$ ve Mayıs ayında $13,33 \mu\text{g/l}$ 'ye diatom gelişimi nedeniyle eriştiği rapor edilmiştir (Büyükkışık ve Erbil, 1987).

İzmir İç Körfezde yapılan bir araştırmada (Aydın, 1993) klorofil konsantrasyonları en düşük $1,13 \text{ mg/m}^3$ en yüksek $77,27 \text{ mg/m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Dem Limanında giriş ve çıkış sularında saptanan Chla değerleri İzmir İç Körfezinden oldukça düşük olmasının nedeni bu ortamın oligotrofik karakterde olmasından kaynaklanmaktadır.

Deniz suyunda klorofila konsantrasyonları fitoplankton biyomasının bir ölçümü olarak kullanılmıştır (Yentch, 1966). Bu görüşle bulgularımızı değerlendirecek olursak düşük nütrient konsantrasyonu, düşük fitoplankton yoğunluğuna buda fitoplankton

biyomasının azalışına (Chla) neden olmaktadır. Bu sonuç aynı zamanda Büyükkışık (1990) tarafından İzmir İç Körfezde yapılan bir çalışmada fitoplankton biyomasındaki düşüşün azalan nütrient konsantrasyonlarının etkisiyle olduğu görüşüyle desteklenmektedir. Feopigmentlerin zooplankton otlamasının direkt ürünleri olduğu bilinmektedir (Shuman and Lorenzen, 1975). Yıl boyunca kuluçkahaneye giren ve çıkan sularda feopigment konsantrasyonları oldukça düşük konsantrasyonlarda olduğu saptandı. Özellikle giriş suyunda feopigment konsantrasyonları ölçüm limitlerinin altında olduğundan bunun sonucu olarak zooplankton aktivitesi gözlenmemiştir. Çıkış suyunda sıcaklık ve fitoplankton yoğunluğuna bağlı olarak özellikle yaz aylarında feopigment $3,24 \text{ mg/m}^3$ 'e kadar ulaşmış olup aynı zamanda siliyat aktiviteside tespit edilmiştir. Ancak bu aylarda diatom yoğunluğunun siliyatlarda fazla olması nedeniyle Chla konsantrasyonunda da artış olduğu tespit edilmiştir.

Büyükkışık (1990) tarafından İzmir İç Körfezde zooplankton otlaması ile ilgili yapılan çalışmada Mart ayı feopigment konsantrasyonu Chla ile karşılaştırılmış ve diatom gelişimi üzerinde zooplankton otlamasının düşük feopigment konsantrasyonu nedeniyle önemsiz olduğu rapor edilmiştir.

İzmir İç Körfezde yapılan bir diğer çalışmada (Aydın, 1993) yaz aylarında özellikle Ağustos ayında feopigment konsantrasyonu $14,4 \text{ mg/m}^3$ olarak saptanmış ve dinoflogellet gelişiminin mikrozoplankton aktivitesiyle sınırlandığı belirtilmiştir.

Dem Limanında her iki istasyonda Chla konsantrasyonunun feopigmentten daha fazla olduğu dolayısıyla bu istasyonlarda protozooplankton gelişimi üzerine çok fazla etkisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır. Partikül organik karbon konsantrasyonunu artırıcı terimler otlamada hazmedilen fekal madde, dış ortamdan giren P.O.C. konsantrasyonu, azaltıcı terimler ise batma, bozunma ve dış ortama kayıp olarak belirtilmektedir (Anonim, 1995).

Dem Limanında kuluçkahaneye giren ve çıkan sularda partikül organik karbon konsantrasyonlara karşılaştırıldığında çıkış suyunda daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmektedir. Çıkış suyunda saptanan (2,04 mgC/lit) en yüksek konsantrasyon yaz başında sıcaklığın arttığı Haziran ayında fitoplankton yoğunluğunun da arttığı gözlenmiş olup bu bize çıkış suyunda P.O.C.'nın fitoplanktondan kaynaklandığını göstermektedir. Aynı zamanda prozooplankton aktivitesiyle oluşan fekal atıklarında P.O.C.'a katkısıda bulunmaktadır. Güneydoğu Akdeniz'de (Mısır kıyıları) yapılan bir araştırmada P.O.C., P.O.N. ve P.P.BSi'nin yüksek konsantrasyonlarının Chla maksimumuyla ilgili olduğu rapor edilmiştir (Abdel Moati, 1990).

Boy gruplarına göre Chla konsantrasyonu giriş ve çıkış sularında farklılık göstermektedir. Giriş suyunda yıl boyunca pikoplankton klorofila miktarı ölçüm limitlerinin altındadır. Net plankton (>20-58 mm) klorofila konsantrasyonu yıl boyunca en yüksek değere ilkbahar başlangıcında ulaşmış genellikle nanoplanktondan daha düşük konsantrasyonda seyretmiştir. Nanoplankton (>2-20 µm) Chla konsantrasyonları yıl boyunca özellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında klorofilden sorumlu tutulabilir.

Bu aylarda diyatomlardan *Cocconeis sp.*, *Naviculoid diyatom* ve *C. affine* tespit edilmiştir. Çıkış suyunda Nanoplankton hakimiyeti yıl boyunca klorofila konsantrasyonlarına katkıda bulunmuştur. Özellikle ilkbahar aylarındaki Chla konsantrasyonundaki artışlardan nanoplankton sorumlu olduğu görülmektedir

Bunu sırasıyla net plankton ve piloplankton takip etmektedir. Çıkış suyunda bir diğer göze çarpan noktada giriş suyunda hemen hemen hiç saptanmayan pikoplankton klorofilinin çıkış suyunda ölçülebilir düzeylerde olmasıdır. Chla konsantrasyonlarındaki artışlar özellikle nutrient ve sıcaklık artışı takip etmektedir. Malone (1982) yüzey sularının sıcaklığı 1-14°C arasında değişirken yüksek Chla konsantrasyonuna net plankton diyatomlarının, sıcaklık yükseldikçe nanoplanktonun neden olduğunu öne sürmektedir. İstasyonlarda

saptadığımız sıcaklık yıl boyunca kış ayları hariç bu değerlerin üzerinde olduğundan giriş (94. gün hariç) ve çıkış sularında nanoplankton hakimiyeti oldukça belirgindir.

Ayrıca Koray (1985) tarafından yapılan çalışmada İzmir iç körfezde ortamdaki nanoplankton hücre adedinin sıcaklık ve tuzluluk arttıkça fazlalaştığı, buna karşılık besleyici tuzların nanoplankton arttıkça azaldığı rapor edilmiştir.

Dem Limanı'nda yıl boyunca istasyonlarda gözlenen nanoplankton aktivitesinin bir diğer nedeni silikatın genellikle yüksek konsantrasyonlarda olması ve dolayısıyla diyatom gelişimini sağlamasına bağlanabilir. Nanoplankton boyutlu *Cocconeis sp.* ve *Naviculoid diyatomun* ortamda tespit edilmesi de bunu doğrulamaktadır.

Net plankton diyatomlarının geçici gelişmelerine kış ve ilkbahar başlarında suyun karışmasının neden olduğu öne sürülmektedir (Malone and Chervin, 1979; Malone and Neole, 1981).

Özellikle giriş suyunda net planktonun kış aylarından ilkbahar başlangıcı dahil artışı yukarıda değinilen görüşle uyum içindedir. Ancak çıkış suyu için aynı şeyden söz etmek doğru olmayacaktır. Buna neden olarak da kuluçkahanedeki süreçlerin buna etken olması söylenebilir. Dem Limanı'nda nanoplanktonun yıl boyunca diğer boy gruplarından daha baskın olarak saptanması şu görüşlede desteklenmektedir; Nanoplanktonun oligotrofik sularda net planktona göre daha bol bulunması beklenir çünkü düşük batma hızı ve düşük Ks değerlerine sahiptirler (Eppley, 1972).

Deniz ve göllerdeki fitoplankton komüniteleri genellikle yılın farklı zamanlarda farklı türler tarafından meydana gelir (Kolff and Croechel, 1978; Smayda, 1980; Colebrook, 1984; Reynolds, 1984; Karentz and Smayda, 1984; Sommer et al., 1986; all of Hydrobiologica V.138, 1986).

Dem Limanında kuluçkahaneye giren ve çıkan sulardaki tür kompozisyonu yıl boyunca farklı değişimler gösterdi. Giriş suyunda yıl boyunca en çok gözlenen türler *Naviculoid diyatom*, *Cocconeis sp.* olup bunları *N. closterium*, *Gonyaulax* ve *L. donicus* takip etmiştir. İlkbahar aylarında diyatom türlerinden *N. closterium*, *L. abbreviata* ve *L. danicus* dinoflogellatlardan *Gonyaulax sp.* baskın türler olarak tespit edilmiştir. Çıkış suyunda ise yıl boyunca en çok gözlenen fitoplankton türleri *Naviculoid diyatom*, *Cocconeis sp.*, *N. closterium* olup dinoflagelletlerden *P. micans* ve *Gonyaulax sp.*'dir. İlkbahar aylarında diyatom türleri baskın olmakla beraber ilkbahar sonlarından yaz sonlarına kadar dinoflagellet türleri hakimiyetini sürdürmektedir.

Koray (1995) tarafından İzmir körfezinde yapılan çalışmada diyatomların azalışını dinoflagellatların artışının takip ettiği ve dinoflagelletlerin Nisan ortalarında artmaya başladığı ve maksimum Haziran ortalarında ulaştığı ve dereceli olarak Ekim ayına kadar tekrar azalttığı rapor edilmiştir.

Dem Limanı'nda özellikle çıkış suyundaki bilgilerimiz bu görüşle uyum içindedir. Diyatomlar genellikle ilkbaharda, flagellatlar ise yazın bol olarak bulunurlar (Evans, 1988).

Yıl boyunca Dem Limanı'nda giriş ve çıkış sularında yukarıda değinilen görüşle uyumlu olarak ilkbahar aylarında diyatomlar yaz aylarında ise dinoflagellet türleri baskın olarak gözlemlendi.

Ancak bu bölgede silikatın sürekli teminiyle özellikle diyatomlardan *Naviculoid diyatom* ve *Cocconeis sp.* çıkış suyunda yıl boyunca su kolonunda gözlenmiştir. Evans (1988)'e göre ilkbaharda gelişim gösteren gruplar nütrient, ışık ve düşük metabolik hızlardan daha az sınırlama avantajına, yazın gelişim gösteren gruplar ise daha az batma hızı ve yüksek büyüme hızı avantajlarına sahiptirler. Ancak yaz grupları yüksek gelişme hızlarına sahip olmalarına rağmen bir çok etken gelişimlerini sınırlar ve yılın herhangi bir zamanında ilkbahar grupları fiziksel ve otlama kayıplarından önce gerçek yüksek gelişim hızına sahip olurlar.

Dem Limanı'nda gözlenen tür süksesyonu yukarıda değinilen görüşlerle paralellik göstermektedir. Özellikle kuluçkahaneye giren suda Mart ayı başından Ağustos ayı ortalarına kadar *Prorocentrum micans*, Mart ayı başından Haziran ayı sonuna kadar *Gonyaulax sp.* gibi toksik türlerin tespit edilmesi önemli bir bulgudur.

Gonyaulax excavata (tamarensis) Amerika'nın kuzeybatı açıklarında gözlenmiş ve PSP'ye neden olduğu rapor edilmiştir (Tyler and Seliger, 1978). Ayrıca Koray ve ark. (1991) tarafından İzmir iç körfezde yapılan çalışmalarda *Gonyaulax polyedra* ve *Gonyaulax spinifera* PSP'ye neden olabilecek türler olarak ilkbahar aylarında rapor edilmiştir. Aynı çalışmada *Prorocentrum micans*'ın red-tide olaylarına neden olduğu ve yaz başlarında midye ve istiridye yenilmesinden sonra baş gösteren diyare olaylarının (DSP) sebebi olma ihtimali üzerinde durulmaktadır.

Ancak Dem Limanı'nda (1994-1995 Aralık) yaptığımız çalışmada deniz suyunda bu türlerin henüz renklenmeye ve toksik etkilere neden olduğuna dair saptamada bulunulmadı. Yine de bu bulgular bu bölgede ileride doğabilecek tehlikelere karşı önlem alınması gerektiğini göstermektedir. Yıl boyunca elde edilen datanın giriş ve çıkış suları için istatistik testleri toksik olabilecek türlerin kuluçkahane proseslerinden etkilenmediği fakat diğer türlerin etkilendiği ve yıl boyunca değişimlerinin Dem Limanı'nda temiz ve ötrofik lokalitelerde farklı olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgu kuluçkahane atıklarıyla oligotrotik sayılabilecek karakterdeki suların zenginleşmesi sonucu daha verimli hale geldiğini ve tür çeşitliliğinin önemli ölçüde değişmediğini dolayısıyla komünitede büyük değişimlerin olmadığını açıklığa kavuşmaktadır. Toksik olabilen ve doğal ortamda belli periyotta bulunan *P. micans* ve *Gonyaulax sp.*'nin çoğalma periyotlarında bu türlerin boy aralıkları dikkate alınarak deniz suyunun filtre edilmesi kuluçkahanede üretim için büyük önem arz etmektedir.

Dem Limanı'nda azot formları içinde dominant olan amonyumu nitrat izlemektedir. Bu da büyük türlere göre

nanoplanktonunun baskınlığı ile sonuçlanmaktadır. Stolte (1994) tarafından küçük türlerin amonyum alınımına, büyük türlerin ise nitrat alınımına daha eğilimli olduğu görüşü de bulgularımızı desteklemektedir. Dem limanında nutrient türlerindeki dominansi ve belkide nutrient oranları sabit tutularak nutrientçe çeşitli düzeylerde zenginleştirme sonucu fitoplankton komunitésinin cevabı belli düzeylerde sadece biyomas artışı ortaya çıkaçaktır. Hangi seviyelerde artışların etkisinin tür diversitesini değıştireceğinin bilinmesi denizel aktivitelerin kontrolünde büyük bir öneme sahip olabilir. Mesocosm çalışmalarının yapılması bu konuda önemli bilgilerin elde edilmesini sağlayacaktır.

5. ÖNERİLER

Belli dönemlerde, özellikle ilkbahar aylarında aşırı gelişme gösteren türlerin hangi nutrient veya nütrientlerce sınırlandırıldığının “Nutrient Zenginleştirme” ve mesocosm çalışmalarının yapılmasıyla ortaya çıkarılması, bu bölgede ileride oluşabilecek aşırı üreme olaylarının nedenlerinin belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

Özellikle su sıcaklığının arttığı yaz aylarında kuluçkahanelere giren suda *Prorocentrum micans* ve *Gonyaulax sp.* gibi toksik türlerin varlığı ileride tehlikeli sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle özellikle bu aylarda su örnekleri incelenmeli ve deniz suyu bu türlerin boy ranjları gözönünde bulundurularak filtreden geçirilerek kuluçkahanelerde kullanılmalıdır. Ya da U. V. ve ozon ile sterilizasyon sağlandıktan sonra kuluçkahanelerde kullanılmalıdır.

Dem Limanında (Çandarlı Körfezi) seçilen istasyonlarda deniz suyu genelde oligotrofik karakterdedir. Ancak, azot formlarının çok düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen silikat konsantrasyonları oldukça yüksektir. Bu nedenle belli zamanlarda özellikle diyatom türlerinden *Nitzschia closterium* aşırı çoğalma gösterebilmektedir. Kuluçkahanelerin kapalı sisteme geçmesiyle Si konsantrasyonlarındaki dalgalanmalar su değışiminin zaman zaman olması nedeniyle, daha büyük türlerin ortamda kalması veya küçük türlerle daha iyi yarışmasıyla sonuçlanabilecektir. Böylece *N. closterium* türünde belli zamanlarda görülen baskınlık zayıflayacaktır.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdel-Moati, A., R.**, 1990, Particulate Organic Matter in the Subsurface Chlorophyll Maximum Layer of the Southeastern Mediterranean. . Oceanologica Acta Vo.13, No.3, 307-314 p.
- Acara, A. and Nalbantoğlu, U.**, 1990, Preliminary Report on the Red-tide Outbreak in Gulf of İzmir, Rapp. P.-V Re'un Comm. Int. Explor. Scient. Mer. Mediterr., 15(3): 33-38 p.
- Anonim**, 1995, İzmir Körfezi Planktonunu Kontrol Eden Faktörler ve Ekolojik Modellemesi. TÜBİTAK. Proje No: Debag-33, İzmir, 1-97 s.
- Aydın, H.**, 1993, İzmir Körfezi Fitoplanktonunun Gelişimi Üzerine Sınırlayıcı Faktörler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1-94 s.
- Aydın, H., Büyükkışık, B.**, 1994, İzmir Körfezinde Fitoplankton Büyümesi Üzerine Nutrient Sınırlaması I Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. E.Ü.Fen Fakültesi Dergisi Seri B., Ek 16/1, 1141-1149 s.
- Büyükkışık, B.**, 1983, İzmir Körfezinde Nutrientler ve Dağılımlarının İncelenmesi. E.Ü.Fen Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, 59 p.
- Büyükkışık, B., Koray, T.**, 1984, İzmir Körfezinde Aşırı Biyolojik Aktivitenin Oluşturduğu Oksijen Tüketiminin Nedenleri ve Sonuçları. "Çevre 84" V. Türk Alman Çevre Mühendisliği Sempozyumu. İzmir. P. E. 13-E 15.
- Büyükkışık, B.**, 1983-1984, The Surface Distribution of Ammanla in İzmir Bay E.Ü.Faculty of Science Journal, Series B, Vol. VII(1): 1-9
- Büyükkışık, B.**, 1986, İzmir Körfezi ve Gülbahçe Körfezinde

Karşılaştırılmalı Olarak Nutrient Dinamikleri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Bornova, 191 s.

Büyükcşık, B., 1987, İzmir Körfezi Yüzey Sularında Oksijen Dağılımları. Viii. Ulusal Biyoloji Kongresi, Vol. Li P. 430-443

Büyükcşık, B., Erbil, Ö., 1987, İzmir İç Körfezinde Nutrient Dinamikleri Üzerine Araştırmalar. Doğa Türk Müh. Ve Çev. D. C. 11(3): 379-395

Büyükcşık, B., 1998, Distrubition of Chlorophyll and Nutrients in İzmir Bay (Aegean Sea). Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 31, 2

Büyükcşık, B., 1990, İzmir Körfezinin Nutrientler ve Primer Ürün Açısından Bugünkü Durumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Teknolojisi Enstitüsü, İzmir Körfezinin Düny Bugünü Yarını Sempozyumu, 22-23 Kasım (Baskıda)

Büyükcşık, B., 1990, Zooplankton Grazing in the Part of İzmir Bay. Xxxiie Congres-Assemble Pleinere Perpignan, Comite d'oeanographie Chimique, 15-20 Octobre, France Rapp. Comm. Int. Mer. Medit, 32, 1-5.

Büyükcşık, B., Gökpınar, Ş., Parlak, H., 1994, Chaetoceros didymum ve Thalassiosira gravida Türlerinin Büyüme Kinetikleri Üzerine Araştırmalar. I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Ek 16/1 1151-1159 p.

Büyükcşık, B., Koray, T., Parlak, H., 1994, Red-Tide Sezonunda İzmir Körfezi'nin Primer Produktivitesi. I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Ek 16/1, Baskıda 1994.

Cirik, S., Gökpınar, Ş., Önen, M., Yaramaz, Ö., 1991, Urla İskelesinde ve Açıklarında Deniz Kirliliğinin Neden olduğu Bazı Biyolojik Olaylar. Eğitiminin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 391-396

- Clarke, A. and Raymond, J. G., 1996, The Seasonal Cycle of Phytoplankton, Macronutrients and the Microbial Community in a Nearshore Antarctic Marine Ecosystem, *Limnol. Oceanogr.* 4(6), 1281-1294 p.**
- Cole, J., J., 1984, The Role of Molibdat and Sulfate in the Nitrogen Cycle of Natural Waters. EOS fall Meeting Abstracts. Vol. 65, No.45 L 041A-03**
- Corner, E. D. S. and Davies, A. G., 1971, Plankton as a Factor in the Nitrogen and Phosphorus Cycles in the Sea *Adv. Mar. Biol.*): 101-204 p.**
- Cupp, E. E. , 1977, Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America Universty of California Press Berkeley and Los Angeles, 237 p.**
- Curtis, O. D., Norman, F. B. and Paul, J. H., 1978, Continious Culture of Marine Diatoms under Silicon Limitation. 3. A Model of Si-Limited Diatom Growth. *Limnol. Oceangor.* V.23(1), 41-51 p.**
- Delia, C. F., Sanders, J. G. and Boynton, W. R., 1986, Nutrient Enrichment Studies in a Coastal Plain Estuary: Phytoplankton Growth in Large-Scale, Continious Cultures. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 397-406 p.**
- Eppley, R. W., 1972, Temperature and Phytoplankton Growth in the Sea. *Fishery Bulletin*: Vol.70, No.4, 1063-1085 p.**
- Evans, T. G., 1988, A Framework for Discussing Seasonal Succession and Coexistence of Phytoplankton Species. *Limnol. Oceanogr.*, 33(5), 1027-1036 p.**
- FAO/IOC/UNEP, 1988, Report on Training Workshop an the Statistical Treatment and Interpretation of Marine Community Data, Athens, 160 p.**

- FAO, 1990, Aquaculture Production (1985-1988), FAO Fish. Cire., (815) Rev. 2, 136 p.
- Geldiay, R., Kocataş, A., Ergen, Z., 1975, İzmir Körfezi'nin Genel Hidrografisi Üzerine İlk Görüşler. TÜBİTAK V. Bilim Kong., 315-327.
- Gökpınar, Ş., 1983a, Observations on the Culture of a Marine Diatom *Phaeodactylum tricorutum* In Different and Salinity Concentrations. E. Ü. Fac. Of Sci. Jour. B6-1: 77-86 p.
- Gökpınar, Ş., Koray, T., 1983, İzmir Körfezi Planktonunda Rastlanan Rhizosolenia (Ehrenberg) Brightwell Genusu Üzerine Gözlemler. I. Ulusal eniz ve Tatlı Su Araştırmaları Kongresi, BI: 201-219 p.
- GESAMP, 1990, Review of Potentially Harmful Substances, Nutrients. Rep. Stud. No.34, 40 p.
- GESAMP, 1991, Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture. Rep. Stud. No.47, Rome, 35 p.
- Gowen, R. J. and Bradbury, N. B., 1987, The Ecological Impact of Salmon Farming in Coastal Waters: A Review. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 25: 563-75 p.
- Hendey, N. L., 1976, An Introductory Account of Smaller Algae of British Coastal Waters. Bacillariophyceae. Fishery Investigations Series IV. Part V: B, 317 p.
- Howarth, R. W., 1988, Nutrient Limitation of Net Primary Production in Marine Ecosystems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 19: 89-110 p.
- Howarth, R. W. And Marino, R., 1990, Nitrogen-fixing Cyanobacteria in the Plankton of Lakes and Estuaries: A Reply to the Comment by Smith. Limnol. Oceanogr. 35: 1859-1863 p.

- Isolato, I. et al., 1985,** The Impact of Fish Farming on the State of the Stroom Area in Kustavi (in Finish). Vesihallit Mon. Sarja, 352 p.
- İzgören, F. S., Büyükkışık, B., 1994,** Melez Çayında Bir Yıllık Anyonik Deterjen ve Nutrient Konsantrasyonları. I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. E. Ü. Fen Fakültesi Dergisi Ser B, Ek 16/1
- Jackson, G. A. and Williams, P. M., 1985,** Importance of Dissolved Organic Nitrogen and Phosphorus to Biological Nutrient Cycling. Deep-Sea Res. 32: 223-235 p.
- Jones, K. J., et al., 1982,** A Red-tide of *Gymnodinium aureolum* in Sea Lochs of the Firth of Clyde Associated Mortalities of Pond Reared Salmon. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 62: 771-82 p.
- Jorgensen, E. G., 1952,** Effects of Different Silicon Concentrations on the Growth of Diatoms. Physiologia Pl. 5: 161-170 p.
- Jorgensen, E. G., 1953,** Silicate Assimilation by Diatoms. Physiologia Pl. 6: 301-315 p.
- Kocataş, A., Geldiay, R., 1979,** Pollusyonun İzmir Körfezinde Neden Olduğu Bazı Biyolojik ve Hidrografik Etkiler. TUJJB, 11: 89-97 s.
- Koray, T., Gökpinar, Ş., 1983,** Ceratium Schrank Genusu Türlerinin İzmir Körfezindeki Kalitatif ve Kontitatif Özellikleri. I. Ulusal Deniz ve Tatlı Su Araştırmaları Kongresi, B1: 178-200 s.
- Koray, T., 1984,** The Occurance of red-tides and causative organisms in İzmir Bay. E. Ü. Faculty of Science Journal, Series B1(7): 75-83 p.
- Koray, T., 1985,** İzmir Körfezinin Mikroplanktonunda Meydana

Gelen Değişimlerde Ortam Faktörlerinin Rolü. Doktora Tezi, Bornova, 154 s.

Koray, T., Büyükkışık, B., 1988, Toxic Dinoflagellata Blooms in the Harbour Region of İzmir Bay (Aegean Sea). Revue Intern. D'océanogr. Medic., Tomes 25-42 p.

Koray, T., Büyükkışık, B., Gökpınar, Ş., 1990, Factors Controlling Serondary Productivity (Level 1 and 2) of Polluted Temperate Coastal Waters (İzmir Bay, Eagean Sea): A Multivariate Model, Rapp. Comm. Int. Mer. Medit. 32,1: 129 p.

Koray, T., Büyükkışık, B., Parlak, H., Gökpınar, Ş., 1991, İzmir Körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Tek Hücreli Organizmalar: Red-tide ve Diğer Aşırı Üreme Olayları. Doğa-Tr. J. of Biology 16(1992), 135-157 s.

Koray, T., Büyükkışık, B., Gökpınar, Ş., Benli, H., 1992a, Phytoplankton Blooming and Zooplankton Swarms in Eutrophied Zones of Eagean Sea (İzmir Bay) Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 33: 257 p.

Koray, T., Büyükkışık, B., Parlak, H., Gökpınar, Ş., 1992b, İzmir Körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Tek Hücreli Organizmalar: Red-tide ve Diğer Aşırı Üreme Olayları., Doğa-Tr. J. of Biology, 16: 135-157 s.

Koray, T., 1995, Phytoplankton Species Succession Diversity and Nutrients in Neritic Waters of the Aegean Sea (Bay of İzmir) Tr. J. of Botany 19 TÜBİTAK, 531-544 p.

Lebo, M. E., 1990, Phosphate Uptake Along a Coastal Plain Estuary. Limnol. Oceanogr. 35: 1279-1289 p.

Lebo, M. E., 1991, Particle-bound Phosphorus Along an Urbanized Coastal Plain Estuary. Mar. Chem. 34: 225-246 p.

Malone and Chervin, M. B., 1979, The Production and Fate of Phytoplankton Size Fractions in the Plume of the Hudson River, New York Bight. *Limnol. Oceanogr.* 24: 683-696 p.

Malone and Neale, P. J., 1981, Parameters of Light dependent Photosynthesis for Phytoplankton Size Fractions in Temperate Estuarine and Coastal Environments. *Mar. Biol.* 61: 289-297 p.

Malone, C. T., 1982, Phytoplankton Photosynthesis Carbon-specific Growth: Light Saturated Rates in a Nutrient-rich Environment. *Limnol. Oceanogr.* 27(2), 226-235 p.

Michael and Edward, 1990, A Test of the Assumptions and Predictions of Recent Microalgal Growth Models with the Marine Phytoplankter, *Pavlova lutheri*. *Limnol. Oceanogr.* 35(3): 583-596 p.

Myers, V. B. and Iverson, R. L., 1981, Phosphorus and Nitrogen Limited Phytoplankton Productivity in Northeastern Gulf of Mexico Coastal Estuaries 569-582 p.

Neveux, J., 1988, Extraction of Chlorophylls from Marine Phytoplankton Vehr. Internat. Verein. *Limnol* 23: 928-932 p.

Nixon, S. W., 1992, Quantifying the Relationship between Nitrogen Input and the Productivity of Marine Ecosystems. *Adv. Mar. Techn. Conf.* 5: 57-83 p.

Numann, W., 1955, İzmir Körfezinde Balık Kırılması Hadisesi, *Hidrobiyoloji Mecmuası, Ser., A3(2)* 90-93 s.

Paasche, E., 1973, Silicon and the Ecology of Marine Plankton Diatoms. II. Silicate-uptake Kinetics in Five Diatom Species. *Mar. Biol.* 19: 262-269 p.

Parsons and et al., 1963, 1970, Biological Oceanographic Processes Pergamon Press, Oxford, 332 p.

- Parsons et al.**, 1972, *Biological Oceanographic Processes* Pergamon Press, Oxford, 332 p.
- Postma, H.**, 1985, Eutrophication of Dutch Coastal Waters *Neth. J. Zool.* 35: 348-359 p.
- Rampi, L. and Bernard, M.**, 1978, *Key for the Determination of Mediterranean Pelagic Diatoms*, Roma, 28 p.
- Redfield, A. C.**, 1958, The Biological Control of Chemical Factors in the Environment. *Am. Sci.* 46: 205-221 p.
- Ricard, M.**, 1978, *Atlas du Phytoplankton Marin Volume II: Diatomophycees*, Paris, 280 p.
- Riegman, R.**, 1991, Mechanisms Behind Eutrophication Induced Novel Algal Blooms. *NIOZ Rapp.* 9:1-51 p.
- Sharp, J. H. And et al.**, 1984, *The Estuary as a Filters Academic Press.* Pages 241-258 in Kennedy VS (ed).
- Shuman, F. R. And Lorenzen, J. C.**, 1975, Quantitative Degradation of Chlorophyll by Marine Herbivore. *Limnol. Oceanogr.* 20: 580-586 p.
- Smayda, T. J.**, 1989, Primary Production and the Global Epidemic of Phytoplankton Blooms in the Sea: a linkage. In: Cosper, E. M., Bricelj, V. M., Carpenter, E. J. (eds). *Novel Phytoplankton Blooms.* Springer, New York, 449-483 p.
- Smayda, T. J.**, 1990, Novel and Nuisance Phytoplankton Blooms in the Sea: Evidence for a Global Epidemic. In: Graneli, E., Sundström, B., Edler, L., Anderson, D. M. (eds). *Toxic Marine Phytoplankton.* Elsevier, Amsterdam 29-41 p.
- Smith, R. E. H. And Kalff, J.**, 1982, Size-dependet Phosphorus Uptake Kinetics and Cell Quata in Phytoplankton. *J. Phycol.* 18: 275-284 p.

- Smith, S. V., Kimmer, W. J. and Walsh, T. W., 1986, Vertical Flux and Biogeochemical Turnover Regulate Nutrient Limitation of Net Organic Production in the North Pacific Gyre. *Limnol. Oceanogr.* 31: 161-166 p.**
- Sommer, U., 1988, Phytoplankton Succession in Microcosm Experiments Under Simultaneous Grazing Pressure and Resource Limitation. *Limnol. Oceanogr.* 33(5), 1037-1054 p.**
- Sommer, U., 1994, The Impact of Light Intensity and Daylength on Silicate and Nitrate Competition Among Marine Phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 39(7), 1680-1688 p.**
- Sournia, A., 1986, Atlas du Phytoplankton Marin Volume I: Introduction, Cyanophycees, Dictyochophycees, Dinophycees et Raphidophycees, Paris, 216 p.**
- Strickland, J. D. M., Parsons, T. R., 1972, A Practical Handbook of Seawater Analysis Bulletin 167, Fisheries Research Board of Canada. Ottawa**
- Tangen, G., 1977, Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in North European Waters, Accompanied by Mortality in Marine Organisms, *Sarsia*, 63(2): 123-33 p.**
- Thomas, W. H. And Dodson, A. N., 1974, Effect of Interrelations between Temperature and Nitrate Supply on the Cell Division Rates of two Marine Phytoflagellats. *Marine Biology* 24, 213-217 p.**
- Tilman, D. R. And et al., 1986, Green, Bluegreen and Diatom Algae: Taxonomic Differences in Competitive Ability for Phosphorus, Silicon and Nitrogen. *Arch. Hydrobiol.* 106: 473-485 p.**
- Tyler, A. M. and Seliger, H. H., 1978, Annual Subsurface**

Transport of Red-tide Dinoflagellate to its Blooms Area: Water Circulation Patterns and Organisms Distribution in the Chesapeake Bay. *Limnol. Oceanogr.* Vol 23(2). 227-246 p.

Vitousek, P. M. and Howarth, R. W., 1991, Nitrogen Limitation on Land and in the Sea: How can it occur? *Biogeochemistry* 13: 87-115 p.

Welshmeyer, N. and Lorenzen, J. C., 1985, Chlorophyll Budgets: Zooplankton Grazing and Phytoplankton Growth in Temperate Fjord and the Central Pacific Gyres *Limnol. Oceanogr.* 30(1) 1-21 p.

Wiley, J. and Chichester, S., 1995, Phosphorus in the Global Environment. Transfers, Cycles and Management. *Scope* 54. 323-345 p.

Wood, R. D., 1975, *Hydrobotanical Methods*. University of Pars Press, London, 173 p.

Yamamoto and Tsuchiya, 1995, Physiological Responses of Si-limited *Skeletonema costatum* to Silicate Supply with Salinity Decrease. *Bulletin of Plankton Society of Japon* Vol.42 No.1, 1-17 p.

7. ÖZGEÇMİŞ

- İsim** : AYDIN, Hilal
- Doğum Tarihi** : 06.04.1966
- Doğum Yeri** : Fethiye, Muğla
- Öğrenim Durumu** : 1993-1998 Doktora, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı.
- : 1990-1993 Yüksek Lisans, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı.
- : 1983-1989 Lisans, Ege Üniv. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü.
- : 1980-1983 Fethiye Lisesi.
- : 1977-1980 Fethiye Ortaokulu.
- : 1972-1977 Fethiye Atatürk İlkokulu.
- Yabancı Dil** : İngilizce
- Araştırmalar** : 1990-1993 “İzmir Körfezi Fitoplanktonun Gelişimini Sınırlayıcı Faktörler” isimli tez projemi başarı ile tamamladım.
- : 1993-1994 TÜBİTAK DEBAG-33 No’lu “İzmir Körfezi’nde Fitoplankton Gelişimi Üzerine Kontrol Eden Faktörler ve Ekolojik Modellemesi” isimli projede bir yıl süre ile çalıştım.
- Yayın** : Aydın, H. ve Büyükkışık, B., 1994, İzmir

Körfezinde Bazı Fitoplankton Türlerinin
Büyümesi Üzerine Nutrient Sınırlaması. E:Ü.
Fen Fak. Dergisi Seri B Ek 16/1, 1141-1149 s.

