

Dem Limanında (Çandarlı Körfezi, Ege Denizi) Fitoplankton Populasyon Dinamiği Üzerine Araştırmalar

*Hilal Aydın Gençay¹, Baha Büyükişik²

¹Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa, Türkiye
²Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: hilalgencay@yahoo.com

Abstract: *The studies on phytoplankton population dynamics at Dem Harbour (Çandarlı Bay, Aegean Sea).* 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 and salinity are measured. Concentrations of nutrients were low and their effects on the phytoplankton dynamics are studied.

Key Words: Phytoplankton population dynamics, Aegean Sea, Dem Harbour, nutrients.

Özet: 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 ölçüldü. Nutrient konsantrasyonları düşük olarak saptandı. Bu parametrelerin fitoplankton populasyon dinamiği üzerine etkileri belirlenmeye çalışıldı.

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton populasyon dinamiği, Ege Denizi Dem Limanı, Besleyici elementler.

Giriş

Fitoplankton populasyon dinamiği, tür kompozisyonu ve su kalitesi ile ilgili çalışmalar Ege Denizinde daha çok İzmir iç körfez ve dış körfezde yoğunlaşmaktadır. Aşırı kirlilik yükünün etkisinde olan İzmir Körfezi'nin 38.55°N ve 27 03°E' de yer alan Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) 1993 yılı içerisinde kuluçkahaneli 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 kıyrsal bölgelerde balık çiftliklerinin hızlı artışı suyun besleyici elementlerce 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 ile birlikte balık çiftliklerinde zararlı alglerin neden olduğu toplu balık ölümleri gözlemlendi (Tangen 1977; Jones 1982). Bununla birlikte bu zararlı alglerin bulunuşunun 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.

Materyal ve Yöntem

Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) balık üretme çiftliklerinin atık sularını bıraktıkları bölge yakınındaki istasyonda (38.55°N ve 27 03°E') kuluçkahaneye giren ve çıkan deniz suyunun kalitesini ve bunun fitoplankton popülasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla (Aralık 1994-1995) bir yıl boyunca yaklaşık 15 günlük aralıklarla örneklemeler yapıldı (Şekil 1). Bu her iki istasyondan iki hafta aralıklarla alınan su örneklerinin sıcaklığı °C olarak civalı termometre ile (0.1°C duyarlılıkta), pH değerleri pHep-pH Electronic Papier (HANNA Ins.), çözünmüş oksijen konsantrasyonları mg l⁻¹ 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 (in vivo) içeriğinin fluorometre ile (Turner Desing 10AU) ölçümü derhal yapıldı. İstasyonda 1 lt'lik su örnekleri (giriş ve çıkış) sonuç konsantrasyonları %4 olacak şekilde %40 lık formaldehit ile tespit edildi. 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 Sp.ectronic 21UVD Model Sp.ectrofotometre 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 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 türlerin sayımı yapıldı. Her iki istasyonda saptanan fitoplankton popülasyonları 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.

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

$$S_D = S_D / \sqrt{n}$$

$$t = \sum D / S_D$$

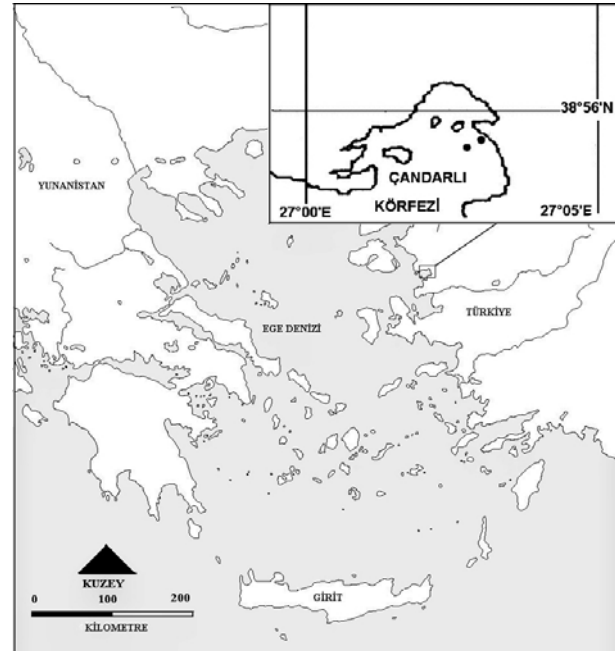
$$t_{cal} > t_{tab} \text{ Ho Red}$$

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

Bulgular

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.



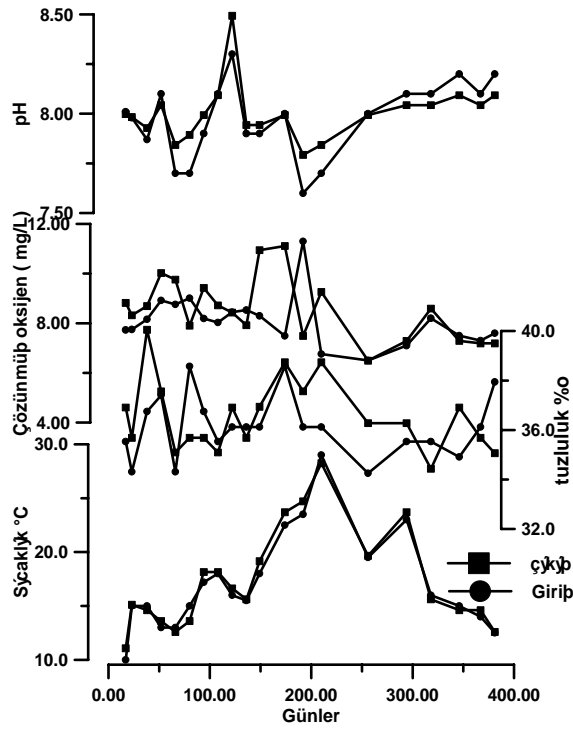
Şekil 1. Dem Limanı'nda (Çandarlı Körfezi) araştırma istasyonlarının yeri.

Çiftliklerin giriş suyunda en düşük sıcaklık 10 °C ve çıkış suyunda 11.5 °C olarak Aralık (1994) ayında ve 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 şeklinde açıkça görülmektedir (Şekil 2). 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.

Tuzluluğun yıl boyunca değişimi incelendiğinde (Şekil 2) giriş suyunda en düşük değer ‰34.25 ile Ağustos, en yüksek değer ise ‰38.57 ile Mayıs ayında ve çıkış suyunda ise en düşük değer ‰34.28 (Ekim) en yüksek değer ‰39.86 ile Ocak ayındadır. 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 kuluçkahanelinin uygulama protokolleri gereği tatlısu ilavesinden kaynaklanmaktadır.

Giriş suyunda en düşük pH değeri 7.7 (Şubat ve Haziran), en yüksek 8.3 (Nisan), çıkış suyunda en düşük değer 7.7 (Şubat), yüksek 8.3 (Nisan) olarak saptanmıştır (Şekil 2). 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 *Cylindrotheca closterium* çıkış suyunda maksimum hücre konsantrasyonuna ($82.500-606.562 \text{ hl}^{-1}$) ulaşmıştır. Bu da pH'ın körfezdeki değişimi tamamen biyolojik aktiviteye bağlıdır (Büyükişık, 1983) sonucuyla uyum içindedir. Ancak yine de Çandarlı Körfezi (Dem Limanı) için daha fazla araştırma yapmadan kesin sonuca varmak mümkün olmayacaktır.

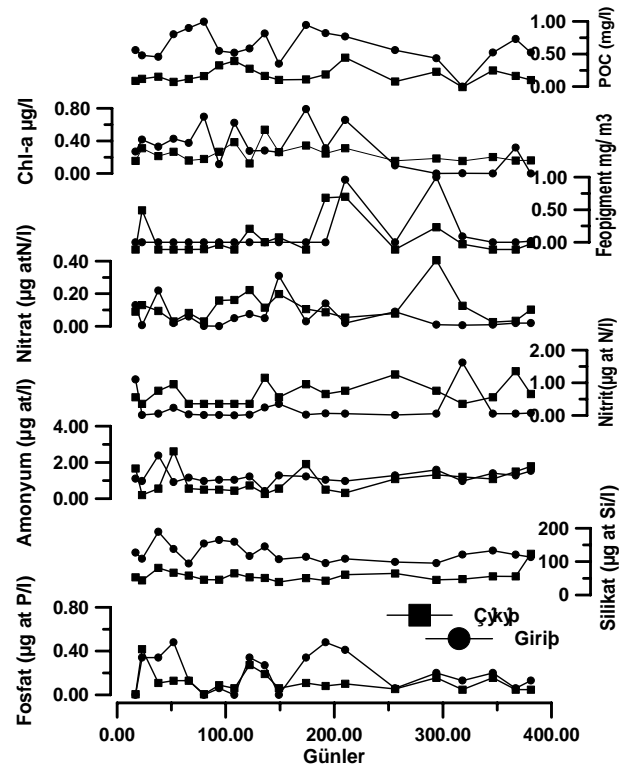


Şekil 2. 15 günlük periyotlarda sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk değişimleri.

Çözünmüş oksijenin en düşük 6.5 mg lt^{-1} ile Ağustos ayında, en yüksek konsantrasyon ise 11.3 mg lt^{-1} olarak Haziran ayında ve çıkış suyunda en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6.6 mg lt^{-1} olarak Ağustos ayında en yüksek 11.22 mg lt^{-1} ile Mayıs ayında saptanmıştır (Şekil 2). Giriş ve çıkış suyunda çözünmüş oksijen değerlerinin aylara bağlı olarak değişiminde çok büyük farklılıklar olmamakla birlikte genellikle çıkış suyunda çözünmüş oksijen giriş suyuna göre daha yüksek konsantrasyondadır. 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 yoğunluklarda saptandı.

Silikatın giriş suyunda saptanan minimum konsantrasyonu $27.74 \mu\text{g at Si lt}^{-1}$ (Şubat) ve maksimum $63.19 \mu\text{g.at Si lt}^{-1}$ (Ocak) çıkış suyunda minimum $38.89 \mu\text{g.at Si lt}^{-1}$ (Nisan), maksimum $123.48 \mu\text{g at Si lt}^{-1}$ (Aralık 95) olarak saptanmıştır (Şekil 3). Kış aylarında gözlenen maksimum

değerler silikatın karasal kaynaklardan deniz suyuna girişi ifade etmektedir. Ayrıca çıkış suyundaki yüksek konsantrasyonlar çiftliklerden tatlısu ilavesini de kanıtlar niteliktedir. Aynı periyotta tuzluluğunda düşük seviyelerde olması % 34.91 bunu desteklemektedir. Çıkış suyunda saptanan yaz aylarındaki artış otlama aktivitesi ile ilgilidir. Bu aylarda Chla bağlı olarak düşük değerdedir. Yine bu aylarda giriş suyundaki silikat konsantrasyonundaki azalma diyatom türlerinin aşırı çoğalarak silikati kullanmasıyla açıklanabilir. Kış aylarında giriş suyunda silikat konsantrasyonundaki düşüş diyatomların silikati kullanmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumu Chla değerlerinin artışı da ($0.00 \mu\text{g lt}^{-1}$ den $0.54, 0.75 \mu\text{g lt}^{-1}$ 'ye) desteklemektedir.



Şekil 3. 15 günlük periyotlarda nutrient, Chl a, POC, değişimleri

Fosfat giriş suyunda Aralık, Şubat, Mart, Nisan aylarında ölçüm limitlerinin altında olup, maksimum $0.48 \mu\text{g at PO}_4\text{-P lt}^{-1}$ Ocak ve Haziran aylarında saptandı. Çıkış suyunda Aralık ve Şubat aylarında ölçüm limitlerinin altında olup, maksimum $4.11 \mu\text{g at PO}_4\text{-P lt}^{-1}$ Aralık 1995 ayında saptanmıştır (Şekil 3). 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. Çıkış

suyunda fosfatın direkt rejenerasyonu ile artışı şu görüşle 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 $3 \mu\text{g Chla l}^{-1}$ 'ye ulaşmasıyla fosfatın kullanımı, yem ve organik madde atıklarının rejenerasyonu ile gelen fosfattan daha fazladır. Bu nedenle yaz aylarında fosfat konsantrasyonları bağlı olarak düşüktür.

Giriş suyunda amonyumun minimum konsantrasyonu $0.42 \mu\text{g at NH}_4\text{-N l}^{-1}$ (Nisan), maksimum $2.38 \mu\text{g at NH}_4\text{-N l}^{-1}$ (Ocak) olarak, çıkış suyunda ise minimum konsantrasyon $0.79 \mu\text{g at NH}_4\text{-N l}^{-1}$ (Aralık 94), maksimum konsantrasyon $3.3 \mu\text{g at NH}_4\text{-N l}^{-1}$ (Ocak) olarak saptandı (Şekil 3). 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 bağlı olarak varyasyonlar göstermekte çıkış suyunda ise girişe göre bağlı artışlar kuluçkahanedeki süreçlerden kaynaklanmaktadır. Çıkış suyunda yaz aylarından itibaren amonyum konsantrasyonundaki yükseliş sonbahar ve kışa doğru artmaktadır. Yaz aylarındaki artış zooplankton aktivitesi ve kuluçkahanedeki kullanılan yemlerin bozunmasıyla ilgilidir.

Giriş suyunda nitrit konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Aralık,Şubat,Mart,Nisan,Ekim) olup, maksimum $0.1 \mu\text{g at NO}_2\text{-N l}^{-1}$ (Aralık 95) olarak ve çıkış suyunda Mart ayında nitrit konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında olup, maksimum $1.62 \mu\text{g at NO}_2\text{-N l}^{-1}$ (Ekim) olarak saptandı(Şekil 3). Nitrit konsantrasyonlarının giriş suyunda yıl boyunca çıkış suyuna göre düşük konsantrasyonlarda olduğu gözlenmiştir. 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 kuluçkahanedeki nitrifikasyonun varlığını göstermektedir. Grafikte görülen giriş ve çıkış suyu arasındaki farklar nitrifikasyonla oluşan nitrite karşılık gelmektedir (Şekil 3). Nitritin özellikle giriş suyunda sonbahar ve ilkbahar aylarındaki azalışı bu nütrientin fitoplankterlerce azot kaynağı olarak kullanılmasının yanısıra, serbest radikallere dönüşümünün (NO-NO_2) nitrit kaybına etkisi olduğu söylenebilir.

Giriş suyunda nitratın minimum konsantrasyonu $0.001 \mu\text{g at NO}_3\text{-N l}^{-1}$ (Mart), maksimum $0.31 \mu\text{g at NO}_3\text{-N l}^{-1}$ (Nisan) olarak ve çıkış suyunda minimum nitrat konsantrasyonu $0.01 \mu\text{g at NO}_3\text{-N l}^{-1}$ (Kasım) olup, maksimum konsantrasyon $0.96 \mu\text{g at NO}_3\text{-N l}^{-1}$ (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 karışımla ve nitrifikasyonla açıklamak mümkündür. Lodos ile su sıcaklığındaki artışı takiben NO_3 artışları nitrifikasyonun

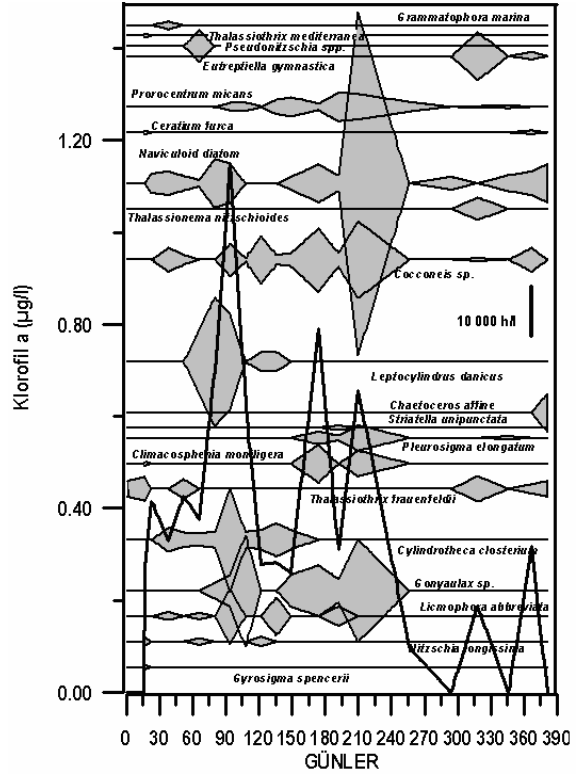
sıcaklığa bağımlılığını gösterir niteliktedir. Yaz sonlarından Ekim başlarına kadar kuluçkahanedeki ticari aktivitenin durması nitrifikasyonunda yani NO_3 'ün olmayışı ile karakteristiktir.Klorofil a'nın yıl boyunca giriş ve çıkış sularındaki değişimi grafikte görülmektedir (Şekil 3). Giriş suyu Chla'nın minimum konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında (Eylül, Kasım), maksimum $1.13 \mu\text{g Chla l}^{-1}$ (Haziran) olarak saptanmıştır.Çıkış suyunda minimum Chla konsantrasyonu $0.18 \mu\text{g Chla l}^{-1}$ (Eylül), maksimum $5.46 \mu\text{g Chla l}^{-1}$ (Nisan) olarak tespit edilmiştir.Çıkış suyunda Chla'nın en yüksek konsantrasyona ulaştığı ($5.46 \mu\text{g Chla l}^{-1}$). Nisan ayının ortalarında *C. closterium* 606.562 h l^{-1} 'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu da Chla konsantrasyonunun biyolojik aktiviteyle ilgili olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Giriş suyunda minimum POC konsantrasyonu ölçüm limitleri altında (Ekim), maksimum konsantrasyon 0.99 mg C l^{-1} (Şubat) ve çıkış suyunda minimum konsantrasyon 0.24 mg C l^{-1} (Ekim), maksimum 2.04 mg C l^{-1} (Haziran) olarak saptanmıştır (Şekil 3). 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' nun daha çok fitoplanktondan kaynaklandığını gösterir (Şekil 3). Çıkış suyunda POC'nun yüksek değerlere ulaştığı ($1.84\text{-}2.04 \text{ mg C l}^{-1}$) Haziran ayında diyatom baskınlığı saptanmıştır.

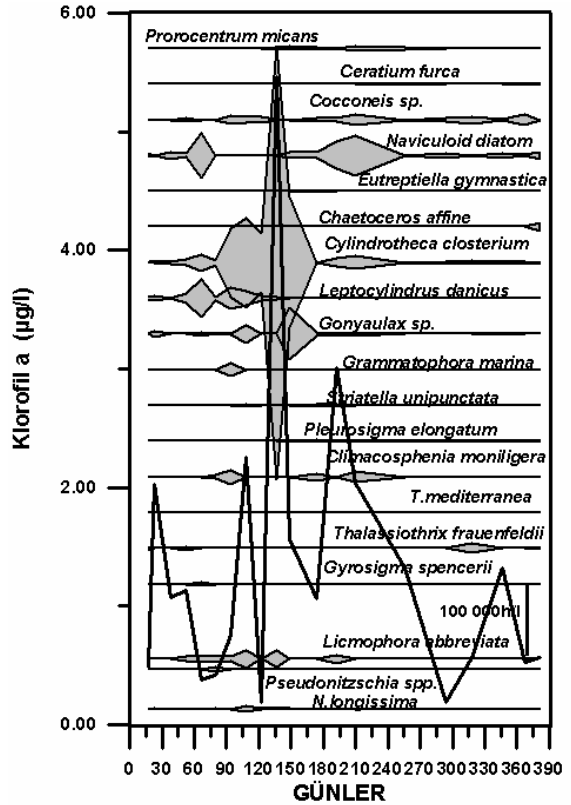
Giriş suyunda minimum feopigment konsantrasyonu hemen hemen tüm yıl boyunca ölçüm limitlerinin altında olup, maksimum feopigment konsantrasyonunun 1 mg m^{-3} (Eylül) olduğu saptanmıştır. En önemli feopigment kaynağı zooplanktondur (Welshmeyer ve Lorenzen,1985). Bu görüşe paralel olarak yıl boyunca giriş suyunda hemen hemen (iki örneklem 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 m^{-3} (Haziran) olarak saptanmıştır. Yıl boyunca feopigment konsantrasyonları incelendiğinde Aralık ayında 2.41 mg m^{-3} ulaşılmış olup bu ayda siliyat aktivitesi tespit edilmiştir. Yine yılın en yüksek feopigment konsantrasyonuna ulaşılan Haziran ayında ($3.18\text{-}3.24 \text{ mg m}^{-3}$) diyatom türleriyle beslenen siliyat aktivitesi gözlenmiştir. Ancak diyatom yoğunluğu bu ayda siliyattan fazladır. Bunu Chla konsantrasyonları da doğrular niteliktedir ($1.4\text{-}2.04 \mu\text{g Chla l}^{-1}$). Bu ayda *Naviculoid diyatom* baskın olarak tespit edilmiştir.

1994-1995 örnekleme periyodunda her iki istasyonda Bacillariaophyceae sınıfından 17 tür saptanmış olup bunlardan *Chaetoceros affine* Lauder, *Cylindrotheca*

closterium (Ehrenbergh) Reimann&Lewin, *Nitzschia* sp. *Nitzschia longissima* (Brebisson in Kützing) Ralfs in Pritchard, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Pleurosigma elongatum* W.Smith, *Climacosphenia moniligera* Ehrenberg, *Naviculoid diatom*, *Cocconeis* sp., *Licmophora abbreviata* Agardh, *Thalassiothrix frauenfeldii* Grunow, *Thalassiothrix mediterranea* Pavillard, *Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh, *Grammatophora marina* (Lyngbye)Kützing, *Gyrosigma spencerii* (Quekett) Griffith&Henfrey hem giriş hem de çıkış sularında gözlenmiştir. Bacillariophyceae sınıfından diğer iki tür *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky yalnızca giriş suyunda, *Nitzschia* sp. ise yalnızca çıkış suyunda gözlenmiştir. Dinophyceae sınıfından yalnızca 3 tür saptanmış olup bunlar; *Ceratium furca* (Ehrenberg) Clapade& Lachmann, *Gonyaulax* sp. ve *Prorocentrum micans* Ehrenberg türleridir (Şekil 4, 5). Giriş ve çıkış sularında her üç tür de gözlenmiştir. Ayrıca hem giriş hem de çıkış suyunda silyat tespit edilmiştir. Euglenophyceae sınıfından sadece bir tür *Eutreptiella gymnastica* Thronsen giriş ve çıkış sularında gözlenmiştir. Yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda en çok rastlanan tür *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann et Lewin olmuştur. Bu diyatom türü giriş suyunda çıkış suyuna göre daha az konsantrasyonda saptadı. Kış ve yaz aylarında düşük yoğunlukta gözlemlendi. Nisan ayı ortalarında maksimum hücre sayısı 606,562 h Lt⁻¹ye ulaştı. Çıkış suyunda *C. 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 *C. closterium* aynı zamanda bu ayda saptanan minimum silikat konsantrasyonları (38,89 µg at Si lt⁻¹) nedeniyle silikatın kullanımından sorumlu tutulabilir. *N. longissima* yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda gözlenen diğer bir diyatom türüdür (şekil 4). 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⁻¹ ve maksimum 1875 h Lt⁻¹ olarak saptandı. Çıkış suyunda *N. longissima* minimum 1250 h Lt⁻¹ ve maksimum 7500 h Lt⁻¹ye Mart ayında ulaştığı saptandı. Bu aydaki Azot bileşiklerinin (amonyum, nitrit, nitrat) tüketiminden *C. 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 elementlerin (fosfat, nitrat, nitrit) çok düşük konsantrasyonlarda saptanmış olmasıdır. Giriş ve çıkış sularında aynı gün sıcaklık 13°C, tuzluluk ‰ 34, pH 7,7 olarak saptandı. Nutrient konsantrasyonlarında da giriş ve çıkış suları arasında çok büyük farklar yoktur. *Thalassiothrix frauenfeldii* yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak saptandı (şekil 4). Genellikle sonbahar ve kış aylarında rastlanan bu tür giriş suyunda minimum 3750 h Lt⁻¹ ve maksimum 5000 h Lt⁻¹ 'ye Ekim ayında ulaşmıştır. Çıkış suyunda ise minimum 1250 h Lt⁻¹ (Aralık) ve maksimum 12500 h Lt⁻¹ (Ekim) yoğunlukta olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4. Giriş suyunda 15 günlük periyotlarda tür kompozisyonundaki değişimler ve Chla



Şekil 5. Çıkış suyunda 15 günlük periyotlarda tür kompozisyonundaki değişimler ve Chla

T. mediterranea yıl boyunca giriş ve çıkış suyunda sadece Aralık (1994) ayında gözlenmiştir (Şekil 5). Giriş suyunda 781 h lt⁻¹ ve çıkış suyunda 1562 h lt⁻¹ olarak saptandı. *Leptocylindrus danicus* yıl boyunca giriş ve çıkış sularında gözlenen diğer bir diyatome türüdür (şekil 4). Giriş suyunda bu tür kış ve ilkbahar aylarında minimum 3750 h lt⁻¹ (Nisan), maksimum 25000 h lt⁻¹ (Şubat) olarak saptandı. Çıkış suyunda ise *L. danicus* minimum 3750 h lt⁻¹ olarak (Nisan) ayında, maksimum hücre konsantrasyonuna 53,437 h lt⁻¹ 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 5). *P. elongatum* giriş suyunda minimum 625 h lt⁻¹. (Kasım) maksimum 5000 h lt⁻¹ olarak (Haziran), çıkış suyunda ise minimum 625 h lt⁻¹ olarak (Ağustos, Aralık) maksimum 3281 h lt⁻¹ (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 moniligera* türü yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak rastlanmıştır (şekil 4). Giriş suyunda minimum 781 h lt⁻¹ (Aralık) ve maksimum 7500 h lt⁻¹ (Haziran) olarak saptandı. Çıkış suyunda minimum 4687 h lt⁻¹ (Şubat) ve maksimum 19687 h lt⁻¹ (Mart) olarak saptandı. Çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yoğun konsantrasyonlar da olduğu gözlemlendi. *Licmophora abbreviata* yıl boyunca kış aylarından yaz mevsimi ortalarına kadar giriş ve çıkış sularında gözlemlendi (şekil 4). Giriş suyunda minimum 1250 h lt⁻¹ (Şubat), maksimum 10937 h lt⁻¹ (Mart) olarak çıkış suyunda minimum 6562 h lt⁻¹ (Ocak, Şubat) ve maksimum 24375 h lt⁻¹ (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 4). *Cocconeis* sp. (giriş ve çıkış sularında) özellikle kış mevsimi başından sonbahar mevsimi ortalarına kadar gözlemlendi. Bu türde *C. closterium* gibi her iki istasyonda da hakimiyetini yıl boyunca devam ettirdi. Giriş suyunda *Cocconeis* sp. minimum 625 h lt⁻¹ (Mart, Ekim) ve maksimum 15000 h lt⁻¹ (Haziran) olarak saptandı. Çıkış suyunda minimum 1250 h lt⁻¹ (Nisan), maksimum 15000 h lt⁻¹ (Haziran) olarak saptandı. Yıl boyunca genellikle *Cocconeis* sp. çıkış suyunda giriş suyuna göre daha yüksek konsantrasyonda gözlemlendi. Bu diyatome türünün yıl boyunca giriş ve çıkış sularında uzun süre gözlenmesi yine silikat katkısı ve silikatın yüksek konsantrasyonlarıyla açıklanabilir. *Naviculoid diyatome* yıl boyunca giriş ve çıkış sularında en sık gözlemlenen bir diğer diyatome türüdür (şekil 4). *Naviculoid diyatome* giriş ve çıkış sularında kış mevsimi başlangıcından itibaren hemen hemen tüm mevsimlerde yoğunluğu azalır artarak diğer türlere göre hakimiyetini kanıtlamıştır. Giriş suyunda *Naviculoid diyatome* minimum 1250 h lt⁻¹ (Şubat) ve maksimum 675 000 h lt⁻¹ (Haziran) olarak çıkış suyunda ise minimum 1250 h lt⁻¹ (Aralık) maksimum 61875 h lt⁻¹ (Şubat) olarak saptandı. *Naviculoid*

diyatome 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 5). Giriş suyunda saptanan tek konsantrasyon 937 h lt⁻¹ (Haziran) olup, çıkış suyunda minimum 1875 h lt⁻¹ (Mart, Haziran) ve maksimum 4375 h lt⁻¹ 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 5). Giriş suyunda *G. marina* 1562 h lt⁻¹ ve çıkış suyunda 17500 h lt⁻¹ olarak saptandı. Diğer tüm aylarda yıl boyunca bu türe rastlanmadı. *Gyrosigma spencerii* yıl boyunca giriş suyunda yalnızca Aralık ayında ve çıkış suyunda Aralık, Şubat aylarında saptandı (şekil 5). Giriş suyunda *G. spencerii* 781 h lt⁻¹ çıkış suyunda ise minimum 781 h lt⁻¹ (Aralık) ve maksimum 5625 h lt⁻¹ (Şubat) olarak saptandı. Giriş ve çıkış sularında diğer tüm aylarda bu türe rastlanmadı. Diğer diyatome türlerde gözlemlendiği gibi bu türün de çıkış suyunda yüksek hücre yoğunluğunda olduğu belirgindir. *Chaetoceros affine* yıl boyunca yalnızca Aralık ayında (1995) giriş ve çıkış sularında saptandı (Şekil 5). *C. affine* giriş suyunda 7500 h lt⁻¹ konsantrasyonda saptanırken çıkış suyunda konsantrasyonunun 10000 hlt⁻¹'ye yükseldiği gözlemlendi. Kuluçkahaneden çıkan nütrietçe zengin suyun bu tür üzerindeki etkisi de açıkça gözlemlenmiş oldu. *Thalassionema nitzschioides* yıl boyunca yalnızca giriş suyunda (Ekim) tespit edildi (şekil 4). Bu türün giriş suyundaki hücre konsantrasyonu 4375 h lt⁻¹'dir. Araştırmada en az rastlanan türlerden birisidir. Yıl boyunca diyatome türlerinden her iki istasyonda da su kolonuna hakim olan türler; *C. closterium*, *Naviculoid diyatome*, *Cocconeis* sp.'dir. Diyatome türlerinin her iki istasyonda da Dinoflagellatlara karşı üstünlük sağladığı gözlemlendi. Dinoflagellatlardan 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 4). *P. micans* giriş suyunda minimum 625 h lt⁻¹ (Kasım) ve maksimum 5625 h lt⁻¹ (Haziran) olarak saptandı. Çıkış suyunda minimum 625 h lt⁻¹ (Eylül) ve maksimum 5625 h lt⁻¹'ye (Haziran) ulaştığı gözlemlendi. Giriş suyunda *P. micans* hücre konsantrasyonları çıkış suyundaki konsantrasyonlara oldukça yakın değerlerdedir. *P. micans* DSP.'ye neden olan bir dinoflagellat türüdür (Kat, 1979 ; Koray, 1990). Ayrıca bu türün İzmir körfezinde son yıllarda meydana gelen red-tide olaylarına *Alexandrium minutum* türünden daha sık neden olduğu (Koray, 1991) rapor edilmiştir. 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 4). *Gonyaulax* sp. giriş suyunda minimum 3125 h lt⁻¹ (Şubat) maksimum 21875 h lt⁻¹ (Mart) olarak saptandı. Çıkış suyunda bu tür minimum 1962 h lt⁻¹ (Mart), maksimum 72500 h lt⁻¹ (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 4). Giriş suyunda 781 h lt⁻¹ (Aralık 1994/95) olarak, çıkış suyunda ise minimum 781 h lt⁻¹ (Aralık, 1994) maksimum 2187 h lt⁻¹ (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 4). Giriş suyunda minimum 1562 h lt⁻¹ (Ekim), maksimum 9375 h lt⁻¹ (Aralık) olarak tespit edildi. Çıkış suyunda ise sadece Mayıs ayında 1250 h lt⁻¹ olarak saptandı. *E. gymnastica* giriş suyunda daha yüksek hücre konsantrasyonu gözlemlendi. Siliyat yıl boyunca giriş ve çıkış sularında kesikli olarak gözlemlendi. Giriş suyunda yıl boyunca hemen hemen (210 ve 294. günler hariç) tespit edilemedi. Haziran ayında 2000 h lt⁻¹ ve Eylül ayında 2500 h lt⁻¹ olarak saptandı. Çıkış suyunda ise minimum 750 h lt⁻¹ (Ekim) ve maksimum 15000 h lt⁻¹ (Haziran) olarak tespit edildi. Fitoplanktonun yoğun olduğu aylarda özellikle ilkbahar başlarından yaz aylarına kadar siliyatta da artış olduğu gözlemlendi. Aynı zamanda bunu otlamanın varlığını gösteren feopigment konsantrasyonlarında doğrular niteliktedir. Feopigment konsantrasyonunun maksimum (3,24 mg m⁻³) olduğu 210. günde siliyat sayısının da 15000 h lt⁻¹'ye eriştiği gözlemlendi. Giriş suyunda yıl boyunca siliyata çok az rastlanmasına karşın çıkış suyunda fitoplanktondaki artışa bağlı olarak siliyat sayısının da artış gösterdiği belirlendi.

Tartışma 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⁻¹ olan *C. closterium* türünün yoğunluğu ilkbahar aylarında sıcaklık artışına paralel olarak 125.625-606.562 h lt⁻¹'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.

Tablo 1. Dem Limanında kuluçkahane giriş ve çıkış sularında yıllık tür kompozisyonuna çiftli t testinin (Paired t testi) uygulanması.

TÜRÜN ADI	SD	Sd	Tcal
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Chaetoceros affine</i>	2496	572	4.36
<i>Climacosp.henia moniliger</i>	22624	5190	6.92
<i>Cocconeis sp..</i>	19839	4551	5.93
<i>Grammatophora marina</i>	17548	4025	3.95
<i>Gyrosigma sp.encerii</i>	5616	1288	4.36
<i>Leptocylindrus danicus</i>	38820	8905	9.96
<i>Licmophora abbreviata</i>	32518	7460	8.50
<i>Naviculoid diyatom</i>	65854	15108	6.08
<i>Clynotheca closterium</i>	645094	147994	7.64
<i>Nitzschia longissima</i>	8068	1850	5.74
<i>Nitzschia sp..</i>	37445	8590	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

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' lt⁻¹ dir. Oysa İzmir İç Körfezde 12,86 µg at PO₄-P lt⁻¹ değerine ulaştığı saptanmıştır (Aydın, 1993). Fosfatın denizlerde sınırlayıcı olduğuna görüşler vardır: İliman nehir ağız sistemleri ve kıyısularda azotun birincil üretimi sınırlayan en önemli besleyici element olduğu öne sürülmektedir (Howarth, 1988, 1990; Vitousek and Howarth, 1991; Nixon, 1992). Oysa bazı iliman nehir ağız sistemlerinde fosfat sınırlayıcı olabilir yada sınırlayıcılık azot ve fosfat arasında mevsimsel olarak değişebilir (Myers and Iverson, 1981; Postma, 1985; D'Elia et. al., 1986; Howarth, 1989). 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 diatom çoğalmalarının gözlemlendiği ilkbahar aylarında fosfat konsantrasyonlarındaki azalışlar belirgindir. Bu da fosfatın bu süreçte kullanıldığını ortaya koymaktadır. Geniş fitoplankton çoğalmalarının fosfat konsantrasyonunu 1-2 $\mu\text{g l}^{-1}$ 'nin altına (yani ölçüm limitleri altına) düşürebileceği (Sharp et. al., 1984; Lebo, 1990, 1991) rapor edilmektedir. Bu görüşle bulgularımız paralellik göstermektedir. Diatomların 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 $\mu\text{g at Si l}^{-1}$) 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 kaynağını oluşturduğu rapor edilmiştir (Yamamoto and Tsuchiya, 1995). Dem Limanı'ndaki istasyonlarda sürekli silikat temininin sonucunda yıl boyunca bu ortamda diatom hakimiyeti belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Silikat konsantrasyonlarının kış sonu ve yaz başında azalması diatom çoğalması dolayısıyla silikatın diatom türleri tarafından kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu bulgu İzmir Körfezinde silikat ve fosfat ilkbahar ortalarından sonbahara kadar biyolojik aktivitenin etkisindedir (Büyükkışık ve Erbil, 1987) görüşüyle uyum içindedir. Diatomlar früstülün oluşturulması için silikata ihtiyaç duyarlar ve bu anda silikatın ortosilisilik asit Si(OH)_4 olarak temininin diatom gelişimini sınırlayabileceği öne sürülmektedir.

Dem Limanında seçilen istasyonlarda silikat girdilerinin yıl boyunca devam etmesi nedeniyle silikatın ortamda yeterli miktarda olduğu bu nedenle diatom gelişiminin bu ortamda silikat tarafından sınırlanmadığı açık şekilde görülmektedir. Jorgensen (1952, 1953) ve Paasche (1973) yaptıkları araştırmalarda silikat konsantrasyonu ortamda $1\mu\text{g at Si l}^{-1}$ altında ise diatomların silikatu kullanmadıklarını gözlemlemişlerdir. Araştırmada elde edilen değerler bunun çok üzerinde olduğu için (27,74 $\mu\text{g at Si l}^{-1}$ giriş ve 38,89 $\mu\text{g at Si l}^{-1}$ çıkış) silikat sınırlayıcı değildir. Paasche (1973) Michael Menten Kinetiğini kullanarak yaptığı hesaplamada en düşük silikat alım limitini 0,2 $\mu\text{g at Si l}^{-1}$ 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 (2.41-3.24 mg m^{-3}) doğrular niteliktedir. Zooplanktonun üre ve amonyum rejenerasyonunda major katkıya sahip olduğu rapor edilmiştir. Koray (1985) tarafından yapılan çalışmada nitrat azotunun artışı ile diatomların 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 diatomlar sorumlu tutulabilir. Özellikle giriş suyunda nitrit konsantrasyonları ölçüm limitlerinin altındadır. İzmir İç Körfezinde Büyükkışık (1986) tarafından yapılan çalışmada kış aylarında nitrit üzerinde biyolojik aktivite etkendir 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 diatomdan 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 diatom hakimiyetini açıklar niteliktedir. Ayrıca Si/P oranının düşük olduğu 23. ve 136. günlerde diatom aktivitesinin tespit edilmesi silikatın kullanıldığını ortaya koymaktadır. Özellikle bu günlerde tespit edilen *Naviculoid diatom* ve *C. closterium* türleri bundan sorumlu tutulabilir. İzmir Körfezinde 1990-1991 yılları arasında yapılan çalışmada diatom tür kompozisyonunu yöneten önemli faktörlerden olan Si/P oranlarının aylık değişimleri incelendiğinde *T. rotula* ve *C. closterium* 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 $\mu\text{g at PO}_4\text{-P l}^{-1}$) 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 nehirlere ve yağmurlarla karadan gelen diğer katkıların ilavesiyle bu bölgede silikatın girişi süreklilik arz etmektedir. Giriş suyundaki düşük oranlar silikatın diyatomlar tarafından kullanıldığını kanıtlar niteliktedir. Özellikle yüksek yoğunluğa ulaşan *C. closterium*, *Naviculoid diyatom* ve *Cocconeis* sp. türlerinin aynı zamanlarda gözlenmesi de bunu açıklamaktadır. Si/N oranları kış ve ilkbahar aylarında yüksek olup bu artış amonyum ve nitratın tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu bulgular (Büyükkışık, 1983) İzmir İç Körfezindeki Si/N oranlarının ilkbahar ve kış aylarında yüksek yazın ise düşük olduğu görüşüyle uyum göstermektedir.

Sommer (1994) tarafından yapılan araştırmalarda bazı diyatom türlerinin (*Cylindrotheca 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 *C. 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, fekal pelletin 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 µg Chla lt⁻¹ katkıda bulunan türler *C. closterium*, *L. danicus* ve *Naviculoid diyatom* olarak tespit edildi. Çıkış suyunda ölçülen en yüksek değer 5,46 µg Chla lt⁻¹ olup Nisan ayı ortalarında saptanan bu değere *C. 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 µg Chla lt⁻¹ yüksek değer 3,18 µg Chla lt⁻¹ İzmir İç Körfezde ortalama 5,33 µg lt⁻¹ ve Mayıs ayında 13,33 µg lt⁻¹ diyatom gelişimi nedeniyle eriştiği rapor edilmiştir (Büyükkışık ve Erbil, 1987). İzmir İç Körfezde yapılan bir araştırmada (Aydın, 1993) klorofil konsantrasyonları en düşük 1,13 mg m⁻³ en yüksek 77,27 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. Düşük nütrient konsantrasyonu, düşük fitoplankton yoğunluğuna buda fitoplankton biyomasının azalmasına (Chla) neden olmaktadır. Bu sonuç aynı zamanda Büyükkışık (1990) tarafından İzmir İç Körfezde yapılan bir çalışmada fitoplankton biyomasındaki düşüşün, azalan nütrient konsantrasyonlarının etkisiyle oluştuğu 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 mg m⁻³ 'e kadar ulaşmış olup aynı zamanda siliyat aktiviteside tespit edilmiştir. Ancak bu aylarda diyatom yoğunluğunun siliyatlarda fazla olması nedeniyle Chla konsantrasyonunda da artış olduğu tespit edilmiştir.

Büyükkışık (1990) tarafından İzmir İç Körfezde zooplankton otlaması ile ilgili yapılan araştırmada Mart ayı feopigment konsantrasyonu Chla ile karşılaştırılmış ve diyatom gelişimi üzerinde zooplankton otlamasının düşük feopigment konsantrasyonu nedeniyle önemsiz olduğu rapor edilmiştir. İzmir İç Körfezde yapılan bir diğer araştırmada (Aydın, 1993) yaz aylarında özellikle Ağustos ayında feopigment konsantrasyonu 14,4 mg m⁻³ olarak saptanmış ve dinoflagellat gelişiminin mikrozooplankton 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 ortamdaki 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 konsantrasyonları karşılaştırıldığında çıkış suyunda daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmektedir. Çıkış suyunda saptanan (2,04 mgC lt⁻¹) en yüksek konsantrasyon yaz başında sıcaklığın arttığı Haziran ayında fitoplankton yoğunluğunun da arttığı gözlenmiş olup bu bize çıkış suyunda P.O.C.'nin 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.BS'nin yüksek konsantrasyonlarının Chla maksimumuyla ilgili olduğu rapor edilmiştir (Abdel Moati, 1990). 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 *C. closterium*, *Gonyaulax* sp. ve *L. danicus* takip etmiştir. İlkbahar aylarında diyatom türlerinden *C. closterium*, *L. abbreviata* ve *L. danicus* dinoflagellatlardan *Gonyaulax* sp. baskın türler olarak tespit edilmiştir. Çıkış suyunda ise yıl boyunca en çok gözlenen fitoplankton türleri *Naviculoid diyatom*, *Cocconeis* sp., *C. closterium* olup dinoflagelletlerden *P. micans* ve *Gonyaulax* sp.'dir. İlkbahar aylarında diyatom türleri baskın olmakla beraber ilkbahar sonlarından yaz sonlarına kadar dinoflagellat türleri hakimiyetini sürdürmektedir. Koray (1995) tarafından İzmir körfezinde yapılan çalışmada diyatomların azalışını

dinoflagellatların artışı takip ettiği ve dinoflagellatların 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 dinoflagellat 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 gelişim 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 süksasyonu 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* 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 zararlı olabilecek türlerin kuluçkahane proseslerinden etkilenmediği fakat diğer türlerin etkilendiği ve yıl boyunca değişimlerinin Dem Limanı'ndaki lokalitelerde farklı olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgu kuluçkahane atıklarıyla oligotrofik sayılabilecek karakterdeki suların zenginleşmesi sonucu daha verimli hale geldiğini ve tür çeşitliliğinin şimdilik önemli ölçüde değişmediğini dolayısıyla komünitede büyük değişimlerin olmadığını açıklığa kavuşturmuştur. Aşırı çoğalma gösterebilen ve doğal ortamda belli periyotta bulunan *P. micans* ve *Gonyaulax* sp.'nin çoğalma periyodlarında bu türlerin boy aralıkları dikkate alınarak deniz suyunun filtre edilmesi kuluçkahane üretim için büyük önem arz etmektedir. Dem limanında nütrient türlerindeki dominansi ve belkide nütrient oranları sabit tutularak nütrientçe çeşitli düzeylerde zenginleştirme sonucu fitoplankton komünitesinin cevabı belli düzeylerde sadece

biyomas artışı ortaya çıkaracaktır. Hangi seviyelerde artışların etkisinin tür diversitesini değiştireceğinin bilinmesi denizel aktivitelerin kontrolünde büyük bir öneme sahip olabilir. Mesocosm çalışmalarının yapılması bu konuda önemli bilgilerin elde edilmesini sağlayacaktır. Özellikle su sıcaklığının arttığı yaz aylarında kuluçkahanelere giren suda *Prorocentrum micans* ve *Gonyaulax* sp. gibi aşırı üreme gösterebilen 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 *Cylindrotecha closterium* aşırı çoğalma gösterebilmektedir. Kuluçkahanelerin kapalı sisteme geçmesiyle Si konsantrasyonlarındaki dalgalanmalar su değişiminin zaman zaman olması nedeniyle, daha büyük türlerin ortamda kalması veya küçük türlerle daha iyi yarışmasıyla sonuçlanabilecektir. Böylece *C. closterium* türünde belli zamanlarda görülen baskınlık zayıflayacaktır.

Belli dönemlerde, özellikle ilkbahar aylarında aşırı üreme gösteren türlerin hangi nütrient veya nütrientlerce sınırlandırıldığının "Nütrient Zenginleştirme" ve mesocosm çalışmalarının yapılmasıyla ortaya çıkarılması, bu bölgede ileride oluşabilecek aşırı üreme olaylarının nedenlerinin belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

Kaynakça

- 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.
- Anonim, 1995. The controlling factors on phytoplankton and ecological modeling of the bay of Izmir (in turkish). TÜBİTAK. Proje No: Debag-33, İzmir, 1-97.
- Aydın, H., 1993. The limiting factors on phytoplankton growth of the bay of Izmir (in turkish). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1-94 s.
- Büyüksık, B., 1983. The studies on nutrients and their distributions in Izmir Bay (in turkish). E.Ü.Fen Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, 59.
- Büyüksık, B., 1983-1984. The surface distribution of ammonia in Izmir Bay. E.Ü.Faculty of Science Journal, Series B, Vol. Vii(1): 1-9
- Büyüksık, B., 1986. A comparative studies on the nutrient dynamics in Izmir Bay and ve Gulbahce Bay (in turkish). Doktora Tezi. Bornova, 191.
- Büyüksık, B., Ö. Erbil, 1987. The studies on nutrient dynamics in inner Izmir Bay (in turkish). Doğa Türk Müh. Ve Çev. D. C. 11(3): 379-395.
- Büyüksık, B., 1998. Distribution of chlorophyll and nutrients in Izmir Bay (Aegean Sea). Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 31, 2.
- Büyüksık, B., 1990. Present state of the bay of Izmir in terms of nutrients and primary production conditions (in turkish). Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Teknolojisi Enstitüsü, İzmir Körfezinin Dünü Bugünü Yarını Sempozyumu, 22-23.
- Büyüksık, B., Ş. Gökpınar, H. Parlak, 1994. Studies on the growth kinetics of *Chaetoceros didymum* and *Thalassiosira gravida* species (in turkish). I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Ek 16/1 1151-1159.
- Delia, C. F., J. G. Sanders and W. R. Boynton, 1986. Nutrient enrichment studies in a Coastal Plain Estuary: Phytoplankton Growth in Large-Scale,

- Continous Cultures. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 397-406.
- Evans, T. G., 1988. A framework for discussing seasonal succession and coexistence of phytoplankton species. *Limnol. Oceanogr.*, 33(5), 1027-1036.
- FAO/IOC/UNEP, 1988. Report on training workshop and the statistical treatment and interpretation of marine community data, Athens, 160.
- FAO, 1990. Aquaculture production (1985-1988), FAO Fish. Circ.,(815) Rev. 2, 136.
- GESAMP, 1990. Review of potentially harmful substances, nutrients. Rep. Stud. No.34, 40.
- GESAMP, 1991. Reducing environmental impacts of coastal aquaculture. Rep. Stud. No.47, Rome, 35.
- Gowen, R. J. and N. B. Bradbury, 1987. The ecological impact of salmon farming in coastal waters: A Review. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 25: 563-75.
- Howarth, R. W., 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 89-110.
- Howarth, R. W. and R. Marino, 1990. Nitrogen-fixing cyanobacteria in the plankton of lakes and estuaries: A reply to the comment by Smith. *Limnol. Oceanogr.* 35: 1859-1863.
- Jones, K. J., 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.
- Jorgensen, E. G., 1953. Silicate Assimilation by Diatoms. *Physiologia Pl.* 6: 301-315.
- Koray, T., 1985. The role of ambient factors on the variation of microplankton of the bay of İzmir (in turkish). Doktora Tezi, Bornova, 154 s.
- Koray, T., B. Büyükişik, Ş. Gökpinar, 1990. Factors controlling secondary 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.
- Koray, T., B. Büyükişik, H. Parlak, Ş. Gökpinar, 1991. Unicellular organisms effecting seawater quality in the bay of İzmir: red-tides and other bloomings (in turkish). *Doğa-Tr. J. of Biology* 16(1992), 135-157.
- 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.
- Lebo, M. E., 1991. Particle-bound phosphorus along an urbanized coastal plain estuary. *Mar. Chem.* 34: 225-246.
- Malone, C. T., 1982. Phytoplankton photosynthesis carbon-specific growth: light saturated rates in a nutrient-rich environment. *Limnol. Oceanogr.* 27(2), 226-235.
- 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.
- Myers, V. B. and R. I. Verson, , 1981. Phosphorus and nitrogen limited phtoplankton productivity in Northeastern Gulf of Mexico coastal estuaries. 569-582.
- Nixon, S. W., 1992. Quantifying the relationship between nitrogen input and the productivity of marine ecosystems. *Adu. Mar. Techn. Conf.* 5: 57-83.
- Paasche, E., 1973. Silicon and the ecology of marine plankton diatoms. II. Silicate-uptake Kinetics in Five Diatom Species. *Mar. Biol.* 19: 262-269.
- Parsons and et al., 1963, 1970. Biological oceanographic processes. Pergamon Press, Oxford, 332.
- Postma, H., 1985. Eutrophication of Dutch coastal waters *Neth. J. Zool.* 35: 348-359.
- Riegman, R., 1991. Mechanisms behind eutrophication induced novel algal blooms. *NIOZ Rapp.* 9:1-51.
- Sharp, J. H. and et al., 1984. The estuary as a filters. *Academic Press.* 241-258 in Kennedy VS (ed).
- Smayda, T. J., 1989. Primary production and the global epidemic of phytoplankton blooms in the sea: a linkage. In: *Cosp.er, E. M., Bricelj, V. M., Carpenter, E. J. (eds). Novel Phytoplankton Blooms.* Springer, New York, 449-483.
- 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.
- Sommer, U., 1994. The impact of light intensity and daylength on silicate and nitrate competition among marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 39(7), 1680-1688.
- Strickland, J. D. M., T. R. Parsons, 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.
- Tyler, A. M. and H. H. Seliger, 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 R. W. Howarth, 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? *biogeochemistry* 13: 87-115.
- Welshmeyer, N. and J. C. Lorenzen, 1985. Chlorophyll budgets: Zooplankton grazing and phytoplankton growth in temperate fjord and the central pacific gyres *Limnol. Oceanogr.* 30(1) 1-21.
- Wiley, J. and S. Chichester, 1995. Phosphorus in the global environment. *Transfers, cycles and management.* scope 54. 323-345.
- Wood, R. D., 1975. *Hydrobotanical methods.* University of Park Press, London, 173.
- Yamamoto M. and S. Tsuchiya, 1995. Physiological responses of Si-limited *Skeletonema costatum* to silicate supply with salinity decrease. *Bulletin of Plankton Society of Japan* Vol.42 No.1, 1-17.