

İzmir Körfezi (Homa Dalyanı) Sularında Benzetilmiş Kommünite Kültür Çalışması

*Banu Kutlu, Baha Büyükişık

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: kutlubanu@hotmail.com

Abstract: *Simulated community culture study on water of Izmir Bay (Homa Lagoon).* 12 monthly research expeditions were carried out at two stations of Homa Lagoon located in Izmir Bay (Aegean Sea) during 1998-1999. Among environmental parameters temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate concentrations were measured. Nutrient enrichment bioassays were performed on a monthly basis under temperature conditions identical to that of the sea water samples. The growth response of the phytoplankton community was estimated through *in vivo* chlorophyll *a* measurements and expressed as phytoplankton growth rate. The phytoplanktonic species composition of Homa Lagoon was observed to be rich in diatoms however with an occasional quantitative predominance of dinophyceae and ciliata members. No toxic species were encountered and the results were discussed with the environmental parameters. The cell abundances were quite low for the lagoon water containing suspended clay minerals. Further determination of microzooplankton grazing was pointed out to reveal both the significance of primer production and the extent and the importance of the production transferred to the food chain despite the low concentrations of continuous stocks. Determining the nutrient input both from terrestrial agricultural activities and from Inner Bay through water exchange and also revealing the transfers from sediments were suggested to provide management of production in lagoons.

Key Words: Phytoplankton, Lagoon, Nutrient, Enrichment, Primer Production.

Özet: İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) yer alan Homa Dalıyan'ında 1998–1999 yılları arasında 12 araştırma gezisi; aylık olarak iki istasyonda gerçekleştirildi. Çevre parametrelerinden; sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, pH, nitrat, nitrit, amonyum, fosfat, silikat konsantrasyonları ölçüldü. Nutrient zenginleştirme deneyleri alınan su örnekleri sıcaklığı benzetilmiş ortamda (bioassay) aylık olarak gerçekleştirildi. Fitoplankton komünitesinin büyüme cevabı *in vivo* klorofil *a* ölçümleriyle yapıldı ve fitoplankton büyüme hızıyla ifade edildi. Homa Dalıyan'ının fitoplankton tür kompozisyonu bakımından yıl boyunca genellikle diyatomlarca zengin olduğu, bununla beraber zaman zaman da dinophyceae ve ciliata üyelerinin nicel açıdan baskın olduğu gözlemlendi. Toksik türlere rastlanmadı ve sonuçlar çevre parametreleriyle birlikte tartışıldı. Süspanse kil minareleri içeren dalıyan suyunda hücre abundansları çok düşüktü. Gelecekte mikrozooplankton otlamasının belirlenmesi; hem primer üretimin önemini hem de sürekli stokların düşük konsantrasyonlarına rağmen besin zincirine aktarılan üretimin büyüklüğünü, dolayısıyla önemini ortaya koyacağı belirtildi. Karadaki tarımsal aktivitelerin neden olduğu nutrient girişleri ile İç Körfez'den su değişimi vasıtasıyla gelen nutrientlerin belirlenmesi, bunun yanında sedimentten geçişlerin ortaya konması lagünlerde üretimin kontrolünü sağlayacağını tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, Dalıyan; Nutrient, Zenginleştirme, Birincil Üretim.

Giriş

Dalıyanlar yüksek üretim sistemleri olarak tanımlanır. Bu bölgeler biodiversite seviyeleri fazla olan yüksek çevresel değişimleri destekleyen ve değişimleri devam ettiren bölgeler olup deniz ve kıtasal kıyı zonu arasında yer almaktadır. Dalıyan bölgelerinde besin zincirinin alt kademelerinden balığa kadar iletilecek olan organik maddenin üretim hızı; gerekli olan "bitki" nutrientlerinin varlığına ve nutrientlerin fitoplanktona temin hızına bağlıdır. Bunlar; haliç sularında komünite kompozisyonu ve fitoplankton büyümesini kontrol eden faktörlerden bazılarıdır (Ryter ve Dunston 1971; Malone et al. 1996; Jargensen, 1996;). Çözünmüş nitrat ve fosfat; bakteri (autotrofik ve heterotrofik, Webb 1981) ve fitoplankton tarafından kullanılır. Her ne kadar dalıyanlarda çoğunlukla nitrat sınırlayıcı ise de (Krumbein, 1981); nadir olarak fosfat sınırlayıcı olabilmektedir (Mee, 1978; Nowicki and Nixon, 1985). Silikat; diyatomlar tarafından tercih edilen

bir nutrient olup biyolojik açıdan diğer nutrientlere göre daha basit bir döngüye sahiptir.

Bu çalışmada; dalıyan bölgesinin fiziko-kimyasal yapısının belirlenmesi ve "sıcaklığı benzetilmiş komünite kültür deneyleriyle" fitoplankton büyüme hızında artış sağlayan nutrient/nutrientlerin (büyümeyi sınırlayıcı nutrient) saptanması amaçlanmıştır.

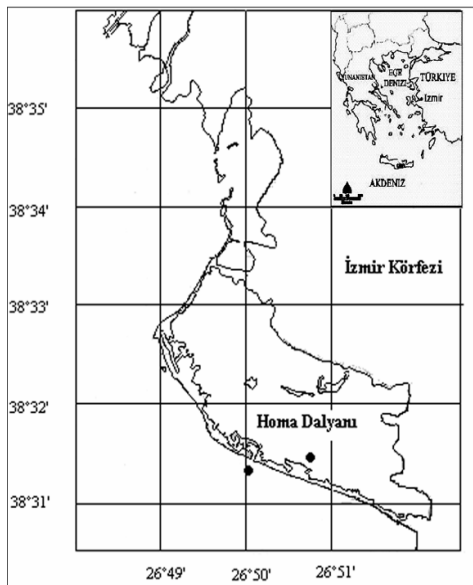
Materyal ve Yöntem

Homa Dalıyanı; Menemen ilçesi sınırları içinde olup İzmir Körfezi'nin kuzey batısında yer almaktadır. Homa Dalıyanı büyük ve küçük dalıyan olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Büyük dalıyanda genişliği 0,8 m. ile 40 m. arasında değişen yedi kanal mevcuttur ve bu kanallar aracılığıyla dalıyan ile deniz arasında doğal su dolaşımı gerçekleşmektedir. Gediz nehrinin taşıdığı sedimentten dolayı; dalıyan gün geçtikçe sığlaşmakta ve ortama tatlı su girdisinin

de bulunmaması yüzünden ekolojik dengenin değişmesine sebep olmaktadır.

Şekil 1'de belirtilen dalyan ve deniz istasyonlarından, yüzey suyu örnekleri sıcaklık değişimini en aza indirmek ve ışık şiddetini %30'a düşürmek için ıslak keten bez ile sarılmış 20 lt. bidonlara alınarak laboratuvara getirildi. Her iki istasyonda fiziko-kimyasal parametrelerden; sıcaklık termometre ile, tuzluluk Harvey yöntemi ile, çözülmüş oksijen Winkler metodu ile ve pH, pHep-pH Electronic Papier (HANNA Ins.) ile ölçüldü.

Nutrient analizleri Strickland ve Parsons (1972), Wood (1975)'a göre Bosh-Lomb spectronic 21 UVD Model spektrometre kullanılarak yapıldı.



Şekil 1. Araştırma bölgesi ve istasyonlar

Kommünite kültür çalışmalarında deniz suyu, mesozoplanktonu uzaklaştırmak için 300µm plankton bezinden süzülerek üçer litrelik (toplam 24 adet) polietilen şişelere konuldu. Sabit sıcaklık odası sıcaklığı dalyan su sıcaklığına ayarlanmış ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) ve 1200ftcd ışık şiddetinde aydınlatıldı.

Fiziko-kimyasal bileşenlerin dağılımlarında biyolojik süreç etkinliklerinin belirlenmesi için, karasal kaynaklı olan bileşenlerin tuzluluk ile doğrusal ilişkiden (fiziksel seyrelme) sapmasından faydalanıldı. Ayrıca AOU (apparent oxygen utilisation) değerlerinin kullanılması ile ortamdaki heterotrofik aktivite ve ototrofik (fotosentetik) aktivitenin ayırt edilmesi sağlanabilmektedir.

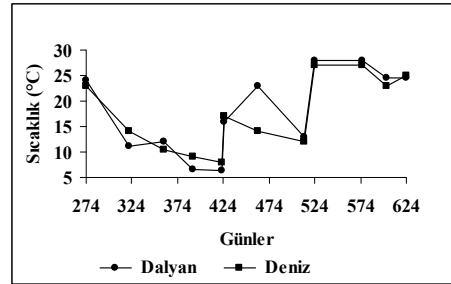
Bulgular

Dalyan ve deniz suyu sıcaklığı 24°C 'den 6°C 'ye kadar düşmektedir. Genel olarak kış aylarında dalyan su sıcaklığı deniz istasyonundan daha düşük değerlerde olup iki istasyondaki farklılıkta su derinliği önemli rol oynamaktadır.

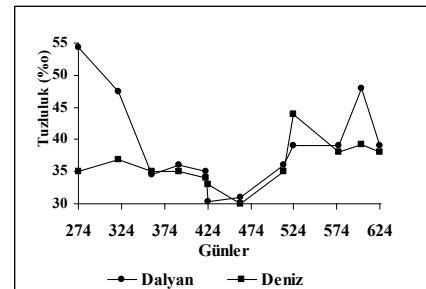
Dalyanda tuzluluk değerlerinin değişimi deniz

istasyonuna göre daha fazla olup, su derinliğinin az oluşu nedeniyle iklimsel faktörlerden etkilenmektedir.

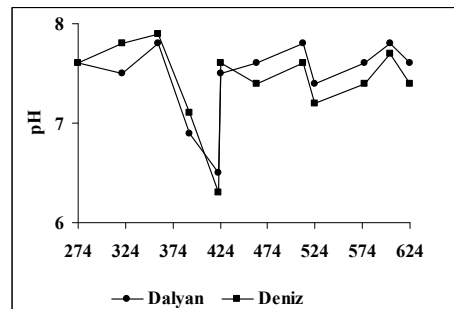
Dalyan ve deniz istasyonlarında pH değerinde yıl boyunca değişimler çok azdır. Şubat ayında iki istasyonda da en düşük değere ulaşmaktadır. Genel olarak fitoplanktonun aşırı çoğaldığı aylarda pH da artış belirgindir.



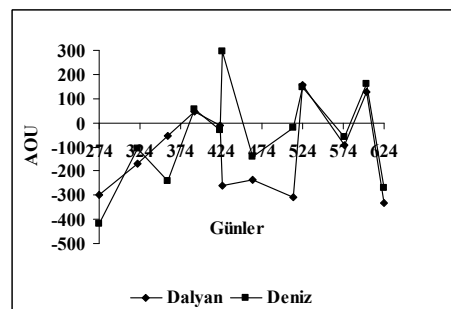
Şekil 2. Homa Dalıyanı ve deniz istasyonunda sıcaklığın yıl boyunca değişimleri.



Şekil 3. Homa Dalıyanı ve deniz istasyonunda tuzluluğun yıl boyunca değişimleri.

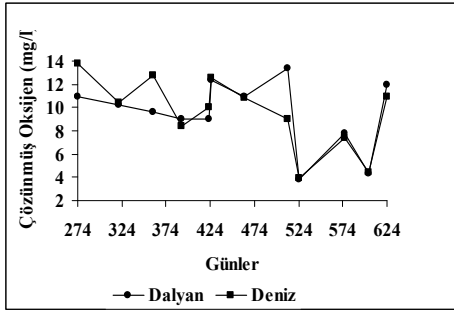


Şekil 4. Homa Dalıyanı ve deniz istasyonu yıllık pH.

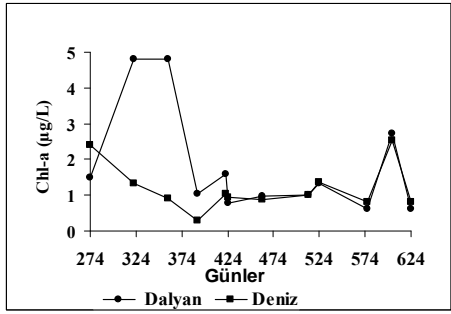


Şekil 5. Homa Dalıyanı ve deniz istasyonu yıllık AOU değişimleri.

Dalyanda üretim periyodu olan Haziran ve Eylül ayları arasında her iki istasyonda oksijen değerleri ve AOU değerleri benzer olup AOU değerleri Mart, Mayıs ayları arası hariç iki istasyonda paralellik göstermektedir (Şekil 6). AOU değerleri ilkbahar aylarında dalyan istasyonunda fotosentetik aktivitenin deniz istasyonuna göre daha fazla olduğunu açıklamaktadır. AOU değerlerinden de anlaşıldığı gibi dalyan istasyonunda heterotrofik aktivite artarken, ortamdaki çözünmüş oksijen miktarı da buna bağlı olarak azalma göstermektedir. İlkbahar döneminde dalyan sularında fotosentetik aktivitenin baskınlığı belirgin olup dalyan üretim dönemine girişte dalyanın daha verimli olduğunu ortaya koymaktadır. Yaz ve sonbahar zamanında dalyan ve deniz arasında bir fark yoktur.



Şekil 6. Homa Dalyanı ve deniz ortamında çözünmüş oksijen konsantrasyonu

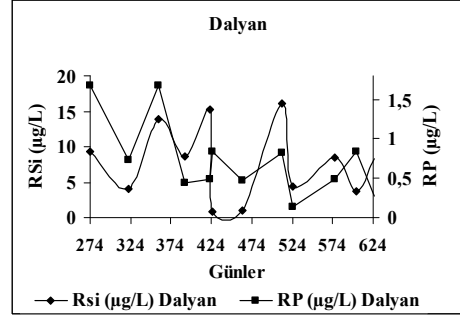


Şekil 7. Homa Dalyanı ve deniz ortamında Chl a'nın yıl boyunca değişimleri

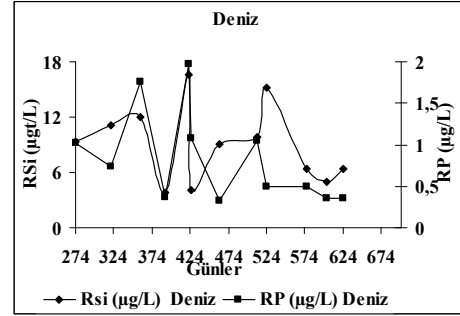
Homa Dalyan'ında ölçülen klorofil a değerlerinin Kasım ve Aralık aylarında denize göre daha yüksek seviyelerde olması dalyan üretim periyodunun sonuna doğru verimliliğin arttığını göstermektedir. Buna destekleyici olarak dalyanda aynı periyotta fitoplankton diatom topluluğu kantitatif açıdan denize göre fazladır. Klorofil-a değerlerinin değişimleri Ocak'tan itibaren her iki bölgede paralellik göstermekte ise de dalyanda fotosentetik aktivitenin ilkbaharda daha fazla oluşunu açıklayamamaktadır. Bu durum; dalyan içinde otlamayı diğer bir değişle fitoplankton üretiminin besin zincirine aktarılmasına işaret ediyor olabilir.

Dalyan ve deniz istasyonlarında Ekim ayından Ocak ayına kadar fosfat konsantrasyonları paralel değişim gösterdi. Bu periyotta fosfatta gözlenen azalma chl-a artışıyla ilgili olup silikatın da benzer değişimi diatom ağırlıklı komünitenin varlığını ortaya koymaktadır. Aralık'ta chl-a konsantrasyonları bağıl olarak yüksek seviyeleri korurken fosfatta artış yağışların

etkisiyle fosfat girişlerini yansıtmaktadır. Kış sonlarında denizde fosfat artışı, iç körfezden akıntıyla gelen fosfat gösteriyor olabilir. Bunu takip eden aylarda fosfat konsantrasyonlarında azalma fotosentetik aktivitede artışla uyumludur. İlkbaharda denize göre dalyanda fosfatta gözlenen değişimin AOU ile paralelliği fosfatın fotosentez aktivitesini sınırladığını açıklamaktadır. Fosfatta gözlenen artışların rüzgârların etkisiyle sedimentten kaynaklanması olasıdır.



Şekil 8. Homa Dalyanı ve deniz istasyonunda reaktif silikat konsantrasyonlarının yıl boyunca değişimi.



Şekil 9. Homa Dalyanı ve deniz istasyonunda reaktif fosfat konsantrasyonlarının yıl boyunca değişimi.

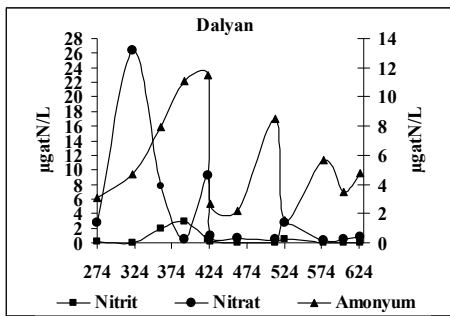
Silikat konsantrasyonlarında değişimler dalyan ve deniz istasyonunda birbirine yakın değerlerden başladı; fakat daha sonra dalyanda azalırken deniz istasyonunda arttı. Dalyanda bu azalış; chl-a'da yükselme olarak kendini gösterirken, bu ayda diatom topluluğu da kantitatif olarak arttı. İlkbahar mevsiminin ortasına kadar silikat değerleri iki istasyonda da paralellik gösterdi. Nisan'da deniz istasyonunda ani artış; esen hakim rüzgârın (poyraz) etkisiyle denizde silikatça bağıl olarak zengin dip sularının yüzeye çıkmasıyla olabilir. Dalyanda ilkbahar çoğalmasında (Nisan-Mayıs) chl-a değerleri paralel olarak silikat ile beraber artmaktadır. Yaz mevsimi başlangıcında dalyanda silikat konsantrasyonunda yükselme devam ederken deniz istasyonunda düşüş vardı. Bu durum; deniz suyunun dalyana girişi ve dalyan suyunun da deniz istasyonuna geçişi ile izah edilebilir.

Dalyan ve deniz istasyonlarındaki amonyum (NH_4^+ -N) konsantrasyonları Ekim ayından Aralık ayına kadar paralellik gösterdi. Kış mevsiminin ortasına ise her iki istasyonda da amonyum değerinde yükselme görüldü. Bunun nedeni; dalyanda mevsim itibarıyla yağmurun etkili olmasıdır. Deniz

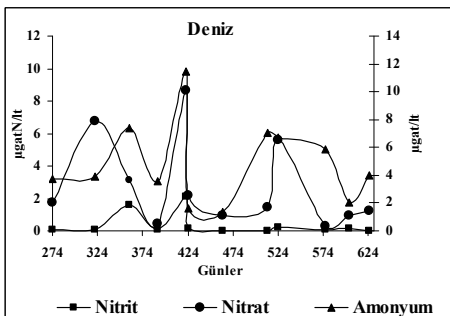
istasyonunda ise hem karasal nedenle hem de İzmir Körfezi suyunun karakteristik özelliğinden dolayı bir yükselme gösterdi. Her iki istasyonda da ilkbahar mevsiminin ortasına kadar amonyum değerinin düşmesi ilkbahar patlamasıyla fitoplankton türlerinin amonyumu kullanmasındandır. Ayrıca dalyan istasyonunda Kasım, Şubat, Mayıs ayında amonyum konsantrasyonunun maksimum değerine ulaştığı dikkati çekmektedir. Bu durum; bu aylarda tarım arazilerine atılan kompozit gübrenin dalyan suyuna ulaşmasıyla izah edilebilir. Yaz mevsiminin başlangıcında dalyan ve deniz sularının yer değiştirmesi nedeniyle her iki istasyonda önemli farklılıklar görüldü. Deniz istasyonunda yüksek amonyum konsantrasyonu belirgindi. Bunu izleyen zamanda lodosun etkisiyle iki istasyonda da eşit miktarda amonyum konsantrasyonu tespit edildi.

Nitrat değerleri dalyan ve deniz istasyonlarında paralel bir değişim göstermektedir; fakat sonbahar mevsiminin sonunda nitrat değerleri her iki istasyonda da artmaktadır. Kasım döneminde çevredeki tarım sahalarındaki gübrelemenin yağmur etkisiyle dalyana ulaşması bu artışta rol oynuyor olabilir. Bunu takip eden aylarda nitrat konsantrasyonlarındaki düşüşler yağmurun olmayışı ve fitoplankton tarafından tüketimle açıklandı. Nitekim NH_4^+ da NO_3^- tersine olarak artışlar, organik maddenin rejenerasyonuna işaret etmektedir.

NO_2^- ve NH_4^+ değerleri dalyan ve denizde Şubat'a kadar paralel olup Şubat'tan sonra nitrit değerleri çok düşük konsantrasyonlarda yılsonuna kadar sürdü. NH_4^+ artışlarını takiben NO_3^- deki artışlar, nitrifikasyonu açıklıyor olabilir.



Şekil 10. Homa Dalyanı istasyonunda amonyum, nitrat, nitrit'in yıl boyunca değişimleri.



Şekil 11. Deniz istasyonunda amonyum, nitrat, nitrit'in yıl boyunca değişimleri

Ekim 1998 döneminde dalyan ve deniz istasyonlarında uygulanan zenginleştirme çalışmalarında ortama vitamin ilavesiyle birey sayısının arttığı gözlemlendi (Tablo 2). Dalyan suyu zenginleştirme ortamında bulunan türlerden bazıları *Navicula* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros* sp. idi (Şekil 12). Deniz istasyonunda ise *Rhizosolenia setigera*, *Navicula* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros* sp. dominant türlerdi (Şekil 13).

Kasım ayı dalyan ve deniz istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışmasında vitaminin sınırlayıcı olduğu bulundu (Tablo 2). Dalyan suyunda *Lyngbya* sp., *Amphora delicatissima*, *Cylindrotheca closterium*, *Gyrosigma* sp., *Navicula* sp., *Pleurosigma elongatum* ve *Pleurosigma normanii* bağıl olarak abundansı yüksek türlerdi. Deniz istasyonunda iz metallerin büyümeyi inhibe edici olduğu bulundu (Tablo 2). *Navicula* sp. dalyanda olduğu gibi baskındır. +Si'ce zenginleştirmede *Navicula* sp., *C. Closterium*, *Pleurosigma* sp.; +PO₄'ça zenginleşmede *Pleurosigma* sp., *C. Closterium*; +Vitamince zenginleştirmede tintinidlerin tespit edilmesi otlamanın ve sağlıklı fitoplanktonun çoğalmasının varlığını belirtmektedir.

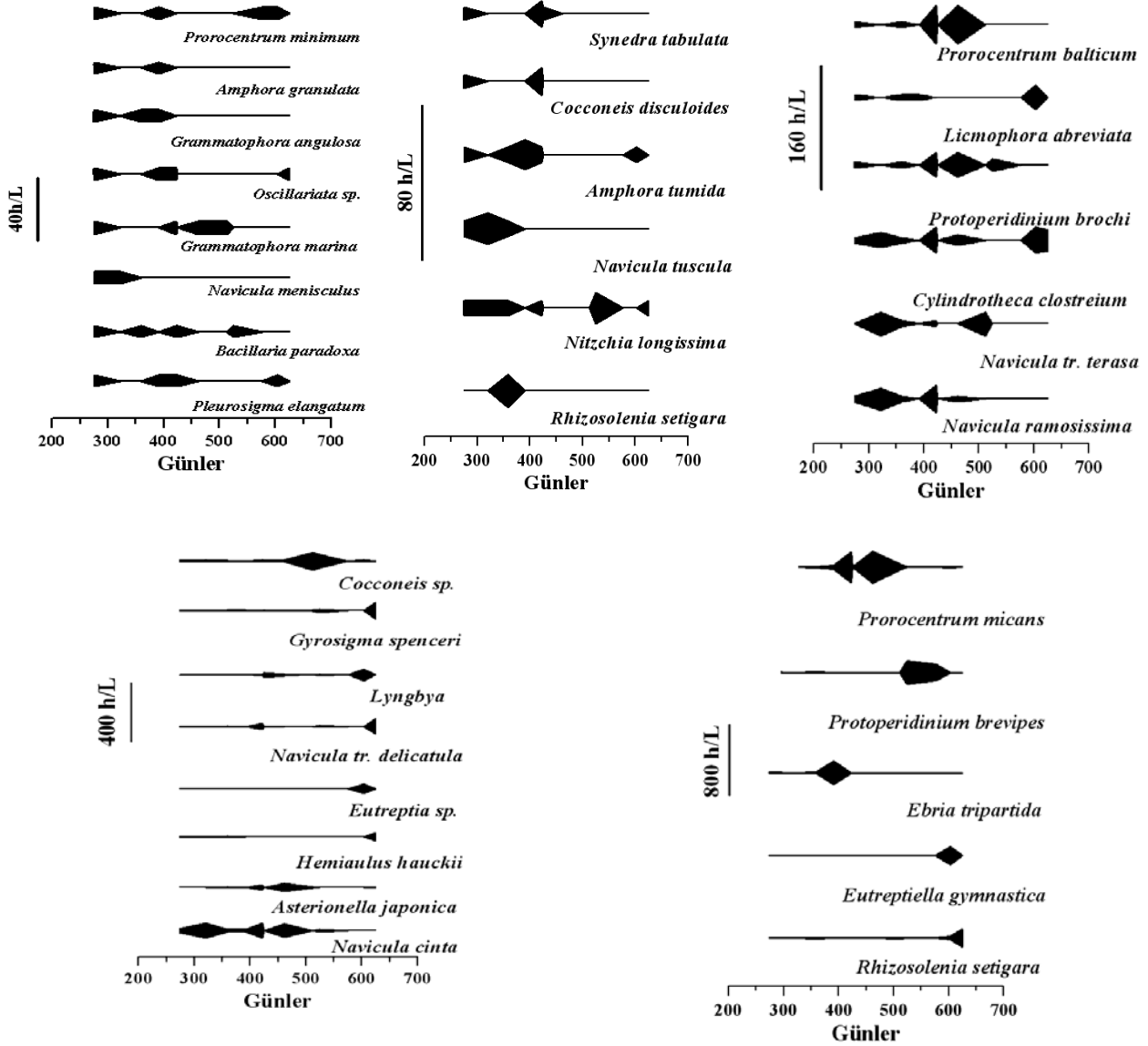
Ocak döneminde dalyan istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışması sırasında fosfat ve silikatın sınırlayıcı olduğu saptandı. *Cylindrotheca closterium* *Bacillaria paradoxa*, *Navicula* sp., *Oxytoxum scolapax* türleri deneme gruplarında daha sık bulundu. Ocak ayında dalyan istasyonunda *Navicula* sp. hakim olup, teşhis edilen *Favella* sp. protozooplankton otlamasının varlığını göstermektedir. Silikat ve fosfatça zenginleştirmede *Navicula* sp., *Grammatophora* sp. baskındır. Deniz istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışması sırasında fosfat silikat ve nitratın çeşitli popülasyonlar üzerinde sınırlayıcı özelliği olduğu bulundu. Deniz istasyonunda *Navicula* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhabdonema* sp., ve *dinoflagellatlar* baskın olup silikatın ilavesiyle *Rhabdonema* fosfat ilavesinde *Amphora angusta*, *Navicula* sp., *Favella* sp. Nitrat ilavesinde *Pleurosigma elongatum*, *Navicula* sp., *Favella* sp. abundansı baskın olup mikrozooplankton otlamasının önemine işaret etmektedir.

Şubat ayında yapılan zenginleştirmede her iki istasyonda fitoplankton komünitesinin büyümesinde sınırlayıcı nutrient ve nutrientler bulunmadığı saptandı. Şubat ayında dalyan istasyonunda yedi gün süresince *Pleurosigma elongatum*, *S. costatum*, *C. closterium*, *Navicula* sp., *Striatella unipunctata*, en bol türleri oluşturdu. İz metaller fitoplanktonun büyümesini inhibe etmektedir. Deniz istasyonunda *C. closterium*, *Navicula* sp., *Striatella unipunctata*, *Grammatophora* sp., *R. adricatum*, *Rhizosolenia* sp. en bol türlerdi (Şekil 13). Ortamda silyatların varlığı otlamanın olduğunu ve fitoplanktonun büyümesini sınırlayıcı faktörler olduğunu göstermektedir.

Mart ayında dalyan ve deniz istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışması sırasında Şubat ayında olduğu gibi Mart ayında da iz metallerin inhibe edici olduğu anlaşılmaktadır. *Licmophora abbreviata*, *Nitzschia paradoxa* türleri deneme gruplarında sık olarak görüldü. Her iki istasyonda uygulanan zenginleştirme çalışması sırasında

fitoplankton büyümesini sınırlayan nutrient belirlenemedi. Deniz istasyonunda *C. closterium*, *Navicula* sp., *Pleurosigma normanii*, *Licmophora abbreviata*, *Nitzschia bilobata*,

Cocconeis disculoides gibi büyük boyutlu türler gözlenmektedir. İz metal ilavesi fitoplankton büyümesini inhibe etmektedir.



Şekil 12. Dalyan istasyonundaki tür kompozisyonu.

Nisan ayında dalyan istasyonunda silikatın sınırlayıcı olması sebebiyle büyük boyutlu türler baskı altına girmekte, küçük boyutlu diatomlar ortamda kalabilmektedir. Fakat diatomlar üzerindeki bu baskı sonucu dinoflagellatların daha iyi geliştiği gözlenmektedir. Baskın türler *Prorocentrum micans*, *Protoperdinium* sp. olup, Euglena ve tintinidlerin bolluğu bir noktada dinoflagellatların gelişmesiyle artmaktadır. Silikatın ilavesiyle *Licmophora abbreviata*, *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Amphora* sp., baskın hale gelmektedir. Nisan ayında deniz istasyonunda sınırlayıcı bulunamadı. Ortamda *Nitzschia* sp., *C. closterium* türleri bol miktarda mevcuttu.

Mayıs ayında dalyan ve deniz suyu örneklerinde zenginleştirme çalışmalarında nutrientlerin sınırlayıcı olup olmadığı anlaşılamamaktadır. Mayıs'ta otlama hem deniz istasyonunda, hem de dalyan istasyonunda fitoplankton stoğunu kontrol etmektedir. Deniz istasyonunda vitamin ile zenginleştirmede benzer bir şekilde *T. berovides* ve *Tintinopsis* sp.'nin gözlenmesi siliyatların vitamini ihtiyacını yansıtmaktadır.

Haziran ayında dalyanda *C. closterium* ve *Protoperdinium* sp. hakimdir. Vitamin ilavesiyle *C. Closterium*, *Protoperdinium brochi* abundansı ile kontrol edilmektedir. Nitekim dinoflagellatların B₁₂ ve thiamine gereksinimleri

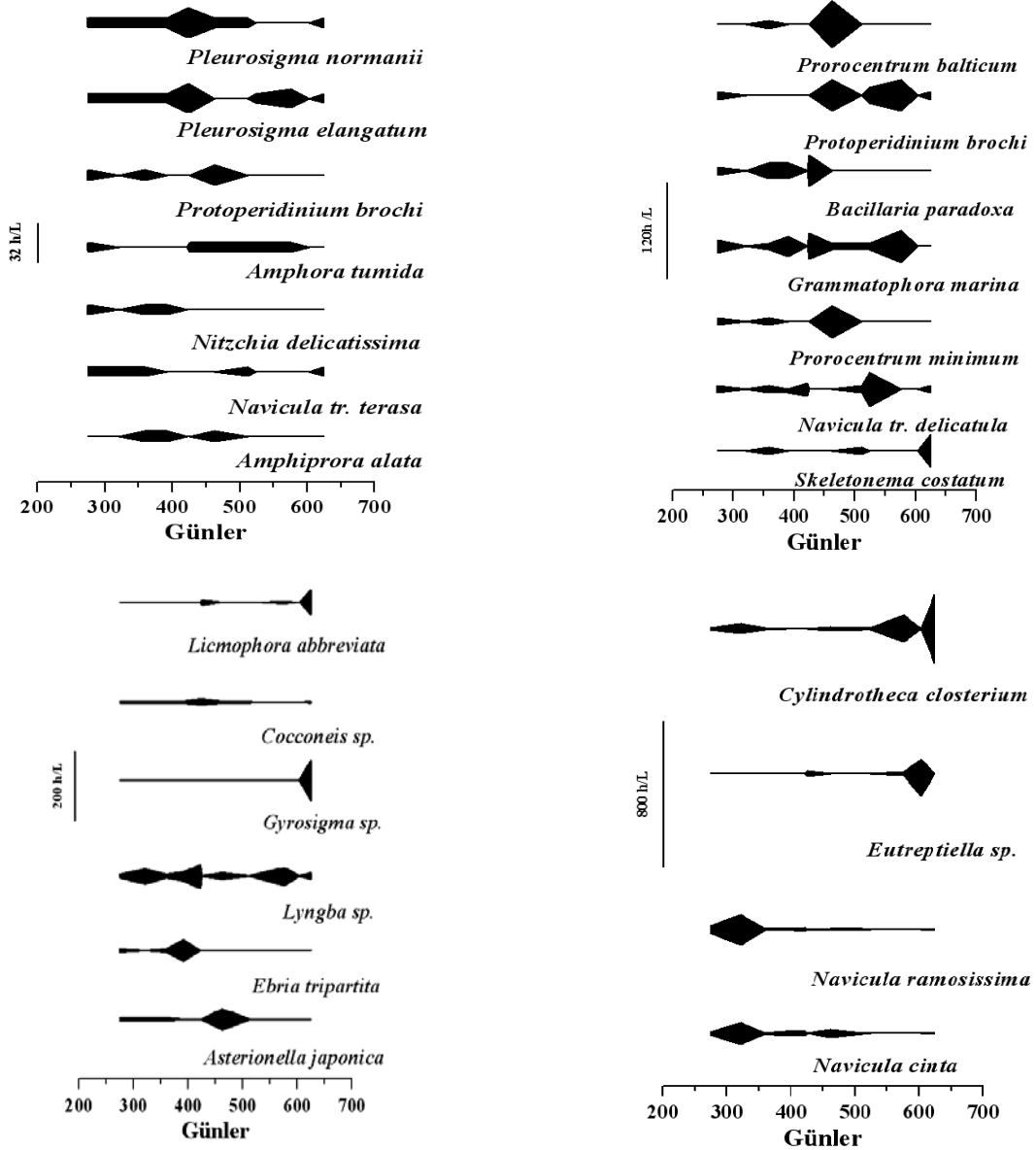
Iwasaki(1979) tarafından da belirtilmektedir. Deniz istasyonunda bacillariophyceae sınıfından ve silyat sınıfından türlere rastlandı. Haziran ayında her iki istasyon türce zenginlik ve birey sayısı açısından oldukça fakirdi.

Temmuz ayında dalyan ve deniz istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışmasında *Chaetoceros* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Navicula* sp. türleri deneme gruplarında sık olarak görüldü. Temmuz ayında her iki istasyonda diyatomlar hakim olup mesozooplanktonun varlığı dinoflagellatların otlama ile kontrol edildiğini gösteriyor olabilir. Temmuz ayı deniz suyunun zenginleştirme denemeleri

sonucu vitaminlerin sınırlayıcı olduğu görülmektedir.

Ağustos ayında dalyan ve deniz istasyonunda *Protoperdinium brevipes*, *Prorocentrum micans*, *C. closterium* hakim türler olup *dinoflagellatlar* dominantti. Silikat ilavesiyle diyatom türlerinin hâkim olduğu görüldü. Nitrat, vitamin ve iz metaller diyatomlar üzerinde sınırlayıcı iken fosfat ilavesiyle dinoflagellatlar baskın olmaktadır.

Eylül ayında dalyan istasyonunda *Chaetoceros* sp. çok sık görüldü. Deniz istasyonunda uygulanan zenginleştirme çalışması sırasında *Cylindrotheca closterium* türleri deneme gruplarında sık olarak bulundu.



Şekil 13. Deniz istasyonundaki tür kompozisyonu.

Tartışma ve Sonuç

Bölgede tarım, Gediz nehri çevresinde ve eski Gediz yatağı boyunca yapılmaktadır. Uygulanan gübreler özellikle yağmurla hem Gediz ağız yoluyla denizden hem de noktasal olmayan kaynaklarla çevrede yer alan dalyanlara ulaşmaktadır. Kasım-Aralık aylarında, gübreleme ile NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ konsantrasyonları artmaktadır (Tablo 2). Dalyan verimliğinde önemli bir faktör de bulanık olmasıdır (suda suspanse olan ince materyel nedeniyle); suya ışık girişinin azalması ile NH_4^+ -N tarafından NO_3^- alımının inhibisyonunun olmayışı tüm azot türlerinin eşanlı kullanılmasıyla sonuçlanabilir. Özellikle $>1\mu\text{M}$ NH_4^+ -N konsantrasyonlarıyla komple NO_3^- alımı inhibisyonunun olduğu genel olarak kabul edilmektedir (Eppley et al., 1969; McCarthy et al. 1975; Lomas&Glibert 1999). Işık sınırlayıcı şartlar altında NO_3^- 'in da fitoplankton tarafından alınabildiği; Nitrat ve nitrit reduktaz enzimi ile NH_4^+ 'a indirgenmesinde gerekli fazladan enerjinin kullanımı daha az maliyetli fotosentetik ürünlerin üretilmesi ile sağlanabileceği literatürlerde belirtilmektedir. (Yin et al., 1998)

Çipura gibi demarsal balık türleri; çamur içinde, zooplanktonun verimsiz beslenmesi sonucu oluşan besince zengin fekal peletler ile beslenebilir (Cushing 1964). Ayrıca süspansen olan detritus ile beslenen kopepodların mortalitesi düşer (Roman, 1984). Bu durum lağünlerin, balıklar verimliliğini açıklayan diğer bir kanıttır. Aynı zamanda NH_4^+ konsantrasyonlarının yıl boyunca $>1\mu\text{g/L}$ seviyelerinde kalması da zooplankton boşaltımını veya sedimentten NH_4^+ akışını destekler niteliktedir.

Yaz aylarında NO_3^- ve NO_2^- konsantrasyonlarında değişimlerin dalyan ve deniz istasyonlarında benzer olması nedeniyle su hareketlerinin etkili olduğu söylenebilir. Yaz aylarında zooplankton birey ağırlığı (mevsimlere bağlı olarak) artmakta ve buna bağlı olarak da zooplankton boşaltım hızı yükselmektedir (Eyidoğan 1991). Nitekim bu araştırmada dalyan NH_4^+ seviyeleri yaz aylarında daha yüksek (NO_3^- ve NO_2^- seviyelerine zıt olarak) bulunmuştur.

Yapılan araştırmalarda sonbahar ve kış aylarında fitoplankton aktivitesi ile silikatın dalyanda azalması diatom popülasyonlarına mal edilebilir. Gerçekten de silikat ile tuzluluk arasında doğrusal bir bağıntı elde edilememektedir ve fiziksel karışma süreçlerinin yanı sıra biyolojik aktivite de silikatın dağılımında etkindir.

Nehirler, noktasal olmayan karasal girişlerin yanı sıra uzun zaman periyodunda biyojenik silikatın sedimentin üst tabakasında çözünmesi de canlı diatom veya detritus olarak diğer bir Si kaynağı oluşturur (Nelson et al. 1976). Sedimentten, yüksek üretkenlikli bölgelerde biyojenik silikat çözünmesinin meydana geldiği rapor edilmiştir (Dunbar ve diğ. 1982; Matherne 1982). Ayrıca körfezden gelen dip sularının da dalyan silikat rezervlerine katkıda bulunması silikatın bir diğer kaynağını oluşturmaktadır.

Fotosentetik aktivitenin artışıyla silikat seviyeleri düşmektedir. Tabakalaşma ve akıntılar gibi fiziksel süreçler ve iklimsel faktörler (rüzgar, yağmur) silikat kaynaklarının dalyan üzerinde etkinliğini değiştirmektedir.

Silikatın zamanla değişiminde, sonbaharda fotosentetik aktivite etkin olup, düşük silikat seviyelerinden sorumludur. Kış aylarında ise yağışla, rüzgara bağlı su hareketleriyle dalyan ve deniz istasyonunda silikat rezervlerine katkıda bulunmaktadır.

Si/P oranının sonbahar ortaları ve kış başlarında düşük, kış sonunda yüksek, ilkbaharda düşük ve yazın yüksek değerde olması; dalyan içi tür baskınlığının sonbahar ortalarından ilkbahar başına kadar diatomların, yaz başlarına kadar dinoflagellatların, yaz ortasında diatomların ve yaz sonunda ise tekrar dinoflagellatların baskın olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Nutrient Oranlarının yıl boyunca değişimleri.

Günler	Si/N Dal.	Si/N Den.	Si/P Dal.	Si/P Den.	N/Si Dal.	N/Si Den.
274	1,63	1,68	5,80	9,16	0,61	0,59
321	0,13	1,02	5,57	15,18	7,63	0,97
359	0,78	0,99	8,25	6,87	1,27	1,00
391	0,59	0,93	19,63	10,47	1,67	1,06
422	0,72	0,74	34,91	8,43	1,38	1,33
425	0,23	1,01	1,04	3,76	4,22	0,98
474	0,35	3,82	2,18	28,19	2,77	0,26
512	0,67	0,85	4,93	3,79	1,47	1,17
524	0,96	1,20	32,08	31,12	1,03	0,83
576	1,43	1,03	17,34	13,14	0,69	0,96
603	0,91	1,57	4,41	14,04	1,09	0,63
624	1,48	1,21	29,64	18,15	0,67	0,82

Bu oranlardaki değişimler; fosfat ve silikatın dağılımlarını tayin eden kimyasal ve biyolojik süreçlerdeki farklılıkları yansıtmaktadır.

Fosfat için biyolojik alım yazın rejenerasyonla dengededir. Hâlbuki silikat için rejenerasyon ve düşük biyolojik gereksinim artan Si/P oranı ile sonuçlanır. Bulunan bütün oranlar Pingree ve ark (1977) ile uyum içindedir. Kış aylarında akıntılar denizde fosfat konsantrasyonlarını yükseltirken, (İç Körfez kaynaklı Büyükkışık, 1986) dalyanda düşük seviyelerde kalmaktadır. Sedimentin oksidasyonu ve rejenerasyonu fosfat konsantrasyonlarının düşmesinde etkin olabilir.

Sundareshwer ve Morris (1999) yaptığı bir çalışmada fosforun sedimentten alım ve verim karakteristiği üzerinde abiyotik kontrolün, sistemde fosfor veya azotun sınırlayıcılığını ortaya koyduğunu belirtmektedir. İlkbahar aylarında fosfat konsantrasyonundaki azalmalar fotosentetik aktivitenin artışından kaynaklanmaktadır. Fotosentetik aktivitenin azalması ve solunum işlevinin artışı ile fosfat konsantrasyonları artmaktadır (Riley, 1965). Aynı zamanda yağmurlar da karasal kaynaklı fosfatın dalyana taşınmasında etkili olabilir. Yaz aylarında dalyan ve deniz suyu, fotosentez ve solunum aktivitesini ardıl olarak değiştirmektedir. Dalyanda oksijen eksikliği; bakteri, fitoplankton ve zooplankton aktivitesinin önemini belirtmektedir. Bu durum çeşitli çalışmalarda değinilmiştir (Sunlu, 1994).

Ekim ayında her iki bölgede N/Si değerler birbirine yakındır (Tablo 1). Kasım'da denizde silikat dalyana göre daha yüksek iken, NO_3^- dalyanda denize göre belirgin ölçüde yüksektir. Bu nedenle oran dalyanda denize göre on kattan daha fazla artmaktadır. Bu artışta dalyanda diatom hakimiyetinin de rolü vardır (Silikat kullanımı). Dalyanda chl-a konsantrasyonu denize göre 5 kat fazla olması silikatın

dalyanda düşüklüğünü açıklamaktadır. Fakat NO_3 fazlalığı açıklanamamaktadır. NO_3 'daki bu fazlalık Kasım örneklerinde etkin olan lodos nedeniyle, dalyana giren deniz suyu ile dalyan içinde sedimentin üst tabakasının hareketlenerek oksijenlenmesi nitrifikasyonun sonucu, artan NO_3 seviyelerinin su kolonuna katkısını belirtiyor olabilir. NH_4^+ seviyeleri NO_3^- 'in inhibisyonuna neden olabilecek seviyedir. NH_4^+ konsantrasyonları nitrate göre önemli ölçüde düşüktür ve fitoplankton alımını yansıtmaktadır. Ocak'ta diyatom baskınlığı ve siliyat otlaması dalyanda olduğu gibi denizde de gözlenmektedir. Oranda belirgin bir değişim yoktur. Kış aylarında N/Si oranı 1.67 ye düşmektedir (Tablo 1). Oradaki düşüş; N'un yarıya düşüşü ve silikatın iki kat artışıyla ilişkilidir. Diyatom baskınlığına rağmen siliyat otlaması da etkindir. Oran çok değişme göstermemekte; siliyat ve diyatom kompozisyonun da Ocak'ta benzerdi. Mart'ta denizde primer üretim ile her iki nutrient de önemli ölçüde azalmaktadır. Oran Şubat'tan daha düşüktür. Dalyanda Mart'ta Si ve N'de aşırı düşüş diyatom artışıyla uyumludur. N/Si oranı 4.22'ye kadar çıktı. Büyük boyutlu türlerin hâkimiyeti NO_3^- ve silikatın hücre içi havuzlarda depolamasıyla bağıntılı görünmektedir. Nisan'da diyatom hakimiyeti ile dalyan deniz istasyonuna göre farklılık göstermektedir ve silikat seviyesi önemli ölçüde artmaktadır. Buna bağlı olarak bu oran 0.26'ya kadar düşmektedir (Dalyanda 2.77). Deniz istasyonunda Nisan ayında siliyatların ve dinoflagellatların hâkimiyeti nedeniyle azot oranında azalmaya neden olmaktadır. Mayıs'ta her iki bölgede de siliyat baskınlığı mevcut ise de bu dönemde fotosentez önemli ölçüde azalmaktadır. Bu da denizdeki silikatın daha düşük seviyelerde oluşunda etken olabilir. Denizde oranın daha düşük olması yüksek siliyat seviyelerinden kaynaklanmaktadır. Haziranda dalyanda Tintinidlerin otlaması dinoflagellatların bolluğuyla uyumludur. Ortamda diyatomda vardı. Hem Si hem de N'da azalma gözlemlendi; bu durum her iki canlı gruplarında baskınlığı nedeniyle oran 1,03'e düştü. Denizde silikatın daha da artışı (delta sistemi lagünlerden ve eski Gediz ağzından gelen sularla) denizde oranı 0.83'e düşürmektedir. Dolayısıyla diyatom baskınlığı dalyana göre belirgindir. Her iki istasyonda siliyat otlaması vardır. Dalyanda daha düşük silikat seviyeleri dinoflagellatların artışıyla sonuçlanmıştır. Temmuz'da ve Ağustos'ta oranlar denizde azalarak 0.63'e kadar düşmektedir. Silikatın diyatomlar tarafından kullanılması toplam azotun her iki grup tarafından kullanılması nedeniyle oranın düşüşü açıklanabilir. Dalyanda silikatın artışıyla oran daha da düşmektedir. Denizde diyatomların ve mesozooplanktonun varlığı otlamanın mevcut olduğunu göstermektedir. Denizde Ağustos'ta oranın artışı diyatomlar nedeniyle silikattaki azalmadan kaynaklanır ve dinoflagellatlarında su kolonunda bol hale geldiği dikkat çekmektedir. Eylül'de artan silikat konsantrasyonu nedeniyle oran tekrar düşmektedir. Dolayısıyla diyatomlar baskın hale gelmektedir.

Silikatın yıl boyunca zaman zaman artması denizden dalyana giren iç körfez sularının katkısını ifade ediyor olabilir. Yağmurla karadan gelen silikat seviyeleri daha yüksektir.

Silikat konsantrasyonlarında zaman zaman azalmalar diyatom ve silikoflagellatlara mal edilebilir. Ayrıca sedimentin su kolonuna katkısı bilinmemektedir. Eylül'de silikata bir miktar ilave olarak azotun 3 kat azalması oranda 0.2 kadar düşmeye neden olmaktadır.

Tablo 2. Dalyan ve deniz istasyonunda aylık olarak yapılan nutrient zenginleştirme denemelerinin sonuçları (komünitenin zenginleştirmeye cevabı büyüme hızı olarak ölçüldü).

Dalyan Aylar	KK	+Si	+PO ₄	+NO ₃	+Vit	+Iz M.
Ekim	0,68	0,48	0,81	0,56	0,95	0,23
Kasım	-1,60	-1,28	-0,72	-0,49	0,11	0,24
Ocak	1,26	1,72	1,59	1,29	1,35	0,9
Şubat	1,31	1,67	1,03	0,3	1,73	1,62
Mart	0,61	0,63	0,98	0,16	0,08	0,05
Nisan	1,01	1,16	0,45	0,35	0,15	0,17
Mayıs	-0,14	-0,04	-1,19	-0,097	0,29	0,51
Haziran	0,42	0,11	0,54	-0,16	0,95	0,29
Temmuz	-0,08	-2,46	-2,55	-2,42	-2,37	-2,53
Ağustos	0,56	-0,01	0,18	-0,01	0,09	0,9
Eylül	1,36	1,33	1,22	1,24	1,35	1,3
Aylar	K	-Si	-PO ₄	-NO ₃	-Vit	-Iz M
Ekim	0,42	0,44	0,60	0,59	-0,81	0,27
Kasım	1,54	0,75	1,22	-1,42	-0,96	-0,56
Ocak	1,3	0,66	1,32	1,12	1,8	1,15
Şubat	1,7	1,23	0,86	1,49	0,53	1,81
Mart	0,48	0,14	0,65	0,44	0,14	0,2
Nisan	0,4	0,14	0,16	0,23	0,13	0,28
Mayıs	0,17	0,17	-0,65	-1,27	-0,85	-0,94
Haziran	0,34	0,03	0,26	0,05	-0,03	-0,06
Temmuz	-0,268	-1,63	1,22	-1,74	-2,42	-2,38
Ağustos	-0,07	0,6	0,83	0,69	0,94	0,63
Eylül	0,94	1,37	1,27	1	1,32	1,46
Deniz						
Aylar	KK	+Si	+PO ₄	+NO ₃	+Vit	+Iz M.
Ekim	-0,19	-0,22	-0,18	-0,22	0,14	-0,60
Kasım	0,78	1,12	1,27	1,51	1,65	0,93
Ocak	3,80	3,44	3,49	3,37	2,87	2,31
Şubat	1,06	0,65	0,69	0,95	1,07	1,46
Mart	1,63	1,53	1,78	1,16	1,30	1,64
Nisan	0,78	1,12	1,02	0,83	0,62	0,90
Mayıs	-0,14	-0,04	-0,55	-0,21	-0,20	0,45
Haziran	0,13	0,04	-0,55	-0,21	-0,20	0,45
Temmuz	-0,77	-0,37	-0,83	0,07	0,34	-1,01
Ağustos	0,01	0,58	0,63	0,54	0,96	0,20
Eylül	1,54	1,51	1,54	1,52	1,58	1,54
Aylar	K	-Si	-PO ₄	-NO ₃	-Vit	-Iz M
Ekim	-0,16	-0,02	-0,16	-0,12	-1,23	-0,28
Kasım	1,13	1,12	1,15	1,29	0,73	1,43
Ocak	1,96	1,72	2,54	2,34	2,39	2,47
Şubat	1,17	1,44	1,39	1,03	1,39	1,26
Mart	1,19	1,25	0,91	1,03	1,39	1,26
Nisan	1,13	1,13	1,15	1,29	1,34	0,17
Mayıs	0,17	-0,17	-0,65	-1,25	-0,85	-0,94
Haziran	0	-0,46	-0,05	-0,86	-0,72	-0,28
Temmuz	-0,69	-0,48	-1,45	-1,19	0,07	-1,28
Ağustos	0,45	0,79	0,65	0,69	-0,41	0,53
Eylül	1,36	1,52	1,63	1,75	1,38	1,41

Dalyan her ne kadar diyatom ve dinoflagellatlardan oluşan bir tür kompozisyonu sergiliyorsa da zaman zaman silikatın eksikliği diyatomları sınırlamakta ve dinoflagellatların aşırı üremelerine neden olmaktadır. Dinoflagellatlar üzerinde de tercihli siliyat otlaması bu türleri baskı altına almakta, enerji dolaylı olarak besin zincirinin üst kademelerine iletilmektedir. Protozooplankton ve mesozooplankton otlaması, birincil

üretim üst kademelere, iletilmesinde önemli olup dalyan verimliliği içinde büyük öneme sahiptir.

Tarım arazilerinin gübreleme zamanlaması ve yağmurlarla taşınan nutrientlerin dalyan istasyonunun zenginleşmesinde ve birincil üretimin artışında önemi büyüktür. Oldukça sığ olan dalyanda DSİ tarafından açılan menfezlerin açık tutularak dalyan içinde su hareketleri ile sedimanın dışarı taşınımı sağlanmalıdır (doğal enerji). Böylece dalyanda sığlaşmaya engel olunarak dalyanın ömrü ve verimi arttırılabilir. Ayrıca balıkların mide içeriklerinin detaylı incelenmesi dalyan içinde besin zincirinin yapısını ortaya koyabilir ve üst besinler kademelerde etkili olan faktörler bulunabilir.

Kaynakça

- Büyüksık, B., 1986. Comparison researchs on the nutrients dynamic in Izmir Inner Bay and Gülbahce, Doctora thesis; Bornova,191.page (in turkish)
- Cushing, D.H., 1964. Biological Oceanographic Processes, Pergamon Press,Oxford 332 p.
- Dunbar, R.B., C.F. Brake, J.B. Anderson. 1982. Particulate flux to the water column and sea floor of the Brons field Strait , *Antarctica Eos Fall Meeting Abstracts* 63(43) :052 B-07 (in press)
- Eppley, R.W., J.L., Coastswarth, L., Solorzano. 1969. Studies of Nitrate Redustase in Marine Phytoplankton. *Limnol & Oceanogr.* 14(2):194205-
- Eyidoğan, S. , 1991. The effects of zooplanktonic organisms on the nitrojen and fosfor rejenerasyon in Izmir Bay :Msc thesis 46 page (in turkish)
- Jargensen, B.B. 1996. Material flux in the sediment In: Jorgensen B.B. Richardson k(leds) Eutrophication in coastal marine ecosystems, vol. 52 American Geophysical Union, Washington, D.C, p:115-135
- Frost, B.W. 1991. The Role of Grazing in Nutrient Rich Areas of the Open Sea. *Limnol & Oceanogr.*36(8) :1616-1630 p.
- Lomas, M.W., P.M., Glibert. 1999. Interactions Between NH₄⁺ and a NO₃⁻ Uptake and a Similation:Comparison of Diatoms and a Dinoflagellates at Several Growth Temperatures. *Marine Biology* : 541-551 p
- Krumbein, W.E. 1982. Biogeochemistry and Geomicrobiology of lagoons and lagoony environments; Seminar on present and future research in coastal lagoons, Beaufort. *UNESCO Tech Pap Mar Sci*, 33, 97-109.
- Malone, E.A., T. Inove, J.H., Thomas. 1996. Gnetic anlysis of the roles of daf 28 and age-1 in regulating caenorhabditis elegans daver formation. *Genetics* 143: 1193-1205
- Matherine, A.M. 1982. Biogenic Fluxes in Sediment tap Samples from *MANOP sites M and H. EOS fall meeting Abstracts.* 63(45):052B-08
- McCarthy, J.J., W.R., Taylor, J.J, Taft. 1975. The Dynamics of Nitrogen and a Phosphorus Cycling in the Open waters of the Chesapeake Bay In: Church environment American Chemical Society. Washington DC, pp:664-681 p.
- Mee, L.D. 1978. Coastal Lagoons. In: *Chemical Oceanography*, vol.7.
- Nowicki, B.L., S.W., Nixon. 1985. Benthic Nutrient Remineralization in a Coastal Lagoon Ecosystem. *Estuaries*, Vol. 8, No. 2, Part B , pp. 182-190
- Pingree, R.D., L. Maddock, E.I., Butler. 1977. *J.Mar.Biol.*57:1065-1073 p.
- Riley, J.P., P. Skirrow. 1965. *Academic Press*, London, 712 p.
- Ryther, J.H. and W.M. Dunston. (1971) : Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment, *Science* 171: 171-1013
- Roman, M.R. 1984. Utilization of Detritus by the Copepod Aertia tansa
- Strickland, J.D.M., T.R. Parson. 1972. A Pratical Seawater Analysis, *Bulletin 167, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa*
- Sunlu, U. 1994. Investigation on the pollution situation and the heavy metal levels of some commercial fish in Homa Fisheries Lagoon and the different region of Izmir Bay (Agean Sea) (in turkish). *E.Ü. Fen Bilimleri Enst. Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi.*172sayfa.Bornova-Izmir
- Sundareshwer, P.N., J.M. Morris. 1999. Phosphorus Sorption Characteristics of Intertidal Marsh Sediments along an Estuarine Salinity Gradient. *Limnol. & Oceanogr.*44(7): 1693-1701 p.
- Yin, K., J. Harrison, Q. Dorth. 1998. Lack of ammonium inhibition of nitrate uptake for a diatom grown under low light conditions. *Journal of Exp. Mar. Biol. And Ecol.*, 228: 151-165.
- Walsh, J.J. 1976. Herbivory as a Factor in Patters of Nutrient Utilization in the Sea., *Limnol & Oceanogr.*21:1-13 p.
- Webb, W.W. 1981. Luminescence measurements on macromolecular mability. *N.Y. Acad. Sci.* 366: 300-326
- Wood, R.D. 1975. Hydrobotanical methods, University of Paris Pres, London: 173p.