

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARADENİZ'DE BİRİNCİL ÜRETİMİ ETKİLEYEN CYANOBACTERİUM  
SYNECHOCOCCUS'UN MEVSİMSEL VE UZAYSAL DAĞILIMI

127449

Balıkçılık Tek. Müh. İlknur KURT

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi"  
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04/01/2002

Tezin Savunma Tarihi : 24/01/2002

127449

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Muhammet BORAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Bilal KUTRUP

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

## ÖNSÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Sürmene (Trabzon) Koyu'nda belirlenen istasyonlarda ve bu istasyonlara ait farklı derinliklerde *Cyanobacteria Synechococcus spp.*'nin mevsimsel ve uzaysal dağılımının incelendiği bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır.

Cyanobacteria ülkemizde son yıllarda çalışılmaya başlanmıştır. Yaptığımız bu çalışmanın, Doğu Karadeniz'de ileride yapılacak olan çalışmalara temel oluşturacağı düşüncesindeyiz.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenen ve konu seçimi sırasında ilgi ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM'a teşekkürü bir görev bilirim.

Deniz ve laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Muhammet BORAN'a, Yrd. Doç. Dr. Muzaffer FEYZİOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Ercan KÖSE'ye ve Doç. Dr. Zahit UYSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Trabzon – 2002

İlknur KURT

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Cyanobacteria (Cyanophyta)'nın Taksonomisi.....	3
1.3. Cyanophyta Filum'unun Biyolojisi.....	4
1.4. <i>Synechococcus spp.</i> 'nin Büyüklüğü ve Dağılımı.....	6
1.5. <i>Synechococcus spp.</i> 'nin Pigmentleri ve Işık Adaptasyonu.....	7
1.6. <i>Synechococcus spp.</i> 'nin Otlayıcıları ve Otlanma Oranları .....	9
1.7. <i>Synechococcus spp.</i> 'nin Bolluğuna ve Dağılımına Etki Eden Faktörler .....	10
1.8. Karadeniz'in Genel Özellikleri.....	11
1.9. <i>Synechococcus spp.</i> İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar .....	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	18
2.1. Araştırma Planı.....	18
2.2. İstasyonların Belirlenmesi.....	18
2.3. Su Örneklerinin Alınması .....	19
2.4. Ölçüm Yöntemleri.....	19
2.4.1. Denizde Yapılan Ölçümler.....	19
2.4.2. Kimyasal Analizler.....	19
2.4.2.1. Nitrat Tayini .....	19
2.4.2.2. Fosfat Tayini .....	20
2.4.2.3. Silikat Tayini.....	20
2.4.2.4. Klorofil-a Tayini .....	21
2.4.3. Cyanobacteria Sayısının Belirlenmesi .....	21

2.5.	Verilerin Değerlendirilmesi .....	22
3.	BULGULAR.....	23
3.1.	Fiziksel Parametreler.....	23
3.2.	Nitrat Dağılımı .....	25
3.3.	Fosfat Dağılımı.....	27
3.4.	Silikat Dağılımı .....	30
3.5.	Klorofil-a Dağılımı.....	32
3.6.	<i>Synechococcus spp.</i> 'nin Horizontal ve Vertikal Dağılımı.....	34
3.6.1.	S <sub>1</sub> İstasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> Hücre Sayısının Değişimi .....	35
3.6.2.	S <sub>2</sub> İstasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> Hücre Sayısının Değişimi .....	36
3.6.3.	S <sub>3</sub> İstasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> Hücre Sayısının Değişimi .....	37
4.	TARTIŞMA .....	39
5.	SONUÇLAR .....	47
6.	ÖNERİLER .....	49
7.	KAYNAKLAR .....	50
8.	EKLER.....	57
9.	ÖZGEÇMİŞ .....	69

## ÖZET

Bu çalışmada, Mayıs-Ekim 2001 tarihleri arasında Sürmene (Trabzon) Koyu'nda belirlenen üç istasyon ve bu istasyonlara ait farklı derinliklerden alınan su örneklerinde bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin zamansal ve uzaysal dağılımı saptanmıştır.

Çalışma süresince yapılan ölçümlerde nitrat, fosfat, silikat ve klorofil-a değerlerinin sırasıyla  $<0.005 - 64.284 \mu\text{g-at N/L}$ ,  $0.045-0.566 \mu\text{g-at P/L}$ ,  $<0.01-18.342 \mu\text{g-at Si/L}$  ve  $<0.02 - 4.710 \mu\text{g /L}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca nitrat, fosfat, silikat ve klorofil-a değerlerinin kıyıda açığa gidildikçe azaldığı tespit edilmiştir. *Synechococcus spp*'leri sayısının ise  $1.1 \times 10^2$  ile  $3.3 \times 10^5$  hücre/ml arasında değiştiği ve bunların zamansal ve uzaysal dağılımının düzensiz bir değişim gösterdiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler** : Sürmene (Trabzon) Koyu, Besleyici Elementler, *Synechococcus spp.*, Klorofil-a.

## SUMMARY

### Seasonal and Spatial Distribution of Cyanobacterium *Synechococcus* Which Influences to Primary Production in Black Sea

This study conducted of three stations in Bay of Sürmene during May-October 2001 to evaluate water samples taken from different depths, in terms of some physical, chemical and biological parameters and their spatial and temporal distributions.

The measurements revealed that, nitrate, phosphate, silicate, and chlorophyll-a values varied between <0.005-64.284 µg-at N/L, 0.045-0.566 µg-at P/L, <0.01-18.342 µg-at Si/L ve <0.02-4.710 µg /L respectively. Phosphate, silicate and chlorophyll-a values decreased from shore towards offshore. The number of *Synechococcus spp* changed between  $1.1 \times 10^2$  and  $3.3 \times 10^5$  cell/ml. The spatial and temporal distribution of *Synechococcus spp.* cell number was found irregular.

**Keywords** : Sürmene (Trabzon) Bay, Nutrients, *Synechococcus spp.*, Chlorophyll-a,

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kokkoid Cyanobacteria hücresi ( <i>Synechocystis</i> ) (Hoek vd., 1995) .....	5
Şekil 2. Küresel (a) ve sıra (b) şeklindeki fikobilisomeler (Hoek vd., 1995).....	6
Şekil 3. Üst tabaka genel dolaşımının görünümü (Oğuz ve Tuğrul, 1998). .....	12
Şekil 4. Çalışma alanı .....	18
Şekil 5. S <sub>1</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	26
Şekil 6. S <sub>3</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	26
Şekil 7. S <sub>2</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	27
Şekil 8. S <sub>1</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	28
Şekil 9. S <sub>3</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	29
Şekil 10. S <sub>2</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	29
Şekil 11. S <sub>1</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	31
Şekil 12. S <sub>3</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	31
Şekil 13. S <sub>2</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	32
Şekil 14. S <sub>2</sub> istasyonunda ölçülen Klorofil-a değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	33
Şekil 15. S <sub>3</sub> istasyonunda ölçülen Klorofil-a ( µg/L) değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi .....	34
Şekil 16. S <sub>1</sub> istasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> hücre sayısının aylara göre değişimi .....	36

Şekil 17.	S <sub>2</sub> istasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> hücre sayısının aylara ve derinliğe göre dağılımı (hücre/ml) .....	37
Şekil 18.	S <sub>3</sub> istasyonunda <i>Synechococcus spp.</i> hücre sayısının aylara ve derinliğe göre dağılımı (hücre/ml). .....	38
Ek Şekil 1.	S <sub>2</sub> istasyonunda mayıs ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	57
Ek Şekil 2.	S <sub>2</sub> istasyonunda haziran ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	58
Ek Şekil 3.	S <sub>2</sub> istasyonunda temmuz ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	59
Ek Şekil 4.	S <sub>2</sub> istasyonunda ağustos ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	60
Ek Şekil 5.	S <sub>2</sub> istasyonunda eylül ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	61
Ek Şekil 6.	S <sub>2</sub> istasyonunda ekim ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	62
Ek Şekil 7.	S <sub>3</sub> istasyonunda mayıs ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi.....	63
Ek Şekil 8.	S <sub>3</sub> istasyonunda haziran ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	64
Ek Şekil 9.	S <sub>3</sub> istasyonunda temmuz ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	65
Ek Şekil 10.	S <sub>3</sub> istasyonunda ağustos ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	66
Ek Şekil 11.	S <sub>3</sub> istasyonunda eylül ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	67
Ek Şekil 12.	S <sub>3</sub> istasyonunda ekim ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	68



## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. S <sub>1</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi .....	24
Tablo 2. S <sub>2</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi .....	24
Tablo 3. S <sub>3</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi .....	24
Tablo 4. Nitrat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg-at N/L) .....	25
Tablo 5. Fosfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg-at P/L) .....	28
Tablo 6. Silikat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg-at Si/L).....	30
Tablo 7. Klorofil-a değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg/l).....	33
Tablo 8. <i>Synechococcus spp.</i> hücre sayısının aylara ve istasyonlara göre dağılımı (hücre/ml).....	35

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Denizlerde fitoplanktonların oluşturduğu birincil üretim, besin zincirinin ilk basamağının oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bu üretimi sağlayan fitoplankton türlerinin katkıları birbirinden farklıdır. Geçmişte, üretimin daha çok büyük boyutlu fitoplanktonik hücreler olan diatomlar ve dinoflagellatlar tarafından gerçekleştirildiği kabul ediliyordu. Ancak sonraki yıllarda yapılan araştırmalarda, daha küçük boyutlu olan fotosentetik pikoplanktonun da denizlerde birincil üretime önemli katkı sağladığı ortaya konulmuştur (Uysal vd., 1998).

Fitoplanktonik canlılar, hücrelerinde klorofil bulunan, basit yapıya sahip, tek veya çok hücreli olabilen, çoğunluğu mikroskobik büyüklüklerde, boyutları birkaç mikron ile birkaç yüz mikron arasında değişen bitkisel organizmalar olarak tanımlanabilir. Işığa bağımlı bu organizmalar sucul ortamda su tabakasının ışık alan üst kesimlerinde dağılım gösterirler. Fitoplanktonlar büyüklüklerine göre; pikoplankton (0.2-2  $\mu\text{m}$ ), nannoplankton (2-20  $\mu\text{m}$ ) ve microplankton (20-200  $\mu\text{m}$ ) şeklinde sınıflandırılabilir (Cirik ve Gökpinar, 1993).

Pikoplankton grubuna dahil olan Cyanobacteria filtre edilmiş plankton örneklerinin epifloresan mikroskobu kullanılarak incelenmesi esnasında keşfedilmiştir. Fotosentetik pigment fikoeritrinin hücrelerde bulunmasının bir sonucu olarak hücreler, mikroskop altında 500 nm'den daha kısa dalga boyuna sahip ışıkla aydınlatma yapıldığı zaman turuncu renginde bir floresan gösterirler (Hoek vd., 1995).

Cyanobacteria ekolojileri ve fizyolojileri bakımından ökaryotik alglerle benzerlik gösterirken, hücre yapısının basit oluşu, gerçek mitokondrilerinin ve nükleuslarının olmayışıyla bakterilere benzerler (Jansson, 2000).

Kokkoid Cyanobacteria okyanusların sıcak ve tropikal bölgelerinde bulunmaktadır. Bunlar fitoplanktonu oluşturan canlılar içinde çok önemlidirler ve fotosentetik birincil üretime katkıda bulunan ana gruplardandır (Hoek vd., 1995). Orta Atlantik'te yapılan bir çalışmada, kokkoid Cyanobacteria'den *Synechococcus spp.*'nin baskın olduğu ototrofik komunitelerin, klorofil'in maksimum olduğu derinliklerde, birincil üretime yaklaşık %60 oranında katkı yaptığı belirlenmiştir (Glover, 1985).

Denizlerde ve tatlı sularda Cyanobacteria birçok türle temsil edilirler. Pikoplanktonik Cyanobacteria'nın ilk keşfedilen üyeleri fikoeritrin içeren tek hücreli Cyanobacteria olan *Synechococcus spp.*'lerdir. Waterbury vd. (1979), tarafından keşfedilen bu tür bir çok özelliklerinden dolayı daha sonra konuyla ilgili çalışanların dikkatini çekmiş ve çalışmaların bu tür üzerinde yoğunlaşmasına sebep olmuştur.

Bütün dünya denizlerinde olduğu gibi Karadeniz'de de birincil üretim ve bunu oluşturan fitoplankton türlerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir. Birincil üretimi büyük oranda destekleyen Cyanobacteria balıkların beslenmesinde ilk basamağı oluştururlar. Son yıllarda Karadeniz ekosisteminde meydana gelen büyük değişimler ekosistemin doğal işleyişini olumsuz yönde etkilemiş ve besin zincirinin temelini teşkil eden fitoplanktonun gelişimine de önemli yansımalar yapmıştır.

Karadeniz'de fitoplankton ile ilgili yapılan araştırmalar daha çok tür kompozisyonu, türlerin uzaysal ve mevsimsel dağılımı, ötrofikasyonun meydana getirdiği değişiklikler, fitoplankton bloomları, birincil üretim gibi konuları kapsamaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de Karadeniz'e yönelik yapılan çalışmalar diğer kıyıdaş ülkelerde yapılanlara kıyasla oldukça azdır. Türkiye denizlerinde, pikoplankton düzeyinde özellikle kokkoid Cyanobacteria *Synechococcus spp.* üzerine ilk çalışma Uysal (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Batı ve Güneybatı Karadeniz'de ilk defa *Synechococcus spp.*'nin pigmentleri, boyutları ve öfotik zon içindeki dağılımı incelenmiştir. Çalışmaya konu olan Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin denizlerde ekonomik canlıların verimliliğini etkileyen birincil üretime önemli katkısı vardır. Bu nedenle Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin deniz ortamındaki hücre sayısı ve mevsimsel dağılımının belirlenmesi son derece önemlidir. Birincil üretime önemli katkısı olan bu canlı grubu ile ilgili çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Bu çalışma ile Karadeniz'de birincil üretimi önemli oranda etkileyen Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin mevsimsel ve uzaysal dağılımı incelenmiş, bu dağılıma etki eden fiziksel ve kimyasal parametreler ile *Synechococcus spp.* hücre sayısı arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur.

## 1.2. Cyanobacteria (Cyanophyta)'nın Taksonomisi

Archaeobakteri'lerle birlikte Prokaryot'ları oluşturan Cyanophyta filumu Eubakteria alt alemine dahildir. Bu filum Cyanophyceae diye tek sınıfı içerir.

(Ross, 1983; Hoek vd., 1995).

Alem	: Monera
Alt alem	: Eubacteria
Filum	: Cyanophyta (Cyanobacteria)
Sınıf	: Cyanophyceae
Takım	: Chroococcales
Familya	: Chroococcus
Genus	: Synechococcus

Cyanophyta'lar (mavi-yeşil algler), bakterilerle sadece hücre yapıları, gerçek çekirdeklerinin bulunmayışları ve hücre bölünmelerinin yöntemi ile benzerlik göstermektedirler. Fakat metabolizma olayları nedeniyle alglere benzemektedirler. Geniş yayılım alanına sahip bu alg grubu 160 cinse ait 1500'den fazla türü kapsamaktadır (Güner ve Aysel, 1991).

Günümüzde, mavi-yeşil algler için 2 tür taksonomik yaklaşım gelişmiştir. Bunlardan ilki 1932'de yayınlanan botanik taksonomiye dayalı *Geitler'in Cyanophyceae'ların Monografisi* eserinde anlatılan morfolojik özelliklere bağlı taksonomidir. Diğeri ise fizyolojik ve morfolojik araştırmalara dayalı, 1971'de Stainer ve arkadaşlarının sınırlı sayıda tür üzerinde gerçekleştirdikleri bakteriyolojik taksonomi çalışmasıdır. Botanik taksonominin güncelleştirme çalışmaları sürerken, bakteriyolojik taksonomi *Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology*'de özetlenmiştir. İlk yıllardaki uyumsuzlıklardan sonra, her iki taksonomik yaklaşım günümüzde birbirini desteklemektedir (Carr vd., 1994; Hoek, 1995).

Cyanophyta bölümünün tek olan Cyanophyceae sınıfı 5 takıma ayrılır (Baydar, 1979; Güner ve Aysel, 1991; Hoek, vd 1995; Whitton ve Potts, 2000).

**1. Takım Pleurocapsales:** Bu takıma ait Cyanobacteria hücreleri genel olarak kalın çeperli olup, bunlar tek hücreli, birkaç hücreden oluşan koloniler veya düzensiz olarak bölünmüş, dallanmış veya dallanmamış şekilde bulunabilirler. Flamentler tek

sıralı yada dipte tek, uca doğru çok sıralıdır. Bazen yalancı dallanma görülebilir. Nadiren akinet (devam hücresi) oluştururlar. Çoğalmaları hücre bölünmesi ve endospor oluşumu şeklinde gerçekleşir.

**2. Takım Nostocales:** Flamentleri oluşturan hücreler tek sıra halinde dizilmiştir. Bazı formlarda flamentlerin etrafını jelatinli bir kın çevirmektedir. Flamentler tek tek yada bir çoğu bir arada koloniler oluştururlar. Azot bağlamada görev yapan heterosist hücrelerini içerirler. Hormogonium oluşumuyla çoğalırlar.

**3. Takım Oscillatoriales:** Morfolojik bakımdan birbirine benzeyen hücrelerden meydana gelen basit flamentler heterosist ve akinet teşkil etmezler. Flamentler dallanma göstermez, genellikle düz olmakla birlikte bazen spiral durumdadırlar. Hormogonium oluşumuyla çoğalırlar.

**4. Takım Stigonematales:** Bu takımı oluşturan organizmalarda gerçek dallanma görülür. Bu dallanma tek veya çok sıralı hücrelerden meydana gelen flamentlerin ana eksenine dik olacak şekilde oluşur. Gerçek dallanma gösteren bu takımın üyelerinde, flamentin hücreleri hem yana hem de dikine periyodik olarak bölünürler. Heterosist ve akinet mevcuttur.

**5. Takım Chroococcales:** Hücreler küre veya elips şeklinde olup, tek veya basit koloniler halinde bulunurlar. Çoğalma bakterilerde olduğu gibi hücrelerin ortadan ikiye veya 2-3 hat boyunca bölünmesi ya da tomurcuklanma ile gerçekleşir. Kolonilerin etrafı müsilajlı kalın bir zarla çevrilidir. Nadiren spor meydana getirirler. Gaz vakuelleri mevcuttur. Chroococcales takımının 7 familyası vardır.

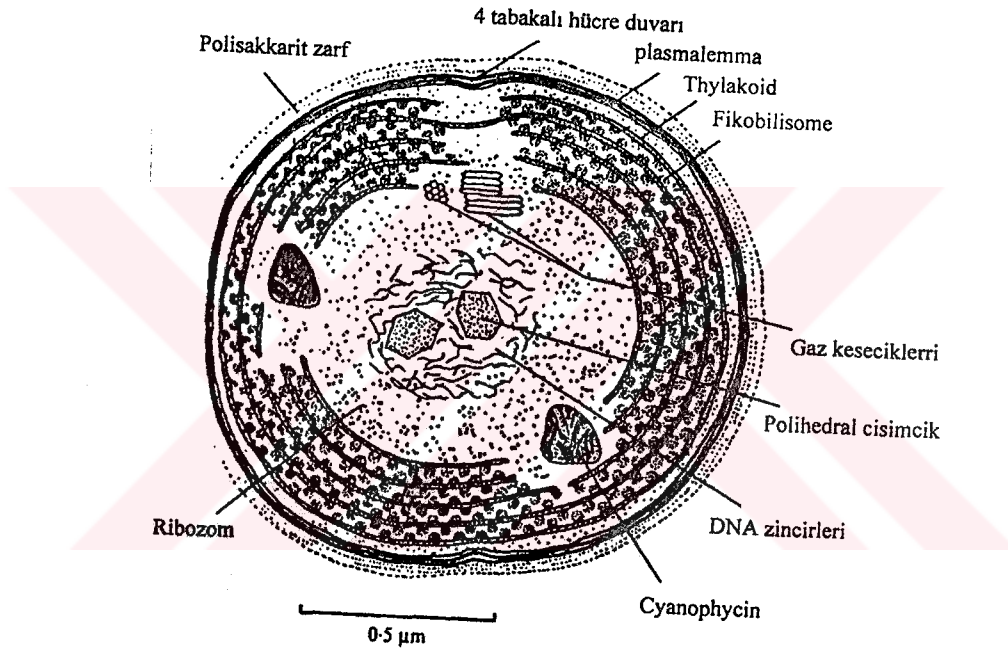
### 1.3. Cyanophyta Filum'unun Biyolojisi

Bütün prokaryotik organizmalar gibi Cyanobacteria de zarla çevrili organellere (çekirdek, mitokondri, kloroplast) sahip değildirler. Ayrıca golgi cisimciği, endoplazmik retikulum organelleri yoktur. DNA zincirleri serbest halde hücre merkezinde bulunur (Tortora vd., 1998).

Cyanophyta filumunun önemli özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Aykulu, 1984; Cirik ve Gökımar, 1993; Hoek vd., 1995).

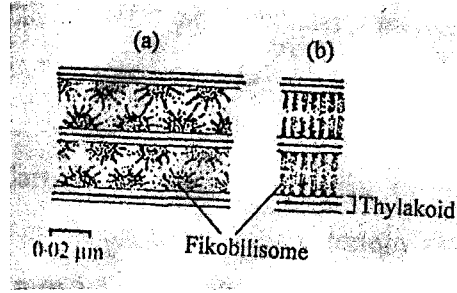
- Cyanobacteria hücreleri (mavi-yeşil algler), bir hücreli, koloni halinde ve filament oluşturan formlar olmak üzere üç tip hücre şekline sahiptir. Hatta basit bir özerk doku düzeni olanlar da vardır. Kamçılı hücreler hayat döngüsünün hiçbir döneminde görülmez.

- Diğer bakterilerde olduğu gibi zar tarafından sınırlandırılan mitokondri, nükleus, golgi cisimciği, endoplazmik retikulum ve vakuoller yoktur.
- Fotosentetik pigmentler, fotosentetik ökaryotlardaki gibi kloroplast içinde değil, sitoplazma içinde serbest olarak dağılmış tylakoidler içinde bulunur. Ökaryotik alglerin çoğundaki ve prokaryotik Prochlorophyta bölümünde bulunan tylakoidlerin aksine, tylakoidler yığın oluşturmazlar ve eşit uzaklıkta tek olarak bulunurlar (Şekil 1). Aynı tylakoid düzeni Glaucophyta ve Rhodophyta bölümüne ait ökaryotik alglerin kloroplastlarında da bulunur.



Şekil 1. Kokkoid Cyanobacteria hücresi (*Synechocystis*) (Hoek vd., 1995)

- Tylakoidler klorofil- a içerir, fakat klorofil-b ve c ihtiva etmezler.
- Hücreler genellikle mavi-yeşil menekşe rengindedir. Bazen kırmızı yada yeşil de olabilirler. Klorofil-a'nın yeşil rengi, fikosiyenin, allofikosiyenin (yeşilimsi mavi yardımcı pigment) ve fikoeritrin (kırmızı yardımcı pigment) tarafından maskelenir. Tylakoidlerin dış yüzeyi üzerinde sıralı uzanan küresel şekilli bu pigment sıraları "fikobilisomes" olarak isimlendirilir (Şekil 2 a, b). Fikobilisomes'ler aynı zamanda Rhodophyta ve Glaucophyta bölümüne ait ökaryotik alglerde de bulunur.



Şekil 2. Küresel (a) ve sıra (b) şeklindeki fikobilisomeler (Hoek vd., 1995)

- Polisakkarid rezervi Cyanophycean nişastasıdır. Bu nişasta yalnızca elektron mikroskobu kullanılarak görülür ve tylakoidler arasında bulunan küçük granüllerde oluşturulur. Ayrıca mavi-yeşil alg hücreleri arginin ve asparagin aminoasitlerinin polimerlerinden meydana gelen Cyanophycean granüllerini, polifosfat cisimciklerini ve fotosentetik CO<sub>2</sub> fiksasyonu için ana enzimi bulunduran karboksisomeleri içerirler.
- Diğer bakterilerde olduğu gibi DNA protoplastın merkezinde yoğunlaşmış olarak bulunur. Bu kısım, nükleus olmadığının vurgulanmasına rağmen “nükleoplazma” olarak adlandırılır. Bir çok mavi-yeşil alg, diğer bakterilerde ve bazı ökaryotik hücrelerde de bulunan plasmidleri de (küçük yuvarlak DNA molekülleri) içerir.
- Hücre duvarının yapısında diğer Eubakterilerde olduğu gibi murein (peptidoglikan), dış tarafında ise lipopolisakkarit tabakalar vardır. Hücreler, çoğunlukla musilaj (hidrat polisakkarit) kılıf içersinde bulunur.
- Cyanobacteria sadece eşeysiz üreyebilirler, bunlarda eşeyli üreme görülmez.
- Cyanobacteria çok değişik habitatlarda, tatlısuda ve denizde, nemli toprakta, kayalar üzerinde hatta buzullar, çöller ve sıcak kaynaklar gibi birçok uygun olmayan ortamlarda dahi bulunurlar.

#### 1.4. *Synechococcus spp.*'nin Büyüklüğü ve Dağılımı

Yeşil pigmentli (fikosiyanin) Cyanobacteria karalarda, tatlısu habitatlarında, intertidal deniz tabakasındaki mercan kayalıklarında ve nehir ağızlarında bulunduğu biliniyordu. Fakat 1980'li yıllara kadar açık denizlerde bulunan kırmızı pigmentli Cyanobacteria, *Synechococcus* genusu, bu konuda çalışanların bilgisi dışındaydı. Bu dönemden sonra kırmızı pigmentce (fikoeritrin) zengin Cyanobacteria ekolojisi ve

fizyolojileri çalışılmaya başlandı (Waterbury vd.,1979; Glover, 1985; Morel vd., 1993; Kuparinen ve Kuosa, 1993; Christaki vd., 1999).

Son yirmi yılda, biyolojik oşinograflar ve limnologlar tarafından mikron büyüklükte olan ve fitoplankton içerisinde yer alan pikoplanktonun, pelajik sistemlerin ototrofik komünitelerinin önemli bir bileşeni olduğu kabul edilmektedir. Pikoplanktonda bulunan kokkoid Cyanobacteria (*Synechococcus spp.*, Waterbury vd., 1979) tatlısu ve deniz ekosistemlerindeki üretimin ve fitoplankton biomasının büyük katkıları olabilirler (Caron vd., 1999; Ning vd., 2000). Her iki ortamda da *Synechococcus spp.* bolluğu 100 000 hücre/ml'ye ulaşabilir ve toplam birincil üretime katkıları %20'yi aşabilir. *Synechococcus spp.*'nin birincil üretime katkısı çoğunlukla oligotrofik çevrelerde artar (Fahnenstiel ve Carrick, 1991).

*Synechococcus spp.* 0.2-2 µm arasındaki büyüklüğü ile Pikoplankton'a dahildir (Pick,1991; Hoek vd., 1995). Bu türün hücre büyüklüğü 1µm'den daha küçük değerler ile 2-3 µm gibi daha büyük değerler arasında değişir ve su derinliğinin artması ile hücre büyüklüğü artar (Kimor vd., 1992; Kuparinen ve Kuosa, 1993; Köksalan, 2000).

*Synechococcus spp.*, ılıman ve tropik denizlerin açık ve kıyı sularının öfotik zonunda yoğun olarak bulunur (Iturriaga ve Marra, 1988). Bolluğu ötrofik bölgelerden oligotrofik bölgelere doğru azalma gösterir (Lantoine ve Nneveux, 1997). Oligotrofik sistemlerde hücre konsantrasyonu mililitrede birkaç bin iken, nütrient yönünden zengin sahil sularında mililitrede 1 000 000 hücreye ulaşabilir. *Synechococcus spp.*'nin ılıman sularda mevsimsel bolluğu düzenlidir. Genel olarak yazın çok bol ve kışın çok azdır. Bu grup atmosferdeki azotu bağlaması ile deniz ekosisteminde önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, birim su kolonunda birincil üretime katkıları %50 'leri aşan oranlara ulaşmaktadır (Uysal vd., 1998; Li, 1998). *Synechococcus spp.* gibi pikoplankterlerin ekolojik şartlara toleransları, onların küçük oluşlarına, ihmal edilebilir düzeydeki batma hızlarına, ışık, sıcaklık ve nütrient sistemindeki değişikliklere adapte olma yeteneklerine bağlıdır (Glover, 1985; Agawin vd., 2000).

### 1.5. *Synechococcus spp.*'nin Pigmentleri ve Işık Adaptasyonu

*Synechococcus spp.* hücreleri görünür ışık spektrumunun yeşil bölgesinde büyük miktarda floresan yayarlar. Hücrelerinin sahip oldukları bu in-vivo floresan özellikleri, bu hücreleri diğer fitoplankton gruplarından ayırmada kullanılabilir (Glover, 1985; Wyman, 1992).



*Synechococcus spp.*'nin ana ışık tutucu pigmenti fikoeritindir. Bu pigment *Synechococcus spp.* hücrelerinin yeşil ışık altında turuncu-kırmızı arası floresan yaymalarını sağlar (Kuparinen ve Kuosa, 1993; Lantonie ve Neveux, 1997). *Synechococcus spp.*'nin sahil bölgelerinden izole edilen türleri, fikoeritrin pigmentinin miktarı bakımından osiyanik türlerinden farklıdır (Wood vd., 1985). Bu farklılık, zayıf mavi ışıktaki fotosentezde fikorobilinin verim oranından oluşur. Oligotrofik bölgelerde mavi ışık daha derinlere kadar nüfuz eder ve osiyanik türler bu mavi ışığı çok daha verimli tuttukları için fikorobilin yönünden zengindir (Iturriaga ve Marra, 1988; Ikeya vd., 1994). Fikoeritrin ve klorofil-a gibi zeaxanthin aynı zamanda *Synechococcus spp.* hücrelerinde çok bol bulunan karotinoid'tir (Glover, 1985; Agusti ve Philips, 1992).

*Synechococcus spp.*'nin değişik ışık düzenlerinde davranışları farklıdır. Kendilerini pigment konsantrasyonlarını arttırarak veya azaltarak buldukları çevreye adapte ederler. Örneğin; Fikoeritrin ve klorofil-a miktarları ışık miktarı ile ters orantılıdır. Bu mikroorganizmalar, ışık yoğunluğu azaldığında, düşük ışık akımını daha verimli kullanmak için fikoeritrin ve klorofil-a içeriğini arttırırlar (Ikeya vd., 1994). Düşük ışık akımında pigment içeriğinin arttırılması fotosentetik mikroorganizmaların özelliğidir ve bu durum diatomlar, dinoflagellatlar ve Cyanobacteria'da gözlenir. Sonuç olarak bu olay *Synechococcus spp.* hücrelerinin görünüşünde değişiklik meydana getirir. Böylece hücreler epifloresan mikroskopu ile incelendiğinde, daha az floresan yayanlar tipik turuncu-kırmızı renkte ve fazla floresan yayanlar ise donuk sarı görünürler. Zeaxanthin karotenoid pigmentinde ise *Synechococcus spp.* hücreleri yüksek ışık yoğunluğuna adapte olmak için, zeaxanthin içeriğini arttırır. Çünkü, zeaxanthinin hücreyi fotoinhibitasyondan koruduğu bilinir (Köksalan, 2000).

*Synechococcus spp.*'de fotoinhibitasyon, bunların hayat sürecini değiştirmez. Çünkü, *Synechococcus spp.* fikoeritrin ve klorofil-a'yı azaltıp, zeaxanthini arttırarak pigment konsantrasyonunu düzenleyebilir ve değişikliklere kolayca uyum sağlayabilir (Ibelings vd., 1998). Daha önce yapılmış olan çalışmalarda, özellikle oligotrofik bölgelerden izole edilen bazı türlerin düşük ışık yoğunluklarında yaşamaya uyum sağlamış oldukları belirlenmiştir (Ikeya vd., 1994). Bu türlerin miktarı yüzeyden daha derinlere gidildikçe oldukça artar. Ancak *Synechococcus spp.*'nin ötrofik ve mezotrofik bölgelerde derine gidildikçe artışı bu oranda olmaz. Oligotrofik su kütlelerinde yaşayan türler öfotik zonun tabanını tercih ederler. Çünkü, *Synechococcus spp.* hücreleri fikoeritrinlerindeki fikourobilin oranlarını arttırarak kromatik adaptasyon

gerçekleştirdiklerinden, burada onlar için yeterli ışık ve besin elementi bulunur. Fakat bu türler yüzey ışık yoğunluğunda inkübe edildiklerinde, maksimum büyüme gösterirler. Böylece yüzey sularında *Synechococcus spp.* miktarının az olmasının nedeni, oligotrofik su kütlelerinde büyüme oranının azalmasından çok otlanmadan dolayı olan kayıplar olabilir (Shimada vd.,1993; Agawin ve Agusti, 1997).

*Synechococcus spp.*'nin hücre büyüklüğü ve floresans yoğunluğu yüzeyde ve derin sularda farklıdır. Hücre büyüklüğü derinlik arttıkça ve ışık yoğunluğu azaldıkça artar. *Synechococcus spp.*'lerde derinliğin artışıyla hücre hacminin büyümesinin nedeni diğer türlere göre nütrientlerden daha fazla yararlanmak için avantaj sağlamasıdır (Köksalan, 2000). Aynı zamanda bu olay hücrenin klorofil-a ve fikoeritrin içeriğinden dolayı da olabilir. Çünkü her iki pigment ışık yoğunluğunun azalması ve pigmentlerin bulunduğu thylokoidlerin artmasıyla da çoğalır. Bu da öfotik zonun tabanında gözlenen hücrelerin büyüklüğünü etkiler (Uysal, 2001).

#### 1.6. *Synechococcus spp.*'nin Otlayıcıları ve Otlanma Oranları

*Synechococcus spp.*'nin popülasyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biri otlanmadır. *Synechococcus spp.*'leri üretici oldukları için besin zincirinin ilk basamağının oluşumunda önemlidirler. Bu hücreler siliatlı protozoa, flagellatlar ve diğer mikrozooplanktonları içeren geniş bir organizma grubunun otlanma baskısına maruz kalırlar (Fahnenstiel vd., 1991; Kuparinen ve Kuosa, 1993; Christaki, 1999). Söz konusu tüketicilerden başka Copepod'ların, Pteropod'ların fekal peletlerinde yapılan çalışmalarda Cyanobacteria varlığına rastlanmıştır. Ayrıca bu tür batma hızı 50 m/gün olan deniz çiçeği içerisinde de yer almaktadır. Deniz çiçeğinin derine doğru hareketiyle 500-600 m'den 2000-2500 m'ye taşınırlar. Burada ya fekal pelet içeriği olarak yada serbest olarak bulunurlar. California yakınlarındaki sularda yapılan bir çalışmada 1000 m'den alınan 1 ml deniz çiçeği örneğinin içerisinde  $8.5 \times 10^4$  fikoeritrin ihtiva eden *Synechococcus spp.* hücresi bulunmuştur. Bu derinliklerde hücreler dağılıp ayrılarak serbest kalabilirler. *Synechococcus spp.*'ler karanlık ortamda kemoheterotrofik olarak gelişemediklerinden dolayı protozooplankterler tarafından tüketilebilir ve abissal besin zincirinin bir bölümü olabilirler (Glover, 1985). Bütün bu tüketici gruplar arasında, protozoa ve metazoa'ları içeren deniz planktonunun bir bileşeni olan mikrozooplankton *Synechococcus spp.* hücrelerinin ana tüketicisidir (Fahnenstiel ve Carrick, 1991; Ning vd., 2000). Ayrıca Kuosa (1991), yaptığı çalışma ile nanoflagellat'ların 1-205 hücre/gün

ile Cyanobacteria'in etkili tüketicileri olduğunu belirlemiştir. *Synechococcus spp.*'nin otlanma baskısından kaynaklanan ölüm oranları, bölünerek çoğalma, hücre boyu, dağılımı ve birincil üretime katkısı birçok araştırmacı tarafından çeşitli denizlerde çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda otlanma baskısından kaynaklanan ölüm oranlarında bölgelere göre farklılıklar bulunmuştur. Ancak bu araştırmalarda upwelling ve kıyı bölgelerinde otlanma oranının 0.83 hücre/gün'den daha yüksek olduğu net olarak ortaya konmuştur (Iturriaga ve Marra, 1988). Bunun açık denizlerle bağlantılı olan otlanmanın sürmesinden ve daha büyük predatörlerin varlığından kaynaklanabileceği ifade edilmektedir (Sellner, 1997; Uysal vd., 1998; Caron vd., 1999)

Nanoflagellat'ların *Synechococcus spp.*'ler üzerindeki otlanma baskısına etki eden faktörlerden biride bunların uzun süre UV'ye maruz kalmalarıdır. Bu düşünceyle yapılan deneyler sonunda nanoflagellatlara özgü otlanmada UV'ye maruz kalma süresi 10 saati geçtiğinde bir azalma olduğu görülmüştür (Glover, 1985).

### 1.7. *Synechococcus spp.*'nin Bolluğuna ve Dağılımına Etki Eden Faktörler

Su kütlelerinde *Synechococcus spp.*'nin dağılımı genellikle üç ana faktör tarafından kontrol edilir. Bunlar sıcaklık, nitratın ortamda bulunuşu ve ışıktır. (Lantoine ve Neveux, 1997). Fakat *Synechococcus spp.* popülasyonunun uzun dönemdeki değişimlerini düzenleyen faktörlerin (sıcaklık, ışık ve nütrientler) sonuçları, kısa dönemdeki değişimleri düzenleyen faktörlerinkinden (otlanma vs.) daha farklıdır (Li, 1998; Ning vd., 2000; Agawin vd., 2000).

Yapılan çalışmalarda, inorganik nütrientlerin düşük miktarlarının *Synechococcus spp.*'nin sayısının artışı önlediği, nütrient miktarının yüksek oluşunun ise *Synechococcus spp.*'nin bloom oluşturmasını kolaylaştırdığı sonucu ortaya koyulmuştur. *Synechococcus spp.*'leri sık sık uygun koşullar altında bir hafta dayanan geçici bloomlar oluştururlar (Lantoine ve Neveux, 1997; Morel, 1997). Böylece kısa zaman aralıklarında ve günlük ölçekteki haritalar pikoplanktonik grubun dinamiğini açıklamak için çok daha uygundur. Aynı zamanda *Synechococcus spp.*'ni içeren Cyanobacteria'in yüksek miktarları nütrientlerin çok bol olduğu büyük nehirlerin denizle birleştiği bölgelerde gözlenmiştir. Aynı zamanda kuzeybatı Akdeniz'de yapılmış bir çalışmada, bahar yağmurlarıyla suya giren nütrientlerin *Synechococcus spp.*'leri içeren ototrofik yada heterotrofik bakteriyal popülasyonlardan daha etkili olarak, fotosentetik nanoplankton'lar tarafından kullanıldığı belirlenmiştir (Köksalan, 2000).

Nütrient miktarından başka, *Synechococcus spp.*'nin büyümesi ile sıcaklık arasında da pozitif bir ilişki vardır (Agawin ve Agusti, 1997; Li, 1998). *Synechococcus spp.*'nin bolluğunun yaz ortasında maksimum değerlere sahip su sıcaklığının yıllık döngüsü ile açıkça ilgisi olduğu ortadadır. Genel olarak heterotrofik bakteri ve *Synechococcus spp.*'nin yazın çok bol ve kışın çok az olduğu belirtilmektedir. (Li, 1998). Ayrıca sıcaklık azalması ile bağlantılı olarak kuzey yönüne doğru *Synechococcus spp.*'ni içeren Cyanobacteria'ın azaldığı Andersson vd. (1994) tarafından gözlenmiştir. Bununla birlikte, literatürde *Synechococcus spp.*'nin mevcut olduğu kış bloomlarının kayıtlarına rastlanılmıştır. Ilık sularda (yıllık ortalama sıcaklığı 14°C'den yüksek) sıcaklık dışında, substrat sağlamada bolluk üzerine önemli etkide bulunur (Kononen vd., 1996; Li, 1998). Bütün bunlara rağmen genel olarak özellikle *Synechococcus spp.*'nin, pikoplanktonun dağılımı ve bolluğu, diatomlar gibi çevresel zorluklara anında karşılık veren diğer popülasyonlara göre nisbeten çok değişken değildir (Kuparinen ve Kuosa, 1993; Andersson vd., 1994).

Farklı su kütleleri ve mevsimlere bağlı olarak diğer planktonik gruplar ile ilişkisi aynı zamanda *Synechococcus spp.*'nin dinamiğini anlamada önemlidir. Kışın diatomlar (Chaetoceros, Thalassiosira, Nitzschia) ve yazın daha küçük ototroflar tarafından oatlanması bunların deniz ortamındaki bolluğunu etkilemektedir (Andersson vd., 1994).

Genel olarak ötrofik, dalgalı ve kısmen karışmış sularda daha büyük hücreler karakterize edilirken, düşey yönde tabakalaşmış, oligotrofik sularda küçük ve hareketli piko ve nanoplanktonlar (cyanobakteriler ve flagellatlar) karakterize edilirler. Öte yandan oligotrofik ve ötrofik su kütlelerinde *Synechococcus spp.*'nin bol miktarda bulunduğu da bir gerçektir (Morel vd., 1993).

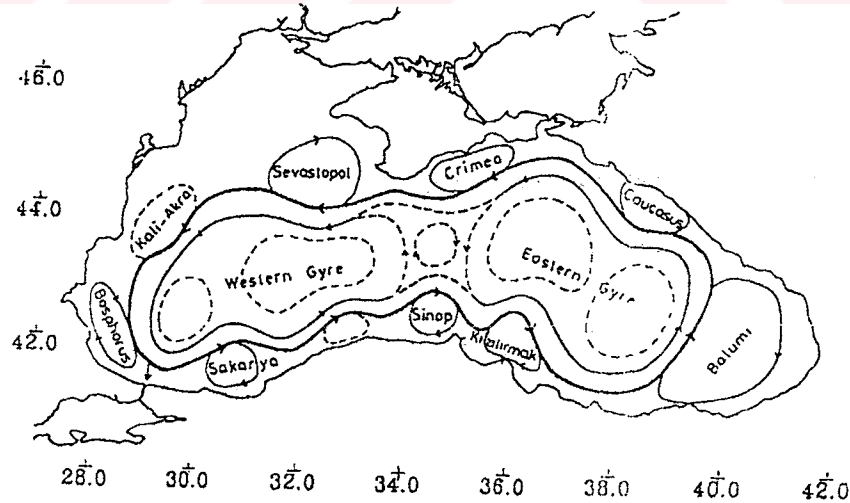
Sonuç olarak, nütrient, ışık rejimi, sıcaklık, oatlanma gibi birçok faktörün *Synechococcus spp.*'nin su kütlelerinde bulunmasını ve dağılımını çeşitli şekillerde etkilediği belirlenmiştir (Morel, 1997).

### 1.8. Karadeniz'in Genel Özellikleri

Karadeniz, 40°55'- 46°32' kuzey enlemleri ile 27° 27'- 41° 32' doğu boylamları arasında yer alan bir iç denizdir. Kuzeydoğuda Kafkas dağları, Güneydoğuda ise Doğu Karadeniz dağları ile çevrilmiştir. Kırım dışında kalan Kuzeybatı kıyıları oldukça sığdır. Güneybatıda İstanbul Boğazı ile Marmara Denizi'ne Çanakkale Boğazı ile Ege Denizi ve Akdeniz'e, Kuzeyde ise Kerç Boğazı ile Azak Denizi'ne bağlanmıştır. 420.000 km<sup>2</sup>

yüzey alanına sahip olan Karadeniz'in %30'dan fazlası 2000 m'nin üzerinde bir derinliğe sahiptir. Maksimum derinliği 2212 m, ortalama derinliği ise 1300 m'dir. Toplam su hacmi  $537.000 \text{ km}^3$  olup, bunun %87'sini anoksik su kütlesi oluşturmaktadır. Dinyeper, Dinyester ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü Kuzeybatı Karadeniz Bölgesi'nde geniş bir kıta sahanlığı vardır. Bu bölgenin dışında kıta sahanlığı yok denecek kadar az olup, sadece batı ve kuzeybatıda kıta sahanlığının uzantısı olan bir şerit bulunmaktadır. Ayrıca, güney kıyısı boyunca Sakarya, Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirleri ağızlarında oldukça dar yerel kıta sahanlıkları bulunmaktadır. Bunların dışında topoğrafya keskin bir taban eğimi ile derinleşmektedir (Sorokin, 1986; Oğuz vd., 1989, ODTÜ, 1989, A; Kıdeyş vd., 2000).

Karadeniz'de yüzey akıntıları ve sirkülasyonu üzerinde yapılan çalışmalar deniz akıntı yapısının, doğu ve batı bölümlerinde etkin, siklonik ve antisiklonik iki geniş döngüden oluştuğunu göstermiştir (Kıdeyş vd., 2000). Doğu Karadeniz kıyıları,  $34^{\circ}00'E$  civarında doğuya yönelen ana akıntı kolunun etkisi altındadır (Şekil 3). Yaklaşık 10-20 cm/sn arasında hıza sahip bu akıntı kolu Sinop, Samsun ve Ordu kıyı formunu takip ederek Giresun-Trabzon arasında ( $35^{\circ} 50' E$ ) iki kola ayrılır. Bu kollardan biri Hopa-Batum kıyılarına, diğeri ise kuzeydoğuya deniz çanağının iç kesimlerine doğru yönelir (Riley ve Skirrow, 1975; Baykut vd., 1982; Tüysüz, 1998).



Şekil 3. Üst tabaka genel dolaşımının görünümü (Oğuz ve Tuğrul, 1998).

Karadeniz, mevsimlere bağılı olarak hava şartlarındaki değişimlerin deniz suyu üzerinde etkilerinin diğer denizlere nazaran çok daha belirgin olduğu bir denizdir. Bunun nedeni de yazları sıcak, kışları soğuk geçen bir iklim özelliğine sahip olmasıdır. Karadeniz’de yağışların oluşturduğu seviye farkları ve rüzgar etkisi ile suyun  $\pm 1\text{m}$ ’ye varan yükselişleri dışında, gel-git olaylarının etkisi görölmez. Ayrıca şiddetli güney rüzgarları su kütlesinin kuzeyde birikmesine, güneyde ise alçalmasına yol ağar; bunun sonucu olarak derinlerdeki  $\text{H}_2\text{S}$ ’li tabakadaki nispeten soğuk su kütlesi dengeyi sağlamak üzere yüzeye yükselir (Baykut vd., 1982; Murray, 1991, A; Oğuz ve Tuğrul, 1998).

Karadeniz,  $18\text{-}20^\circ\text{C}$ ’ye kadar ulaşan mevsimsel bir değişim ile yüzey sularında mevsimsel sıcaklık farklılığının en fazla olduğu denizlerden biridir. Yüzey suyu sıcaklığı ortalama olarak kışın  $5^\circ\text{C}$  yazın ise  $25^\circ\text{C}$  civarındadır. Kışın yüzey suyu sıcaklığı kuzeybatı kısmında  $0^\circ\text{C}$ ’ye kadar düşer (Akbaba, 1998). Ancak Karadeniz’in hidrografik özellikleri, özellikle yoğunluk gradyanı, mevsimsel sıcaklık değişimlerinin 90 m derinlikten daha aşağı ulaşmasını engeller. Karadeniz’deki durgun su kütleleri, daha yoğun olan dip sularını, az yoğun olan yüzey sularından ayıran sürekli bir haloklinden ileri gelmektedir. Mevsimsel değişimler ve dikey karışım haloklin tabakasının üst kısmı ile sınırlanmıştır. Böylece alt tabakalarda bulunan daha yoğun suların oksijen yönünden izole edilmesi durgun ve anoksik tabakaların oluşmasına neden olmuştur (Sorokin, 1986; ODTÜ, 1989, B; Kıdeyş vd., 2000).

Karadeniz’de tatlı su girdisi ile tuzluluk arasında bir denge bulunmaktadır. Akarsular vasıtasıyla yılda  $400\text{ km}^3$ ’e yakın su Karadeniz’e boşalmaktadır. Sadece Tuna nehri tek başına toplam akarsu girdisinin %50’sini oluşturan en büyük kaynaktır ( $200\text{ km}^3/\text{yıl}$ ). Acı su girdisi ise ( $55\text{ km}^3/\text{yıl}$ ) Kerę Boğazı’ndan yüzey akıntısı ile olmaktadır. Tuzluluğu yüksek olan (ortalama ‰ 18) Karadeniz suyunun bir kısmı dip akıntılarıyla Azak Denizi’ne, yüzey suları ise ( $340\text{ km}^3/\text{yıl}$ ) İstanbul Boğazı’ndan Marmara Denizi’ne geğmektedir. Buna karşın İstanbul Boğazı’ndan gelen dip akıntıları, yılda yaklaşık  $180\text{ km}^3$  tuzlu suyu (‰34.3) Marmara Denizi’nden Karadeniz’e iletmektedir. İstanbul Boğazı vasıtasıyla geręekleşen bu değişim Karadeniz’in hidrolojik ve kimyasal yapısında önemli etkiye sahiptir (Baykut vd., 1982; Sorokin, 1986; Bakan ve Büyükgüngör, 2000).

Baltık Denizi’nde olduğu gibi, Karadeniz’de de sürekli bir haloklin (tuzluluk ara yüzeyi) dip ve yüzey su kütlesini birbirinden ayırmaktadır. Dairesel akıntı sistemi nedeni

ile, gerek batı ve gerekse doğu havzalarının orta kesimlerinde bu haloklin bir kubbeleşme gösterir. Bu durum, aerobik (oksijenli) ve anaerobik (oksijensiz, H<sub>2</sub>S kaplı) sular arasındaki sınırında aynı şekilde kubbeleşmesine neden olur. Bu sınırın derinliği, kıyılarda 250 m derinlikte buna karşılık orta bölgelerde 150 m'dir.. Akdeniz kökenli olup boğazdan geçen, 8-10 mg/lt oksijen içeren suların, debilerinin oldukça düşük oluşu nedeni ile, Karadeniz'in derin sularına oksijen sağlama hızı, buradaki organik materyal tarafından oksijenin yitirilme hızını dengelemeye yetmemektedir. Bu da haloklinin altında kalan su kütlelerinin sürekli olarak oksijensiz kalması sonucunu yaratmaktadır. Baltık Denizi'ndeki durumun aksine, Karadeniz'in haloklin altındaki su kütlesi buraya gelen sularla yenilenemeyecek kadar büyüktür. Bu nedenle de Karadeniz'in 200 metrenin altında kalan suları, binlerce yıl önce ilk sürekli haloklin tabakası oluştuğundan beri, daima anoksiktir (Baykut vd., 1982; ODTÜ, 1989, B; Kıdeyş vd., 2000).

Karadeniz'in üretken üst sularında besin zincirinin ilk halkasını oluşturan ve fitoplanktonların fotosentez yoluyla çoğalmaları sağlayan besin elementleri iki kaynaktan sağlanmaktadır. Birincisi, nehirlerle taşınan besin elementleri olup, bu yolla taşınan miktarın tüm Karadeniz üst sularının yıllık ihtiyacının yaklaşık %10'unu karşıladığı tahmin edilmektedir. Karasal kaynaklı bu girdinin yine de Karadeniz'in kıyı bölgelerinde önemli oranda üretim artışlarına neden olduğu gözlenmiştir. İkincisi ise kış karışımları ile haloklin altında ve üstündeki sulardan fotik tabakaya besin elementlerinin taşınmasıdır. Bu girdilerin tümüne rağmen birincil üretimin sürdüğü sularda inorganik azot, ortafosfat ve reaktif silikat konsantrasyonu düşüktür (ODTÜ, 1990, A; ODTÜ, 1989, B).

Karadeniz'de nitrat iyonunun derinlikle değişimi okyanus sularından farklıdır. Oksijen sadece en fazla 250 m derinliğe kadar bulunduğu için nitrat da ancak bu derinliğe kadar bulunabilmektedir. Fotik tabakanın altındaki sularda yükselen nitrat konsantrasyonu, oksijenin çok düştüğü haloklin derinliğinde denitrifikasyon reaksiyonunu başlamasıyla ani bir azalma gösterir. Aynı şekilde ortofosfat'ın düşey dağılımı da oksijenli üst sularda nitrat iyonuna benzer değişim göstermektedir. Üst sularda düşük olan fosfat konsantrasyonu fotik tabakanın altında organik madde C:N:P oranına bağlı olarak artış gösterir. Haloklin altındaki anoksik sularda fosfat konsantrasyonu düzgün artış gösterir. Silikatın düşey değişimi incelendiğinde, alt sulardaki anoksik koşullardan etkilenmediğinden, okyanuslardaki gibi derinlere doğru düzgün bir şekilde artar. Diatom türü fitoplanktonların yaygın olduğu fotik tabakada

silikat konsantrasyonu 0.5-0.2  $\mu\text{M}$  arasında iken derin sularda 300  $\mu\text{M}$ ' a kadar ulaşmaktadır (ODTÜ, 1990, B; Murray, 1991, B).

Karadeniz'de birincil üretimin zamansal değişimine bakıldığında ilkbahar dönemi alg patlamasının Şubat-Nisan ayları arasında, sonbahar dönemine ait düşük seviyelerdeki üretim artışlarının ağustos-eylül ayları arasında olduğu görülmektedir. Karadeniz'de birincil üretimin en yüksek olduğu bölgeler, karışımların ve tatlı su girdilerinin etken olduğu kıyı kuşağı ve geniş bir kıta sahanlığına sahip olan sıg kuzeybatı alanıdır. Siklonik döngülerin kesiştiği Orta Karadeniz bölgesi de diğer üretken alanlardan birisidir. Fotik tabakasının kalınlığı 50-60 m civarında olan Karadeniz'in açık sularında birincil üretim için en uygun ışık şiddetinin yüzeyden 5-10 m derinlikte olduğu çalışmalarda gözlenmiştir. Mevsimsel sıcaklık tabakalaşmasına ve uygun ışık şiddetine bağlı olarak en yüksek birincil üretim değerleri yüzeyden 10-20 m derinlikte ve fitoplankton kütlelerinin de mevsimsel termoklin tabakasının hemen üzerinde yoğun olduğu belirlenmiştir (ODTÜ, 1990, A). Karadeniz'de fitoplankton komünitelerinde görülen bu değişimlere paralel olarak klorofil-a konsantrasyonunda büyük mevsimsel değişimler söz konusudur. Birincisi şubat-nisan aylarında görülen ve daha önemli olanıdır. Diğeri ise ağustos-eylül aylarında ortaya çıkar. Düşey olarak incelendiğinde ışık fotosentez ilişkisi nedeniyle maksimum klorofil-a değerlerine öfotik zonun üst kısımlarında rastlanmaktadır (Sorokin, 1986).

Karadeniz'de su kolonunu ışık geçirgenliğinde 1990'lı yıllarda önemli değişimler gözlenmiştir. 1920-1980 yılları arasında seki diski derinliği 20-21 m'den 15-16 m gibi değerlere yavaş bir hızla azalırken 1990'lı yıllarda 15 m'nin üzerinde seki diski derinliğine bölgenin hiçbir noktasında rastlanmamış ve ortalama değerlerin 1990-1993 yılları arasında 6-10 m seviyesine düştüğü gözlenmiştir. Belirlenen bu ani bozulmayı takiben ve 1993 yılından sonra seki diski derinliği yavaş bir hızla yükselmeye başlamıştır. Işık geçirgenliğindeki bu hızlı azalma fitoplanktonların (*Peridinium* ve *Coccolithophore* grubu) çok yoğun patlamaları ile açıklanabilir (Kıdeyş vd., 2000).

### 1.9. *Synechococcus spp.* İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Karadeniz'de pikoplanktonun önemli bir kısmını oluşturan Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin boyu, dağılımı ve pigment yapısı üzerine bir ön çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Oregon Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Karadeniz'de birincil üretimi pompalayan Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin su



kolonundaki dağılımını etkileyen fiziko-kimyasal etmenlerin araştırılması ile ilgili yapılan bu çalışmalarda *Synechococcus spp.* hücre sayıları ile tuzluluk, derinlik, fosfat, nitrat ve silikat değerleri arasında çok kuvvetli negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, hücre sayıları ile sıcaklık, çözülmüş oksijen, floresans ve klorofil-a arasındaki pozitif bir ilişki bulunmuştur (Uysal vd., 1998).

Uysal (2000), Batı ve Güneybatı Karadeniz'de Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin pigmentlerini, boyutlarını ve öfotik zon içindeki dağılımını Epifluorescence mikroskopu ve flow-cytometry yardımıyla incelemiş ve hücre sayısının Tuna Nehri'nin etkisi altındaki bölgelerde diğer bölgelere oranla daha bol olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca bu çalışmada, klorofil alt maksimum bölgesinde bulunan hücrelerin, yüzeyde bulunanlara kıyasla daha parlak floresan verdiği ve daha uzun oldukları da belirtilmiştir.

Agawin ve Agusti (1997), Kuzeybatı Akdeniz'de pikoplanktonik Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin büyüme oranını, bolluğunu ve hücre bölünme sıklığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada hücre sayısının dip klorofil maksimum derinliğinde ( $4-75 \times 10^6$  hücre/L) yüzeye göre ( $1.7-13 \times 10^6$  hücre/L) daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Fannestiel ve Carrick (1991), Huron ve Michigan göllerinde yaptıkları uzun süreli çalışmada, *Synechococcus spp.* hücrelerinin protozoanlar ve metazoanlar tarafından otlanma kayıp oranlarını, büyüme oranlarını ve fotosentetik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada belirli tarihlerde otlanma kayıplarının çoğalma oranının %33'ünden fazla olduğu üç ayrı metot kullanılarak (ampicillin, dilüsyon ve  $^{14}\text{C}$  işaretli *Synechococcus spp.*) ortaya koyulmuştur..

Li (1998), farklı deniz habitatlarının yüzey sularında (Baltık Denizi, Arap Denizi, Hint Denizi) heterotrofik bakterilerin ve fotosentetik Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin yıllık ortalama bolluğunun sıcaklıkla ilişkisini belirlemiştir. *Synechococcus spp.* bolluğunun  $14^\circ\text{C}$ ' den düşük sıcaklıklarla direkt ilgisinin ortaya koyulduğu bu çalışmada daha önceki yıllarda farklı deniz habitatları için yayınlanmış veri setleri kullanılmıştır.

Phlips vd. (1999), Florida Koyu'nda yaptıkları uzun süreli çalışmada, pikoplanktonik Cyanobacteria *Synechococcus spp.* bloomlarının zamansal ve uzaysal büyüklüğünü ve bu bloomları destekleyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri incelemişlerdir. Bloomların en yoğun ve sık olduğu koyun kuzey bölgesinde, hücre hacminin  $10 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{ml}$ 'yi aştığı ve klorofil-a konsantrasyonunun çoğunlukla  $20 \text{ mg/ m}^3$ 'ten büyük olduğunu belirlemişlerdir.

Ning vd. (2000), San Francisco Koyu'nda Cyanobacteria *Synechococcus spp.*'nin zamansal ve uzaysal değişimini incelemiş ve hücre bolluğunun  $4.6 \times 10^6$  ile  $5.2 \times 10^8$  hücre/l arasında değiştiiğini tespit etmişlerdir.

Köksalan (2000), Kuzey Levantin Koyu'nda *Synechococcus spp.* türleri hakkında ön bilgileri edinebilmek amacıyla bir yıl boyunca haftalık örneklemeler yapmış ve bu örneklerde *Synechococcus spp.* sayısının yanında biyolojik, kimyasal ve fiziksel parametreleri ölçmüştür. Çalışmada, *Synechococcus spp.* hücre sayısı ile fiziksel (sıcaklık ve tuzluluk), kimyasal (fosfat, toplam askiyük) ve biyolojik (cryptomonad ve dinoflagellat bolluğu, seki diski derinliği) parametreler arasında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir.



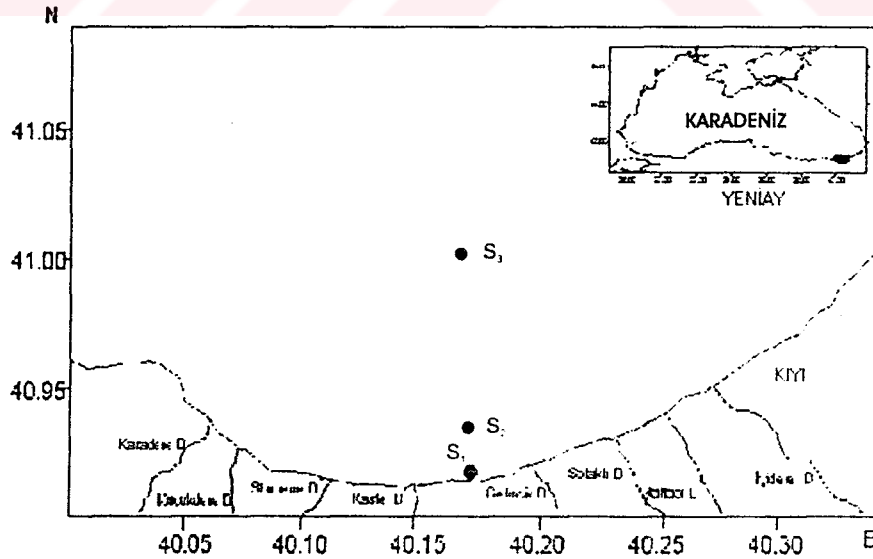
## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Araştırma Planı

Araştırma Mayıs-Ekim 2001 tarihleri arasında yürütülmüştür. Sürmene (Trabzon) Koyu'nda belirlenen üç istasyondan, aylık periyotlarla alınan su örneklerinde bazı parametreler yerinde ölçülmüş, bazıları ise örneklerin laboratuvara getirilmesiyle belirlenmiştir.

### 2.2. İstasyonların Belirlenmesi

Çalışmada  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  adı altında üç istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonların koordinatları  $S_1$ ;  $40^\circ 54' 57''$  N,  $40^\circ 08' 30''$  E,  $S_2$ ;  $40^\circ 55' 33''$  N,  $40^\circ 08' 09''$  E,  $S_3$ ;  $41^\circ 01' 09''$  N,  $40^\circ 08' 08''$  E şeklindedir (Şekil 4). İstasyonlar harita üzerinde işaretlendikten sonra denizdeki pozisyon tespitleri Macellen NAV 5000 D GPS cihazı ile yapılmıştır. Yeniay Limanı içinde bulunan  $S_1$  istasyonunun maksimum derinliği 5 metre, kıyıdan yaklaşık 700 metre uzaklığı bulunan  $S_2$  istasyonunun derinliği 40 metre ve 10 km açıktaki  $S_3$  istasyonunun maksimum derinliği ise 800 metredir.



Şekil 4. Çalışma alanı

### 2.3. Su Örneklerinin Alınması

İstasyonların derinlikleri gözönüne alınarak S<sub>3</sub> istasyonunda yüzey, 5, 10, 25, 50 m, S<sub>2</sub> istasyonunda yüzey, 5, 10, 25 m ve S<sub>1</sub> istasyonunda yalnız yüzeyden su örnekleri alınmıştır. Örneklemede istenilen derinlikte kapatılabilen Van Dorn dizaynı 9 litrelik su alma kabı kullanılmıştır.

### 2.4. Ölçüm Yöntemleri

#### 2.4.1. Denizde Yapılan Ölçümler

Deniz suyunda sıcaklık ve tuzluluk değerleri RCM model CTD probu kullanılarak ölçülmüştür. Seki diski derinliği ise 25 cm çaplı seki diski kullanılarak belirlenmiştir.

#### 2.4.2. Kimyasal Analizler

##### 2.4.2.1. Nitrat Tayini

Nitrat spektrofotometrik yöntem ile tayin edilmiştir. Bu amaçla 100 ml deniz suyu örneği alınmış ve üzerine 2 ml konsantre amonyum klorür çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra Cd- Cu ihtiva eden kolondan geçirilerek örnekte nitratın, nitrite indirgenmesi sağlanmıştır. İndirgenen örnekten 50 ml alınmış, üzerine otomatik pipet kullanılarak 1 ml sulfanilamid ve 1 ml naftil etilendiamin çözeltisi ilave edilmiştir. 10 dakika bekletilen örneklerin absorbans değerleri 543 nm dalga boyunda Shimadzu 120 D Model Spektrofotometre ile ölçülmüştür. Kör olarak 100 ml seyreltik amonyum klorür çözeltisi alınmıştır. Ayrıca kalibrasyon için potasyum nitrat kullanılarak standartlar hazırlanmıştır. Elde edilen absorbans değerlerine göre nitrat azotu miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984, A).

$$\mu\text{g-at NO}_3\text{- N/ L} = (\text{Düzeltilmiş ekstinksiyon} \times F) - 0.95 \times C \quad (1)$$

C : Nitrit miktarı  $\mu\text{g-at NO}_2\text{- N/ L}$

F : 20/ E<sub>s</sub> formülüyle hesaplanır

E<sub>s</sub> : Standartların ortalama ekstinksiyon değeri

#### 2.4.2.2. Fosfat Tayini

Deniz suyu örneklerinde fosfat tayini Shimadzu 120 D Model spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 100 ml örnek alınmış ve üzerine amonyum molibdat, sülfirik asit, aksorbik asit ve potasyum antimol tartarat çözeltilerinin belli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen karışım çözeltisinden 10 ml ilave edilmiştir. Beş dakika süreyle bekletilen örneklerde absorbans değerleri 885 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örnek yerine 100 ml destile su alınarak kör hazırlanmıştır. Kalibrasyon için potasyum dihidrojen fosfat çözeltisi standart olarak kullanılmıştır. Ölçümlerden sonra fosfat değerleri;

$$\mu\text{g-at PO}_4\text{- P/ L} = \text{Düzeltilmiş ekstinksiyon} \times F \quad (2)$$

formülüyle hesaplanmıştır. Bu formüldeki F değeri,  $F = 3.00 / (E_s - E_B)$  eşitliği ile belirlenmiştir.  $E_s$ : Standartların ortalama ekstinksiyonu,  $E_B$  ise körün ortalama ekstinksiyonudur (Parsons vd., 1984, A).

#### 2.4.2.3. Silikat Tayini

Deniz suyu örneklerinde silikat tayini için öncelikle örneklerin sıcaklığı 18- 25°C 'ye getirilmiştir. Daha sonra 50 ml'lik ölçü silindiri içerisine 10 ml amonyum molibdat çözeltisi koyulmuş ve üzerine 25 ml su örneği ilave edilmiştir. İyice karıştırılan örnekler 10 dakika süreyle bekletilmiştir. Sonra metol sülfid, oksalik asit ve sülfirik asit (1: 1) çözeltileri kullanılarak hazırlanan indirgeme çözeltisiyle, ölçü silindiri içerisindeki karışımın hacmi 50 ml'ye tamamlanmıştır. Hemen karıştırılan örnekler indirgeme işleminin tamamlanması için 2-3 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin absorbansı 810 nm dalga boyunda Shimadzu 120 D Model Spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Kör olarak 25 ml saf su alınmıştır. Kalibrasyon için sodyum siliko florid ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) standardı kullanılmıştır. Ölçülen değerlere göre silikat miktarı;

$$\mu\text{g-at Si/ L} = \text{Düzeltilmiş ekstinksiyon} \times F \quad (3)$$

formülüyle hesaplanmıştır. F değeri;  $F = 100 / (E_s - E_B)$  eşitliği ile belirlenmiştir. Bu formülde,  $E_s$  standartın ekstinksiyonu,  $E_B$  ise körün ekstinksiyonudur (Parsons vd., 1984, A).

#### 2.4.2.4. Klorofil-a Tayini

Deniz suyundan belirli bir miktar alınıp (1-2 litre), CGF filtrelerle (0.45 µm göz açıklığında) süzölmüş, filtre kağıdının üzerinde asitleşmenin engellenmesi amacıyla deniz suyuna süzme işlemine başlamadan önce birkaç damla Magnezyum Karbonat solüsyonu ilave edilmiştir. Süzme işlemi tamamlandıktan sonra filtre kağıtları katlanarak 15 ml'lik santrifüj tüplerine yerleştirilip, santrifüj tüplerine 10 ml %90'lık aseton çözeltisi eklenmiş ve 24-48 saat buzdolabında saklanarak klorofilin asetona geçmesi sağlanmıştır. Oda sıcaklığına getirilen örneklerin 750, 664, 647, 630 nm dalga boylarındaki absorbans değerleri okunmuştur. 664, 647, 630 nm'deki absorbans değerleri 750 nm'deki absorbans değerlerinden çıkartılarak, turbiditeden kaynaklanan hatalı okumalar engellenmeye çalışılmıştır. Pigment miktarları aşağıdaki formöl ile hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984, A).

$$(Ca) \text{ Klorofil-a} = 11,85E_{664} - 1,54E_{647} - 0,08E_{630} \quad (4)$$

$$\text{Klorofil-a } (\mu\text{g/L}) = \frac{Ca \times v}{V} \quad (5)$$

Ca : Denklemdede hesaplanarak düzeltilen değer

v : Kullanılan aseton miktarı (ml)

V : Süzölen deniz suyunun hacmi (L)

#### 2.4.3. Cyanobacteria Sayısının Belirlenmesi

Pikoplankton (Cyanobacteria *Synechococcus spp.*) sayımları için her istasyonda belirlenmiş derinliklerden alınan su örnekleri renkli cam şişelerde biriktirilmiş ve Murphy ve Haugen, 1985 'e göre fikse edilerek soğuk ve karanlık ortamda saklanmıştır. Laboratuvara getirilen örneklerden hücre yoğunluğuna bağılı olarak 10-20 ml alınarak 0.2 µm göz açıklığına sahip nucleopore membran filtrelerden süzölmüştür. Vakum basıncı hücrelerin parçalanmaması ve homojen süzme sağlamak için 125 mmHg'nin altında tutulmuştur. Filtre edilmiş örnekler lam lamel arasına immersiyon yağı ile fikse edilmiş ve mikroskop analizlerine kadar -18°C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

Sayımlar, epifloresan mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir. Sayımlar için Nikon'un Epifloresan Filtre kombinasyonlarından G-2A (Yeşil Bantta Eksitasyon, Dikroik ayna DM 575, Eksitasyon filtresi EX 510-560, Bariyer filtre BA 590) filtresi kullanılmıştır.

Yeşil bantta eksitasyonda ana dalga boyu 546 nm'dir ve *Synechococcus spp.* hücreleri turuncu renkli ve ökaryotik diğer mikroskobik canlılar kırmızı renkli görünmüştür.

Hücrelerin kalitesine, miktarına, floresansına ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklı büyütmelemler kullanılarak sayımlar gerçekleştirilmiştir.

Filtreler üzerinde sayılan *Synechococcus spp.*'nin mililitredeki hücre sayıları aşağıdaki denklemler kullanılarak belirlenmiştir (Murphy ve Haugen, 1985).

$$N=MF \times K/ V, \quad (6)$$

Burada;

MF : Çarpım Faktörü

K : Tüm mikroskop alanında sayılan ortalama hücre sayısı

V : Filtre edilen örnek miktarı (ml)

MF (Çarpım Faktörü) aşağıdaki formülden hesaplanır,

$$MF = FA/A, \quad (7)$$

Burada;

FA : Toplam filtre alanı (226,865 mm<sup>2</sup>)

A : Tek bir sayım alanı (mm<sup>2</sup>) objektif yarıçapı (mm) kullanılarak hesaplanmıştır

## 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 9.0 paket programı kullanılarak korelasyon ve varyans analizleri yapılmıştır (Sokal ve Rolf, 1974).

Elde edilen verilerin grafikleri MS EXCEL, GRAPHER® ve SURFER FOR WINDOWS grafik uygulama paket programlar yardımı ile çizilmiştir.

### 3. BULGULAR

Mayıs- Ekim 2001 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada, 3 istasyondan ve bu istasyonlara ait farklı derinliklerden alınan su örneklerinde bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler ölçülmüştür.

#### 3.1. Fiziksel Parametreler

Çalışma süresince yerinde ölçüm yapılarak belirlenen sıcaklık, tuzluluk ve seki diski derinliği değerlerinin S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonundaki değişimleri, sırasıyla Tablo 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Çalışma süresince ölçülen deniz suyu sıcaklıkları incelendiğinde, en yüksek sıcaklığın ağustos ayında 27°C (S<sub>3</sub>-yüzey), en düşük sıcaklığın ise mayıs ayında 7.4°C (S<sub>3</sub>-50 m) olduğu görülmektedir.

Deniz suyu sıcaklığının istasyonlara göre değişiminin önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak bütün derinliklerde ölçülen sıcaklık değerlerinin aylara göre değişiminin önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Aynı şekilde derinliklerdeki su sıcaklıkları göz önüne alındığında S<sub>2</sub> istasyonunda mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında değişimin önemli olduğu ( $p<0.05$ ), ancak eylül ekim aylarında derinliğe bağlı değişimin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Ek Şekil 1-6). S<sub>3</sub> istasyonunda ise bütün aylarda su sıcaklıklarının derinliğe göre değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Ek Şekil 7-12). S<sub>3</sub> istasyonunda 50 metrede ölçülen su sıcaklıklarının diğer derinliklerde ölçülen değerlere göre çok düşük olduğu görülmektedir.

Fiziksel parametrelerden tuzluluğun aylara ve istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde, en yüksek tuzluluk değerinin S<sub>3</sub> istasyonunun 50 metre derinliğinde ‰18.8 olarak eylül ayında ölçüldüğü görülmektedir. En düşük tuzluluk değeri ise mayıs ayında S<sub>1</sub> istasyonun yüzey suyunda ‰15.8 olarak saptanmıştır. Tuzluluğun aylara ve derinliğe göre değişiminin istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Ek Şekil 1-12). İstasyonlar arası bir karşılaştırma yapıldığında S<sub>3</sub> ve S<sub>2</sub> istasyonları arasındaki farkın önemli olmadığı ancak S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen tuzluluk değerleri ile diğer iki istasyonda ölçülen değerler arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).



Denizlerdeki ışık geçirgenliğinin bir ölçüsü olan seki diski derinliği değerleri Tablo 1, 2 ve 3’de incelendiğinde, en yüksek derinliğin ağustos ayında S<sub>3</sub> istasyonunda 15 metre olarak ölçüldüğü görülmektedir. En düşük seki derinliği ise mayıs ayında S<sub>1</sub> istasyonunda 1.5 metre olarak ölçülmüştür. S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında aylık periyotlarla ölçülen seki diski derinliklerinin zamansal ve alansal değişimlerinin istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Tablo 1. S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi

Aylar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	Seki Derinliği (m)
	Yüzey	Yüzey	Yüzey
Mayıs	21.2	15.8	1.5
Haziran	23.0	16.4	4.0
Temmuz	24.4	17.1	-
Ağustos	26.0	17.2	4.5
Eylül	24.6	17.0	4.0
Ekim	20.1	16.4	3.5

Tablo 2. S<sub>2</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi

Aylar	Sıcaklık (°C)				Tuzluluk (‰)				Seki Derinliği (m)
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	
Mayıs	21.4	21.1	18.0	17.0	16.8	17.0	17.1	17.4	3.5
Haziran	23.9	23.1	21.6	18.5	17.0	17.4	17.4	17.5	10.0
Temmuz	24.9	24.0	22.3	14.4	17.3	17.6	17.7	17.9	-
Ağustos	26.9	26.2	25.0	20.8	17.2	17.4	17.9	18.2	10.5
Eylül	25.2	24.8	24.4	23.5	18.0	17.9	18.0	18.0	5.5
Ekim	20.6	20.4	20.6	20.8	17.9	17.4	17.9	18.2	5.5

Tablo 3. S<sub>3</sub> istasyonunda ölçülen sıcaklık, tuzluluk ve seki derinliği değerlerinin aylara göre değişimi

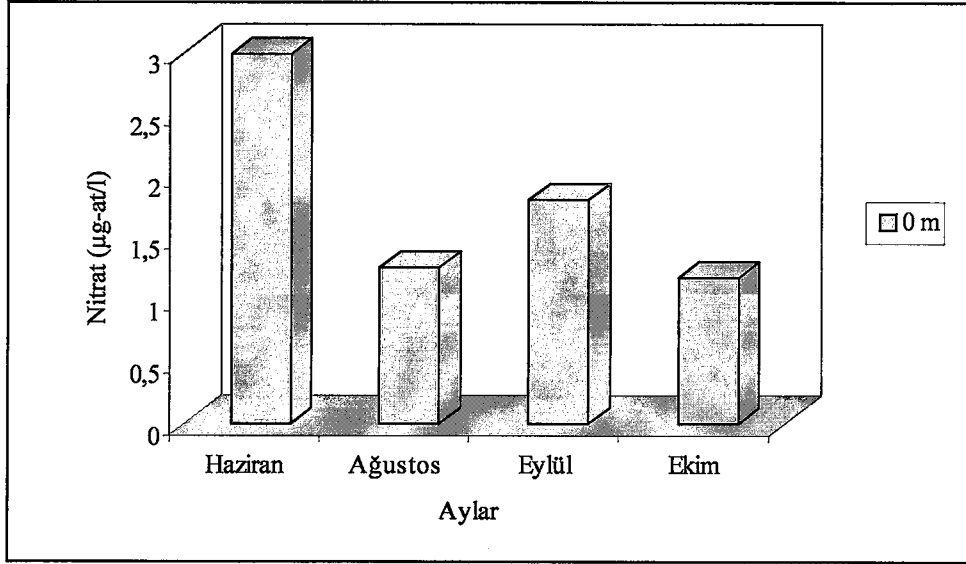
Aylar	Sıcaklık (°C)					Tuzluluk (‰)					Seki Derinliği (m)
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	
Mayıs	21.6	21.5	18.7	17.0	7.4	17.0	17.6	17.8	17.2	18.0	4.0
Haziran	24.0	23.1	22.1	18.7	12.1	17.6	17.8	18.0	18.0	18.2	13.0
Temmuz	25.2	24.6	22.5	14.4	8.6	18.0	18.0	18.1	18.2	18.4	-
Ağustos	27.0	26.7	25.1	21.0	9.4	17.6	17.8	18.2	18.3	18.7	15.0
Eylül	25.4	25.0	24.6	23.7	12.5	18.0	18.0	18.3	18.4	18.8	8.0
Ekim	21.8	21.7	21.8	21.6	17.8	18.3	17.9	18.2	18.6	18.7	8.5

### 3.2. Nitrat Dağılımı

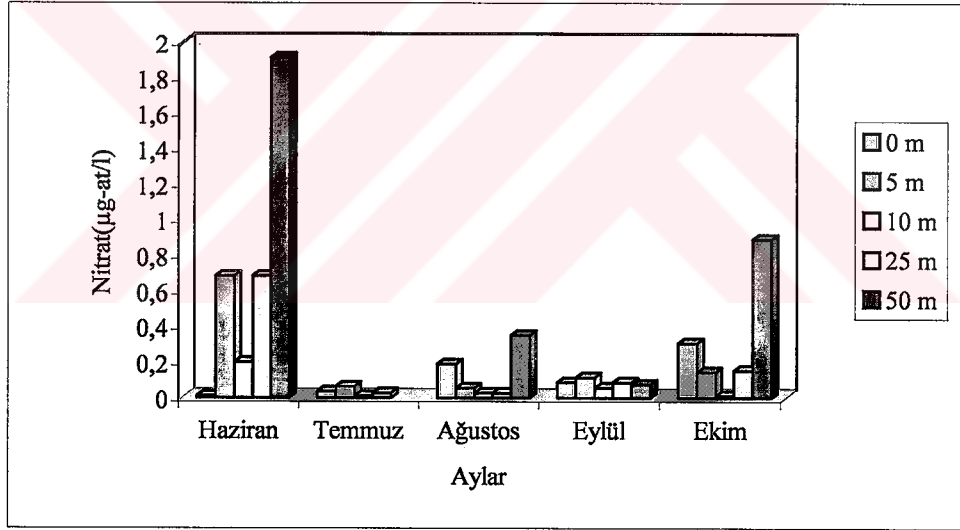
Nitratın aylara ve istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde, en yüksek değerin Mayıs ayında S<sub>1</sub> istasyonunda 64.284 µg-at N/L olarak ölçüldüğü görülmektedir. En düşük nitrat değerleri ise Temmuz ve Ekim aylarında S<sub>3</sub>, Eylül ve Ekim aylarında ise S<sub>2</sub> istasyonlarına ait 10 m derinliklerde ölçüm aralığının altında (<0.05 µg-at N/L) belirlenmiştir (Tablo 4). Genel olarak nitratın aylara ve derinliğe göre dağılımında bir düzensizliğin olduğu görülmektedir (Şekil 5-7). Mayıs ayında ölçülen nitrat değerlerinin bütün istasyonlarda diğer aylara oranla çok yüksek olduğu saptanmıştır. Derinliğe göre düzensiz bir dağılımın gözlemlendiği S<sub>3</sub> istasyonunda Haziran, Ağustos ve Ekim aylarında 50 m derinlikteki nitrat değerlerinin diğer derinliklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. S<sub>2</sub> istasyonunda 25 m derinliğe kadar ölçülen nitrat değerlerinin de düzensiz bir dağılım gösterdiği saptanmıştır. Araştırma süresince ölçülen nitrat değerlerinin aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). İstasyonlar ve derinlikler arası bir karşılaştırma yapıldığında ise nitrat değerlerinde görülen değişimin önemli olmadığı saptanmıştır.

Tablo 4. Nitrat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg-at N/L)

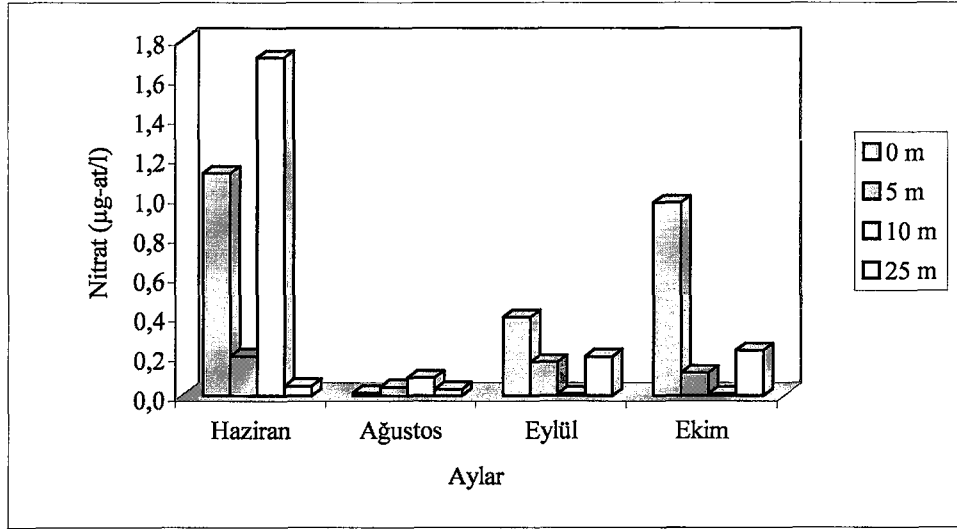
Aylar	İstasyonlar									
	S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>				S <sub>1</sub>
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	Yüzey
Mayıs	50.000	42.857	50.000	50.000	50.000	57.142	50.000	42.857	42.857	64.284
Haziran	<0.05	0.684	0.201	0.684	1.913	1.126	0.201	1.712	0.050	2.987
Temmuz	0.036	0.063	<0.05	0.027	-	-	-	-	-	-
Ağustos	0.189	0.054	0.027	0.027	0.350	0.015	0.044	0.091	0.332	1.254
Eylül	0.085	0.113	0.057	0.085	0.075	0.396	0.170	<0.05	0.198	1.810
Ekim	0.306	0.143	<0.05	0.153	0.890	0.976	0.115	<0.05	0.230	1.182



Şekil 5. S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi



Şekil 6. S<sub>3</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi



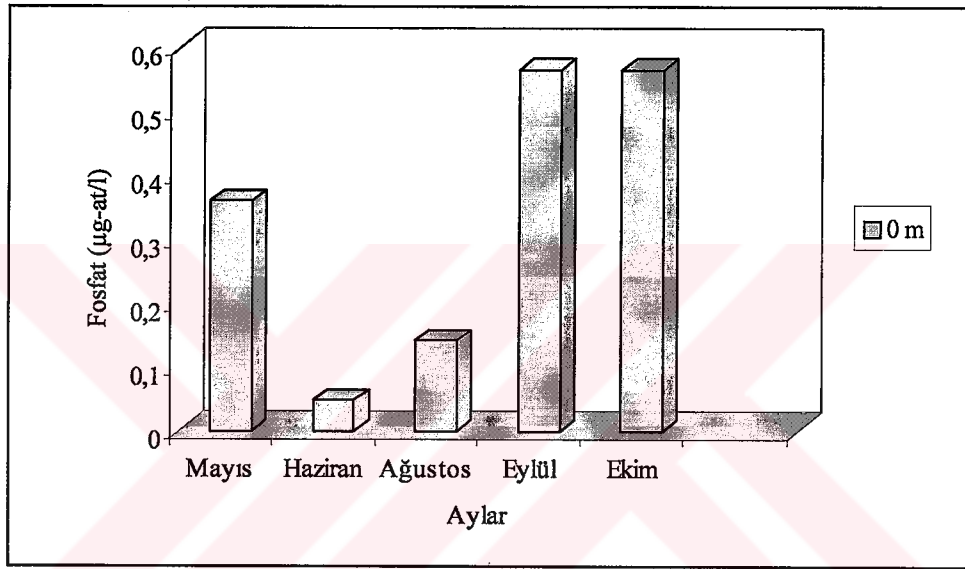
Şekil 7. S<sub>2</sub> istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi

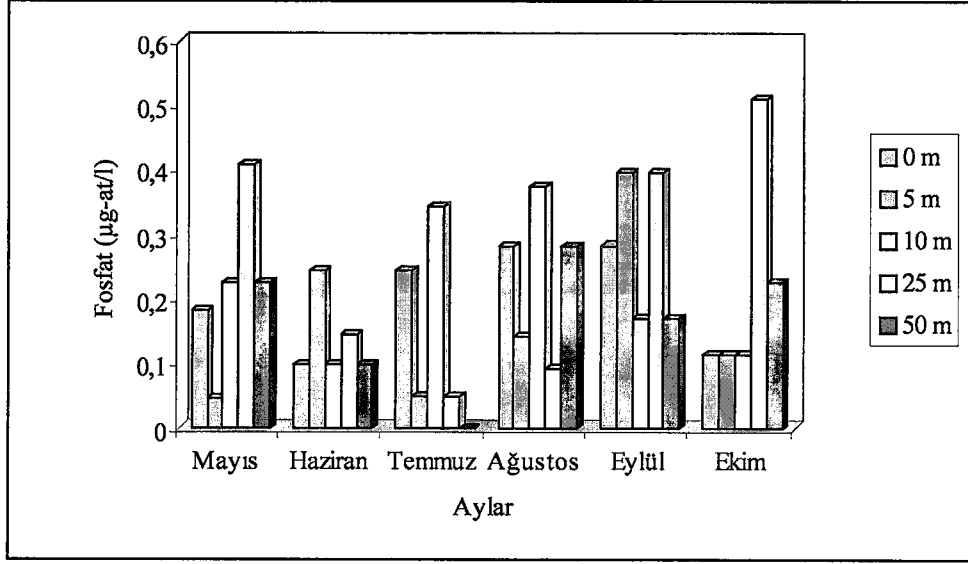
### 3.3. Fosfat Dağılımı

Çalışmada ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı Tablo 5’de verilmiştir. En yüksek fosfat değeri eylül ve ekim aylarında S<sub>1</sub> istasyonunda 0.566 µg-at P/L olarak belirlenmiştir. Mayıs ayında S<sub>3</sub> istasyonuna ait 5 m derinlikte en düşük fosfat değeri 0.045 µg-at P/L olarak ölçülmüştür. Fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre dağılımı incelendiğinde bir düzensizliğin olduğu görülmektedir (Şekil 8-10). S<sub>3</sub> istasyonu yüzey suyunda fosfat konsantrasyonu mayıs ayında 0.181 µg-at P/L olarak ölçülürken haziran ayında bu değer 0.098 µg-at P/L olmuş ve bu aydan itibaren artarak eylül ayında 0.283 µg-at P/L değerine ulaşmıştır. Ekim ayında tekrar bir düşüş gözlenmiştir. S<sub>2</sub> istasyonunun yüzey suyunda ölçülen fosfat değerleri ise tamamen düzensiz bir dağılım göstermiştir. S<sub>3</sub> ve S<sub>2</sub> istasyonlarında fosfat değerlerinin derinliğe göre dağılımında da belirgin bir düzensizlik olduğu ortaya çıkmıştır. Fosfat değerlerinde aylara ve istasyonlara göre değişiminin istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

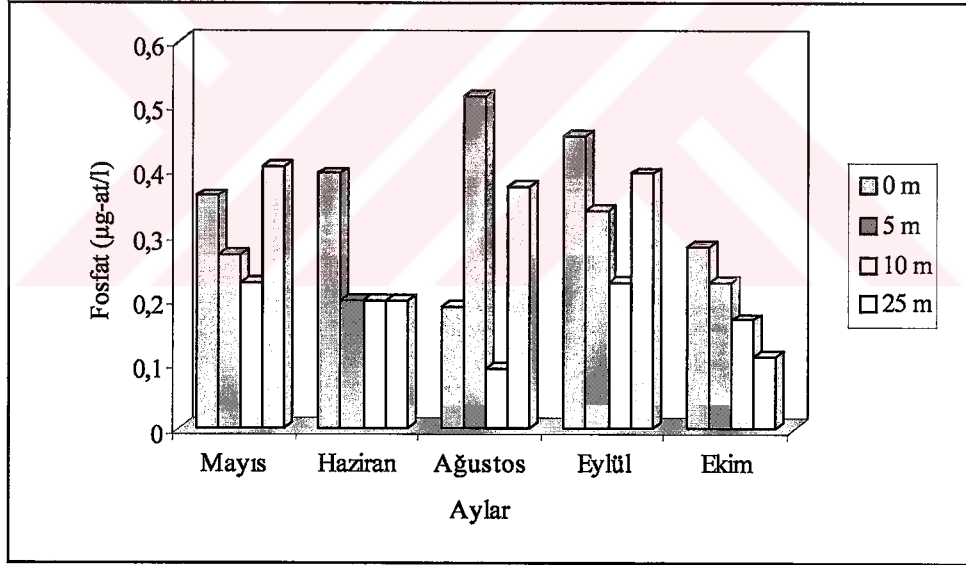
Tablo 5. Fosfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı ( $\mu\text{g-at P/L}$ )

Aylar	İstasyonlar									
	S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>				S <sub>1</sub>
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	Yüzey
Mayıs	0.181	0.045	0.226	0.407	0.226	0.362	0.271	0.226	0.407	0.362
Haziran	0.098	0.243	0.098	0.146	0.098	0.396	0.198	0.198	0.198	0.049
Temmuz	0.245	0.049	0.343	0.049	-	-	-	-	-	-
Ağustos	0.281	0.141	0.375	0.094	0.281	0.189	0.516	0.094	0.375	0.141
Eylül	0.283	0.396	0.170	0.396	0.170	0.453	0.340	0.226	0.396	0.566
Ekim	0.113	0.113	0.113	0.509	0.226	0.283	0.226	0.170	0.113	0.566

Şekil 8. S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi



Şekil 9. S<sub>3</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi



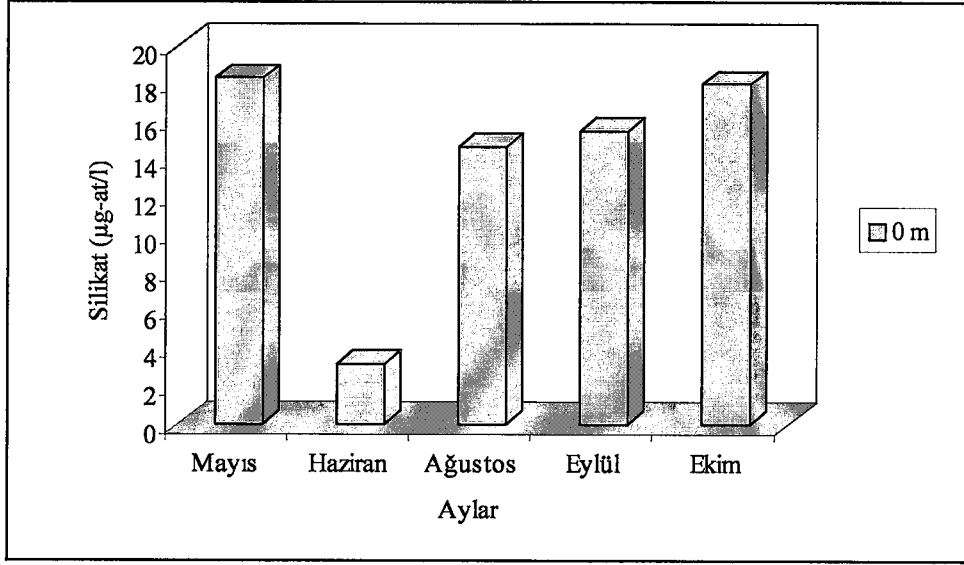
Şekil 10. S<sub>2</sub> istasyonunda ölçülen fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi

### 3.4. Silikat Dağılımı

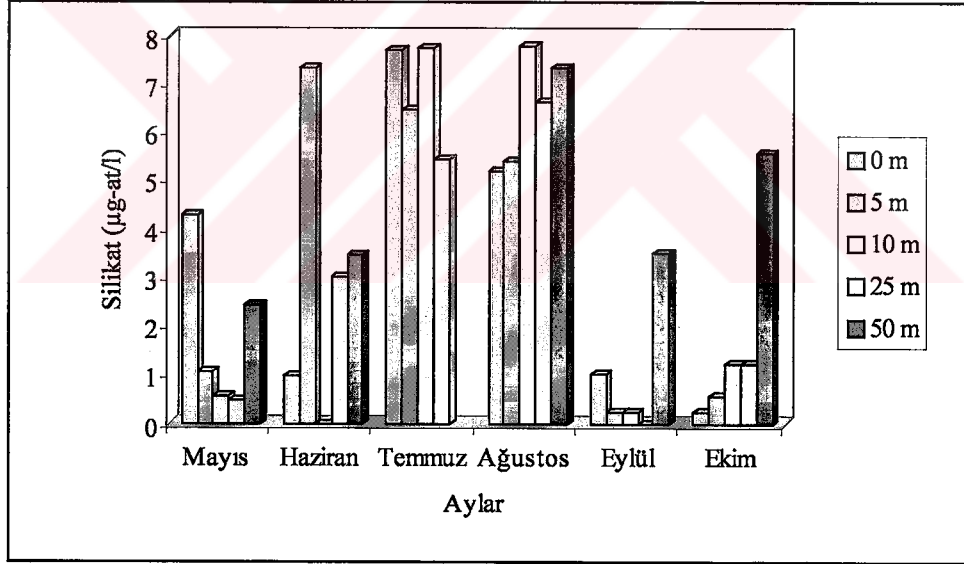
Çalışmada değişik zamanlarda ve farklı istasyonlardan alınan deniz suyundaki silikat konsantrasyonları Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde en yüksek silikat miktarının S<sub>1</sub> istasyonunda mayıs ayında 18.342 µg-at Si/L olarak belirlendiği görülmektedir. Haziran ayında S<sub>3</sub> istasyonun 10 m, S<sub>2</sub> istasyonun 5 m, eylülde ise S<sub>3</sub> 25 m, S<sub>2</sub> 5 ve 10 m derinliklerinde silikat miktarının ölçüm aralığının altında (<0.1 µg-at Si/L) olduğu saptanmıştır. Silikatın aylara göre dağılımına bakıldığında genel olarak bir düzensizliğin görüldüğü ancak temmuz ve ağustos aylarında ölçülen silikat değerlerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstasyonlar arası bir karşılaştırma yapıldığında S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin diğer istasyonlara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. S<sub>3</sub> ve S<sub>2</sub> istasyonlarında silikatın düşey dağılımının belirgin bir düzensizlik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 11- 13). Silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimlerinin önemli olmadığı saptanmıştır. İstasyonlara göre silikat değerlerinde görülen değişikliklerin ise önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Tablo 6. Silikat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı (µg-at Si/L)

Aylar	İstasyonlar									
	S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>				S <sub>1</sub>
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	Yüzey
Mayıs	4.826	1.062	0.579	0.483	2.413	10.812	2.896	0.290	0.965	18.342
Haziran	0.999	7.357	<0.1	2.998	3.451	1.817	<0.1	0.091	3.363	3.179
Temmuz	7.729	6.470	4.737	5.430	-	-	-	-	-	-
Ağustos	5.191	5.418	7.788	6.659	7.336	7.466	5.430	7.805	7.014	14.706
Eylül	1.021	0.226	0.226	<0.1	3.516	2.268	<0.1	<0.1	3.516	15.538
Ekim	0.227	0.567	1.248	1.248	5.558	1.928	1.361	1.928	3.289	18.034

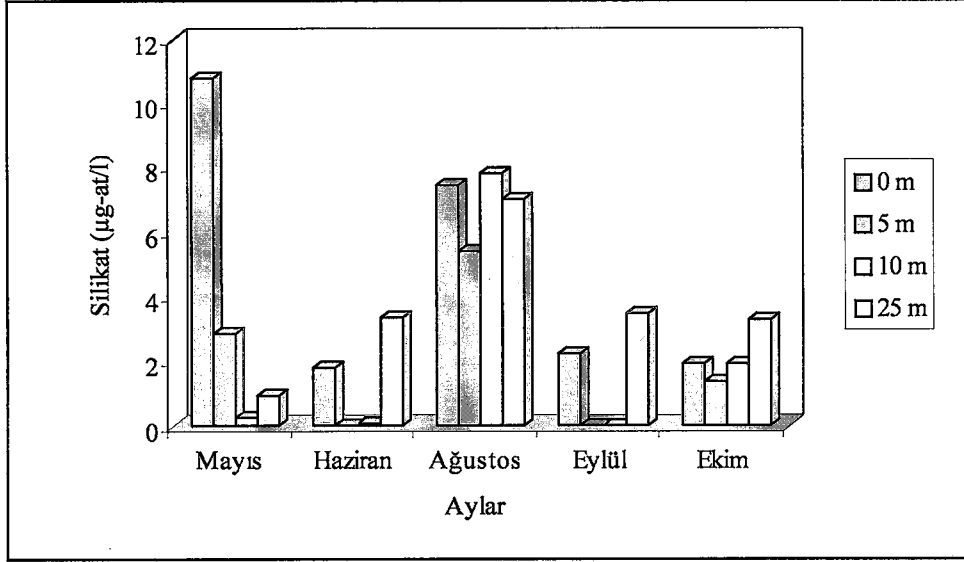


Şekil 11. S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi



Şekil 12. S<sub>3</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi





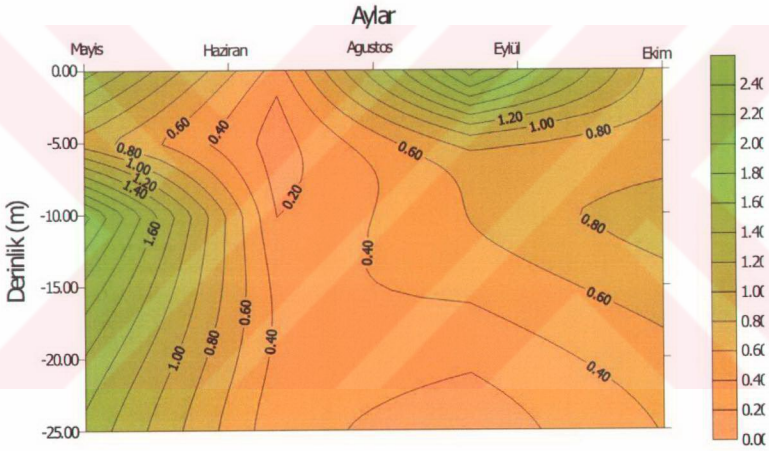
Şekil 13. S<sub>2</sub> istasyonunda ölçülen silikat değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi

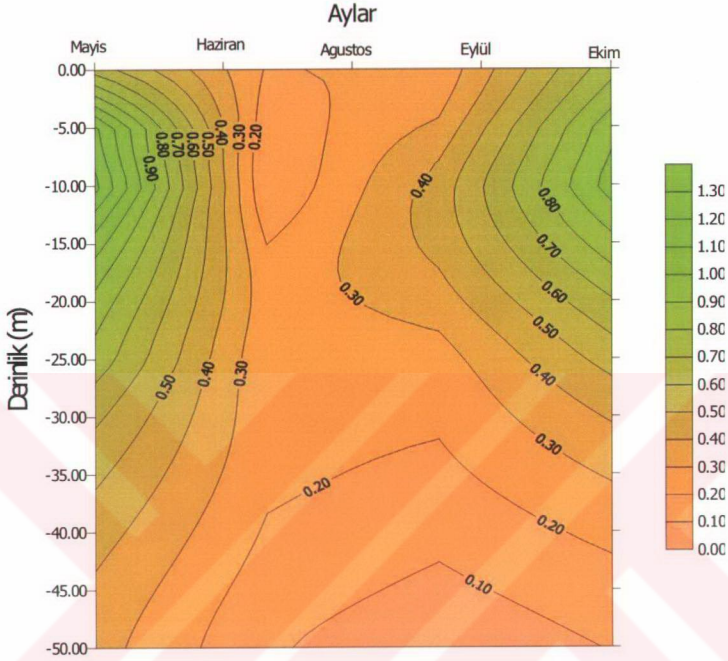
### 3.5. Klorofil-a Dağılımı

Klorofil bütün fitoplanktonik organizmalarda bulunan en önemli pigmenttir. Klorofil miktarındaki değişimler biyomas miktarı için önemli bir kriterdir. Bu çalışmada ölçülen klorofil-a değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. En yüksek klorofil-a değeri ağustos ayında S<sub>1</sub> istasyonunda 4.832 µg/ L olarak ölçülmüştür. Temmuz ayında klorofil-a tayini yapılamamıştır. Ağustos ayında S<sub>3</sub> istasyonunun yüzey suyundan, eylül ayında yine aynı istasyonun 50 m ve S<sub>2</sub> istasyonunun 25 m derinliğinden alınan su örneklerindeki klorofil-a değerleri <0.02 µg/L olarak saptanmıştır. Nutrient dağılımlarında olduğu gibi klorofil-a değerlerinin de aylara göre dağılımı genel bir düzensizlik göstermektedir. İstasyonlara göre bir değerlendirme yapıldığında S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen klorofil-a değerlerinin diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. S<sub>1</sub> istasyonunda klorofil-a değerinin yüksek olması çalışma bölgesinde bu değerlerin kıydan açığa gidildikçe arttığını göstermektedir. S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında klorofil-a değerlerinin derine doğru gidildikçe düzensiz bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 14, 15). Klorofil-a değerlerinin istasyonlara ve derinliğe göre değişimi yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli bulunmuştur (p<0.05). Aylara göre klorofil-a değerlerinde görülen değişimin önemli olmadığı saptanmıştır.

Tablo 7. Klorofil-a değerlerinin aylara ve istasyonlara göre dağılımı ( $\mu\text{g/l}$ )

Aylar	İstasyonlar									
	S <sub>1</sub>					S <sub>2</sub>				S <sub>1</sub>
	Yüze	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüze	5 m	10 m	25 m	Yüze
Mayıs	0.662	1.223	1.342	0.765	0.339	1.697	0.899	2.477	1.341	4.710
Haziran	0.339	0.222	0.119	0.206	0.119	0.339	0.221	0.323	0.324	0.664
Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ağustos	<0.02	0.189	0.189	0.325	0.103	0.457	0.221	0.323	0.221	4.832
Eylül	0.323	0.428	0.633	0.236	<0.02	3.598	0.545	0.884	<0.02	1.917
Ekim	0.764	0.969	1.055	0.546	0.105	0.870	0.632	0.956	0.411	0.544

Şekil 14. S<sub>2</sub> istasyonunda ölçülen Klorofil-a değerlerinin aylara ve derinliğe göre dağılımı



Şekil 15. S<sub>3</sub> istasyonunda ölçülen Klorofil-a ( $\mu\text{g/L}$ ) değerlerinin aylara ve derinliğe göre değişimi

### 3.6. *Synechococcus spp.*'nin Horizontal ve Vertikal Dağılımı

İstasyonlara göre hücre sayılarının ortalamaları alınarak, *Synechococcus spp.*'nin yatay dağılımı incelendiğinde en yüksek hücre sayısının S<sub>1</sub> istasyonunda  $7.4 \times 10^4$  hücre/ml, en düşük hücre sayısının ise S<sub>3</sub> istasyonunda  $2.3 \times 10^4$  hücre/ml olduğu görülmektedir. S<sub>2</sub> istasyonunda ortalama hücre sayısı ise mililitrede  $3.2 \times 10^4$  olarak belirlenmiştir. Kıyıya yakın bulunan S<sub>1</sub> istasyonunda belirlenen hücre sayısının açıkta bulunan S<sub>3</sub> istasyonundaki hücre sayısına oranla 3.2 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 8). Buna göre kıyından açığa doğru gidildikçe *Synechococcus spp.* sayısında bir azalmanın olduğu görülmektedir. Yapılan istatistikî değerlendirmede *Synechococcus spp.* sayısının istasyonlara göre değişiminin önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

*Synechococcus spp.* hücrelerinin düşey dağılımı incelendiğinde düzensiz bir dağılımın olduğu görülmektedir. *Synechococcus spp.* 'nin derinliğe göre değişiminin istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır.

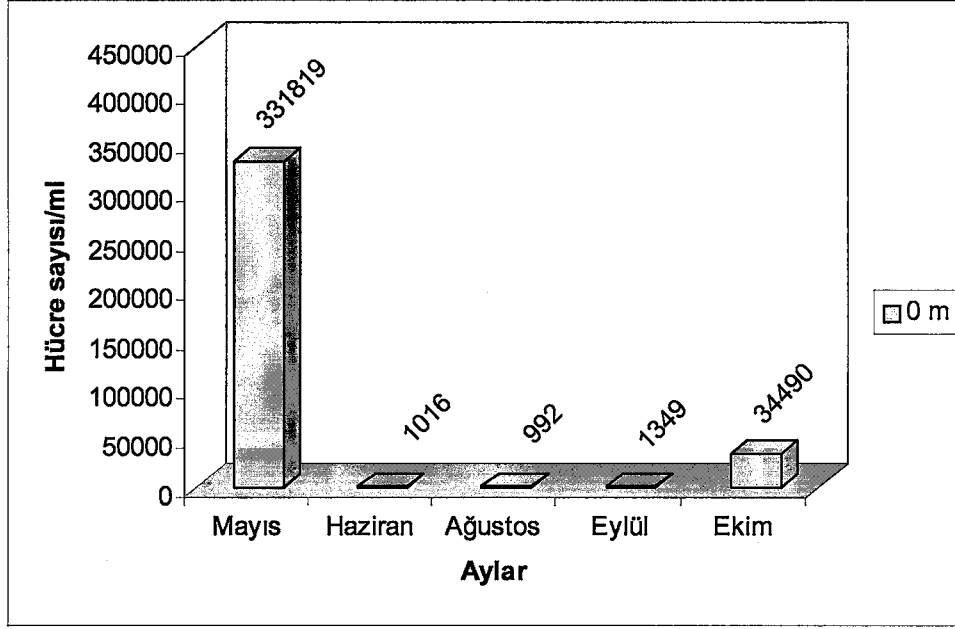
Tablo 8. *Synechococcus spp.* hücre sayısının aylara ve istasyonlara göre dağılımı (hücre/ml)

Aylar	İstasyonlar									
	S <sub>3</sub>					S <sub>2</sub>				S <sub>1</sub>
	Yüzey	5 m	10 m	25 m	50 m	Yüzey	5 m	10 m	25 m	Yüzey
Mayıs	8.9x10 <sup>4</sup>	8.7x10 <sup>4</sup>	1.1x10 <sup>5</sup>	1.1x10 <sup>5</sup>	-	8.2x10 <sup>4</sup>	4.0x10 <sup>4</sup>	1.2x10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>5</sup>	3.3x10 <sup>5</sup>
Haziran	4.1x10 <sup>2</sup>	6.0x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>	7.0x10 <sup>4</sup>	2.3x10 <sup>3</sup>	8.6x10 <sup>2</sup>	7.1x10 <sup>2</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	3.7x10 <sup>4</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>
Temmuz	1.9x10 <sup>2</sup>	1.1x10 <sup>2</sup>	3.0x10 <sup>3</sup>	2.6x10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Ağustos	2.6x10 <sup>2</sup>	1.2x10 <sup>3</sup>	4.2x10 <sup>4</sup>	4.6x10 <sup>3</sup>	1.1x10 <sup>3</sup>	6.4x10 <sup>2</sup>	5.4x10 <sup>2</sup>	1.6x10 <sup>3</sup>	8.1x10 <sup>2</sup>	9.9x10 <sup>2</sup>
Eylül	1.3x10 <sup>3</sup>	7.9x10 <sup>2</sup>	3.9x10 <sup>3</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	1.5x10 <sup>3</sup>	2.8x10 <sup>3</sup>	3.5x10 <sup>4</sup>	7.9x10 <sup>2</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>
Ekim	4.0x10 <sup>4</sup>	6.6x10 <sup>3</sup>	5.0x10 <sup>4</sup>	6.7x10 <sup>3</sup>	9.7x10 <sup>2</sup>	3.5x10 <sup>4</sup>	3.5x10 <sup>3</sup>	7.2x10 <sup>4</sup>	4.0x10 <sup>4</sup>	3.4x10 <sup>4</sup>

### 3.6.1. S<sub>1</sub> İstasyonunda *Synechococcus spp.* Hücre Sayısının Değişimi

Yeniay Limanı içerisinde bulunan ve derinliği 5 metre olan S<sub>1</sub> istasyonunda yalnız yüzeyden alınan örneklerde *Synechococcus spp.* hücre sayıları belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar şekil 16'da verilmiştir. Şekil 16 incelendiğinde en yüksek hücre sayısının mayıs ayında mililitrede 3.3x10<sup>5</sup> olduğu görülmektedir. En düşük *Synechococcus spp.* sayısı ise ağustos ayında 9.9x10<sup>2</sup> hücre/ml olarak saptanmıştır.

S<sub>1</sub> istasyonunda *Synechococcus spp.* sayısının aylara göre dağılımı incelendiğinde mayıs ayından sonra ani bir düşüşün olduğu ve bu düşüşün ağustos ayında da devam ettiği görülmektedir. Eylül ayından başlayarak artan *Synechococcus spp.* sayısı ekim ayında 3.4x10<sup>4</sup> hücre/ml değerine ulaşmıştır.

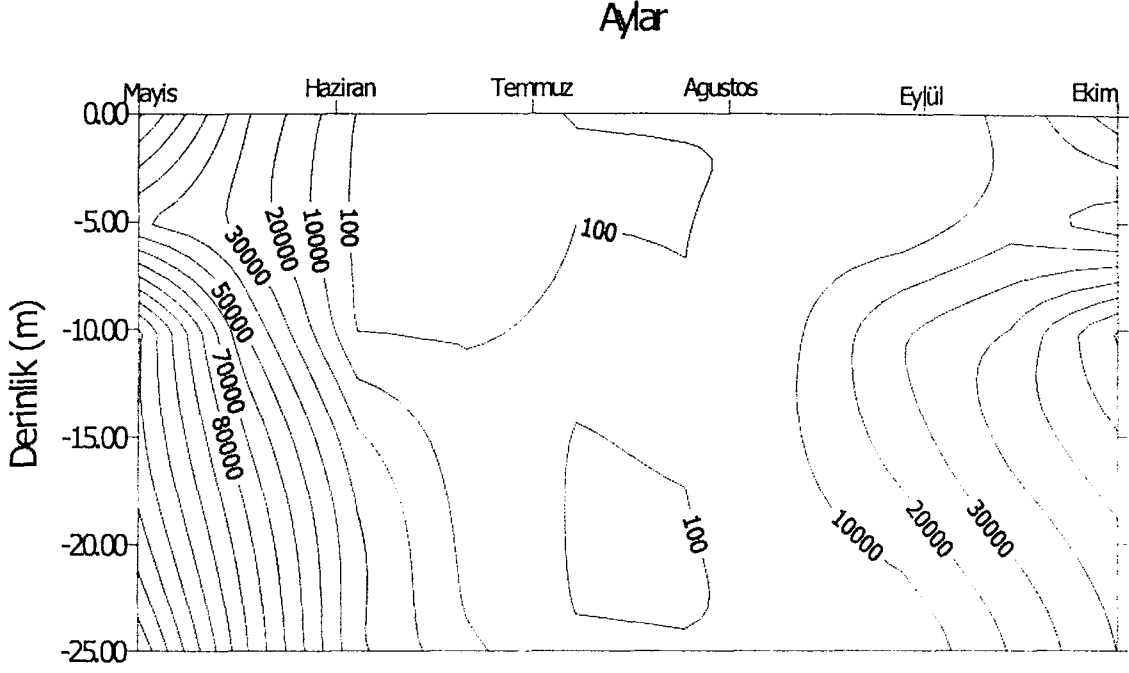


Şekil 16. S<sub>1</sub> istasyonunda *Synechococcus spp.* hücre sayısının aylara göre değişimi

### 3.6.2. S<sub>2</sub> İstasyonunda *Synechococcus spp.* Hücre Sayısının Değişimi

S<sub>2</sub> istasyonunda yüzeyden alınan *Synechococcus spp.* sayısının aylara göre dağılımını incelendiğinde en yüksek değer mayıs ayında  $8.2 \times 10^4$  hücre/ml olduğu belirlenmiştir. En düşük hücre sayısı ise ağustos ayında mililitrede  $6.4 \times 10^2$  olarak saptanmıştır. Aynı istasyonun 5 ve 25 metre derinliklerinden alınan su örneklerinde en yüksek hücre sayıları mayıs ayında, en düşük değerler ise sırasıyla ağustos ve eylül aylarında tespit edilmiştir. 10 metre derinlikte ise en yüksek hücre sayısı yine mayıs ayında belirlenirken, en düşük hücre sayısı ise haziran ayında saptanmıştır.

Yüzey, 5 metre ve 25 metre derinliklerde *Synechococcus spp.* sayılarının aylara göre değişimine bakıldığında mayıs ayında çok yüksek olan değerlerin haziran ayında ani bir düşüş yaptığı ve bu düşüşün ağustos ayında devam ettiği görülmektedir. Ağustos ayından sonra yüzey ve 5 m derinliklerde hücre sayılarında belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir. 10 metre derinlikte ise *Synechococcus spp.* hücre sayısında haziranda ani bir düşüş olduğu ve bu aydan itibaren çalışma sonuna kadar düzenli bir artışın olduğu belirlenmiştir (Şekil 17).

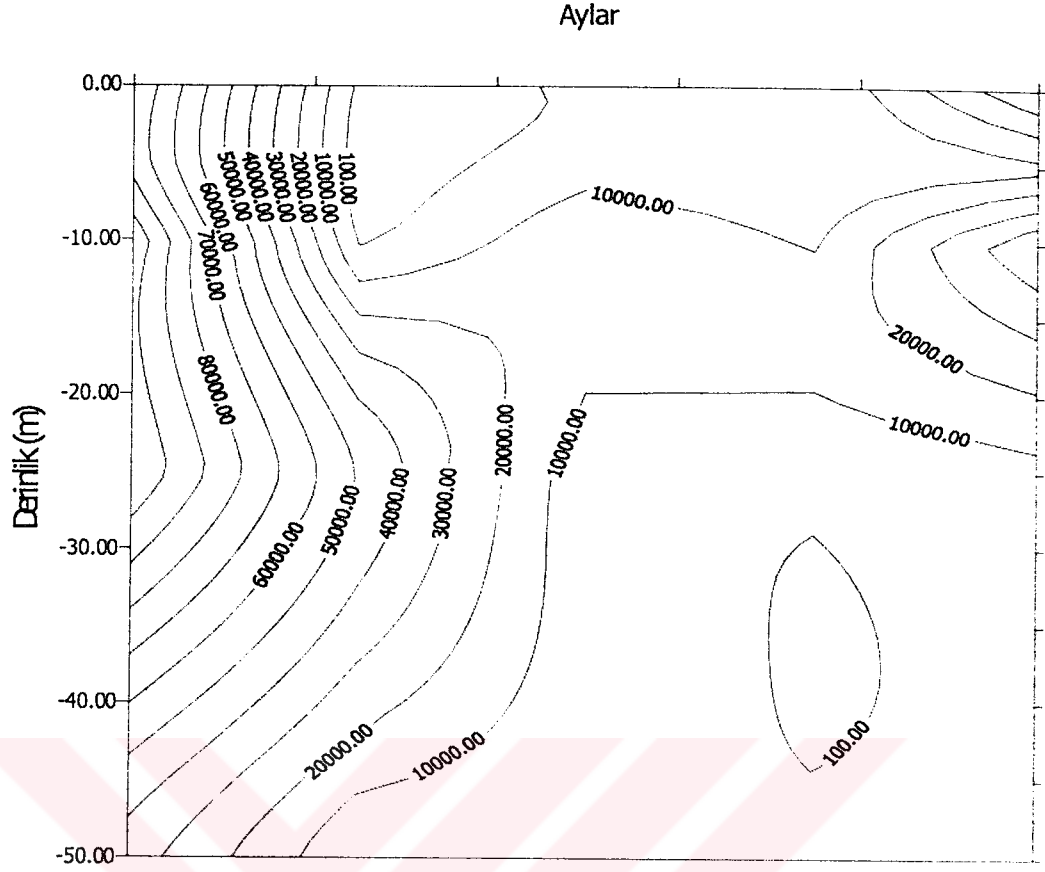


Şekil 17. S<sub>2</sub> istasyonunda *Synechococcus spp.* hücre sayısının aylara ve derinliğe göre dağılımı (hücre/ml)

### 3.6.3. S<sub>3</sub> İstasyonunda *Synechococcus spp.* Hücre Sayısının Değişimi

Beş farklı derinlikte örnekleme yapılan S<sub>3</sub> istasyonunda *Synechococcus spp.*'lerinin yüzeyde aylara göre dağılımı incelendiğinde en düşük hücre sayısının temmuz ayında ( $1.9 \times 10^2$  hücre/ml) ve en yüksek hücre sayısının ise mayıs ayında ( $8.9 \times 10^4$  hücre/ml) belirlendiği görülmektedir. Mayıs ayında 5, 10 ve 25 metre derinliklerde en yüksek olarak belirlenen *Synechococcus spp.* sayıları sırasıyla  $8.7 \times 10^4$ ,  $1.1 \times 10^5$  ve  $1.1 \times 10^5$  hücre/ml'dir.

S<sub>3</sub> istasyonunda yüzeyde belirlenen *Synechococcus spp.* sayılarında düzenli bir dağılımın olduğu belirlenirken, diğer derinliklerde hücre sayısında aylara göre dağılımın bir düzensizlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. S<sub>3</sub> istasyonunda *Synechococcus spp.* hücre sayısının aylara ve derinliğe göre dağılımı (hücre/ml).

#### 4. TARTIŞMA

Araştırmanın yürütüldüğü Mayıs-Ekim 2001 ayları arasında üç istasyon ve bu istasyonlara ait farklı derinliklerde elde edilen parametrelere ait değerler tablo ve grafiklerle sunulmuştur. İstasyonlara ait parametreler değerlendirilirken mevsimsel ve alansal boyutlar üzerinde durulmuştur. S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> olarak adlandırılan istasyonlarda, S<sub>1</sub> istasyonunda derinlik 5 metreden az olduğundan sadece yüzeyde, S<sub>2</sub>'de derinlik 40 metrenin altında olduğundan 25 metreye kadar, S<sub>3</sub>'de ise 50 metre derinliğe kadar örnekleme yapılmıştır.

Bahar ve yaz aylarını kapsayan araştırma süresince yapılan sıcaklık ölçümlerinde sıcaklığın aylara ve derinliğe göre önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Fakat istasyonlara göre değişimin ise önemli olmadığı saptanmıştır. Deniz suyu sıcaklığı, güneş ışınlarının soğurulması, yerin iç ısısının deniz tabanında konveksiyonla alınması, kinetik enerjinin ısıya dönüşmesi, su buharının yoğunlaşması, kimyasal ve biyolojik olaylar sonucu değişmektedir. Bu etkenlerden güneş ışınlarının soğurulması deniz suyu sıcaklığında en belirgin rolü oynar (Kocataş, 1999). Buna göre çalışma süresince deniz suyu sıcaklığının aylara göre değişiminin soğurulan güneş ışınları miktarına bağlı olduğu söylenebilir.

Deniz yüzeyine gelen güneş radyasyonundaki değişimin deniz suyunun ısınmasına ve soğumasına neden olduğu ve böylece mevsimsel sıcaklık farklılıklarının ortaya çıktığı bilinmektedir. İlkbahar ve yaz mevsiminde güneş enerjisinin absorpsiyonu ile denizlerde yüzey suyu sıcaklıklarının arttığı ve derine doğru gidildikçe sıcaklığın azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Gunter, 1957; Kraus ve Businger, 1957; Kocataş, 1999). Bu çalışmada sıcaklığın derinliğe göre değişiminin önemli olması güneş ışınları absorpsiyonunun yüzeyden derine gidildikçe azalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Deniz suyu sıcaklığında istasyonlara göre değişimin önemli olmadığı belirlenmiştir. Bunun istasyonların coğrafik bir farklılık ortaya koymayacak kadar yakın olmasından ve aynı iklim etmenleri etkisinde kalmasından ileri geldiği söylenebilir.

Deniz suyunda birincil parametrelerden olan tuzluluğun aylara ve derinliğe göre önemli oranda değiştiği saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Araştırma sahasında tuzluluğun %15.8



ile %18.8 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buharlařma, deniz suyunun donması ve dūřey karışımlar denizlerde tuzluluğu arttırırken, yağışlar ve nehir sularının karışımı denizlerdeki tuzluluğu azaltmaktadır (Kocatař, 1999). Buna gōre bu çalışmada deniz suyundaki tuzluluk değerlerinin aylara ve derinliğe bağlı değişimlerin yukarıdaki etkenlerin zamansal değişiminden kaynaklandığı sōylenebilir. Denizlerde mevsimsel farklılıklardan kaynaklanan tuzluluk değişiminin ilk 150 metrede gōzlendięi belirtilmiştir (Sorokin, 1986). Aęustos 1989'da Batı ve Orta Karadeniz'de yapılan çalışmalarda tuzluluğun 18 m derinliğe kadar çok az değiştiği, 50 ile 170 m arasında ise hızlı bir değişimin olduğu vurgulanmıştır (Oęuz vd., 1989). Ayrıca diğer bir çalışmada Karadeniz'de derinlere gidildikçe tuzluluğun arttığı belirtilmiştir (Murray, 1991, A). Bu çalışmada elde edilen değerlerin Oęuz vd. (1989) ve Murray (1991)'in elde ettiği sonuçlarla benzerlik gōsterdięi gōr÷lmektedir.

Çalışma alanında açıkta bulunan S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında ölç÷len tuzluluk değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak liman içersinde bulunan S<sub>1</sub> istasyonunda ölç÷len tuzluluk değerlerinin diğer iki istasyona gōre daha dūřük olduğu gōr÷lmüştür. Bunun S<sub>1</sub> istasyonunun kıyısız tatlı su girdilerinden etkilenmesinden ileri geldiği sōylenebilir.

Çalışma sahasında ölç÷len seki diski derinlikleri incelendiğinde S<sub>1</sub> istasyonunda diğer istasyonlara gōre son derece dūřük değerlerin ölç÷ldüğü gōr÷lmektedir. Ayrıca her üç istasyonda mayıs ayında ölç÷len seki diski derinliklerinin diğer aylarda ölç÷len değerlerden daha dūřük olduğu gōzlenmiřtir. Lund- Hensen ve Skyum (1992), askı yük yoğunluğunun açık deniz sularına nazaran özellikle kıyısız sularda daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun başlıca nedenlerinin akarsularda taşınım, depolanmış sedimentin tekrar süspansiyon haline geçmiş olması ve biyolojik aktiviteden kaynaklandığına belirtmişlerdir. Bu çalışmada seki diski derinliği ile ilgili elde edilen sonuçlar sōz konusu araştırıcıların bulguları ile benzerlik gōstermektedir. Çalışmadaki mayıs ayı seki diski derinliği değerlerinin dūřük olmasının nedeni, bu dönemde bölgenin yağışlı olması ve eriyen kar sularının akarsulara karışarak çok miktarda askıda katı maddeyi denize taşımalarından kaynaklandığı sōylenebilir.

Denizlerde biyolojik açıdan en önemli olan bileşiklerden biri de nitrattır. Birincil üretimde önemli bir besin maddesi olan nitrat denizlerde bitkisel formlar tarafından kullanılmaktadır. Nitratin bitkisel formlar tarafından kullanılması deniz suyundaki nitrat konsantrasyonunu azaltırken, karasal girdiler ve biyo-kimyasal parçalanma denizdeki

nitrat miktarını arttırmaktadır. Çalışma alanında yapılan ölçümlerde mayıs ayında bütün istasyonlarda en yüksek nitrat değerleri ölçülmüştür. Bunun Karadeniz’de fındık ve çay tarımında yoğun şekilde nitratlı gübreler kullanılması ve genelde bölgede tarımsal gübrelemenin nisan ve mayıs aylarında yapılmasından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Ayrıca S<sub>1</sub> istasyonunda nitrat miktarının diğer istasyonlara göre yüksek olması bu istasyonun kıyıya çok yakın olmasından ve karasal girdilerden önemli oranda etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir.

Karadeniz’in batısında kıyıya yakın bölgelerde yapılan çalışmalarda, 1960-1970 yılları arasında nitrat miktarının 0.025 mg/l’ye ulaştığı bildirilmektedir (Bologa, 1986). Romanya kıyılarında ise nitrat azotu miktarının ortalama olarak 0.94 mg/l düzeyinde olduğu diğer bir çalışmayla belirlenmiştir (Mihnea, 1987). Söz konusu çalışmalarda elde edilen nitrat değerlerinin bu çalışmadaki değerlerden çok yüksek olduğu görülmektedir.

Besleyici elementlerden olan fosfatın denizlerdeki konsantrasyonunun daha çok karasal girdilerden ve fitoplanktonik aktivitelerden etkilendiği bir çok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Brewer ve Murray, 1973; Bologa, 1986; Zaitsev, 1991). Zaitsev (1991), yaptığı çalışmada Karadeniz’e akarsular yoluyla yılda 55,000 ton inorganik, 30 000 ton organik fosforun taşındığını bildirmiştir. Bu karasal girdiler ve diğer olaylara bağlı olarak Karadeniz’de fosfat değeri zamanla değişmesine rağmen yüzey sularında ortalama fosfat konsantrasyonunun 0.013 mg/L olduğu belirtilmiştir (Sorokin, 1986). Ancak 1976-1980 yılları arasında Kuzey Batı Karadeniz’de fosfat miktarının 0.198 mg/L ‘ye yükseldiği saptanmıştır (Bologa, 1986). Yine Romanya’nın Köstence kıyılarında yapılan diğer bir çalışmada ortalama fosfat değerinin 0.262 mg/L olduğu belirtilmiştir (Bodeanu, 1989). Söz konusu çalışmalarda ölçülen fosfat değerlerinin çalışmamızda belirlenen fosfat değerlerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun, Sorokin (1986) ve Bologa (1986) tarafından yapılan çalışmaların Karadeniz’e çeşitli bileşikler bol miktarda taşıyan Tuna Nehri’nin etki alanında bulunmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çalışmada ağustos ve eylül aylarında belirlenen fosfat değerlerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Feyzioğlu (1996), Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada Haziran ve Temmuz 1993 döneminde fosfat miktarının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Sivri (1999), Solaklı Deresi açıklarında yaptığı çalışmada en yüksek fosfat değerini Haziran 1997 ayında saptamıştır. Bu çalışma ile Feyzioğlu (1996) ve

Sivri (1999)'nin çalışmalarında fosfat konsantrasyonlarının en yüksek olduğu dönemlerin farklı olmasını yöredeki yağışlara bağlı olarak karasal kökenli girdilere ve fitoplankton yoğunluğunda görülen değişikliklere bağlamak mümkündür.

Fosfatın istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde kıyıdan açığa doğru gidildikçe fosfat miktarlarının azaldığı görülmektedir. Bu durum, çalışma alanında ölçülen fosfat değerlerinin karasal girdilerden önemli oranda etkilendiğini göstermektedir. En yüksek ortalama fosfat değeri liman içerisinde bulunan S<sub>1</sub> istasyonunda belirlenmiştir. Bunun nedeni S<sub>1</sub> istasyonunun kıyıya çok yakın olması ve limandaki teknelerin evsel atık sularını direkt liman içersine boşaltmalarından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında farklı derinliklerde ölçülen fosfat değerlerinin düzensiz bir dağılım gösterdiği ve bu değerler arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Fonselius (1974), yaptığı çalışmada denizlerde fosfat değerlerinin 25 metreye kadar önemli oranda değişmediğini belirtmiştir. Baştürk vd. (1994), ise Karadeniz'de fosfat konsantrasyonunun 50 metreye kadar önemli bir değişim göstermediğini saptamışlardır.

Diğer besleyici elementler gibi canlıların esas yapısına girmeyen silikatın silisli algler, silisli süngerler ve diatomlar gibi birçok denizel formun iskeletini oluşturduğu bilinmektedir. Deniz suyundaki silikat miktarının ağır diatom bloomları döneminde yaygın kullanımdan dolayı oldukça düştüğü belirtilmiştir (Vakudin ve Stojanoski, 1992). Çalışmamızda silikat değerlerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde, temmuz ve ağustos aylarında konsantrasyonun yüksek olduğu görülmektedir. Ege Denizi İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalarda kış aylarında düşük olan silikat değerlerinin yükselerek yaz aylarında ortalama 0.465 mg/L'ye ulaştığı bildirilmiştir (Koray, 1995). Karadeniz'de yoğun diatom bloomları sonrasında silikat miktarlarının düştüğü ve daha sonraları nehir girdileri ve yağışlarla değerlerin tekrar yükseldiği tespit edilmiştir (Ivanov, 1985; Bologna, 1986). Aynı araştırmacılar 1970'li yıllarda 0.03 µg-at Si/L olan silikat değerlerinin, 1980'li yıllarda 30 µg-at Si/L'ye ulaştığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, araştırma süresince ölçülen silikat değerlerinin <0.1 µg-at Si/L ile 18.342 µg-at Si/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Sorokin (1986), silikat değerlerinin öfotik zonda 0.8-1.5 µg-at Si/L arasında olduğunu ve derine gidildikçe bu değerin arttığını belirtmiştir. Çalışmamızda ölçülen silikat değerlerinin Sorokin (1986)'nin ölçtüğü değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmada elde edilen silikat değerlerinin alansal dağılımı incelendiğinde kıyıdan açığa doğru gidildikçe bir azalmanın olduğu görülmektedir. Çalışma süresince ölçülen bütün silikat değerlerinin istasyonlara göre ortalaması alındığında, S<sub>1</sub> istasyonunda silikat değerinin (13.960 µg-at Si/L) diğer istasyonlara göre yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca istasyonlara göre silikat değerlerinde görülen değişikliklerin önemli olduğu belirlenmiştir. Feyzioğlu (1996), Doğu Karadeniz’de yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Kocataş (1999), silikatın karalarda bol miktarda bulunduğunu ve denizdeki silikatın daha çok karasal kökenli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmamızda kıyıya yakın olan S<sub>1</sub> istasyonunda silikat miktarının yüksek olmasının nedeni olabilir.

İstasyonlara ve aylara göre ortalamalar alınarak elde edilen silikat değerlerinin derinliğe bağlı değişimi incelendiğinde, en yüksek değer yüzeyde (7.130 µg-at Si/L) ölçüldüğü, 10 metre derinliğe kadar bir azalmanın olduğu ve 25 metreden sonra tekrar bir artışın gözleendiği belirlenmiştir. Sivri (1999), Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada silikat değerlerinin yüzey sularında daha yüksek olduğunu ve bunun yüzey sularının akarsu girdilerinden daha fazla etkilenmesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Denizdeki fitoplankton biomasının belirlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisi deniz suyundaki klorofil-a miktarıdır. Ayrıca klorofil-a miktarının belirlenmesi su kaynaklarında birincil üretimin ölçüsü olarak önem arz etmektedir (Valiela, 1995). Denizlerde ölçülen klorofil-a değerlerinin bölgesel, mevsimsel ve derinliğe göre değiştiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Parsons vd., 1984, B; Kennish, 1994). Çalışmamızda aylara göre ortalamalar alındığında en yüksek klorofil-a değerinin mayıs ayında, en düşük değer ise haziran ayında ölçüldüğü belirlenmiştir. Feyzioğlu (1996), Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada en yüksek klorofil-a değerini mayıs ayında 3.14 µg/L olarak saptamıştır. Bu çalışmada klorofil-a ile ilgili elde edilen değerlerin Feyzioğlu (1996)’nın çalışmasında elde edilen değerlere göre daha düşük olduğu, ancak aylara göre dağılımda bir benzerlik olduğu görülmektedir.

Araştırmada, istasyonlara ve derinliğe göre belirlenen klorofil-a değerlerinin değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Ivanov (1985), Karadeniz’de total fitoplankton biomasının %55-89’luk kısmının genelde ilk 50 metrelik su sütununda bulunduğunu belirtmiştir. Karadeniz’de birincil üretim için en uygun ışık şiddetinin 5-10 metre derinliklerde ve buna bağlı olarak yüzeyden 20 metre derinliğe kadar birincil üretimin maksimum olduğu belirlenmiştir (ODTÜ, 1990, A ve B). Aynı

araştırmalarda klorofil-a değerinin derinliğe bağlı olarak değişiminin önemli olduğu ( $p < 0.001$ ) tespit edilmiştir. Sivri (1999), Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada klorofil-a değerini yüzeyde 0.26, 5 metrede 0.24, 10 metrede 0.21, 20 metrede ise 0.15  $\mu\text{g/L}$  olarak belirlemiştir. Çalışmamızda ise, klorofil-a değerlerinin derinliğe bağlı olarak değişiminin düzensiz bir dağılım gösterdiği ve klorofil-a miktarlarının Sivri (1999)’nin elde ettiği sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, klorofil-a değerlerinin kıyıda n ağa doğru gidildikçe azaldığı görülmüştür. Feyzioğlu (1996), Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada kıyıda n 100 metre açıkta bulunan istasyonlardaki klorofil-a değerlerinin, kıyıda n 1 km uzaklıktaki istasyonlarda ölçülen klorofil-a değerlerinden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada klorofilin alansal dağılımına ait elde edilen bulguların Feyzioğlu (1996)’nun elde ettiği sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çalışma süresince belirlenen *Synechococcus spp.* sayılarının  $1.1 \times 10^2$  ile  $3.3 \times 10^5$  hücre/ml arasında değiştiği saptanmıştır. İstasyonlara göre ortalamalar alınarak yapılan değerlendirmede *Synechococcus spp.* sayısının mayıs ayında en yüksek değerde olduğu ( $1.3 \times 10^5$  hücre/ml), ağustos ayına kadar belirgin bir düşüşün gözlendiği ve eylül ayından itibaren tekrar arttığı belirlenmiştir. Ning vd. (2000), San Francisco Körfezi’nde, Nisan-Mayıs 1998 tarihinde *Synechococcus spp.*’nin zamansal ve mevsimsel dağılımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, en yüksek hücre sayısını  $19.9 \times 10^7$  hücre/L olarak mayıs ayında belirlemişlerdir. Aynı çalışmada en düşük hücre sayısı ağustos ayında ( $5.5 \times 10^7$  hücre/L) saptanmıştır. Çalışmamızda *Synechococcus spp.*’nin mevsimsel dağılımı ile ilgili elde edilen bulguların Ning vd. (2000) bulguları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Florida Körfezi’nde yapılan bir çalışmada *Synechococcus spp.* sayılarının mevsimsel olarak değiştiği, en yüksek *Synechococcus spp.* sayısının kiş mevsiminde, en düşük değerlerin ise ilkbaharda olduğu belirlenmiştir. Ancak körfezin farklı kısımlarında alansal değişimlere bağlı olarak bazı bölgelerde bu durumun değiştiği vurgulanmıştır (Phlips vd., 1999). Li (1998), okyanuslarda farklı bölgelerde *Synechococcus spp.* bolluğu ile ilgili 1994-1997 yılları arasında elde edilen verileri kullanarak genel bir değerlendirme yapmış ve *Synechococcus spp.*’nin ocak ayında pik yaptığını, temmuz ayında ise en düşük sayıda olduğunu belirlemiştir. Kuparinen ve Kuosa (1993), Baltık Denizi’nin farklı bölgelerinde yapmış oldukları çalışmada *Synechococcus spp.* sayısının mevsimsel olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada bütün bölgelerde kiş mevsiminde *Synechococcus spp.* sayısı  $10^4$  hücre/ml olarak belirlenirken yaz

mevsiminde bu değerin  $10^5$ - $10^6$  hücre/ml arasında değiştiği saptanmıştır. Uysal vd. (1998), Karadeniz’de yaptıkları çalışmada *Synechococcus spp.* sayılarının farklı ekolojik faktörlere bağlı olarak günlük değişimler gösterdiğini belirlemişlerdir. Aynı alışmada *Synechococcus spp.* hücrelerinin gece yarısından gün ortasına kadar otlanma baskısı altında olduğunu ve öğleden sonra yavaş bir şekilde başlayarak akşam süresince bölünerek çoğaldığını belirlemişlerdir.

Denizlerde birincil üretime önemli katkısı olan *Synechococcus spp.*’nin çalışma bölgesindeki dağılımını incelendiğinde kıyıda doğru gidildiğinde hücre sayısında bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Kıyıya çok yakın olan S<sub>1</sub> istasyonunda ortalama *Synechococcus spp.* hücre sayısı  $7.4 \times 10^4$  hücre/ml olarak belirlenirken, açıkta bulunan S<sub>3</sub> istasyonunda bu değer  $2.3 \times 10^4$  hücre/ml olarak saptanmıştır. Uysal vd. (1998), Karadeniz’de farklı bölgelerde yaptıkları çalışmalarda kıyı kesimlerinde *Synechococcus spp.* hücre sayılarının açıkta bulunan istasyonlara göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Söz konusu araştırmada bunun kıyı bölgelerinde su sıcaklığının daha yüksek ve tuzluluğun daha düşük olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Baltık Denizi’nde yapılan bir çalışmada *Synechococcus spp.* sayılarının alansal olarak değiştiği ve kıyıda doğru gidildikçe azaldığı gözlenmiştir (Kuparinen ve Kuosa, 1993). Çalışmamızda *Synechococcus spp.*’nin alansal dağılımını ile ilgili elde edilen bulguların Uysal vd. (1998) ve Kuparinen ve Kuosa (1993)’nin araştırmalarında elde ettikleri verilerle benzerlik gösterdiği görölmektedir. Sargasso Denizi’nde *Synechococcus spp.*’nin mevsimsel ve alansal dağılımını ile ilgili yapılan çalışmada, *Synechococcus spp.* sayısının alansal olarak değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu belirtilmiştir (Iturriaga ve Marra, 1988).

S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında farklı derinliklerde *Synechococcus spp.* sayıları belirlenmiştir. Aylara göre ortalamalar alındığında en yüksek *Synechococcus spp.* sayısının 10 metrede  $4.0 \times 10^4$  hücre/ml belirlendiği ve genel olarak 10-25 metrelerde bir yoğunlaşmanın olduğu saptanmıştır. *Synechococcus spp.* dağılımının besin ve enerji kaynaklarına göre değiştiği ve fotik zonda maksimum olduğu bildirilmiştir (Kuparinen ve Kuosa, 1993). Baltık Denizi’nde yapılan bir çalışmada *Synechococcus spp.* sayısının su sıcaklığına bağlı olarak yüzeyde daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Schulz vd., 1990). Karadeniz’de yürütölen bir çalışmada *Synechococcus spp.* sayısının farklı bölgelerde derinliğe göre önemli değişim gösterdiği, bazı bölgelerde yüzeyde en yüksek sayı belirlenirken, bazı bölgelerde 10 metre derinlikte maksimum *Synechococcus spp.* sayısı

saptanmıştır (Uysal vd., 1998).

Sıcaklık, tuzluluk, ışık geçirgenliği, nütrient dağılımı ve otlanma gibi faktörlerin denizlerdeki pikoplankton bolluğunu önemli oranda etkilediği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Kuparinen ve Kuosa, 1993; Iturriaga ve Marra, 1988; Ning vd., 2000). Uysal vd. (1998), Karadeniz’de yaptıkları çalışmada hücre sayısı dağılımı ile ortamın fiziksel ve kimyasal parametreleri arasında çok kuvvetli ilişkilerin olduğunu belirlemişlerdir. Adı geçen çalışmada hücre sayıları ile tuzluluk, derinlik ve besin elementleri arasında negatif bir ilişki bulunurken, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve klorofil-a arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmada Karadeniz’de *Synechococcus spp.* dağılımının ortam faktörlerine bağımlı olarak geliştiği vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada *Synechococcus spp.* sayıları ile tuzluluk, seki diski derinliği ve klorofil-a değerleri arasındaki ilişkiler sırasıyla  $r = -0.50$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = -0.51$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = 0.56$ ,  $p < 0.001$  şeklinde belirlenmiştir. Uysal (2000), Batı Karadeniz’de *Synechococcus spp.* dağılımı ile ilgili yaptığı çalışmada tuzluluk ile hücre sayısı arasında  $r = 0.75$   $p = 0.00$  düzeyinde bir ilişki olduğunu belirlerken, sıcaklık ile hücre sayısı arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını tespit etmiştir. Benzer sonuçlar Philips ve Badyak (1996) tarafından Florida Körfezi’nde yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Sürmene Koyu'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üç istasyon ve bu istasyonlara ait farklı derinliklerde 6 ay süreyle bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin zamansal ve alansal dağılımı incelenmiştir.

Bahar ve yaz dönemlerini kapsayan araştırma süresince su sıcaklığının zamansal değişiminin tipik mevsimsel dağılım gösterdiği belirlenmiştir. İstasyonlar birbirlerine çok yakın olduklarından dolayı su sıcaklıklarında istasyonlara göre her hangi bir değişim olmadığı saptanmıştır.

Araştırma sahasında ölçülen tuzluluk değerlerinin %15.8 - %18.8 arasında değiştiği, aylara ve derinliğe göre tuzluluk değerlerinde görülen farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir. Tuzluluğun istasyonlara göre değişiminde S<sub>2</sub> ile S<sub>3</sub> arasında önemli bir farkın olmadığı ancak S<sub>1</sub> istasyonunda ölçülen değerler ile S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> istasyonlarında belirlenen değerler arasında önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir. Bunun S<sub>1</sub> istasyonunun kıyıya çok yakın olmasından ve tatlı su girdilerinden önemli oranda etkilenmesinden ileri geldiği söylenebilir.

Bölgede ölçülen seki diski derinliklerinin kıyıya yakın olan S<sub>1</sub> istasyonunda düşük olduğu görülmüştür. Bu, söz konusu istasyonun karasal girdilerden ve limandaki faaliyetlerden yoğun şekilde etkilenmesinden ileri gelmektedir. Ayrıca aylara göre bir değerlendirme yapıldığında karların yoğun şekilde eridiği ve eriyen kar sularının beraberindeki askı yük maddesi ile denizlere taşınması, mayıs ayında seki diski derinliklerinin düşük olmasına neden olmuştur.

Genel olarak nitrat, fosfat, silikat ve klorofil-a değerlerinin kıyıdan açığa doğru gidildikçe azaldığı tespit edilmiştir. Mayıs ayında ölçülen nitrat değerleri diğer aylarda ölçülen değerlere göre çok yüksektir. Bu durum söz konusu ayda bölgede yoğun gübrelemenin yapılmasından kaynaklanabilir. Çalışma döneminde N:P oranı oldukça yüksek bulunmuştur. Böylece bölgede azotun sınırlayıcı etkisinden çok fosforun sınırlayıcı etkisi olduğu söylenebilir. Yörede ölçülen fosfat değerleri Kuzeybatı Karadeniz'de ölçülen değerlere göre oldukça düşüktür. Buna göre Karadeniz'de fosfat miktarını etkileyen en önemli faktörün karasal girdiler olduğu söylenebilir. Ayrıca bu



çalışmada fosfat dağılımı incelendiğinde liman içerisinde bulunan S<sub>1</sub> istasyonunun karasal girdilerden ve limandaki faaliyetlerden önemli derecede etkilendiği görülmektedir. Karalarda bol miktarda bulunan silikatın yine kıyıya yakın olan S<sub>1</sub> istasyonunda yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma istasyonları birbirine çok yakın olmasına rağmen, silikatın istasyonlara göre değişiminin önemli olduğu görülmektedir. Böylece karasal taşınımın denizdeki silikat konsantrasyonları üzerinde önemli etkisinin olduğu söylenebilir. Fitoplankton biomasının belirlenmesinde önemli bir yeri olan klorofil-a değerlerinin uzaysal değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

Çalışma bölgesinde *Synechococcus spp.* sayısının  $1.1 \times 10^2$  hücre/ml ile  $3.3 \times 10^5$  hücre/ml arasında değiştiği ve en yüksek sayının mayıs ayında belirlendiği görülmektedir. *Synechococcus spp.* sayısında kıyıdan açığa gidildikçe belirgin bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin *Synechococcus spp.* sayısını önemli oranda etkilediği belirlenmiştir. Ancak çeşitli ekolojik koşullara göre değişebilen *Synechococcus spp.* sayısının ilkbahar ve yaz mevsimlerini kapsayan ve 6 ay süreyle yürütülen bu çalışmada zamansal olarak düzensiz bir dağılım gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamızda ölçülen fiziksel parametrelerden tuzluluk ve seki diski derinliği ile *Synechococcus spp.* sayısı arasında negatif bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Ayrıca *Synechococcus spp.* sayıları ile klorofil-a değerleri arasında ise pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Denizlerde genel olarak verimliliği etkileyen fitoplankton biyomasıdır. *Synechococcus spp.*'leri bu biyomas içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısıyla özellikle denizlerde ekonomik olarak değerlendirilen canlı populasyonlarındaki artış ve azalışlar izlenirken ekolojik faktörler yanında fitoplankton biyoması ve bunun içerisinde yer alan *Synechococcus spp.* bolluğunun kısa süreli değil daha uzun süreli çalışmalarla izlenmesi gerekmektedir.

Dar bir alanda yürütülen bu çalışmada *Synechococcus spp.*'nin uzaysal dağılımının önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle daha genel yorumlar yapabilmek için çalışma alanlarının imkanlar elverdiği ölçüde genişletilmesi yararlı olacaktır. Böylece daha global değerlendirilen besin zincirinin üst halkasındaki canlı gruplarının populasyonlarında görülen değişikliklere neden olan etkenlerin ortaya çıkarılması kolaylaşır.

Denizde *Synechococcus spp.*'nin dağılımını etkileyen fiziksel ve kimyasal parametrelerin bu tür çalışmalar esnasında daha sık ölçülmesi ve böylece söz konusu parametrelerin *Synechococcus spp.*'nin dağılımı üzerindeki etkilerinin daha net belirlenmesi sağlanmalıdır.

*Synechococcus spp.* sayısında derinliğe bağlı olarak ani değişikliklerin olması nedeniyle çalışmalarda derinlikler arasındaki mesafe sıklaştırılmalıdır.

*Synechococcus spp.* dinamiğinin daha iyi belirlenebilmesi için gelecekteki çalışmalarda otlanma baskısının çalışma kapsamına dahil edilmesi gerekmektedir. Özelliklerle *Synechococcus spp.*'lerin copepodlarla birlikte çalışılmasının daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Agawin, N., Agusti, S., 1997, Abundance, Frequency of Dividing Cells and Growth Rates of *Synechococcus spp.* (cyanobacteria) in the Stratified Northwest Mediterranean Sea, *Journal of Plankton Research*, 19, 1599 –1615
- Agawin, N.S.R., Duarte, C.M., Agusti, S., 2000, Nutrient and Temperature Control of the Contribution of Picoplankton to Phytoplankton Biomass and Production, *Limnol Oceanogr.*, 45(3), 591-600.
- Agusti, S., Philips, E. J., 1992, Light Absorbption by Cyanobacteria: Implications of the Colonial Growth Form, *Limnol. Oceanogr.*, 37 (2) 434-441
- Akbaba, G., 1998 Karadeniz, TÜBİTAK Bilim-Teknik, 364, 50-57
- Andersson, A., Haecky, P., Hagström, A., 1994, Effect of Temperature and Light on the Growth of Micro-Nano-and Pico-Plankton: Impact on Algal Soccension, *Marine Biology.*, 120: 511-520
- Aykulu, G., 1984, Tohumuz Bitkiler Sistematiği-I, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Ders notları, Ankara.
- Bakan, G., Büyükgüngör, H., 2000, The Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 41 (1-6), 24-43
- Baştürk, Ö., Saydam, C., Salihoğlu, İ., Eremeva, L. V., Konovalov, S. K., Stoyanov, A., Dimitrov, A., Cociasu, A., Dorogan, L., Altabet, M., 1994, Vertical Variation in the Principle Chemical Properties of Black Sea in the Autumn of 1991, *Marine Chemistry*, 45, 149-165.
- Baydar, S., 1979, Tohumuz Bitkilerin Sistematiği (Bacteriophyta-Cyanophyta-Phycophyta ), I. Cilt, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Baykut, F., Aydın, A., Artüz, I., 1982, Bilimsel Açıdan Karadeniz, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3004, İstanbul.
- Bodeanu, N., 1989, Algal Blooms and Development the Marine Phytoplankton Species at the Romanian Black Sea Littoral Under Eutrophication Conditions, *Cercetari Mar.* 22, 107-125.
- Bologa, A. S., 1986, Planktonic Primary Productivity of the Black Sea: A Review, *Thalassia Jugoslavica*, 21/22 (1/2), 1-22.

- Brewer, P. G., Murray, J. W., 1973, Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Black Sea, *Deep-Sea Res.*, 20, 803-818.
- Caron, D. A., Peele, E. R., Lim, E. L., Dennett, M. R., 1999, Picoplankton and Nanoplankton and Their Trophic Coupling in Surface Waters of the Sargasso Sea South of Bermuda, *Limnol. Oceanogr.*, 44 (2), 259-272.
- Carr, N. G., Mann, N. H., 1994, *The Oceanic Cyanobacterial Picoplankton*, Ed. Donald, A. Bryant, *The Molecular Biology of Cyanobacteria*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Christaki, U., Jacquet, S., Dolan, J. R., Vaultot, D. Rassoulzadegan, F., 1999, Growth and Grazing on *Prochlorococcus* and *Synechococcus* by Two Marine Ciliates, *Limnol. Oceanogr.*, 44 (1), 52-61.
- Cirik, S., Gökpinar, Ş., 1993, *Plankton Bilgisi ve Kültürü*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Fahnenstiel, G. L., Carrick, H. J., 1991, Physiological Characteristics and Food-Web Dynamics of *Synechococcus* in Lakes Huron and Michigan, *Limnol. Oceanogr.*, 36 (2), 219-234.
- Feyzioğlu, A. M., 1996, Doğu Karadeniz Kıyısı Ekosisteminde Fitoplankton Dinamiğindeki Mevsimsel Değişimler, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 120 s.
- Foncelius, S. H., 1974, Phosphorus in the Black Sea, *The Black Sea Geology, Chemistry and Biology*, Edited by Degens E. T., Ross, D. A., Amer. Assoc., 6, 112-121.
- Glover, H. E., 1985, The Physiology and Ecology of the Marine Cyanobacterial Genus *Synechococcus*, In: *advances in Aquatic Microbiology*, Jonnasch, H. W., 3, Academic Press Limited, London, 335 pp.
- Gunter, D., 1957, *General Oceanography*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Güner, H., Aysel, V., 1991, *Tohumuz Bitkilerin Sistematigi*, I. cilt (Algler), II. Baskı, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:108.
- Hoek, C. V. D., Mann, D. G., Jahns, H. M., 1995, *Algae, an Introduction to Phycology*, Cambridge University Press, Australia, 623pp.
- Ibelings, B. W., Maberly, S. C., 1998, Photoinhibition and the Availability of Inorganic Carbon Restrict Photosynthesis by Surface Blooms of Cyanobacteria, *Limnol. Oceanogr.*, 43 (3), 408-419.

- Ikeya, T., Ohki, K., Takahashi, M., Fujita, Y., 1994, Photosynthetic Characteristics of Marine *Synechococcus spp.* with Special Reference to Light Environments Near the Bottom of the Euphotic Zone of the Open Ocean, *Marine Biology*, 118, 215-221.
- Iturriaga, R., Marra, J., 1988, Temporal and Spatial Variability of Chroococcoid Cyanobacteria *Synechococcus spp.* Specific Growth Rates and Their Contribution to Primary Production in the Sargasso Sea, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 44, 175-181.
- Ivanov, L., 1985, The Fisheries Resources of the Mediterranean Part Two: Black Sea, *Etud. Rev. CGPM/ Stud. Rev. GFCM*, 115 p.
- Jansson, S., 2000, Biology of Marine Planktonic Cyanobacteria (Blue- green algae), [http:// www.ng.hik.se/~ngred/pr/Bio4.html](http://www.ng.hik.se/~ngred/pr/Bio4.html).
- Kennish, M. J., 1994, Pratical Hand Book of Marine Science, Second Ed., CRC Press, 565 p.
- Kıdeyş, A. E., Mutlu, E., Oğuz, T., Okyar, M., Özsoy, E., Tuğrul, S., Yılmaz, A., 2000, TÜBİTAK-DPT-ODTÜ, DAP ve Ulusal Deniz Araştırma ve İzleme Programı, Akdeniz, Marmara Denizi,, Türk Boğazlar Sistemi, Karadeniz ve Atmosfer Alt Projeleri 1995-1999 Dönemi Sentez Raporu.
- Kimor, B., Neori, A., Gordon, N., 1992, The Planktonic Cyanobacteria in the Gulf of Aqaba, Red Sea: Species Composition and Biomass, *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 33.
- Kocataş, A., 1999, Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi No. 60, Bornova, İzmir, 358 s.
- Kononen, K., Kuparinen, J., Mäkelä, K., Laanemets. J., Pavelson, J., Nämman, S., 1996, Initiation of Cyanobacterial Blooms in a Frontal Region at the Entrance to the Gulf of Finland, Baltic Sea, *Limnol. Oceanogr.*, 41 (1), 98-112.
- Koray, T., 1995, Phytoplankton Species Succession, Diversity and Nutrients in Neritic Waters of the Aegean Sea (Bay of İzmir), *Tr. J. Botany*, 19, 531-544.
- Köksalan, İ., 2000, Weekly Changes in Marine *Synechococcus spp.* Abundance in the Northern Levantine Basin Shelf Waters (Mersin), Msc. Thesis, METU- IMS, Erdemli, Turkey, 100pp.
- Kraus, E. B., Businger, A. J., 1957, Atmosphere- Ocean Interaction, Oxford University Press.

- Kuosa, H., 1991, Picoplanktonic Algae in the Northern Baltic: Seasonal Succession and Flagellate Grazing, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 73, 269-276.
- Kuparinen, J., Kuosa, H., 1993, Autotrophic and Heterotrophic Picoplankton in the Baltic Sea, In: *Advances in Marine Biology*, Blaxter, J. H. S., Southward, A. J., 29, Academic Press Limited, London.
- Lantonie, F., Neveux, J., 1997, Spatial and Seasonal Variations in Abundance and Spectral Characteristics of Phycoerythrins in the Tropical Northeastern Atlantic Ocean, *Deep-Sea Research I*, 2, 223-246.
- Li, W. K. W., 1998, Annually Average Abundance of Heterotrophic Bacteria and *Synechococcus* in Surface Ocean Waters, *Limnol. Oceanogr.*, 43 (7), 1746-1753.
- Lund-Hensen, L. C., Skyum, P., 1992, Changes in Hydrography and Particulate Matter During a Barotrophic Forced Inflow, *Oceanologica Acta*, 15 (14), 339-346.
- Mihnea, P. E., 1987, The Eutrophication Process in the Inshore Romanian Black Sea, *Revue Roumaine de Biologie*, 32 (2), 149-155.
- Morel, A., Ahn, Y-H., Partensky, F., Vaultot, D., Claustre, H., 1993, *Prochlorococcus* and *Synechococcus*: A Comparative Study of Their Potical Properties in Relation to Their Size and Pigmentation, *Journal of Marine Research*, 51, 617-649.
- Morel, A., 1997, Consequences of a *Synechococcus* Bloom Upon the Potical Properties of Oceanic (Case 1) Waters, *Limnol. Oceanogr.*, 42 (8), 1746-1754.
- Murphy, L. S. and Hauhen, E. M., 1985, The Distribution and Abundance of Phototrophin Ultraplankton in the North Atlantic, *Limnol. Oceanogr.*, 30, 47-58.
- Murray, J. W., 1991, A, Hydrographic variability in the Black Sea, Edited by İzdar, E., Murray, J. W., *Black Sea Oceanography*, Kluwer Academic Puplichers, Netherlands, 351, 1-16.
- Murray, J. W., 1991, B, The 1988 Black Sea Oceanographic Expedition: Introduction and Summary, *Deep-Sea Research*, 38, Suppl. 2, 655-661.
- Ning, X., Cloern, J. E., Cole, B. E., 2000, Spatial and Temporal Variability of Picocyanobacteria *Synechococcus spp.* in San Francisco Bay, *Limnol. Oceanogr.*, 45 (3), 695-702.
- ODTÜ, 1989, A, TÜBİTAK Ulusal Ölçme ve İzleme Programı Batı Karadeniz Alt Projesi Değerlendirme Raporu, Cilt II, Proje no: DEBÇAĞ 102 G2, İçel.

- ODTÜ, 1989, B, Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, TÜBİTAK Ulusal Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Alt Projesi 1988 Dönemi Yıllık Raporu, Proje no: DEBÇAĞ-47/G, İçel.
- ODTÜ, 1990, A, TÜBİTAK Ulusal Ölçme ve İzleme Programı Karadeniz Alt Projesi, Karadeniz Araştırmalarının (1986-1990) Son Beş Yıllık Değerlendirme Raporu, İçel.
- ODTÜ, 1990, B, Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, TÜBİTAK Ulusal Ölçme ve İzleme Programı , Doğu Karadeniz Alt Projesi, Proje No: DEBÇAĞ 58/G, 1989 Dönemi Yıllık Raporu, İçel.
- Oğuz, T., Latif, M. A., Sur, H. İ., Ünlüata, Ü., 1989, Batı ve Orta Karadeniz'in Oşinografisi, Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, İçel.
- Oğuz, T., Tuğrul, S., 1998, Denizlerimizin Genel Oşinografik Özelliklerine Toplu Bir Bakış, Ed. Gürür, N., Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi İstanbul, 1-21.
- Parsons, T. R., Maita, Y., Lalli, C. M., 1984, A, Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Pergamon Press, Great Britain, 173p.
- Parsons, T. R., Takahashi, M., Barry, H., 1984, B, Biological Oceanic Processes, Pergamon Press, Great Britain, 330 pp.
- Phlips, E. J., Badylak, S., Lynch, T. C., 1999, Blooms of the Planktonic Cyanobacterium *Synechococcus* in Florida Bay, a Subtropical Inner Shelf Lagoon, Limnol. Oceanogr., 44 (4), 1166-1175.
- Pick, F. R., 1991, The Abundance and Composition of Freshwater Picocyanobacteria in Relation to Light Penetration, Limnol. Oceanogr., 36 (7), 1457-1462.
- Riley, J. P., Skirrow, G., 1975, Chemical Oceanography, 2, 2. Edition, Academic Press, London, New York, San Francisco.
- Sellner, K. G., 1997, Physiology, Ecology and Toxic Properties of Marine Cyanobacteria Blooms, Limnol. Oceanogr., 42 (5), 1089-1104.
- Schulz, S., Leppänen, J. M., Aertebjerg, G., Horstmann, U., 1990, Phytoplankton: Chlorophyll-a and Primary Production. In:" Second Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea. 1984-1988; Background Document". Baltic Sea Environment Proceedings No: 35 B, pp. 156-166. Baltic Marine Environment Protection Commission- Helsinki Commission.

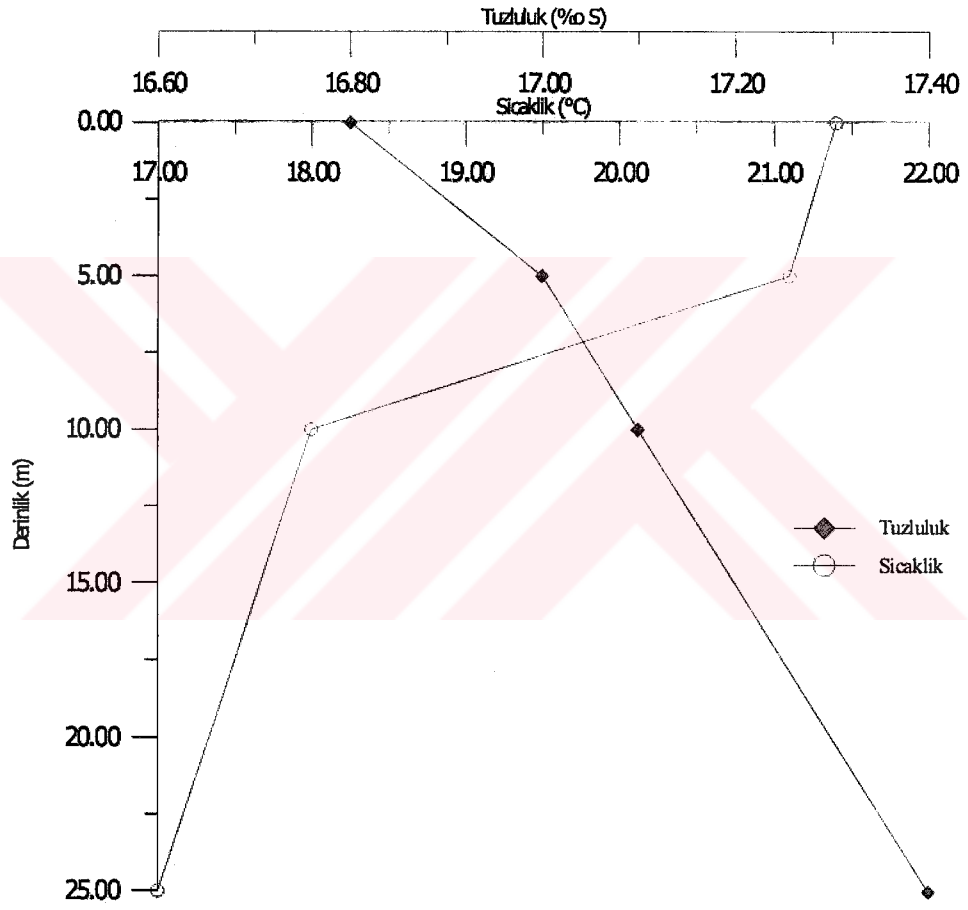
- Shimada, A., Hasegawa, T., Umeda, I., Kadoya, N., Maruyama, T., 1993, **Spatial Mesoscale Patterns of West Pacific Picophytoplankton as Analyzed by Flow Cytometry: Their Contribution to Subsurface Chlorophyll Maxima**, *Marine Biology*, 115, 209-215.
- Sivri, N., 1999, **Solaklı Deresi Girdilerinin Kıyısal Pelajik Ekosisteme Etkileri**, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 181s.
- Sokal, R. R., Rolf, F. J., 1974, **Introduction to Biostatistic**, Edited by W. H. Freeman, Second Edition New York.
- Sorokin, Y. U., 1986, **The Black Sea**, In: *Ecosystems of the World 26. Eestuaries and Enclosed Seas*, Elsevier Publishing, New York, 253-292.
- Tortoro, G. J., Funke. B. R., Case, C. L., 1998, **Microbiology an Introduction**, Sixth Edition, 832pp.
- Tüysüz, O., 1998, **Karadeniz Pontus Euxinus, Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi**, Edited by Görür, N., İstanbul, 2-129.
- Uysal, Z., Kıdeyş, A. E., Köksalan, İ., 1998, **Karadeniz’de Birincil Üretimi Pompalayan Cyanobacterium *Synechococcus*’un Su Kolonundaki Dağılımını Etkileyen Fiziko-Kimyasal Etmenlerin Araştırılması**, TÜBİTAK YDABÇAĞ-352 No’lu Araştırma Projesi, Ankara, 74 s.
- Uysal, Z., 2000, **Pigment, Size and Distribution of *Synechococcus spp.* in the Black Sea**, *Journal of Marine Systems*, 24, 313-326.
- Uysal, Z., 2001, **Chroococcoid Cyanobacteria *Synechococcus spp.* in the Black Sea: Pigment, Size, Distribution, Growth and Diurnal Variability**, *Journal of Plankton Research*, 23 (2), 175-190.
- Valiela, I., 1995, **Marine Ecological Processes**, Second Edition, Springer- Verlag, 686 p.
- Vukadin, I. And Stojanoski, L., 1992, **Distributrion of Nutrients in the Eastern Adriatic Coastal Sea- Post Algal Bloom**, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 33,86.
- Waterbury, J. B., Watson, S. W., Guillard, R. R. L., Brand, L. E., 1979, **Widespread Occurence of a Unicellular, Marine Planktonic, Cyanobacterium**, *Nature*, 277, 5694, 293-294.
- Whitton, B. A., Potts, M., 2000, **Introduction to the Cyanobacteria**, Edited by Whitton, B. A., Poots, M., *The Ecology of Cyanobacteria*, Kluwer Academic Publisher, Netherland.



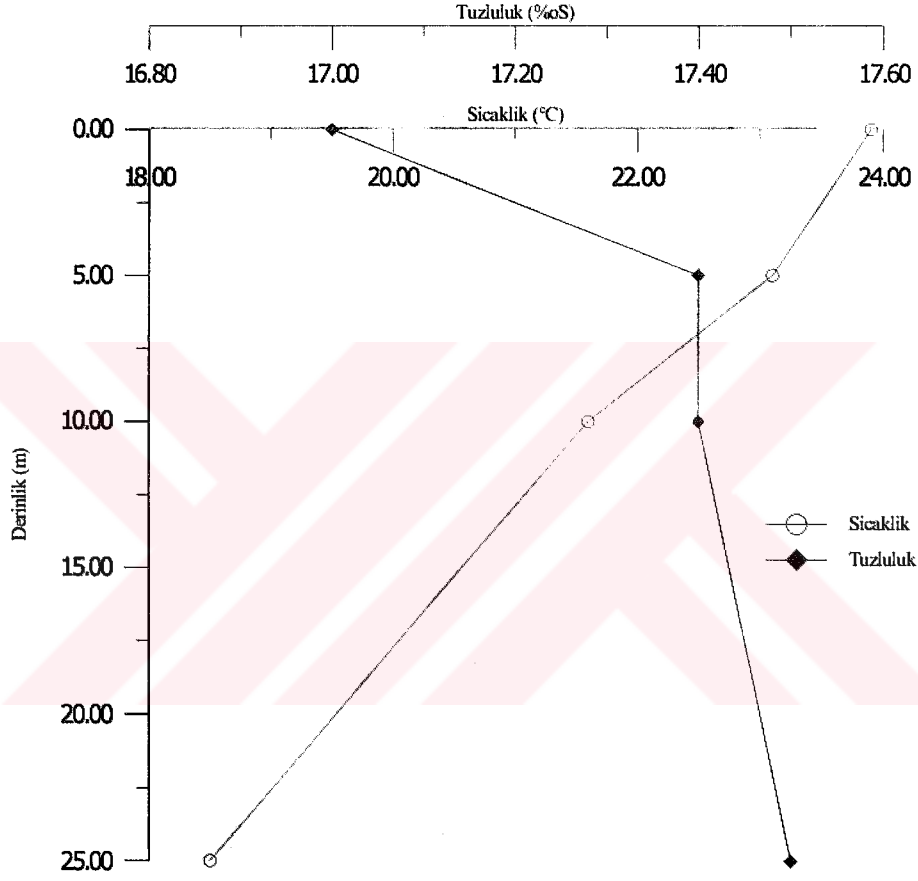
- Wood, A. M., Muirhead, K., Horan, P. K., Phinney, D. A., Yentsch, C. M., Waterbury, J. B., 1985, Discrimination Between Types of Pigments in Marine *Synechococcus spp.* by Scanning Spectroscopy, Epifluorescence Microscopy and Flow Cytometry, *Limnol. Oceanogr.*, 30, 1303-1315.
- Wyman, M., 1992, An in Vivo Method for The Estimation of Pyhcoerythrin Concentrations in Marine Cyanobacteria (*Synechococcus spp.*), *Limnol. Oceanogr.*, 37 (6), 1300-1306.
- Zaitsev, Y. P., 1991, Land- Based Sources of Current Antropogenic Change in the Black Sea Ecosystem // ACOPS. Assessment of Land- Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS., Book of Abstract, Sevastopal 6-10 April, 1, 38-41.



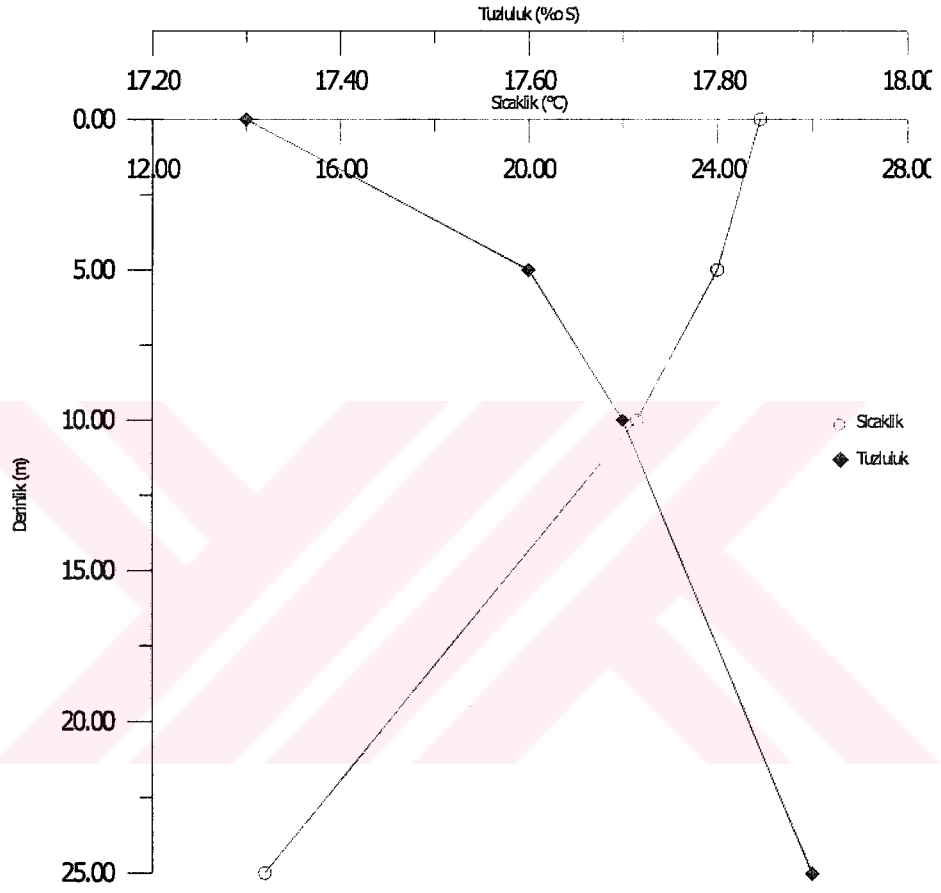
## 8. EKLER



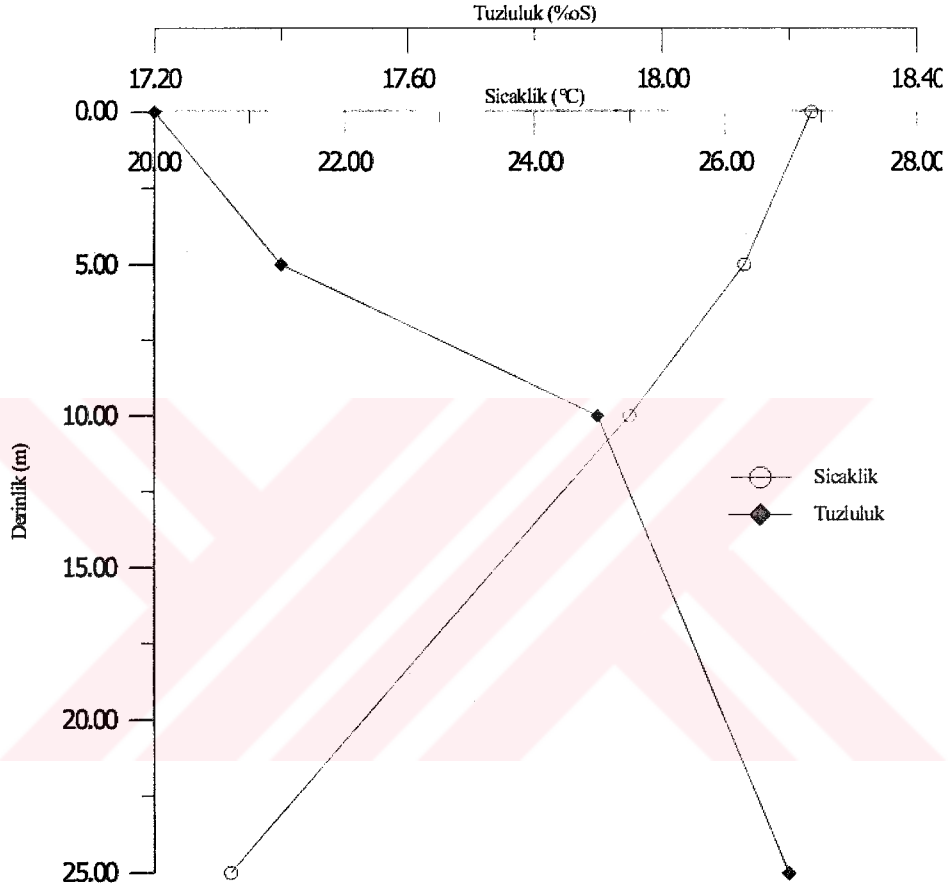
Ek Şekil 1. S<sub>2</sub> istasyonunda mayıs ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi



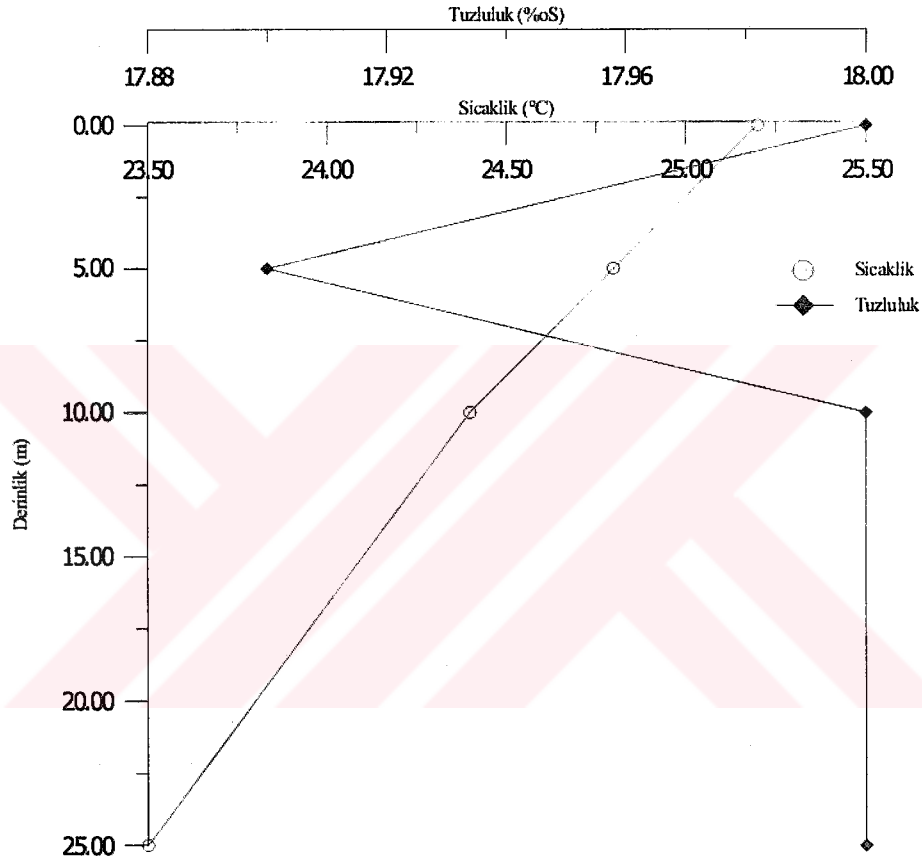
Ek Şekil 2. S<sub>2</sub> istasyonunda haziran ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi



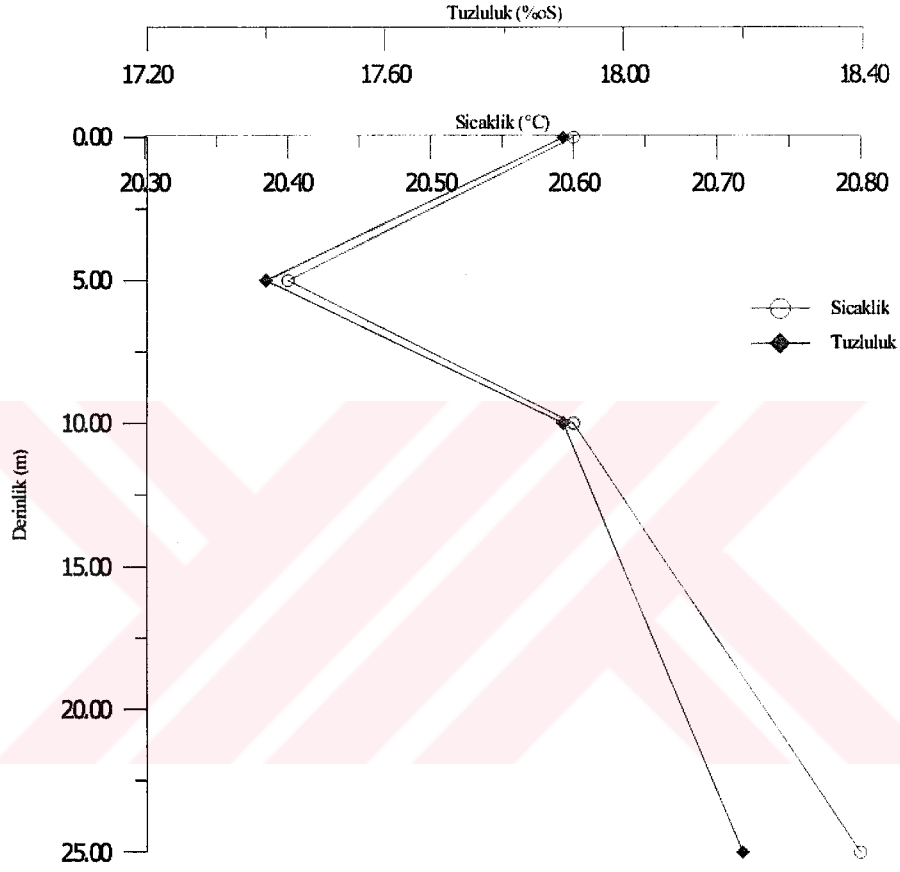
Ek Şekil 3. S<sub>2</sub> istasyonunda temmuz ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi



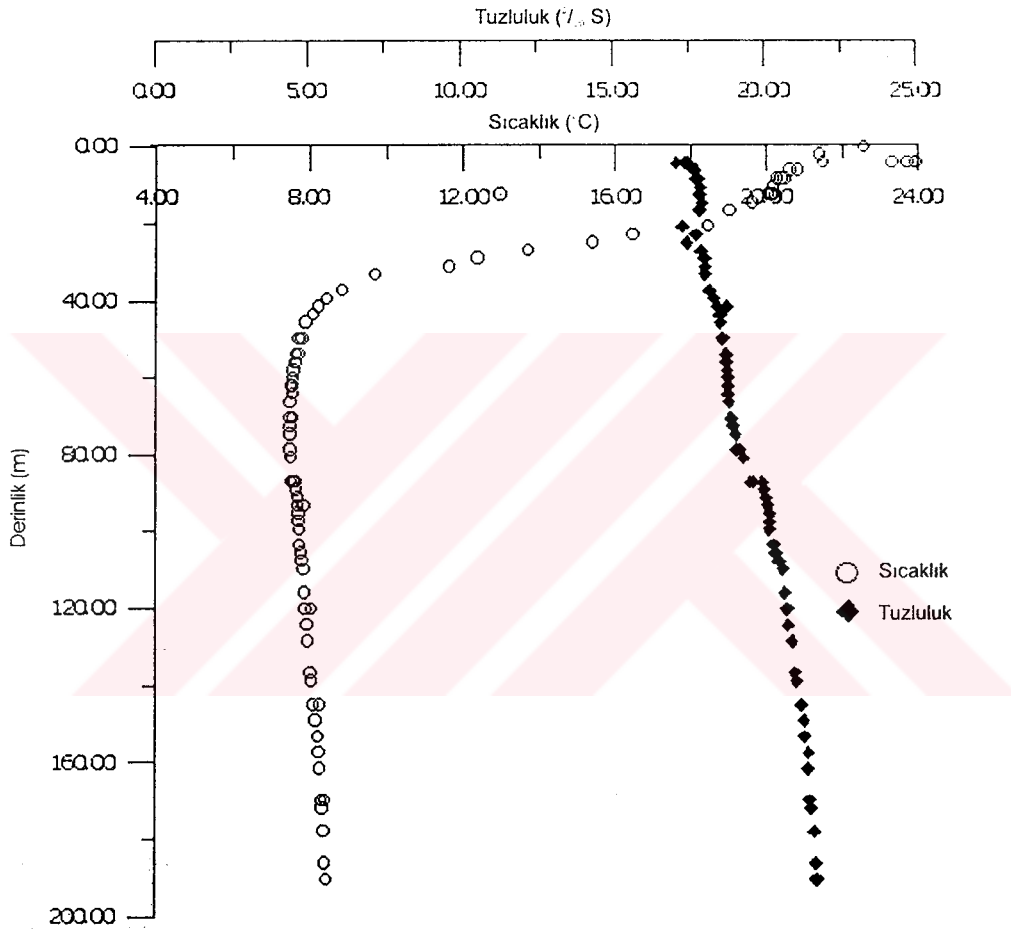
Ek Şekil 4. S<sub>2</sub> istasyonunda ağustos ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi



Ek Şekil 5. S<sub>2</sub> istasyonunda eylül ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi

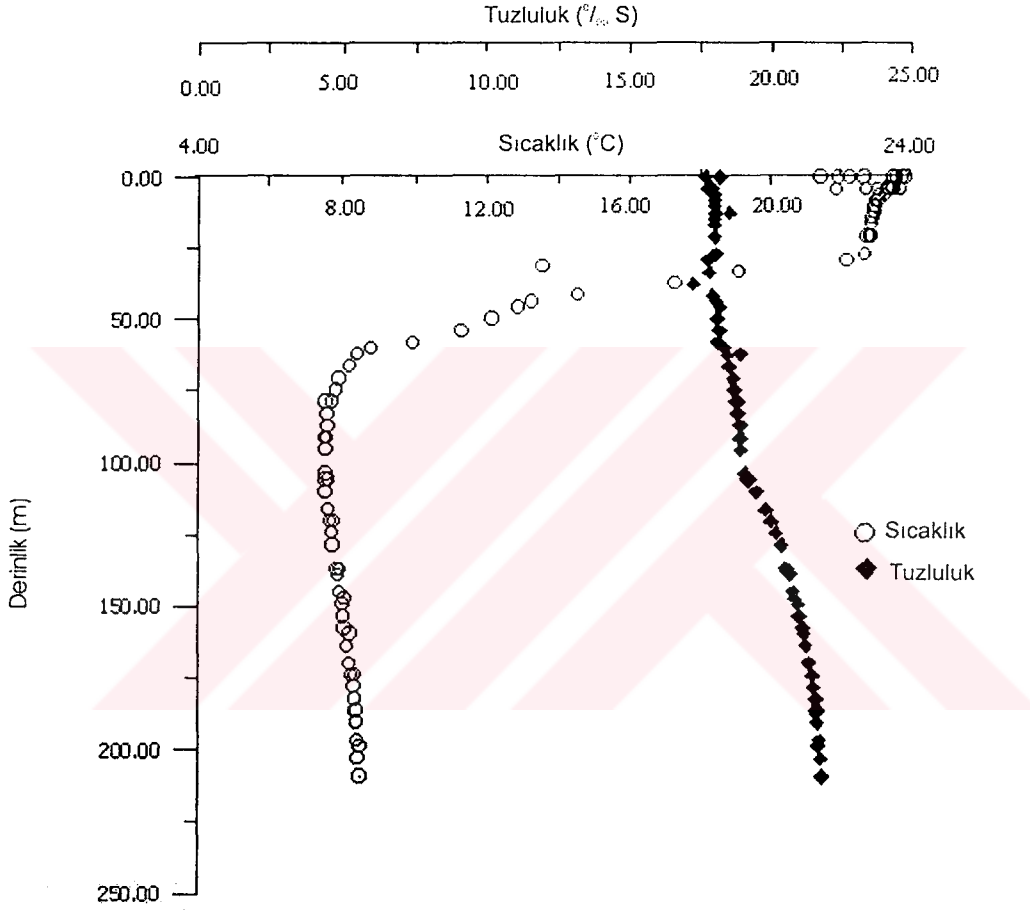


Ek Şekil 6. S<sub>2</sub> istasyonunda ekim ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi

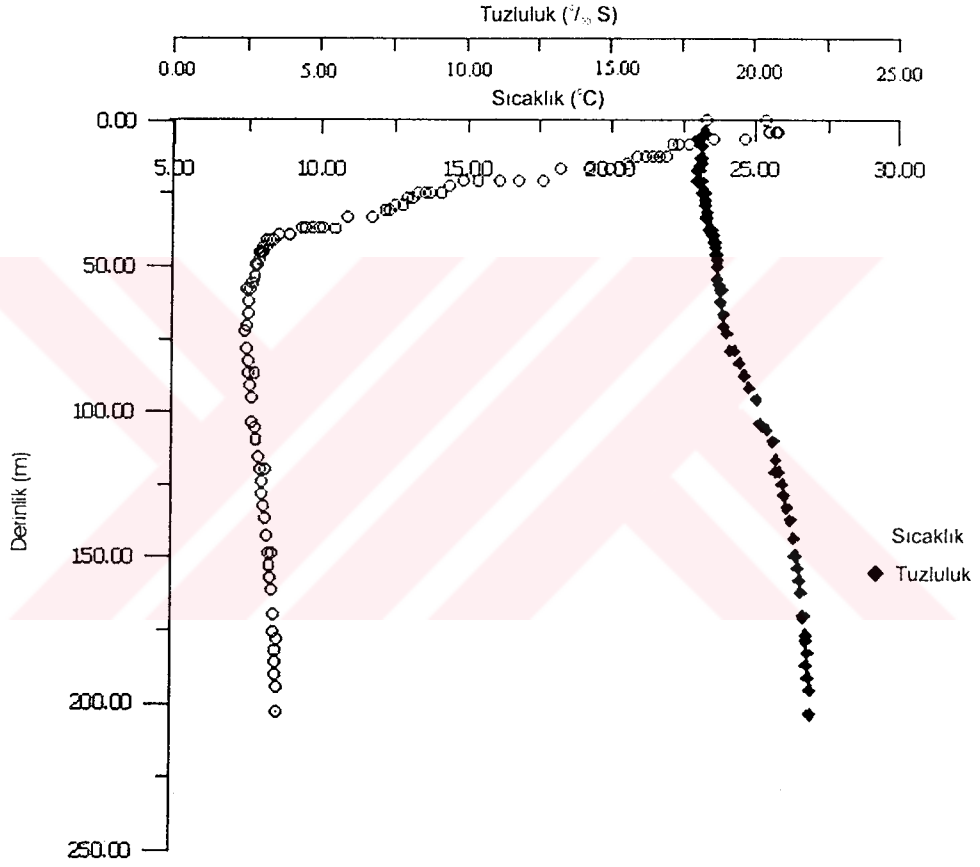


Ek Şekil 7. S<sub>3</sub> istasyonunda mayıs ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinliğe göre değişimi

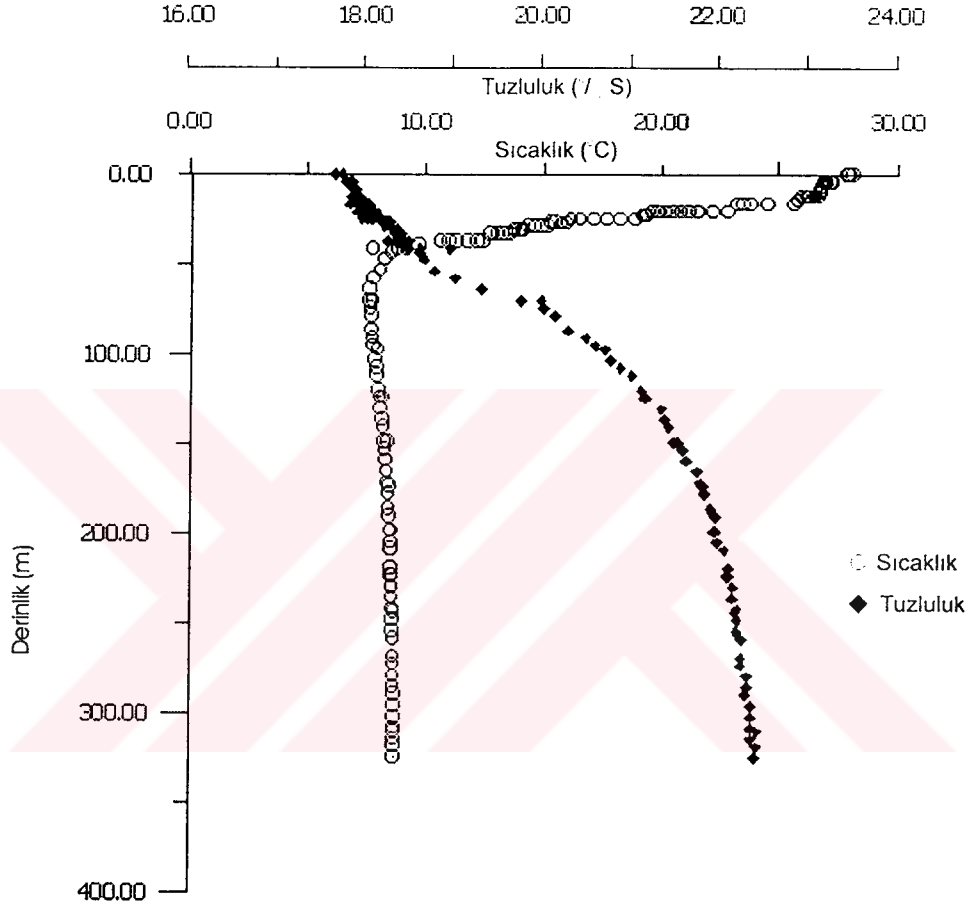




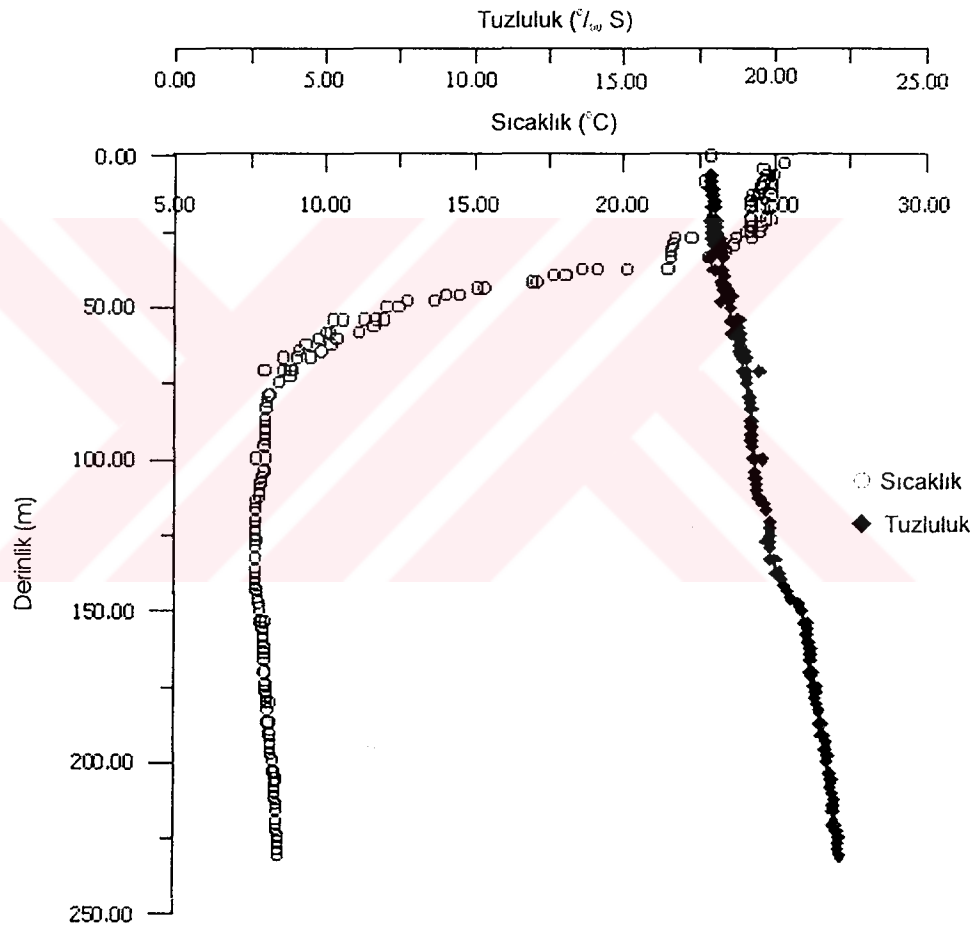
Ek Şekil 8. S<sub>3</sub> istasyonunda haziran ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi



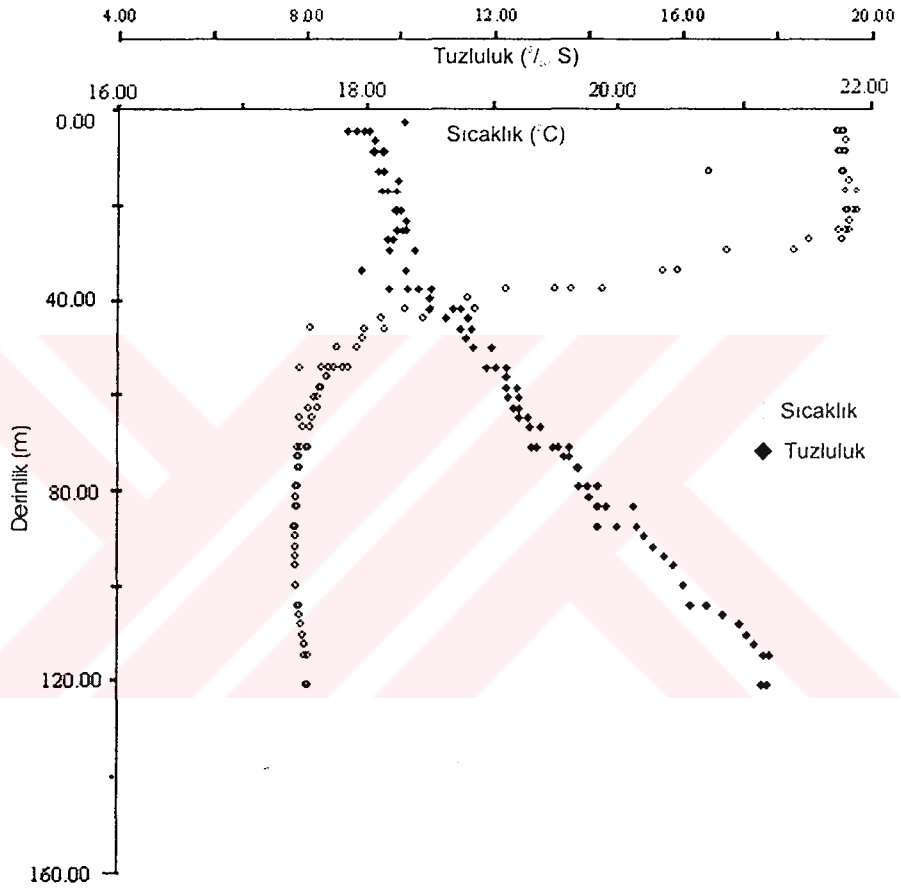
Ek Şekil 9. S<sub>3</sub> istasyonunda temmuz ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi



Ek Şekil 10. S<sub>3</sub> istasyonunda ağustos ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi



Ek Şekil 11. S<sub>3</sub> istasyonunda eylül ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi



Ek Şekil 12. S<sub>3</sub> istasyonunda ekim ayında ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi

## 9. ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'nde başlamış olduğu öğrenimini 1997 yılında tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans programına başladı. 1998 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevine devam etmektedir.



**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMAN TRABZON**