

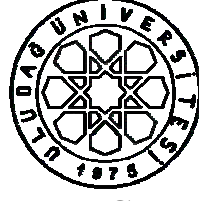
T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMLİK KÖRFEZİ MAKRO ALGLERİNİN BAZI  
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

HACER ARAL (ÜNÜBOL)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2008



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMLİK KÖRFEZİ MAKRO ALGLERİNİN BAZI  
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

HACER ARAL (ÜNÜBOL)

Prof. Dr. Şükran DERE  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2008

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMLİK KÖRFEZİ MAKRO ALGLERİNİN BAZI BİYOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

HACER ARAL (ÜNÜBOL)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 07/11/ 2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şükran DERE .....  
(Danışman)

Doç.Dr. Elif DEMİRKAN .....

Yrd. Doç. Dr. Ayşe ELMACI .....

## ÖZET

### GEMLİK KÖRFEZİ MAKRO ALGLERİNİN BAZI BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, Chlorophyta Divizyonu'na ait dört takson (*Ulva rigida* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, *Codium* sp., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees) ve Phaeophyta Divizyonu'na ait bir takson (*Cystoseira* sp.) Marmara Denizi'nin güney bölgesinde bulunan Gemlik Körfezi'nde iki istasyondan, infralittoral zondan Haziran 2008'de toplanmıştır.

Her iki istasyonda toplam beş taksonda biyokimyasal içerik (toplam protein, toplam çözülmüş karbohidrat ve pigment), deniz suyunda sıcaklık, çözülmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, pH, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, toplam çözülmüş madde, karbonat, bikarbonat, ortofosfat, nitrit azotu, amonyak azotu, nitrat azotu değerleri belirlenmiştir. Beş makroalg taksonunun toplam protein, toplam çözülmüş karbohidrat ve toplam pigment değerleri, deniz suyunun fizikokimyasal parametreleri ile karşılaştırılmıştır.

En yüksek toplam protein içeriği, (8.538 g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonunda *Bryopsis plumosa* türünde, en düşük toplam protein içeriği (0.772 g kg<sup>-1</sup> fw) yine Güzelyalı istasyonunda *Codium* sp. türünde saptanmıştır.

İki istasyondan alınan beş makroalg taksonunda bakılan toplam çözülmüş karbohidrat verilerine göre en yüksek çözülmüş karbohidrat değeri (125.357 g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonunda *Ulva rigida* türünde, en düşük çözülmüş karbohidrat değeri (10.512 g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonunda *Codium* sp. türünde tespit edilmiştir.

İki istasyonun beş makroalg taksonun en yüksek klorofil-*a* ve klorofil-*b* değerleri (sırasıyla 1.611 g kg<sup>-1</sup> fw ve 0.902 g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonundan *Bryopsis plumosa* türünde tespit edilmiştir. Güzelyalı istasyonuna ait *Ulva rigida*, *Codium* sp. türlerinin toplam klorofil-*a*, klorofil-*b* değerlerinin, Narlı istasyonuna ait *Ulva rigida*, *Codium* sp. türlerinin toplam klorofil-*a*, klorofil-*b* değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Karoten değerlendirmesi sonucunda, Güzelyalı *Ulva rigida* türünün karoten değerinin, Narlı *Ulva rigida* türünün karoten değerinden yüksek olduğu görüldü. Bunun aksine, Narlı *Codium* sp. türünün karoten değerinin Güzelyalı *Codium* sp. türü karoten değerinden daha yüksek idi. Narlı istasyonuna ait *Cystoseira* sp. türünün klorofil-*a* ve fukoksantin değerleri Güzelyalı istasyonuna ait *Cystoseira* sp. türünün klorofil-*a* ve fukosiyanin değerlerinden daha yüksek olarak tespit edilirken, Narlı istasyonuna ait *Cystoseira* sp. türünün klorofil-*c* içeriği, Güzelyalı istasyonuna ait *Cystoseira* sp. türünün klorofil-*c* içeriğinden biraz daha az olarak tespit edilmiştir.

Toplam protein, toplam çözünmüş karbohidrat ve pigment değerleri alg taksonuna, deniz suyunun kirliliğine bağlı olarak istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir. Bunun yanında bu değerlerde, bireysel farklılıklar ve ölçülen parametrelerde etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makroalg, Toplam protein, Toplam çözünmüş karbohidrat ve Pigment, Deniz suyu kirliliği.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS OF MACROALGAE LIVE IN GEMLIK BAY

In this study, macroalgae samples of four taxa (*Ulva rigida* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, *Codium* sp., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees) from Chlorophyta and one taxon (*Cystoseira* sp.) from Phaeophyta were collected from infralittoral zone of Gemlik Bay, in the south part of The Marmara Sea, in June 2008.

Biochemical content (total protein, total dissolved carbohydrate, total pigment) of macroalgae of five taxa were observed in both Narlı and Güzelyalı stations. Temperature, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, pH, salinity, electrical conductivity, total dissolved substance, carbonate, bicarbonate, orthophosphate, nitrite, ammonium, nitrate were determined in seawater of stations. Value of total protein, total dissolved carbohydrate, pigment were compared with physicochemical parameters of seawater of the stations.

The highest total protein amount (8.538 g kg<sup>-1</sup> fw) was determined in *Bryopsis plumosa* from Güzelyalı. The smallest total protein amount (0.772 g kg<sup>-1</sup> fw) was determined in *Codium* sp. from Güzelyalı.

According to total dissolved carbohydrate, the highest total dissolved carbohydrate amount (125.357 g kg<sup>-1</sup> fw) was observed in *Ulva rigida* from Güzelyalı. The smallest total dissolved carbohydrate (10.512 g kg<sup>-1</sup> fw) was observed in *Codium* sp. from Güzelyalı.

*Bryopsis plumosa* from Güzelyalı had the highest chlorophyll-*a* and -*b* amounts (respectively, 1.611 g kg<sup>-1</sup> fw ve 0.902 g kg<sup>-1</sup>fw) in five taxa from Güzelyalı and Narlı stations. Chlorophyll-*a* and -*b* amounts of *Ulva rigida* and *Codium* sp. from Narlı station were higher than chlorophyll-*a* and -*b* amounts of *Ulva rigida* and *Codium* sp. from Güzelyalı station. Caroten content of *Ulva rigida* from Güzelyalı was higher than *Ulva rigida* from Narlı but caroten content of *Codium* sp. from Narlı was higher than *Codium* sp. from Güzelyalı. Chlorophyll-*a* and fucoxanthin amounts of *Cystoseira* sp. Narlı were higher than *Codium* sp. from Güzelyalı. Chlorophyll-*c* content of *Cystoseira* sp. from Narlı was a little smaller than *Cystoseira* sp. from Güzelyalı.

Total protein, total dissolved carbohydrate, pigment amounts of taxa exhibited differences according to algal taxon, pollution of seawater. In these differences were impacts of individual variations and measured parameters.

Key Words: Macroalgae, Total protein, Total dissolved carbohydrate, Pigment, Pollution of seawater

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b><u>Sayfa</u></b>
TEZ ONAY	
SAYFASI.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
SİMGELER KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
 GİRİŞ.....	 1
 1. KAYNAK ÖZETLERİ .....	 4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
2.1. Materyal.....	12
2.1.1. Marmara denizi ve gemlik körfezi.....	12
2.1.1.1. Marmara Denizi ve Kirletici kaynakları.....	12
2.1.1.2. Gemlik Körfezi ve Kirletici Kaynakları.....	16
2.1.2. Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları.....	17
2.2. Yöntem.....	18
2.2.1. Makroalg örneklerinin alınması ve teşhisi.....	18
2.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	19
2.2.3. Biyokimyasal analizler.....	21
2.2.4. İstatiksel analizler.....	23
3. BULGULAR.....	24
3.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular.....	24
3.2. Biyokimyasal bulgular.....	26
3.2.1. Toplam protein .....	26
3.2.2. Toplam çözülmüş karbonhidrat .....	28
3.2.3. Pigment değerleri.....	30
3.2.3.1. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin pigment İçerikleri.....	30
3.2.3.2. Phaeophyta Divizyo'sundan <i>Cystoseira</i> sp. genusunun pigment İçerikleri.....	34

3.2.3. İstatistiksel analiz sonuçları.....	36
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	54
TEŞEKKÜR.....	55



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AD	:Anlamalı değil
BOD <sub>5</sub>	:Beş Günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
Chl- <i>a</i>	:Klorofil- <i>a</i>
Chl- <i>b</i>	:Klorofil- <i>b</i>
Chl- <i>c</i>	:Klorofil- <i>c</i>
Car	:Karoten
Cd-Cu	:Kadmiyum-Bakır
cm	:Santimetre
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	:Karbonat
DMSO	:Dimetilsülfoksit
DO	:Çözünmüş Oksijen
DON	:Çözünmüş Organik Azot
FW	:Yaş Ağırlık
Fuco	:Fukoksantin
DW	:Kuru Ağırlık
EC	:Elektriksel İletkenlik
g	:Gram
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	:Sülfürik asit
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	:Bikarbonat
kg	:Kilogram
km	:Kilometre
km <sup>2</sup>	:Kilometrekare
l	:Litre
m	:Metre
m <sup>2</sup>	:Metrekare
m <sup>3</sup>	:Metreküp
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
mS	:Milisimens
M	:Molarite
MnSO <sub>4</sub>	:Mangan sülfat
N	:Azot
n	:Birey sayısı
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	:Sodyum tiyosülfat
NH <sub>3</sub>	:Amonyak
NH <sub>3</sub> -N	:Amonyak Azotu
NH <sub>4</sub>	:Amonyum
nm	:Nanometre
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	:Nitrit
NO <sub>2</sub> -N	:Nitrit Azotu
NO <sub>3</sub>	:Nitrat
NO <sub>3</sub> -N	:Nitrat Azotu
<sup>0</sup> C	:Santigrat Derece
o-PO <sub>4</sub>	:Ortofosfat
ort	:Ortalama

P	:Fosfor
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	:Fosfat
SS	:Standart Sapma
Siph	:Siphonaxanthin
T	:Sıcaklık
TDS	:Toplam Çözünmüş Madde
μ	:Mikron

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Gemlik Körfezi'nde belirlenen örnek alma istasyonları.....	17
Şekil 3.1. Güzelyalı ve Narlı istasyonunda makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam protein miktarındaki $g\ kg^{-1}$ fw değişimi.....	28
Şekil 3.2. Güzelyalı ve Narlı istasyonlarından toplanan bazı makroalg türlerine ait karbohidrat miktarındaki $g\ kg^{-1}$ fw değişimi.....	30
Şekil 3.3. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Chl- <i>a</i> değerlerinin değişimi.....	32
Şekil 3.4. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Chl- <i>b</i> değerlerinin değişimi.....	33
Şekil 3.5. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Karoten değerlerinin değişimi.....	33
Şekil 3.6. <i>Cystoseira</i> sp. türünde pigmentlerin istasyonlara göre değişimi.....	34

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin istasyonlara bağlı değişimi.....	25
Çizelge 3.2. Güzelyalı ve Narlı istasyonunlarında makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam protein miktarı ve standart sapma (SS) değerleri.....	27
Çizelge 3.3. Güzelyalı ve Narlı istasyonlarında makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam çözünmüş karbohidrat miktarı ve standart sapma (SS) değerleri.....	29
Çizelge 3.4. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin pigment içerikleri.....	31
Çizelge 3.5. Phaeophyta Divizyo'sundan <i>Cystoseira</i> sp. türü pigment içerikleri.....	35
Çizelge 3.6. <i>Codium</i> sp. ve <i>Ulva rigida</i> türlerinin biyokimyasal içeriklerinin istasyonlara göre farklarını gösteren Mann Whitney-U Testi sonuçları.	37
Çizelge 3.7. <i>Cystoseira</i> sp. türünün biyokimyasal içeriklerinin istasyonlara göre farklarını gösteren Mann Whitney-U Testi sonuçları.....	37

## GİRİŞ

Bir yüzeye tutunarak yaşayan makroskobik deniz algleri, deniz yosunu (seaweed) olarak kabul edilir. Deniz yosunları, Chlorophyta (yeşil algler), Rhodophyta (kırmızı algler) ve Phaeophyta (kahverengi algler) olmak üzere üç ana grupta incelenebilirler. Çoğunlukla bentik olan bu üç makroalg divizyonunun türleri, farklı pigment sistemleri ve üreme yapıları ile ve hatta diğer yapısal farklılıkları ile birbirlerinden ayrılırlar.

Makroalgler, deniz ekosistemlerindeki biyolojik, ekolojik ve ticari açıdan önemli olan canlılardır. Biyolojik açıdan makroalglerin en önemli fonksiyonu fotosentez yapmalarıdır. Birincil üretimin temelini oluşturan fotosentez olayı, deniz ekosistemlerinin en önemli oksijen kaynağıdır. Bununla beraber deniz makroalglerinin oluşturduğu topluluklar, diğer canlılar için beslenme, barınma ve üreme ortamı olmaktadır (Wahbeh 1997; Wilson 2002). Bu özellikleri nedeniyle makroalgler, ekosistemin kararlılığını sürdürebilmesi için önemli organizmalardır.

Protein, karbohidrat ve diğer besin elementlerini içermeleri sebebiyle makroalgler en önemli organizmalardan birisidir. Makroalgler deniz suyunun kimyasal bileşiminden etkilenmektedirler. Deniz ekosistemine giren birçok atık deşarjlar, aromatik hidrokarbonlar, halojenler ve azotlu bileşikler içermektedir. Bu bulaşma sebebiyle, birçok araştırmacı makroalglerle farklı birçok deney yapmaktadır (Haritonidis ve Malea 1999, Guimaraens ve Coutinho 2000, Hernandez ve ark. 2002, Dere ve ark. 2003, Yıldız ve ark. 2003 a, b).

Yenilebilir deniz yosunları besin lifleri, mineraller ve protein bakımından zengindirler (Lahaye 1991, Mabeau ve Fleurence 1993, Lahaye ve Kaeffer 1997, Fleurence 1999, Rupe´rez ve Saura-Calixto 2001). Dünyanın diğer yerlerinde az olmakla birlikte, Asya’da eski çağlardan beri deniz yosunları tüketilmektedir (Chapman

ve Chapman 1980, Indergaard ve Minsaas 1991). Makroalglerin besin olarak tüketimi ise özellikle uzak doğu ÷lkelerinde yaygındır. Yüksek protein içeriklerinden dolayı, son zamanlarda hayvansal besin olarak kullanımı da ön plana çıkmaktadır.

Ayrıca deniz yosunlarının antimikrobiyal, antiviral, antikoagölant, hemaglutinin, fibrinolitik ve antineoplastik aktivite gösterdikleri de bazı çalışmalarla kanıtlanmıştır (Round 1973, Parker 1993, Fleurence 1999).

Deniz alglerinden elde edilen değişik ekstraktlar yapısal ve biyolojik olarak aktif metabolitler için zengin bir kaynaktır. Bu nedenle, farklı deniz canlılarından elde edilen birçok kimyasal bileşik tıpta ve eczacılıkta, ilaçların ana maddesi veya yardımcı maddesi olarak kullanılmaktadır (Jin ve ark. 2006) ve bunlardan yeni farmasötikler (ilaçlar) geliştirilebilir (Da Rocha ve ark. 2001, Schwartsmann ve ark. 2001).

Habitatları, biyolojileri gereği, deniz yosunlarını incelemek, yönetmek (manuple etmek) ve ölçmek oldukça kolaydır. Bu sebeple, çeşitli ekolojik teorileri test etmek amacıyla model organizmalar olarak sıklıkla kullanılmaktadırlar (Creed 1998, Dayton 1971, Hay 1981, Prathap 2003).

Makroalglerle ilgili yapılan bilimsel çalışmaların artması, alglerin ticari önemlerini giderek arttırmakta ve kullanım alanlarını genişletmektedir. Özellikle son zamanlarda yapılan çalışmalar makroalglerin yüksek oranda antioksidan özelliğe sahip bileşikler bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle de, tüm dünyada makroalglerle olan ilgi artmaktadır.

÷lkemiz makroalgler bakımından oldukça fazla tür çeşitliliğine ve potansiyele sahiptir. Ancak ÷lkemizde makroalglerle ilgili sanayi gelişmediğinden, bu potansiyel değerlendirilememektedir. ÷lkemizde yayılış gösteren makroalglerin biyokimyasal içerikleri ve biyoaktif molekül oranları araştırmalarla ortaya konulup, ilgili sanayinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, ülkemiz makroalglerini daha yakından tanıyabilmek ve onların biyokimyasal bileşimleri hakkındaki bilgi birikimine katkı sağlayabilmek amacıyla Gemlik Körfezi'nde iki istasyondan toplanan Chlorophyta Divizyonu'ndan *Ulva rigida* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, *Codium* sp., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees ve Phaeophyta Divizyonu'ndan *Cystoseira* sp. türlerinin toplam protein, toplam çözünmüş karbohidrat ve toplam pigmentlerinin, deniz suyunun fizikokimyasal parametrelerine bağlı değişimleri incelenmiştir.

## 1. KAYNAK ÖZETLERİ

Makro algler ya da deniz yosunları uzun yıllardır özellikle Doğu Asya'da insan ve hayvan besini olarak tüketilmektedir. Bu nedenle deniz yosunlarının besin içerikleri hakkında çeşitli çalışmalar ve araştırmalar yapılmaktadır.

Wong ve Cheung (2000), *Ulva lactuca* örneklerinde protein, lipit ve karbohidrat içeriklerini belirlemişlerdir.

Çetingül ve arkadaşları (1996), *Cystoseira barbata* türünde aminoasit içeriklerini belirlemişler ve bu türün protein kaynağı olarak gıda, gübre ve hayvan yem endüstrisinde kullanılabileceğini söylemişlerdir.

Muthuvelan ve arkadaşları (1997, 1998), laboratuarda kültür ortamında gerçekleştirdikleri bir çalışmada çeşitli dalga boylarındaki ışınların *Ulva pertusa* türünün büyümesine olan etkilerini incelemişler, protein, sakkarit ve klorofil içeriklerinin farklı dalga boylarında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Wahbeh (1997), yaptığı çalışmada dört farklı alg türünde total protein, aminoasit, lipit ve yağ asidi içeriklerini belirlemiştir.

Yapılan bir çalışmada *Ulva lactuca* türü ergin erkek keçilere besin olarak verilmiş, makroalgin yüksek protein içeriğinden dolayı bu hayvanlar için besin olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Ventura ve Castanon 1998).

Haroon ve arkadaşları (2000), gerçekleştirdikleri çalışmada *Enteromorpha* türlerinde protein, lipit ve karbohidrat içeriklerini belirlemişler, ölçülen biyokimyasal parametrelerin mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.



Wong ve Cheung (2001), Rhodophyta diviziyosundan iki tür ve Chlorophyta diviziyosundan *Ulva lactuca* türünden izole ettikleri proteinlerin besin değerlerini belirlemişler ve her üç türde de temel aminoasit miktarlarını yüksek bulmuşlardır.

Dalkıran ve arkadaşları (2002), Gemlik körfezi ve Kapıdağ yarımadasında tespit edilen iki istasyondan toplanan bazı Chlorophyta üyelerinin toplam protein, toplam çözülmüş karbohidrat ve pigment içeriklerini tespit etmişlerdir.

Dere ve arkadaşları (2003), yaptıkları bir çalışmada Marmara denizinde iki bölgeden, farklı derinliklerden topladıkları Chlorophyta, Phaeophyta ve Rhodophyta'ya ait 12 makroalg taksonunda toplam protein, toplam çözülmüş karbohidrat ve pigment içeriklerini belirlemişlerdir.

McDermid ve Stuerckle (2003), Hawaii adalarında besin olarak tüketilen yirmi iki makroalg (altı Chlorophyta, dört Phaeophyta, on iki Rhodophyta) türünde protein, lipit, karbohidrat, kül, kalori, mineral ve vitamin içeriklerini araştırmışlardır.

Yıldız ve arkadaşları (2003b), Mart ve Nisan 2002 tarihlerinde Gemlik körfezi ve Kapıdağ yarımadasından belirlenen altı istasyondan ve dört farklı derinlikten toplanan *Ulva rigida* türünde pigment ve protein içeriklerinin derinliğe ve fizikokimyasal parametrelere bağlı olarak değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar derinliğe ve istasyona bağlı olarak *Ulva rigida* türünde istatistikle de desteklenmiş olan anlamlı farklılıklar tespit etmişlerdir.

Yıldız'ın (2004) 2002 yılında gerçekleştirdiği tez çalışmasında, Marmara Denizi'nin güney bölgesindeki altı istasyondan farklı derinliklerden topladığı Chlorophyta Diviziyosu'na ait beş taksonda toplam protein ve toplam çözülmüş karbohidrat içeriklerini belirlemiş, suyun fizikokimyasal özellikleri ile ilişkisini tespit etmiştir.

Durmaz ve arkadaşları (2008), *Ulva* spp.'de yağ asitleri, A-tokoferol ve toplam pigment miktarlarını araştırmışlar ve Türk karasularında en yaygın dağılıma sahip bu

cinsin yüksek düzeyde pigment, yağ asidi ve vitamin değerlerine sahip olduğunu tespit etmişler ve olası tüketim yollarının araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Jadeja ve Tewari (2008), gerçekleştirdikleri çalışmalarında sodyum bikarbonat endüstrisinin iki yeşil alg türü olan *Ulva fasciata* ve *Chaetomorpha antennina* türlerinin protein içerikleri üzerine etkilerini araştırmışlar ve bu endüstri tarafından kirletilen sularda bulunan alglerde protein seviyelerinin % 35'lere varan oranlara kadar artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada altı makroalg türünün kül, protein, karbohidrat, lipit ve enerji içerikleri araştırılmış, Chlorophyta üyelerinde enerji miktarlarında aylık farklılıklar olduğu tespit edilirken Rhodophyta ve Phaeophyta üyelerinde aylık değişimin az olduğu belirlenmiştir (Foster ve Hodgson 1998).

Güney Kaliforniya'da gerçekleştirilen bir çalışmada *Enteromorpha intestinalis* türünün ortamdaki besin tuzu zenginliğini belirlemede indikatör organizma olduğu tespit edilmiştir (Fong ve ark. 1998).

Zambrano ve Carballeiro (1999), petrol yağlarının (petroleum hidrokarbonlar) oluşturduğu kirliliğin bir *Ulva* sp. türünün fizyolojisi ve büyümesi üzerine etkilerini laboratuvar şartlarında araştırmışlar, petroleum hidrokarbonların özellikle fotosentez oranı üzerinde stres oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Michael ve arkadaşları (1985), yaptıkları çalışmada ışık şiddeti ve ışık kalitesinin *Codium fragile* alginden izole ettikleri kloroplastların nişasta sentezine etkilerini araştırmışlardır.

Rhodophyta Divizyonu üyeleri, besin boyası, agar, farmakolojik ürünler, insan kemik implantasyonu üretimi gibi çeşitli ticari alanlarda kullanılmaktadırlar (Woelkerling, 1990).

Sinop'ta (Karadeniz) yapılan bir çalışmada kanalizasyon kirliliğinin *Ulva lactuca* ve *Enteromorpha linza* türleri üzerine etkileri araştırılmış, besin tuzu girdisi ile makroalg büyümesi arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir (Bat ve ark. 2001).

Pinchetti ve arkadaşları (1998), kültür ortamında azotun *Ulva rigida* türünün fotosentez ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar ortamda azot eksikliğinde büyümenin azaldığını tespit etmişler ve bu nedenle makroalglerin gelişmesinde azotun en önemli besin tuzu olduğunu tespit etmişlerdir.

Lee ve Wang (2001), gerçekleştirdikleri çalışmada *Ulva fasciata* türünde ağır metal birikimi üzerine major besin tuzlarının (nitrat, amonyum ve fosfat) etkilerini araştırmışlar ve major besin tuzlarının makroalglerde ağır metal birikiminde belirgin olarak etki ettiklerini tespit etmişlerdir.

Yapılan iki farklı çalışmada *Ulva rotundata* türünün ortamdaki amonyumun % 97.7'sini (Hernandez ve ark. 2002), fosfatın ise %99.6'sını (Martinez ve ark. 2002) kullandığı tespit edilmiştir.

Gordillo ve arkadaşları (2006), Norveç Arktik denizinde yirmi bir makroalg türü (dört Chlorophyta, sekiz Rhodophyta ve dokuz Phaeophyta) ile denizsuyunda besin tuzu (nitrat ve fosfat) artışı üzerinde çalışmışlardır. Besin tuzu artışı durumunda, bazı algal enzimlerin (karbonikanhidraz, nitrat redüktaz ve alkalın fosfataz) aktivitesini ve alglerin bazı biyokimyasal özelliklerini (toplam çözünmüş karbohidrat, çözünmüş protein ve pigment) belirlemişlerdir. Çalışmacılar arktik bölgede bulunan deniz yosunlarının yaz aylarında azot sınırlılığından etkilenmediğini dikkate almak gerektiğini söylemişlerdir.

Gevaert ve arkadaşları (2007), Yeni Zellanda'da yaptıkları bir çalışmada *Ulva pertusa* türünde diurnal döngü ve amonyum özümlemesi kinetiğini çalışmışlardır. Araştırmacılar *Ulva pertusa* türünde biyosentetik prosesin günün erken saatlerinde daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve bu algde amonyum özümlemesinin sadece gündüz olduğunu tespit etmişlerdir.

Pakistan'ın Karachi sahillerinden toplanan bir Rhodophyta üyesi olan *Solieria robusta* türünde toplam protein tespit edilmiş, alg ekstraktlarının antifungal aktivitesi belirlenmiş ve algde bulunan ağır metaller tespit edilmiştir (Khanzada 2007). Araştırmacı bu algte toplam protein miktarının % 25 - %32 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Makroalglerin sadece insan ve hayvan besini olarak besin içerikleri ile ilgili çalışmalar yanında ikincil metabolitlerinin biyolojik aktiviteleri de ayrıntılı bir şekilde çalışılmaktadır. Makroalgler geniş biyolojik aktivite yelpazesi ile tanınırlar ve çok çeşitli ikincil metabolitleri üretme yetenekleri ile biyoaktif bileşiklerin kaynağıdır. Çok sayıda, makro ve mikroalg türü, yaşadıkları ortamda kendilerini koruma amacıyla çok çeşitli aktif kimyasal metabolitler üretirler. Bu bileşikler biyogenik bileşikler olarak da bilinmektedir (Bansemir ve ark. 2006).

Ali ve arkadaşlarının (2002), belirttiğine göre, makroalgler, dünyada, besin, gübre ve değerli ekstraksiyonları nedeniyle endüstriyel agar, karajen ve alginat gibi kimyasallar, zamk gibi ticari ürünler olarak kullanılmaktadırlar. Yakın zaman içindeki araştırmalar, alglerden ekstre edilen biyoaktif bileşikler sebebiyle alglerin özellikle ilaç sanayinde yeni fırsatlar yarattığına işaret etmektedir.

Deniz alglerinden elde edilmiş değişik ekstraktların farmakolojik aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir ve bu nedenle deniz yosunlarından elde edilen alginatlar tıpta ve eczacılıkta, ilaçların ana maddesi veya yardımcı maddesi olarak kullanılmaktadır (Jin ve ark. 2006).

Deniz yosunu ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerine ilişkin çok sayıda rapor ve çalışma mevcuttur (Tziveleka ve ark. 2003, Peters ve ark. 2003, Yim ve ark. 2004, Iken ve Baker 2003, Tsoukatou ve ark.. 2002, Bhosale ve ark. 2002, Pereira ve ark. 2002, Wilsanand ve ark. 2001, Armstrong ve ark. 2000)

Deniz alglerinin sahip olduğu biyolojik aktivitelerden özellikle antiviral aktivite etkinliği Ivanova ve arkadaşları (1994) tarafından insan influenza virüsüne karşı in vitro olarak gösterilmiştir. Ayrıca alglerden elde edilen heterosakkaritlerin farelerde B, T hücreleri ve makrofajları da sitimule ettiği bu çalışmada belirtilmiştir.

Ely ve arkadaşları (2004) ise, birkaç deniz alginin metanolik ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, *Vibrio cholerae* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde yeşil alglerin çok etkili olduğunu göstermişlerdir.

Kumar ve Rengasamy (2000) çalışmalarında, kırmızı ve yeşil alglerin petroleum eter ve unsaponified fraksiyonları, kahverengi alglerin metanol ekstraktları, lipofilik fraksiyonları ve unsaponified fraksiyonlarını TLC metodu ile ayırtmış ve pirinçte hastalık yapan bakteri *Xanthomonas oryzae pv. oryzae*'e karşı etki kapasitelerini test etmişlerdir. Kırmızı alglerden *Gracilaria edulis*, kahverengi alglerden *Sargassum wightii*, yeşil alglerden *Enteromorpha flexuosa* türünün yüksek antibakteriyel aktivite sergilediği görülmüştür.

Stirk (2007), Güney Afrika kıyılarından toplanan 7 deniz alginin metanol ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkilerini çalışmıştır. Burada *Dictyota humifusa* gram negatif bakteri olan *E. coli* türünü etkileyen tek alg olmuştur. Deniz alg ekstraktları, *Staphylococcus aureus* türüne kıyasla daha duyarlı olan *Bacillus subtilis* adlı gram pozitif bakterinin gelişimini engellemiştir. Genel anlamda, yaz dönemi toplanan alglere kıyasla kış sonu ve bahar başı toplanan alglerin antibakteriyel etkileri daha iyi olduğu belirtilmiştir. *Candida albicans* üzerinde en çok antifungal etkiyi *D. humifusa* göstermiştir ancak antifungal aktivitesinde mevsimsel etki görülmemiştir.

Sukatar ve arkadaşları (2006), *Enteromorpha linza* türünün metanol, hekzan, diklorometan ve kloroform ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin olduğunu göstermiştir. Bunlardan metanol ve kloroform ekstraktlarının diğerlerine kıyasla antimikrobiyal etkisinin daha güçlü olduğu görülmüştür.

Zubia ve arkadaşları (2007), *Sargassum mangarevense* ve *Turbinaria ornata* türlerinin su ve etanollü ekstraktları ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, bu alglerin yüksek antioksidant etkiye ve *Staphylococcus aureus* türüne karşı yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zhang ve arkadaşları (2003), çalışmalarında, *Porphyra haitanesis* türünden izole edilen sulfatlı 3 fraksiyonun antioksidant etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Sahip oldukları antioksidan bileşiklerinin etkileri açısından son zamanlarda çalışılan makroalg türlerine örnek olarak *Kappaphycus alvarezii* (Kumar ve ark. 2008), *Ulva pertusa* (Qi ve ark. 2006), *Padina tetraströmatica* ve *Caulerpa racemosa* (Chew ve ark. 2008) verilebilir.

Ayrıca sulfatlı polisakkaritlerin ve özellikle fukoidanların antikoagulant aktivite gösterdikleri çeşitli çalışmalarla gösterilmiş, heparin ile yapısal benzerlikleri araştırılmış ve heparin yerine kullanılabilecek bitkisel orijinli doğal bir kaynak olduğu belirtilmiştir (Berteau ve Mulloy 2003). Siddhanta ve arkadaşları (1999), *Codium dwarkense* türünün sulfatlı polisakkaritlerinin yüksek oranda antikoagulant özellikte olduğunu belirtmişlerdir.

Deniz algleri, omega-3 tipi yağ asidi bakımından da zengindirler. Özellikle *Undaria* ve *Ulva* türlerinde bulunan galaktolipidler, sulfoquinovosyldiacylglyceride (SQDG) içerirler. SQDR ise potansiyel bir telomeraz inhibitörüdür ve antikanser ajanı olarak önerilmiştir (Eitsuka ve ark. 2004).

Deniz alglerinin antimikrobiyal, antiviral, antikoagulant, hemaglutinin ve fibrinolitik aktivitesinin yanında, antineoplastik aktivite de gösterdikleri kanıtlanmıştır. Kahverengi bir deniz algi olan *Eisenna bicylis* türünden hazırlanan ekstraktın antitümör mekanizması oldukça yoğun olarak çalışılmış ve sonuçta tümöre karşı savunma mekanizmasını arttırdığı, T hücreleri ile ortaklaşa olarak hücresel bağışıklığı yükselttiği gösterilmiştir (Takahashi 1983).

Awad ve arkadaşları *Ulva lactuca* ekstresinden elde edilen bileşiklerle gerçekleştirdikleri fare kulak ödem testi ile antienflamatuar aktivitesini ortaya koymuşlardır (Awad 2000).

Dere ve arkadaşları (2007) yaptıkları bir çalışmada, Marmara Bölgesi'nin güneyindeki altı istasyondan toplanan *Ulva rigida* türünde Glutathione S-Transferase enzim aktivitesini tespit etmişler ve enzim aktivitesinin su kirliliği ve abiyotik faktörlerle ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

## **2. MATERYAL ve YÖNTEM**

### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1. Marmara Denizi ve Gemlik Körfezi**

##### **2.1.1.1. Marmara Denizi ve kirlenici kaynakları**

Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, Çanakkale Boğazı ile de Ege Denizi'ne bağlı olan yarı-kapalı bir sistem olup (Beşiktepe ve ark. 1994), oldukça küçük (yaklaşık 70 km x 250 km boyutlarında, 11,500 m<sup>2</sup> yüzey alanına ve 1390m maksimum derinliğe sahip) bir basendir (Beşiktepe ve ark. 2000). Marmara Denizi'nin sahip olduğu maksimum uzunluk (Gelibolu-İzmit) 276 km ve maksimum genişlik 76 km, kıyı uzunluğu ise 927 km'dir (Tüfekçi ve Okuş 1989). Toplam 3378 km<sup>3</sup>'lük bir hacme sahip olan Marmara Denizi, tümüyle Türkiye sınırları içinde yer alan bir iç deniz özelliği taşımaktadır (Akkaya 2004).

Marmara Denizi'nin Trakya kıyılarının aksine, Anadolu kıyıları oldukça girintili ve çıkıntılıdır. Başlıca çıkıntılar, Bozburun (Armutlu Yarımadası) ve Kapıdağ Yarımadası'dır. Bu yarımadaların her iki yanında da İzmit ve Gemlik Körfezleri ile Bandırma ve Erdek Körfezleri yer alır.

Marmara Denizinin drenaj alanı 24.000 km<sup>2</sup>'dir. Akdeniz iklimine benzerliklerinin yanında kendine has özelliklere sahiptir; Akdeniz'e kıyasla yaz ayları daha serin ve daha az kurak geçerken, kış ayları daha soğuk ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış kapasitesi ise 18.400 milyar m<sup>3</sup>'tür.

Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege Denizi arasında su aktarımını sağlayan önemli bir iç denizdir. Marmara Denizi'nin Ege ve Karadeniz ile bağlantısını, iki önemli su yolu



olan İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı sağlamaktadır. İstanbul Boğazı'nın her iki ağzındaki eşikler Marmara Denizi'nin hidrodinamiği üzerinde kontrol edici özelliğe sahiptirler. Çanakkale Boğazı İstanbul Boğazı'na kıyasla daha uzun ve geniş olduğu için Marmara Denizi hidrodinamiği üzerinde daha az sınırlayıcı etkiye sahiptir (Akkaya 2004). Marmara Denizi'nin özellikleri Türk Boğazlar Sistemi'nin (TBS) etkisi ile üst tabakada Karadeniz'den gelen az tuzlu sular, alt tabakada ise Ege ve Akdeniz'den gelen daha tuzlu sular tarafından belirlenmektedir (Beşiktepe ve ark. 1994).

Marmara Denizi'nde mevsimsel bir sıcaklık tabakalaşması (termoklin) görülür. Sıcaklığı mevsimlere göre 6-21 °C arasında değişen Karadeniz kökenli az tuzlu (%0,16-0,18) yüzey suları ve ortalama sıcaklığı 14,2 °C olan Akdeniz'den gelen tuzlu (%0,38-0,39) alt tabaka sularında sürekli yoğunluk tabakalaşması (piknoklin) oluşturur. Bu yüksek yoğunluk farkı, Marmara Denizi'nde alt ve üst su tabakalarının karışımını sınırlamakta ve birbirinden oldukça farklı özelliklere sahip iki su tabakasının oluşumuna neden olmaktadır. Marmara Denizi'nde bulunan Karadeniz ve Ege Denizi kaynaklı sular yaklaşık olarak 25m derinlikte yer alan keskin bir ara yüzey ile ayrılmıştır (Beşiktepe ve ark. 2000). Bu durum, kirleticilerin, nütrientlerin ve buna bağlı olarak birincil üretimin yer ve zaman içinde değişiminde ve doğal çevrimlerinde önemli rol oynamaktadır (Benli ve Uslu 1998, Artüz ve Baykut 1986). Marmara Denizi'ni geçerek İstanbul Boğazına giren Akdeniz kaynaklı alt tabaka suları, boğazın her iki ucundaki eşiklerden geçerken üst tabaka suları ile karışıma uğrayarak hem yoğunluğu hem de tuzluluk değerleri azalmaktadır (Beşiktepe ve ark. 1994). Çanakkale Boğazı'ndan giren yoğun suların özellikleri, mevsimsel ve yıllar arası değişkenlik göstermektedir (Özsoy ve ark. 1986, 1988, Beşiktepe ve ark. 1994, Hüsrevoğlu 1999).

Karadeniz suları, İstanbul Boğazı üst akıntısı olarak Marmara Denizi'ne giriş yapar ve Çanakkale Boğazı üst akıntısı olarak Marmara Denizi'ni terk eder. Ege Denizi suları, Çanakkale Boğazı'ndan alt akıntı olarak Marmara Denizi'ne katılır ve İstanbul Boğazı'ndan yine alt akıntı şeklinde terk eder. Özetle, Marmara Denizi'nin oşinografik özellikleri komşu deniz sularının kontrolü altında bulunmaktadır (Beşiktepe ve ark. 2000).

Marmara Denizi'nin topoğrafik ve hidrografik özellikleri, Marmara Denizi'nin dinamiği ve kirliliği üzerinde önemli role sahiptirler (Akkaya 2004). Komşu denizlerdeki kirleticiler, bu denizlerden gelen su akımları ile Marmara deniz havzasına ulaşabilmektedir.

Marmara Denizi 1960'lardan beri, gerek endüstriyel gerekse evsel atıklarla kirlenmiştir (Artüz 2006).

Marmara Denizi'ndeki endüstriyel ve evsel atıklarla kirlenmeye bağlı olarak sudaki çözülmüş oksijen (DO) miktarlarında yıldan yıla azalmalar gözlenmiştir. Ancak Karadeniz'den gelen ve nispeten temiz olan sular ve bölgedeki normal su hareketleri sonucu atmosferik oksijenle iyice karışan 0-10m. arası derinlikte oksijen azalması hissedilir boyutlarda olmamıştır. Buna yanında derinlere inildikçe oksijendeki azalma ciddi boyutlara ulaşmıştır. 1965'lerde 50m. derinlikte  $5 \text{ mg l}^{-1}$  dolayında olan DO ortalaması, 1988'de  $1.95 \text{ mg l}^{-1}$  'e kadar, 2000 yılında  $1.12 \text{ mg l}^{-1}$  'ye kadar ve 2006 yılında da  $0.9 \text{ mg l}^{-1}$  'a kadar düşmüştür (Artüz 2006).

Evsel ve endüstriyel atıklar sonucu Marmara Denizi'nde organik ve inorganik toksik kirleticiler deniz suyu ve sedimentinde yüksek seviyelerde bulunmakta ve bu kirleticilere maruz kalan balıklar ve doğal yaşamı olumsuz etkilemektedir (Taşdemir 2002).

Bir denizin atık maddelerin alıcı ortamı olarak değerlendirilmesinde, denizin birim ve boyutları önemli etkenlerdir. Marmara Denizi, birim ve boyut açısından Akdeniz ve Karadeniz'den daha kısıtlıdır. Birim ve boyutun yanında, suların kendi kendine yenilenebilme yeteneği de kirlilik değerlendirmesinde önemlidir. Marmara bu açıdan da çok kısıtlı bir hidrolojik yapıya sahiptir (Artüz 1992). Karadeniz'den gelen az tuzlu üst tabaka suları yaklaşık  $230 \text{ km}^3$  hacme sahiptir ve 4-5 ayda bir yenilenir. Akdeniz'den gelen daha tuzlu alt tabaka suları ise yaklaşık  $3378 \text{ km}^3$  hacme sahiptir ve 6-7 yılda bir yenilenir (Beşiktepe ve ark 2000).

İstanbul Boğazı, İzmit Körfezi, Gemlik Körfezi Marmara Denizi'ndeki kirlenmiş bölgelerden bazılarıdır. Ancak Marmara Denizi'ndeki kirlilik sadece bu bölgelerle

sınırlı değildir. Genelde denizlerde görülen kirliliğin kaynakları olarak; direkt deşarjlar ve nehirlerle taşınma, zirai işlemler, atmosferik çökme, gemi taşımacılığı, kaçak boşaltımlar, denizdeki petrol ve gaz üretimi sıralanabilir (Lean ve ark. 1990).

Marmara Denizi, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjları, tarımsal faaliyetler, gemi atık suları ve atmosferik çökme kaynaklı kirlenmeye büyük oranlarda maruz kalmaktadır (Çiner ve İnan 1997, Talınlı ve ark. 1997, Solmaz ve ark. 2000, Akal ve ark. 1998, Taşdemir ve Payan 2000).

Toksik kirleticiler, alıcı su ortamlarına genellikle endüstriyel kaynaklardan gelmektedir. Bununla beraber atmosferin de önemli bir kaynak olabileceği ortaya konulmuştur (Hornbuckle ve ark. 1993, Baker ve ark. 1993).

Marmara Denizi'nin büyük yüzey alanına sahip olması, onu atmosferik çökelmelere karşı savunmasız bırakabilmektedir. Bununla birlikte, hava-su arasındaki bu etkileşimlerin kirli suların temizlenmesine de yol açabileceği göz ardı edilmemelidir (Achman ve ark. 1993). Marmara Denizi havzasında önemli sanayi bölgeleri vardır. Bunların çoğu herhangi bir arıtma uygulamadan atık sularını Marmara Denizi'ne veya ona ulaşan akarsulara vermektedir. Bu da Marmara Denizi'nin aşırı kirlenmesine sebep olmaktadır. Marmara Denizi'nin, Akdeniz ile Karadeniz arasında yer alıyor olması ve suyolu bağlantıları nedeniyle bu iç denizde devamlı bir akıntı mevcuttur. Bu akıntı kirleticileri denizde uzak mesafelere kadar taşıyabilmektedir. Dolayısıyla endüstrileşme ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelerde bile kirlenme söz konusu olabilecektir. Diğer bir nokta, Marmara Denizi'nin hacmi büyük ve bu denizde suyun hidrolik kalış süresi uzundur. Buna bağlı olarak da kirleticiler bu ortamda uzun süreler kalabilecektir. Özellikle biyolojik birikme karakterindeki kirleticiler göz önüne alındığında ekosistem açısından bu durum ciddi tehlikeler oluşturmaktadır (Taşdemir 2002).

Marmara Denizi bir yandan İstanbul Metropolü, İzmit Körfezi, Tekirdağ, Gemlik Körfezi etrafındaki yoğun yerleşmenin, diğer yandan da bu denize akan akarsulardan kaynaklanan önemli çevresel baskılar altındadır. Tamamen Türkiye'nin bir iç denizi konumunda olan Marmara'da görülen bu çevresel bozulma hızla artmaktadır.

### 2.1.1.2. Gemlik Körfezi ve kirletici kaynakları

Gemlik Körfezi, Marmara Denizi'nin güney doğusunda, Tuzla ve Kapaklı burunları arasında yer alır. Özer'in (1994) rapor ettiğine göre, Gemlik Körfezi'nin uzunluğu 31 km, Gemlik kenti önlerindeki genişliği ise yaklaşık 2 km'dir. Bu genişlik güneydoğusundaki Tuzla Burnu'ndan sonra artar ve 10, 12 ve 13,5 km'ye kadar ulaşır. Körfezin 108 m'lik en derin noktası, bu körfez çukurluğu içinde kuzey kıyısına 4,5km uzaklıktadır.

Gemlik Körfezinin en önemli özelliği Marmara güney şelfinin güneyinde kalan ve Marmara çukurlarından 50 m derinliği olan bir sırt ile ayrılan çukur olmasıdır (Meriç ve ark. 2005).

Gemlik Körfezi'nde de Marmara Deniz'inde olduğu gibi üstte Karadeniz suyu, altta Akdeniz suyunun bulunduğu iki tabakalı akıntı yapısı vardır. Gemlik kenti, körfezin doğu ucundaki ovalık alanda kuruludur ve Bursa'ya 27 km uzaklıktadır. Körfeze dökülen başlıca akarsu İznik Gölü'nden gelen ve Orhangazi ilçesinin endüstri ve evsel atıklarını taşıyan Gölyatağı Deresi'dir. Özellikle Karsak ve Kaplıca dereleri ile körfeze kirlilik taşımaktadır.

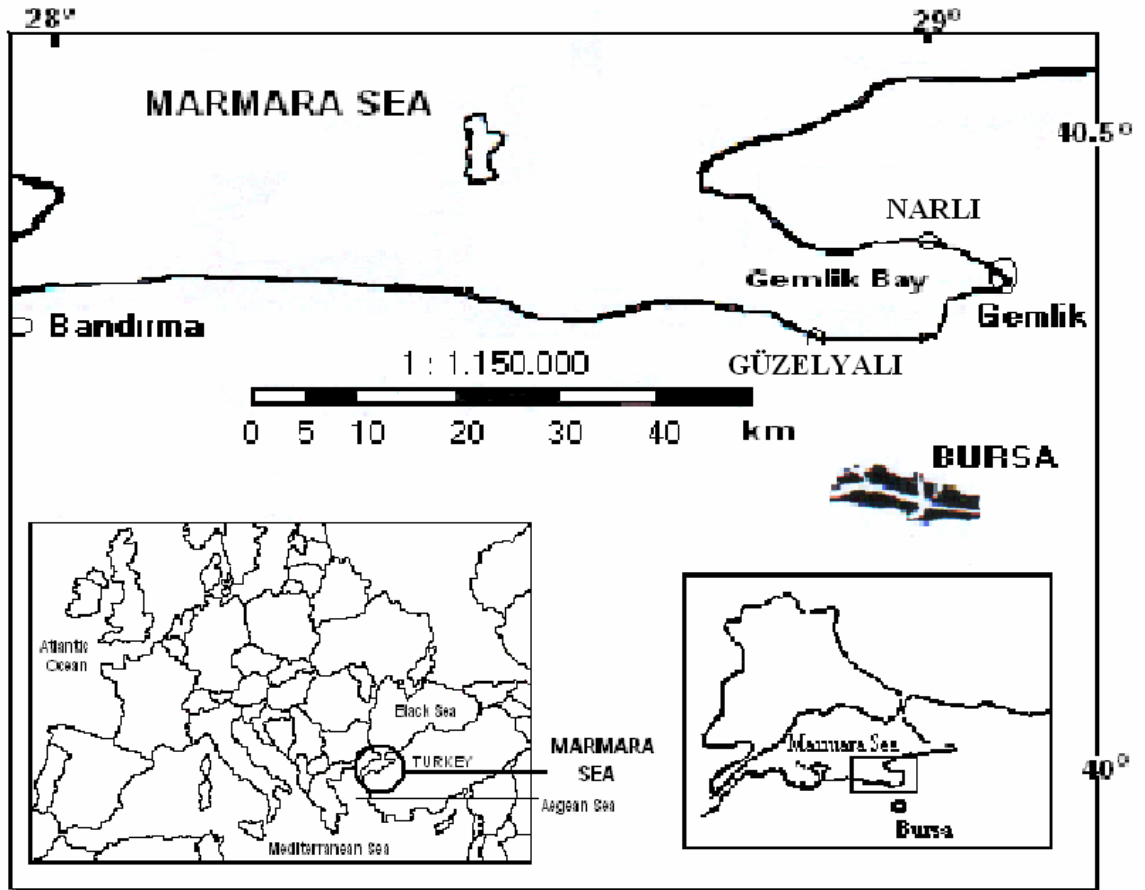
Gemlik'de 100 üzerinde sanayi tesisi bulunmaktadır. Antropojenik aktivitenin yoğun olduğu Gemlik'teki bu orta ve büyük ölçekli sanayi kuruluşlarının çoğu kentin güneybatısında ve doğusunda yer almaktadır. Gemlik çevresinde yer alan sanayi tesislerinin bir bölümü kimya sektöründe faaliyet göstermekte olup bunların atıkları ise Gemlik Körfezi'ne boşaltılmaktadır (Meriç ve ark. 2005). Gemlik Körfezi'ne sıvı atıklarını boşaltan çok sayıda endüstri kuruluşu mevcuttur. Gemlik ve yöresinde en önemli endüstriyel faaliyetler zeytincilik ve sabunculuktur.

Marmara Denizi'ndeki diğer havzalara kıyasla, Gemlik Körfezi'nde organik karbon içeriği oldukça yüksektir. Yerleşimin yoğun olduğu batı ve güney Gemlik kıyıları, çoğunlukla, çevre turizminin hızlı gelişimi, nehir girdileri, liman bölgesindeki kanalizasyon ve yüzey akıntıları, evsel ve fabrika kökenli atıkların boşaltılması ve deniz

trafiğindeki gemilerle sürüklenen çeşitli atıkların etkisi altındadır. Havzanın barimetrik özellikleri ve hidrodinamik işleyişi, körfezdeki organik madde artışında önemli etkenler olarak görülmektedir. Gemlik Körfezi'ndeki organik madde artışında, birikiminde ve devamlılığında, nehirlerin, Karadeniz'den gelen organik madde yönünden oldukça zengin akıntı sularının ve organik maddece fakir katmanlardan girdilerin etkili olduğu düşünülmektedir (Alpar ve ark. 2006)

### 2.1.2. Çalışma alanının tanımı ve örnek alma istasyonları

Araştırma bölgesi, Marmara Denizi'nin Güney-Doğu kısmında bulunan Gemlik Körfezi'dir. Marmara Denizi'nin Türkiye'deki yeri ve çalışma alanını oluşturan Gemlik Körfezi'nde seçilen istasyonlar Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Gemlik Körfezi'nde belirlenen örnek alma istasyonları

Bursa ili sınırları içerisinde yer alan Gemlik Körfezi'nde sahil baştan sona gezilerek, kirletici kaynaklar ve alg yoğunluğu göz önüne alınarak, körfezin kuzeyinde ve güneyinde olmak üzere 2 örnek alma istasyonu belirlenmiştir.

Narlı istasyonu  $40^{\circ} 28' 45''\text{N}$ ,  $29^{\circ} 02' 16''\text{E}$  boylamlarında bulunur ve Gemlik Körfezi'nin kuzey kıyısında yer alır. Narlı istasyonuna, çevredeki yerleşim yerlerinden doğrudan ve arıtmasız kanalizasyon (evsel atık) girdisi bulunmaktadır. Bu nokta, Gemlik ilçesi çevresindeki sanayi tesislerinin ve diğer Gemlik Körfezi kirleticilerinin de atıklarını bünyesinde taşımaktadır.

Güzelyalı istasyonu ise  $40^{\circ} 21' 20'' \text{N}$ ,  $28^{\circ} 55' 33'' \text{E}$  boylamlarında bulunur ve Gemlik Körfezi'nin güney kıyılarında yer alır. Bu istasyon, İstanbul-Bursa arasında taşımacılık yapan bir hızlı feribot limanına çok yakın bulunmaktadır. Ayrıca bu istasyon çevresinde derin deşarj sistemi ile kıyıdan biraz ileride kanalizasyon (evsel atık) girdileri vardır ve diğer körfez kirleticilerinin etkisi de mevcuttur.

Çalışmada belirlenen her iki istasyon yazlık sayfiye yeri olup, özellikle yaz aylarında nüfus artışına uğramaktadır. Dolayısıyla yaz aylarında evsel kaynaklı atıklarda önemli bir artış olmaktadır.

## **2.2.Yöntem**

### **2.2.1.Makroalg örneklerinin alınması ve teşhisi**

Makroalg örnekleri Narlı ve Güzelyalı istasyonlarından 2008 - Haziran ayında, infralittoral zondan Uludağ Üniversitesi Sualtı Topluluğu (USAT) tarafından SCUBA donanımı ile toplandı.

Makroalg örnekleri bir miktar ortam suyu ile plastik kaplara konularak, vakit kaybetmeden laboratuara getirildi. Laboratuara getirilen örnekler epifit ve yüzeylerinde bulunan diğer maddelerden arındırılmak için önce çeşme suyu ile sonra da saf su ile yıkandı.

Daha sonra örneklerin bir kısmı tür teşhisi için, bir kısmı da biyokimyasal analizler için ayrıldı. Örneklerin teşhisi Bliding (1963), Chadeffaud ve Emberger (1960), Feldman (1937)'ye göre yapıldı. Çalışmada Chlorophyta Divizyonu'ndan *Ulva rigida* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, *Codium* sp., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees ve Phaeophyta divizyonundan *Cystoseira* sp. türleri kullanıldı.

Biyokimyasal analizler için, kurutma kâğıtları ile örneklerin fazla suyu alındı ve taze örnekler ile analizler yapıldı.

### 2.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler

Fiziksel ve kimyasal analizler için, belirlenen iki istasyonda makroalg örneklerinin alındığı noktalardan deniz suyu örnekleri de alındı. Deniz suyu örneklerinde su sıcaklığı (T), Çözünmüş Oksijen (DO), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD<sub>5</sub>), pH, Tuzluluk, Elektriksel İletkenlik (EC), Toplam Çözünmüş Madde (TDS), Karbondioksit(CO<sub>2</sub><sup>-</sup>), Karbonat (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>), Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Ortofosfat (o-PO<sub>4</sub>), Nitrit Azotu (NO<sub>2</sub>-N), Amonyak Azotu (NH<sub>3</sub>-N) ve Nitrat Azotu (NO<sub>3</sub>-N) analizleri yapıldı.

Bu analizlerden HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, sıcaklık, pH, EC, Tuzluluk, TDS ve DO arazide örnekleme esnasında yapıldı.

Sıcaklık ve pH ölçümlerinde Hanna HI 8314 marka pH metre, EC, Tuzluluk ve TDS ölçümlerinde EDT-FE 287 marka iletkenlik ölçer kullanıldı.

DO, arazi örnekleme esnasında titrasyon yöntemi (Parsons ve ark. 1984) ile belirlendi. BOD şişesi içindeki deniz suyu örneklerine 2ml MnSO<sub>4</sub> ve 2ml alkali iyodür ilave edildi, çalkalandı. Oluşan yün görünümündeki çökeleğin renginin kahverengiye dönmesi ve şişenin yarısında kadar çökmesi beklendi. Sonra 2ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edildi ve çalkalandı. Bu karışımın 200ml'si temiz bir erlene alındı. Son renk açık sarı olana kadar Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O ile titre edildi. İndikatör olarak 3 damla(1,5-2 ml) nişasta çözeltisi damlatıldı. Kullanılan sodyum tiyosülfat miktarı not edildi. Kullanılan metot, Winkler

titrasyon metodunun bir modifikasyonu olup,  $Mn^{+2}$ 'nin  $Mn^{+4}$ 'e yükseltgenmesi temeline dayanır. Bir dizi sıralı tepkime sonucu açığa çıkan iyot miktarı, sodyum tiosülfat ile titre edilerek belirlenir. Buradaki iyot miktarı, DO miktarını vermektedir.

$CO_2$ ,  $CO_3^{-2}$  ve  $HCO_3^{-}$  değerleri, arazide zaman kaybetmeden titrasyon metodu ile belirlendi (APHA, AWWA, WEF 1995). Bu metot, çözülebilir katı maddelerin ayrışması veya hidrolizi sonucu açığa çıkan hidroksit iyonlarının, standart asitle tepkimesi esasına dayanır (Baltacı 2000).

$o-PO_4$ ,  $NH_3-N$ ,  $NO_3-N$  ve  $NO_2-N$  tayinleri için laboratuara getirilen deniz suyu örnekleri, içindeki omurgasızlar ve asılı katı partiküllerinden arındırılmak üzere  $0.45\mu m$  delik çaplı membran filtreden süzüldü. Sonrasında, analiz süresine kadar (1-2 gün) polietilen şişeler içerisinde  $-20^{\circ}C$ ' de saklandı.

$NO_3-N$  ve  $NO_2-N$  ölçümleri spektrofotometrik olarak yapıldı.  $NO_2-N$  tayini, Bendschneider ve Robinson metoduna göre gerçekleştirildi (Parsons ve ark. 1984). Bu metoda göre deniz suyundaki  $NO_2-N$ 'nin, sulfanilamid ve N-(1-naphthyl)-etilendiamin dihidroklorit ile pH 2.0-2.5 aralığında birleştirilmesinden kırmızı pembemsi azo renk veren diazo bileşik elde edildi. Bu rengin 543 nm dalga boyunda okunması ile deniz suyundaki  $NO_2-N$  tespit edildi.

$NO_3-N$  tayini, Morris ve Riley metoduna dayalı olarak gerçekleştirildi (Parsons ve ark. 1984). Bu metotta, metalik bakır ile kaplanmış kadmiyum granüllerin bulunduğu 3.5mm çapında ve 18cm uzunluğunda bir kolon kullanıldı. Metoda göre, önce deniz suyundaki  $NO_3^{-}$ , Cd-Cu kolondan geçirilmek suretiyle  $NO_2^{-}$  'a indirgendi, sonrasında ortamdaki  $NO_2-N$  miktarı, sulfanilamid ve N-(1-naphthyl)-etilendiamin dihidroklorit ile diazotlandı ve kırmızımsı pembeye boyandı. Bu kırmızımsı pembe güçlü renk 543 nm dalga boyunda spektrofotometrik okuma ile anlamlandırıldı. Uygulanan bu metotla tespit edilen  $NO_2-N$  miktarından, başlangıçtaki  $NO_2-N$  miktarı çıkarıldı ve böylece deniz suyundaki  $NO_3-N$  miktarı saptandı.



$\text{NH}_4\text{-N}$  analizi, Moris ve Riley metdonunun Grasshoff ve Wood tarafından ortaya konulan modifikasyonuna göre yapıldı (Parsons ve ark. 1984). Ortamdaki amonyum nitrojen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), bir dereceye kadar amonyum iyonu şeklinde bulunurken bir dereceye kadar da amonyak olarak bulunur. Yüksek alkalik ortamlarda amonyum nitrojen, hemen hemen amonyak formundadır ve hipoklorit iyonları ile tepkimeye girerek monokloramin bileşimini oluşturur. Bu döngüde monokloramin bileşiği fenol ile etkileşerek fotometrik olarak tespit edilebilen mavi indofenol türevi ortaya çıkarır. Bu rengin 640 nm'de okunması ile amonyak miktarı tayin edilir.

$\text{o-PO}_4$  analizi, molibitik asit esasına dayanan Murphy ve Riley metoduna göre yapıldı (Parsons ve ark. 1984). Sülfürikasit solüsyonunda bulunan ortofosfat iyonları molibdat iyonları ile tepkimeye girerek molibdofosforik asidini oluşturur. Bu bileşik ise askorbik asit tarafından fosfomolibdeniyum mavisine indirgenir. Fosfomolibdeniyum mavisinin spektrofotometrik olarak 880 nm'de okunması ile deniz suyundaki  $\text{o-PO}_4$  miktarı belirlendi.

$\text{BOD}_5$  ölçümleri için her bir istasyonda  $\text{BOD}$  şişeleri suya daldırılarak içinde hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilerek suyla dolduruldu ve kapakları da su içerisinde iken kapatıldı.  $\text{BOD}$  şişeleri laboratuara getirilirken soğuk ve karanlık ortamda muhafaza edildi. Laboratuara getirilen  $\text{BOD}$  şişeleri, inkübatörde  $20^\circ\text{C}$  ve karanlık ortamda 5 gün bekletildi. 5 günlük inkübasyon sonunda,  $\text{BOD}$  şişelerinde bulunan  $\text{DO}$  miktarı, titrasyon metodu (Parsons ve ark. 1984) ile belirlendi. Arazi günü örnekleme esnasında ölçülen  $\text{DO}$  miktarından, 5 günlük inkübasyon sonunda elde edilen  $\text{DO}$  miktarının çıkarılması ile  $\text{BOD}_5$  miktarı tayin edildi (APHA, AWWA, WEF 1995).

### 2.2.3. Biyokimyasal Analizler

Her iki istasyondan alınan taze makroalg örneklerinin protein miktarları Bradford (1976) metodu kullanılarak tespit edildi. Kurutma kağıtları ile fazla suyu alınmış taze alg örneklerinden 0.1-0.2 g alınarak, 0.3M potasyum fosfat tamponu (pH 6.8-7.0) ve saf su ile homojenize edildi. Sonrasında 3000g'de santrifüj edilerek süpernatantları alındı. Süpernatantlar, saf su ile 1:1 oranında seyreltikten sonra doku ekstraktı olarak protein

analizinde kullanıldı. Standart olarak da değişik derişimlerde bovine serum albumin kullanıldı. Etanol ve fosforik asit ile hazırlanan Coomassie Brilliant Blue 250-G, protein ayırıcı olarak kullanıldı. 0.1ml doku ekstratları ve standart çözeltilerden alınarak Coomassie Brilliant Blue 250-G (5ml) ile muamele edildi ve 30 dakikalık inkubasyon süresinin ardından 595 nm'de absorbans değerleri ölçüldü. Çalışılan makroalg örneklerinin protein miktarı, bovine serum albümini ile çizilen standart eğriye göre  $\text{g kg}^{-1}$  fw cinsinden hesaplandı.

Çalışma istasyonlarından alınan makroalglerin suda çözünen toplam karbohidrat miktarları, anthron-sülfürik asit metoduna göre spektrofotometrik olarak belirlendi (Laurentin ve Edwards, 2003). Kurutma kağıtları ile fazla suyu alınmış taze makroalg örneklerinden 0.1-0.2g alındı ve %15 TCA (triklorasetik asit) çözeltisi ile homojenize edildi. 30dk boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırıldı ve sonra santrifüj edildi. Santrifüj sonrası oluşan süpernatantlardan 1ml alındı, 5ml anthron-sülfürik asit çözeltisi ile muamele edilip, vortexlendi. Sıcak su banyosunda 20dk inkübe edilip soğutulduktan sonra 620 nm dalga boyundaki absorbans değerleri belirlendi. Makroalg örneklerinin toplam karbohidrat miktarları hazırlanan glikoz çözeltileri de kullanılarak  $\text{g kg}^{-1}$  fw cinsinden hesaplandı.

Pigment analizleri için kurutma kağıtları ile fazla suyu alınmış taze makroalg örnekleri %90 aseton ile ekstre edildi. Santrifüj edilen ekstratlarından klorofil-*a* ve *b* miktarları Jeffery ve Humprey (1975) formülüne göre, toplam karotenoid miktarları ise Strickland ve Parsons (1972)'in metoduna göre spektrofotometrik olarak belirlendi. Phaeophyta grubu taze alg örneklerinin DMSO ekstratları çalışıldı. Bu alglerde klorofil-*a*, klorofil-*c* ve fukoksantin(fucox) miktarları Seely ve arkadaşları (1972), metoduna göre spektrofotometrik okuma ile belirlendi. Makroalglerin pigment değerleri  $\text{g kg}^{-1}$  fw olarak anlamlandırıldı.

Bütün biyokimyasal parametreler 7 tekrarlı olarak çalışıldı.

#### 2.2.4.İstatistiksel analizler

Her iki istasyondan da örneklenen *Codium* sp., *Ulva rigida* C.Agardh ve *Cystoseira* sp. türlerinin biyokimyasal parametrelerinde, iki istasyon arasında fark olup olmadığını tespit etmek için Mann Whitney  $-U$  testi uygulanmıştır. Mann Whitney  $-U$  testi nonparametrik bir test olup örnek sayısı az olduğu için tercih edilmiştir. Toplam protein, karbohidrat ve pigment sonuçlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 11 paket programında gerçekleştirilmiş,  $P<0.05$  anlamlılıkta değerlendirilmiştir.

### 3.BULGULAR

#### 3.1.Fiziksel Ve Kimyasal Bulgular

Gemlik Körfezi'nde belirlenen iki çalışma noktası Narlı ve Güzelyalı istasyonlarından alınan su örneklerine yapılan analizler sonucu elde edilen veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Sıcaklık değeri Narlı istasyonunda 20,93 °C ve Güzelyalı istasyonunda 20.16 °C olarak tespit edilmiştir.

DO değeri, Narlı istasyonunda 10,42 mg l<sup>-1</sup>, Güzelyalı istasyonunda ise 9,26 mg l<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

İstasyonların ortalama BOD<sub>5</sub> değerinin, Narlı 3.65 mg l<sup>-1</sup>, Güzelyalı istasyonunda 0.85 mg l<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür.

Narlı istasyonunda pH 8.22, Güzelyalı istasyonunda pH 8.20 olarak saptanmıştır.

Yapılan tuzluluk ölçümleri sonunda Narlı istasyonu tuzluluk değeri 21.10 ppt, Güzelyalı istasyonunda tuzluluk değeri 21.16 ppt olarak bulunmuştur.

Narlı istasyonun elektriksel iletkenlik değerinin 34.36 mS cm<sup>-1</sup>, Güzelyalı istasyonun elektriksel iletkenlik değerinin 34.43 mS cm<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür.

Narlı istasyonunun toplam çözünmüş madde miktarı 22.96 mg l<sup>-1</sup>, Güzelyalı istasyonunun toplam çözünmüş madde miktarı 22.86 mg l<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.1. Deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin istasyonlara bağlı değişimi

İstasyonlar	T	DO	BOD <sub>5</sub>	pH	Tuzluluk	EC	TDS	CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	o-PO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
	°C	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>		Ppt	mS cm <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>	mg l <sup>-1</sup>
Narlı	20.93	10.42	3.65	8.22	21.10	34.36	22.96	41.80	114.00	231.00	0.0939	0.0020	1.6856	0.2611
Güzelyalı	20.16	9.26	0.85	8.20	21.16	34.43	22.86	46.20	111.00	225.70	0.1556	0.0036	0.6648	0.3444

Narlı istasyonunun ortalama CO<sub>2</sub> miktarı 41.80 mg l<sup>-1</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> miktarı 114.00 mg l<sup>-1</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> miktarı 231.00 mg l<sup>-1</sup>, Güzelyalı istasyonunun ortalama CO<sub>2</sub> miktarı 46.20mg l<sup>-1</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> miktarı 111.00 mg l<sup>-1</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> miktarı 225.70 mg l<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

Narlı istasyonunun o-PO<sub>4</sub> miktarı 0.0939 mg l<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken, Güzelyalı istasyonunun o-PO<sub>4</sub> miktarı 0.1556 mg l<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Narlı istasyonunda NO<sub>3</sub>-N miktarı 0,2611 mg l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub>-N miktarı 0,0020 mg l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub>-N miktarı 1.6856 mg l<sup>-1</sup> olarak, Güzelyalı istasyonunun NO<sub>3</sub>-N miktarı 0,3444 mg l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub>-N miktarı 0,0036 mg l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub>-N miktar 0.6648 mg l<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

### 3.2.Biyokimyasal Bulgular

Gemlik Körfezi çalışmasının iki noktası olan Narlı ve Güzelyalı istasyonlarından alınan *Ulva rigida* C. Agardh, *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, *Codium* sp., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees ve *Cystoseira* sp. taksonlarına uygulanan biyokimyasal analizler sonucunda, alglerin toplam protein, toplam çözülmüş karbohidrat ve pigment değerleri elde edilmiştir. Sonuçların aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

#### 3.2.1. Toplam protein

Güzelyalı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida* C. Agardh, *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh türleri ve Narlı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida*, *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türlerine ait ortalama toplam protein ve standart sapma (SS) sonuçları Çizelge 3.2 ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

Narlı istasyonu algleri içerisinde, *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türü en yüksek protein içeriğine (4.542±1.650 g kg<sup>-1</sup> fw) sahip olan alg olurken, *Codium* sp. türü en düşük protein içeriğine (0.870±0.254 g kg<sup>-1</sup> fw) sahip alg olmuştur (Şekil 3.1.)

Çizelge 3.2. Güzelyalı ve Narlı istasyonunlarında makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam protein miktarı ve standart sapma (SS) değerleri.

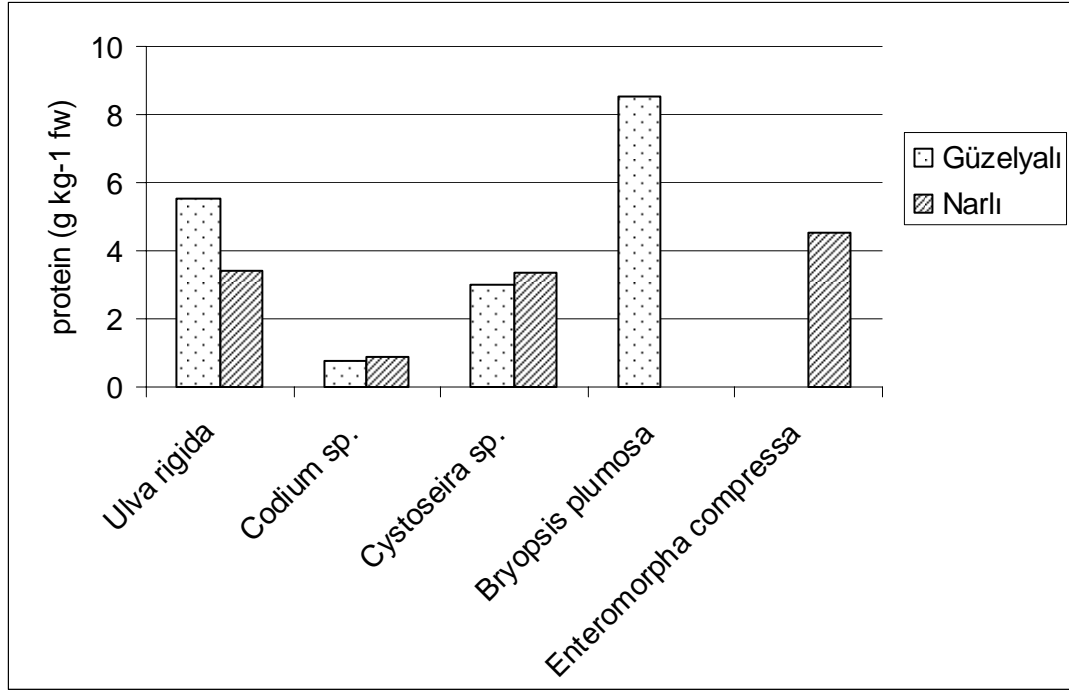
		Toplam Protein (g kg <sup>-1</sup> fw)
		ort±SS
<hr/>		
Chlorophyta		
<i>Codium</i> sp.	Güzelyalı	0.772±0.206 (n:7)
<i>Codium</i> sp.	Narlı	0.870±0.254 (n:7)
<i>Bryopsis plumosa</i>	Güzelyalı	8.538±1.438 (n:7)
<i>Enteromorpha compressa</i>	Narlı	4.542±1.650 (n:7)
<i>Ulva rigida</i>	Güzelyalı	5.522±1.408 (n:7)
<i>Ulva rigida</i>	Narlı	3.416±1.647 (n:7)
<hr/>		
		ort±SS
<hr/>		
Phaeophyta		
<i>Cystoseira</i> sp.	Güzelyalı	3.018±0.777 (n:7)
<i>Cystoseira</i> sp.	Narlı	3.363±0.719 (n:7)
<hr/>		

Güzelyalı istasyonunun en yüksek protein içeriğine (8.538 ±1.438 g kg<sup>-1</sup> fw) sahip alg *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh türü olmuştur. *Codium* sp., Güzelyalı istasyonunun en düşük protein içeriğine (0.772±0.206 g kg<sup>-1</sup> fw) sahip alg türü olmuştur (Şekil 3.1).

Her iki istasyon birlikte değerlendirildiğinde Güzelyalı istasyonuna ait olan *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh türü bu çalışmanın en yüksek (8.538±1.438 g kg<sup>-1</sup> fw) protein içeriğine sahip alg olurken, Güzelyalı istasyonuna ait olan *Codium* sp. bu çalışmanın en düşük (0.772±0.206 g kg<sup>-1</sup> fw) protein içeriğine sahip alg olmuştur (Şekil 3.1).

Her iki istasyonda ortak olarak bulunan *Ulva rigida* C. Agardh, *Codium* sp., *Cystoseira* sp. türlerinin protein içerikleri değerlendirildiğinde ise Güzelyalı istasyonunda bulunan *Ulva rigida* C. Agardh türünün, Narlı istasyonunda bulunan *Ulva*

*rigida* C. Agardh türüne kıyasla daha yüksek proteine sahip olduğu görülmektedir. Narlı istasyonunda da *Codium* sp., *Cystoseira* sp. türlerinin protein içeriğinin Güzelyalı istasyonu türlerinin protein içeriğinden daha yüksek olduğu görülmektedir(Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Güzelyalı ve Narlı istasyonunda makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam protein miktarındaki  $g\ kg^{-1}\ fw$  değişimi

### 3.2.2. Toplam çözülmüş karbohidrat

Güzelyalı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida* C. Agardh, *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh türleri ve Narlı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida*, *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türlerinin toplam çözülmüş karbohidrat ve standart sapma (SS) sonuçları Çizelge 3.3 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Güzelyalı istasyonundaki algler içerisinde en yüksek karbohidrat miktarı ( $125.357 \pm 52.255\ g\ kg^{-1}\ fw$ ) *Ulva rigida* C. Agardh türünde, en düşük karbohidrat miktarı ( $10.512 \pm 2.682\ g\ kg^{-1}\ fw$ ) *Codium* sp. türünde saptanmıştır (Şekil 3.2).



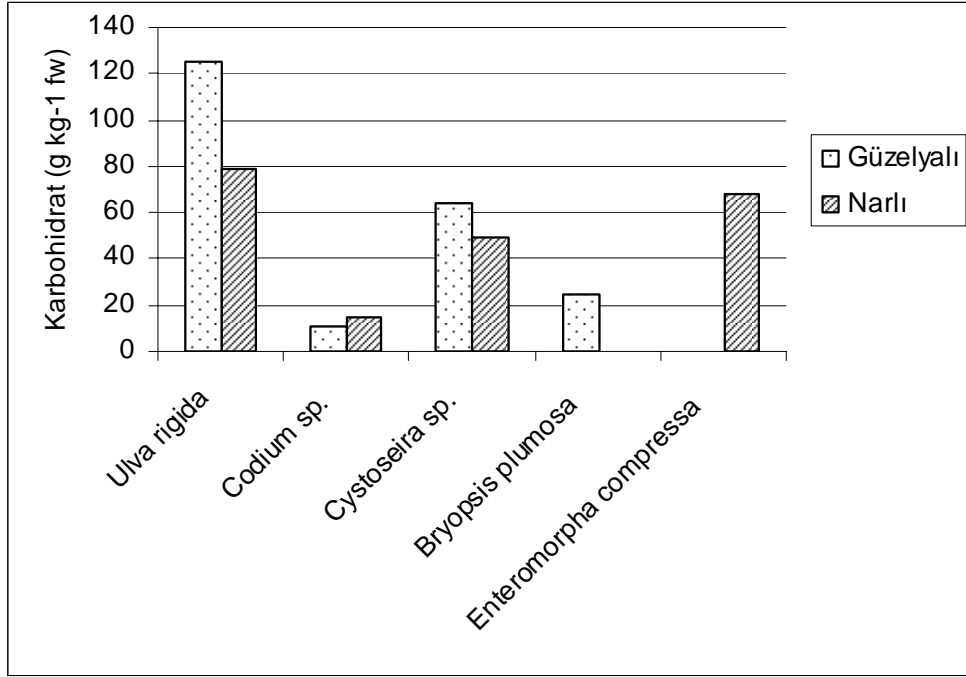
Çizelge 3.3. Güzelyalı ve Narlı istasyonlarında makroalg türlerinde tespit edilen ortalama toplam çözünmüş karbohidrat miktarı ve standart sapma (SS) değerleri.

		Karbohidrat (g kg <sup>-1</sup> fw)
		ort±SS
<hr/>		
Chlorophyta		
<i>Codium</i> sp.	Güzelyalı	10.512±2.682 (n:7)
<i>Codium</i> sp.	Narlı	15.202±2.787 (n:7)
<i>Bryopsis plumosa</i>	Güzelyalı	25.001±6.264 (n:7)
<i>Enteromorpha compressa</i>	Narlı	67.718±17.001 (n:7)
<i>Ulva rigida</i>	Güzelyalı	125.357±52.255 (n:7)
<i>Ulva rigida</i>	Narlı	79.147±5.458 (n:7)
<hr/>		
		ort±SS
Phaeophyta		
<i>Cystoseira</i> sp.	Güzelyalı	64.537±6.250 (n:6)
<i>Cystoseira</i> sp.	Narlı	49.028±6.588 (n:7)
<hr/>		

Narlı istasyonunda en yüksek karbohidrat değeri (79.147±5.458 g kg<sup>-1</sup> fw) *Ulva rigida* C. Agardh türünde, en düşük karbohidrat değeri (15.202±2.787 g kg<sup>-1</sup> fw) *Codium* sp. türünde saptanmıştır (Şekil 3.2).

Bu çalışmanın en yüksek karbohidrat değeri (125.357±52.255 g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonuna ait olan *Ulva rigida* C. Agardh türünde, en düşük karbohidrat değeri (10.512±2.682 g kg<sup>-1</sup> fw) *Codium* sp. türünde saptanmıştır(Şekil 3.2).

Her iki istasyonun ortak alg türleri ele alındığında, Güzelyalı istasyonunda bulunan *Ulva rigida* C. Agardh ve *Cystoseira* sp. türlerinin karbohidrat içeriğinin Narlı istasyonundaki *Ulva rigida* C. Agardh ve *Cystoseira* sp. türlerinin karbohidrat içeriğinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanında da Narlı istasyonunda bulunan *Codium* sp. örneği karbohidrat değerinin, Güzelyalı'da bulunan *Codium* sp. örneği karbohidrat değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür(Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Güzelyalı ve Narlı istasyonlarından toplanan bazı makroalg türlerine ait karbohidrat miktarındaki  $\text{g kg}^{-1}$  fw değişimi.

### 3.2.3. Pigment değerleri

#### 3.2.3.1. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin pigment içerikleri

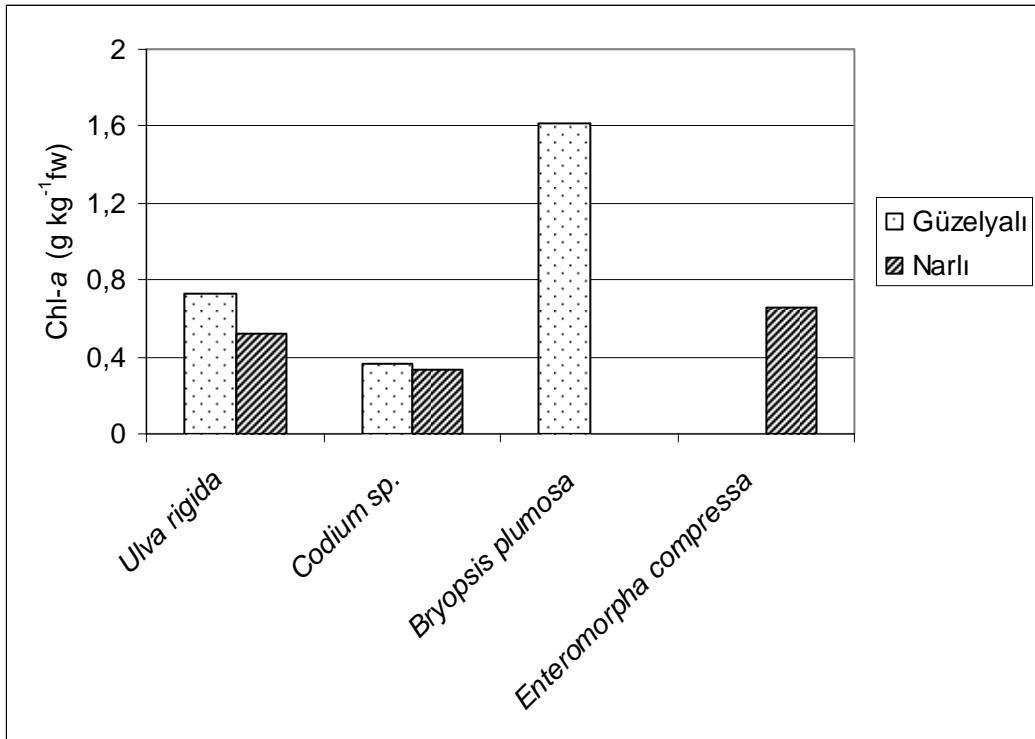
Güzelyalı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida* C. Agardh, *Codium sp.* ve *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh ve Narlı istasyonunda çalışılan *Ulva rigida*, *Codium sp.* ve *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türlerinin chl-*a*, chl-*b* ve karoten(car) sonuçları Çizelge 3.4'de ve Şekil 3.3, 3.4 ve 3.5'te verilmiştir.

Güzelyalı istasyonda en yüksek chl-*a*, chl-*b* ve car değerleri (sırasıyla;  $1.611 \pm 0.237$   $\text{g kg}^{-1}$  fw,  $0.902 \pm 0.159$   $\text{g kg}^{-1}$  fw,  $0.553 \pm 0.070$   $\text{g kg}^{-1}$  fw) *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh türünde, en düşük chl-*a*, chl-*b* ve car değerleri ise (sırasıyla;  $0.364 \pm 0.059$   $\text{g kg}^{-1}$  fw,  $0.250 \pm 0.037$   $\text{g kg}^{-1}$  fw,  $0.136 \pm 0.016$   $\text{g kg}^{-1}$  fw) *Codium sp.* örneklerinde saptanmıştır (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5).

Çizelge 3.4. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin pigment içerikleri

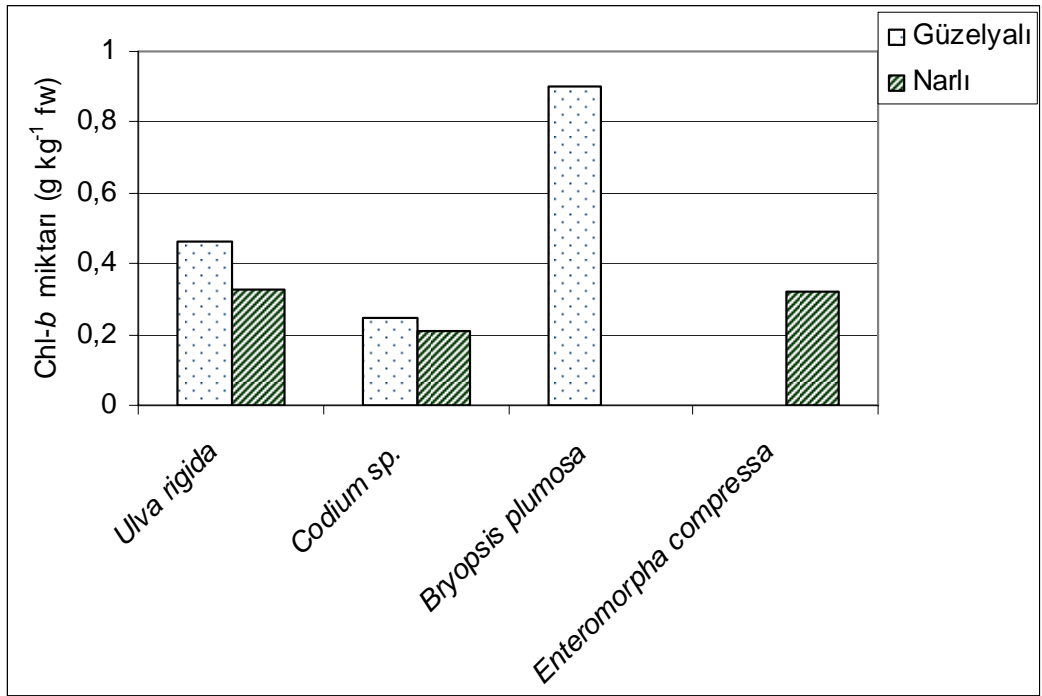
		Chl- <i>a</i>	Chl- <i>b</i>	Car	Chl- <i>b</i> /Chl- <i>a</i>	Car/Chl- <i>a</i>	Car/Chl- <i>b</i>
		(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)			
Chlorophyta		ort±SS	ort±SS	ort±SS	Ort±SS	ort±SS	ort±SS
<i>Codium</i> sp.	Güzelyalı	0.364±0.059 (n:7)	0.250±0.037 (n:7)	0.136±0.016 (n:7)	0.689±0.023 (n:7)	0.377±0.037 (n:7)	0.547±0.050 (n:7)
<i>Codium</i> sp.	Narlı	0.335±0.118 (n:7)	0.213±0.069 (n:7)	0.217±0.071 (n:7)	0.642±0.028 (n:7)	0.653±0.057 (n:7)	1.017±0.081 (n:7)
<i>Bryopsis plumosa</i>	Güzelyalı	1.611±0.237 (n:7)	0.902±0.159 (n:7)	0.553±0.070 (n:7)	0.558±0.020 (n:7)	0.344±0.010 (n:7)	0.617±0.036 (n:7)
<i>Enteromorpha compressa</i>	Narlı	0.658±0.180 (n:8)	0.321±0.099 (n:8)	0.228±0.046 (n:8)	0.486±0.032 (n:8)	0.353±0.040 (n:8)	0.728±0.084 (n:8)
<i>Ulva rigida</i>	Güzelyalı	0.727±0.410 (n:7)	0.464±0.236 (n:7)	0.170±0.087 (n:7)	0.655±0.060 (n:7)	0.242±0.024 (n:7)	0.372±0.039 (n:7)
<i>Ulva rigida</i>	Narlı	0.519±0.377 (n:7)	0.327±0.230 (n:7)	0.123±0.089 (n:7)	0.636±0.074 (n:7)	0.238±0.014 (n:7)	0.380±0.056 (n:7)

Narlı istasyonunda en yüksek chl-*a* ve car değerlerine (sırasıyla;  $0.658 \pm 0.180 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ,  $0.228 \pm 0.046 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ) *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türünün sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3.3, Şekil 3.5). Chl-*b* değeri ise *Ulva rigida* C. Agardh türünde en yüksek ( $0.327 \pm 0.230 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4). En düşük chl-*a* ve chl-*b* değerleri (sırasıyla;  $0.335 \pm 0.118 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ,  $0.213 \pm 0.069 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ) *Codium* sp. örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.4, Şekil 3.3). En düşük car değerine ( $0.123 \pm 0.089 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$ ) de *Ulva rigida* C. Agardh türünde rastlanmıştır (Şekil 3.5).

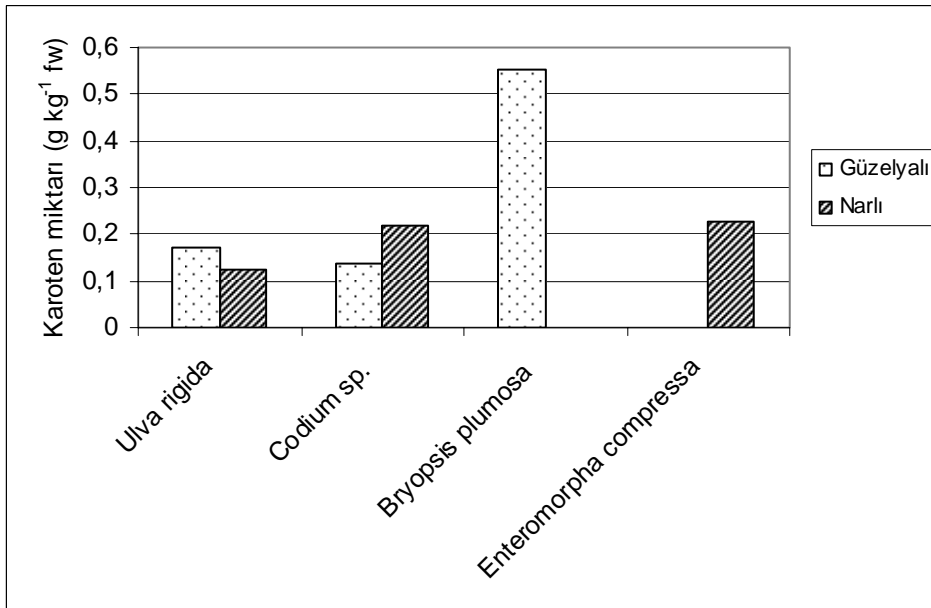


Şekil 3.3. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Chl-*a* değerlerinin değişimi.

Narlı istasyonuna kıyasla, Güzelyalı istasyonunun *Ulva rigida* C. Agardh türünün chl-*a* ve chl-*b* değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 3.3, Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Chl-*b* değerlerinin değişimi.



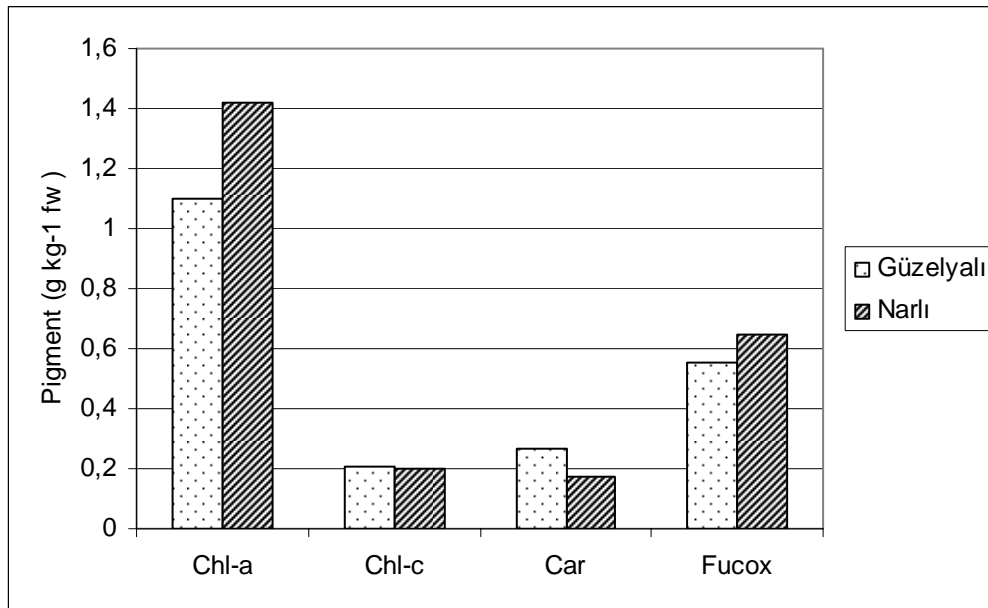
Şekil 3.5. Chlorophyta Divizyo'suna ait bazı makroalglerin Karoten değerlerinin değişimi.

Car pigmenti açısından değerlendirme yapıldığında, Güzelyalı *Ulva rigida* C. Agardh türünün ve Narlı *Codium* sp. örneklerinin karoten değeri daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 3.5).

### 3.2.3.2. Phaeophyta Divizyo'sundan *Cystoseira* sp. genusunun pigment içerikleri

Narlı ve Güzelyalı istasyonlarından toplanan Phaeophyta Divizyo'suna ait *Cystoseira* sp. örneklerinin pigment değerleri Çizelge 3.5. ve Şekil 3.6'da gösterilmektedir.

Narlı istasyonunda bulunan *Cystoseira* sp. örneklerinin Chl-a ve Fucox değerlerinin (sırasıyla;  $1.418 \pm 0.344$  g kg<sup>-1</sup> fw,  $0.648 \pm 0.191$  g kg<sup>-1</sup> fw) Güzelyalı istasyonunda bulunan *Cystoseira* sp. örneklerinin chl-a ve Fucox değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, chl-c ve car değerlerinde bunun tam tersi gözlenmiştir. Güzelyalı istasyonunda bulunan *Cystoseira* sp. örneklerinin chl-c ve car değerlerinin (sırasıyla;  $0.204 \pm 0.061$  g kg<sup>-1</sup> fw,  $0.268 \pm 0.031$  g kg<sup>-1</sup> fw) Narlı istasyonunda bulunan *Cystoseira* sp. örneklerinin chl-c ve car değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Cystoseira* sp. türünde pigmentlerin istasyonlara göre değişimi

Çizelge 3.5. Phaeophyta Divizyo'sundan *Cystoseira* sp. türü pigment içerikleri

		Chl- <i>a</i>	Chl- <i>c</i>	Car	Fucox	
		(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	
Phaeophyta		ort±SS	ort±SS	ort±SS	ort±SS	
<i>Cystoseira</i> sp.	Güzelyalı	1.100±0.585 (n:7)	0.204±0.061 (n:7)	0.268±0.031 (n:7)	0.553±0.161 (n:7)	
<i>Cystoseira</i> sp.	Narlı	1.418±0.344 (n:5)	0.202±0.041 (n:5)	0.175±0.024 (n:7)	0.648±0.191 (n:5)	

		Chl- <i>c</i> /Chl- <i>a</i>	Car/Chl- <i>a</i>	Car/Chl- <i>c</i>	Fucox/Chl- <i>a</i>	Fucox/Chl- <i>c</i>
Phaeophyta		ort±SS	ort±SS	ort±SS	ort±SS	ort±SS
<i>Cystoseira</i> sp.	Güzelyalı	0.205±0.046 (n:7)	0.299±0.135 (n:7)	1.397±0.400 (n:7)	0.588±0.235 (n:7)	2.785±0.650 (n:7)
<i>Cystoseira</i> sp.	Narlı	0.145±0.015 (n:5)	0.134±0.064 (n:5)	0.911±0.360 (n:5)	0.452±0.031 (n:5)	3.160±0.452 (n:5)

### 3.2.4. İstatistiksel analiz sonuçları

Her iki istasyondan da toplanan *Codium* sp., *Ulva rigida* ve *Cystoseira* sp. türlerinin bazı biyokimyasal içeriklerinin ve pigment değerlerinin istasyonlara göre farklı olup olmadığını tespit etmek için uygulanan Mann Whitney-U testi sonuçları Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Her üç türde de Toplam Protein değerleri istasyonlara göre anlamlı farklılık göstermezken, Toplam Çözünmüş Karbohidrat değerleri anlamlı farklılık göstermiştir. Toplam Çözünmüş Karbohidrat değerleri açısından istasyonlar arasında en yüksek anlamlılığı *Cystoseira* sp. gösterirken (z: -2.857; p: 0.004) en düşük anlamlılığı *Ulva rigida* türü (z: -1.981; p: 0.048) göstermiştir (Çizelge 3.6 ve 3.7).

*Ulva rigida* türünde pigment değerleri ve pigment oranları istasyonlar arasında anlamlı farklılık göstermezken, *Codium* sp. örneklerinde car, chl-b/chl-a, car/chl-a ve car/chl-b oranlarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 3.6). *Cystoseira* sp. örneklerinde ise car, chl-c/chl-a ve car/chl-a değerlerinde istasyonlara göre anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 3.7).



Çizelge 3.6. *Codium* sp. ve *Ulva rigida* türlerinin biyokimyasal içeriklerinin istasyonlara göre farklarını gösteren Mann Whitney-U Testi sonuçları

		Toplam Protein	Karbohidrat	Chl-a	Chl-b	Car	Chl-b/Chl-a	Car/Chl-a	Car/Chl-b
		(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)			
Chlorophyta									
<i>Codium</i> sp.	z		-2.619			-2.462	-2.492	-3.130	-3.130
	(P)	AD	0.009	AD	AD	0.013	0.013	0.002	0.002
<i>Ulva rigida</i>	z		-1.981						
	(P)	AD	0.048	AD	AD	AD	AD	AD	AD

Çizelge 3.7. *Cystoseira* sp. türünün biyokimyasal içeriklerinin istasyonlara göre farklarını gösteren Mann Whitney-U Testi sonuçları

		Toplam Protein	Karbohidrat	Chl-a	Chl-c	Car	Fucox
		(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)	(g kg <sup>-1</sup> fw)
Phaeophyta							
<i>Cystoseira</i> sp.	z		-2.857			-3.130	
	(P)	AD	0.004	AD	AD	0.002	AD

		Chl-c/Chl-a	Car/Chl-a	Car/Chl-c	Fucox/Chl-a	Fucox/Chl-c
Phaeophyta						
<i>Cystoseira</i> sp.	z	-2.192	-2.355			
	(P)	0.028	0.019	AD	AD	AD

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Gemlik Körfezi'nde belirlenen Güzelyalı ve Narlı istasyonlarında deniz yüzeyinden alınan su örneklerinin fizikokimyasal değişkenleri analiz edilmiş ve iki istasyon arasında özellikle besin tuzları açısından bir takım farklılıklar bulunmuştur.

Sıcaklık değerleri her iki istasyonda birbirine yakın değerler göstermiştir. Yüzeysel suları sürekli atmosferle temas halinde olduğu için, atmosferik ısıdan etkilenmektedir. Örnekleme yapıldığı Haziran ayında atmosferik sıcaklığın yüksek olması, deniz suyu sıcaklığının da diğer mevsimlere göre daha yüksek olmasına neden olmuştur.

Deniz suyunda bulunan çözülmüş oksijen, yaşam kalitesi açısından oldukça önemli bir değişkendir. İstasyonlarımızda ölçülen DO değerleri biyolojik yaşam için sınır kabul edilen  $5 \text{ mg l}^{-1}$  değerinin yaklaşık 2 katı kadardır. Yüksek DO miktarı, çalışma bölgemizdeki canlılar için çözülmüş oksijenin sınırlayıcı bir faktör olmadığını ve alg produktivitesinin de yüksek olduğunu göstermektedir. İki istasyon arasında bir karşılaştırma yaptığımızda Narlı istasyonunun daha yüksek oranda DO'ya sahip olduğu dikkatimizi çekmektedir. Bu farklılığın, Narlı istasyonunun coğrafik konumu nedeniyle daha dalgalı bir denize sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Yıldız (2004)'ın 2002 yılında yaptığı tez çalışmasında Narlı istasyonunun yüzey suyu DO değerini  $10.89 \text{ mg l}^{-1}$  bulmuş olması bu çalışmadaki DO değerinin yüksek olmasını desteklemektedir.

Organik kirlilik hakkında tahmin yürütmemizi sağlayan  $\text{BOD}_5$  değerleri Narlı istasyonumuzda  $3.65 \text{ mg l}^{-1}$  civarında iken Güzelyalı istasyonunda yaklaşık 4 kat daha az ( $0.85 \text{ mg l}^{-1}$ ) bulunmuştur. Her iki istasyonumuz için  $\text{BOD}_5$  değerlerinin düşük olduğunu ve bu nedenle de istasyonlarımızda organik kirliliğin olmadığını söyleyebiliriz.

Özyurt ve arkadaşları (2001), çalışmalarında deniz suyunun pH değeri ortalamasının 8.3 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda belirlenen pH değerleri de bu değere yakın bulunmuştur. Aynı araştırmacılar deniz suyunun hafif bazik olmasının fotosentetik aktiviteyle orantılı olduğunu belirtmiştir. Araştırma bölgemizde DO değerlerinin de yüksek olması algal biyomasın, dolayısıyla da fotosentetik aktivitenin yüksek olduğunu düşündürmektedir.

Marmara Denizi, Karadeniz ve Akdeniz arasında ve iç deniz karakterindedir. Karadeniz organik kirliliğin yüksek, tuzluluğun ise az olduğu bir denizdir. Akdeniz ise oldukça yüksek tuz içeriğine sahiptir. Tuğrul ve Salihoğlu (2000) komşu denizler arasında su yoğunluklarının farklı olması nedeniyle Marmara Denizi'nin iki tabakalı bir akıntı rejimine sahip olduğunu ve 15-20 m'lik yüzey sularını Karadeniz'den gelen az tuzlu suların oluşturduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda, tuzluluk değerlerinin düşük bulunması bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Elektriksel iletkenlik, su içerisinde bulunan mineraller ve çözünebilir maddelerle yakından ilgilidir. Yıldız (2004) çalışmasında tuzluluk, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde değerleri arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Deniz suları, diğer doğal sulara oranla daha yüksek iyon miktarlarına sahiptir. Bu yüzden deniz sularının elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarları daha yüksektir. Ancak örneklemelerimizin yapıldığı yüzey sularında, tuzluluk miktarlarının düşük olması, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde değerlerimizin de düşük olmasına neden olmaktadır.

Karbondioksit sudaki yüksek çözünürlüğü nedeni ile deniz sularında yüksek miktarlarda bulunur. Geldiay ve Kocataş (1998) karbonun deniz suyunda çözünmüş gaz halinde ( $CO_2$ ), iyonlar halinde (karbonat ve bikarbonat iyonları) ve karbonik asit halinde olmak üzere 3 formda bulunduğunu belirtmiştir. Ancak deniz sularındaki major formu iyonik olanlardır ve suyun pH değerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Çalışmamızda hem gaz formundaki karbondioksit hem de iyonik formdaki karbonat ve bikarbonat miktarları belirlenmiştir. Bunlar arasında bikarbonat miktarının diğer formlardan açık farkla yüksek olduğu görülmektedir. Deniz suyunda ölçülen pH

değerinin 8 civarında olması bikarbonat iyonlarının fazla oluşunu açıklamaktadır. Geldiay ve Kocataş'ın (1998), pH değerinin 7-9 arasında iken bikarbonat formunun daha yüksek olduğu belirtmesi bulgularımızı desteklemektedir.

Çalışmamızda tespit edilen en yüksek protein değeri Güzelyalı istasyonunda ve *Bryopsis plumosa* türünde bulunmuştur. Buna karşın aynı türün karbohidrat değeri ise oldukça düşük kaydedilmiştir. Güzelyalı istasyonunda en yüksek karbohidrat değeri de *Ulva rigida* türünde bulunmuştur. *Cystoseira* sp. örneklerinin de karbohidrat içeriğinin Güzelyalı istasyonunda daha yüksek oranda bulunması düşündürücü olmuştur. Karbohidrat miktarlarındaki bu değişimin deniz suyunda bulunan karbondioksit ve karbonat iyonları ile dolayısıyla da fotosentezle ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Deniz suyunda bulunan karbondioksit miktarının Güzelyalı istasyonunda daha yüksek olması, fotosentetik aktivitenin de daha fazla olmasına neden olmuş olabilir. Güzelyalı istasyonu örneklerinde daha yüksek miktarda klorofil-*a* ve klorofil-*b* miktarının tespit edilmiş olması, bu düşüncemizi desteklemektedir.

Analiz edilen bütün türlerin karbohidrat içerikleri dikkat çekici şekilde protein değerlerinden yüksek bulunmuştur. Haroon ve ark. (2000) makroalglerin karbohidrat içeriklerinin yaz aylarında diğer mevsimlerden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durumda örneklerimizin yüksek karbohidrat içeriğine sahip olmasını, arazi çalışmalarını Haziran ayında yapmamızla ilişkilendirebiliriz. İlkbahar ve yaz aylarında fotosentetik aktivitenin daha fazla olması karbohidrat miktarlarının yüksek olmasına neden olmuştur.

*Codium* sp. örneklerinin hem protein hem de karbohidrat değerlerinin, çalışılan diğer türlerden çok daha düşük kaydedilmesi, *Codium* türlerinin besinsel içeriklerinin diğer türlerden daha az olduğunu göstermektedir. Ticari ve ekonomik kullanım bakımından *Codium* türlerinin pek fazla tercih edilmemesi, biyoaktif içeriğinin zayıf olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Her iki istasyonda ortak olarak bulunan makroalg türlerinden, Narlı istasyonunun *Codium* sp., *Cystoseira* sp. türlerinin protein içeriği, Güzelyalı'da bulunan aynı

makroalg türlerine kıyasla daha yüksektir. İzmir körfezi (Ege denizi) yapılan bir çalışmada dört yeşil makro alg türünün kül, toplam su, toplam azot, toplam protein, çözülmüş karbohidrat değerleri ve ağır metal biriktirme miktarları belirlenmiştir. Araştırmacılar kirli alanlardan toplanan bireylerde toplam protein miktarlarının artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Çetingül ve Güner 1996). Narlı istasyonu suyunun Güzelyalı istasyonuna kıyasla daha kirli (bulanıklılığı fazla ve NH<sub>3</sub> değeri daha yüksek) olduğu dikkate alınır, Narlı istasyonu makroalglerinin protein içeriğinin diğer istasyona göre daha yüksek olması şaşırtıcı olmamaktadır.

Bu çalışmada en az chl-*a* ve chl-*b* miktarına sahip makroalg, Narlı istasyonunda bulunan *Codium sp.* türü olarak saptanmıştır. Dere ve arkadaşları (2003) bir çalışmalarında 12 makroalg türü ile çalışmışlar ve bunlar içerisinde en düşük chl-*a* ve chl-*b* değerini *Codium sp.* türünde tespit etmişlerdir. *Codium fragile*, siphonaxanthin (Siph) adlı özel bir karoten içerir. Siph 535 nm'de absorpsiyon özelliği gösterir ve bu pigment koyu yeşil renkli su altındaki absorpsiyonu ile ekolojik avatantaj sağlar. Siph tarafından absorbe edilen enerjinin chl-*a*'ya aktarımı oldukça yüksektir (Mimuro ve ark. 2003). Siph pigmentinin varlığı ve enerji absorpsiyon gücü ve bunu chl-*a*'ya aktarma yeteneği, *Codium* genusunda chl-*a* ve chl-*b* miktarının az olmasının sebebi olabilir.

Narlı istasyonunda bulunan *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türünün chl-*a* ve car değerlerinin yine bu istasyonda bulunan *Ulva rigida* C. Agardh türünün pigment değerlerinin üstünde olduğu görülmüştür. Dere ve arkadaşları (2003) çalışmasında yüzeyden örneklenen *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees türünün pigment değerleri, yine yüzeyden örneklenen *Ulva rigida* C. Agardh türünün pigment değerlerinden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu veriye dayanarak, *Enteromorpha compressa* türünün, *Ulva rigida* türüne kıyasla fotosentez hızının yüksek olduğu düşünülebilir.

*Cystoseira sp.* türünün chl-*a* değerinin, Chlorophyta Divizyonu üyelerine kıyasla daha yüksek olarak tespit edilmiş olması, Dere ve arkadaşlarının (2003) çalışma verileriyle desteklenmektedir. Bu durum, *Cystoseira* genusunun fotosentez hızının daha yüksek olduğunun göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Azot, besin zinciri içerisindeki en önemli elementlerden biridir. Azotun deniz suyunda bulunan iyonik formları nitrit, nitrat ve amonyum şeklindedir. Makroalgler, N kaynağı olarak ya doğrudan  $\text{NH}_4^+$ 'ü ya da  $\text{NO}_3$  veya  $\text{NO}_2$ 'nin  $\text{NH}_3$ ' e indirgenmesi sonucunda oluşan  $\text{NH}_3$ 'ü kullanırlar (Hanisak, 1983). Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ), deniz suyunda nitrate oranla daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, birçok makroalg türü tarafından en kolay asimile edilen N bileşimidir (Hanisak, 1983). Deniz suyunda bulunan bu besin tuzları, diğer alglerde olduğu gibi makroalgler tarafından da bünyeye alınarak protein, pigment, karbohidrat, enzim v.b. organik molekül metabolizmasında kullanılmaktadır. Bu besin tuzları, makroalg bünyesindeki protein, pigment, karbohidrat, enzim miktarlarını, makroalg metabolizmasını, büyüme-gelişme hızını etkilemektedir. Bu sebeple, makroalglerin yaşam alanı olan deniz suyunda bulunan bu besin tuzlarının miktarının tayini büyük bir önem taşımaktadır.

Çalışılan her iki istasyonda tespit edilen *Codium* sp. ve *Cystoseira* sp. türlerinin toplam çözülmüş karbohidrat değerlerinin, istasyonlara göre anlamlı farklılar gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.6 ve 3.7). İstasyonlara göre toplam protein, chl-a ve chl-b değerlerinin anlamlılık göstermediği, car açısında ise *Codium* sp. ve *Cystoseira* sp. türlerinin anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.6 ve 3.7). Yapılan birçok çalışmada toplam protein, karbohidrat ve pigment içeriklerinin türlere göre farklılık göstermesinin yanında aynı tür içinde de istasyonlara göre anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Yıldız ve ark. 2003b, Dere ve ark. 2003, Dalkıran ve ark. 2002).

Birçok makroalg, N kaynağı olarak sırasıyla  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'i kullanır (Hanisak, 1983). Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ), deniz suyunda nitrate oranla daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, birçok makroalg türü tarafından en kolay asimile edilen N bileşimidir (Hanisak, 1983). Guimaraens ve Coutinho (2000), azotun deniz ortamındaki en önemli sınırlayıcı besin tuzu olduğunu ve azotun makroalglerin produktivitesini etkileyen birincil faktör olduğunu ifade etmişlerdir. Denault ve arkadaşlarına (2000) göre, deniz ortamındaki azot nütrientlerinin temini, alglerdeki pigment konsantrasyonunu ve yapraksı yapılarındaki azot miktarını etkilemektedir ve tepkiler alg türlerine göre değişmektedir. Bu çalışmada da Narlı ve Güzelyalı istasyonlarının

NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> değerleri birbirinden farklı çıkmıştır. Güzelyalı NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> değerlerinin (sırası ile 0.3444 mg l<sup>-1</sup> ve 0.1556 mg l<sup>-1</sup>), Narlı NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> değerlerinden daha yüksek olduğu (sırası ile, 0.2611 mg l<sup>-1</sup> ve 0.0939 mg l<sup>-1</sup>) görülmüştür. Her iki istasyonda ortak olarak bulunan *Ulva rigida* ve *Cystoseira* sp. örneklerinden Güzelyalı istasyonuna ait olanların karbohidrat değerlerinin Narlı istasyonunda bulunan aynı türlere kıyasla yüksek olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.3, 3.6 ve 3.7). Ancak, amonyak değeri, Güzelyalı istasyonuna kıyasla, Narlı istasyonunda daha yüksek çıkmıştır. *Ulva rigida* ve *Cystoseira* sp. türlerinde gözlenen nitrat artışı ile doğru orantılı karbohidrat değerindeki değişim, *Codium* sp. türünde gözlenmemiştir. Amonyak besin tuzunun yüksek olduğu Narlı istasyonunda *Codium* sp. türünün karbohidrat değerininin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu da, *Codium* sp. türünün NH<sub>4</sub><sup>+</sup>ü, *Ulva rigida* ve *Cystoseira* sp. türlerinin ise NO<sub>3</sub>'ı birincil N kaynağı olarak kullandığını düşündürmektedir. Bu sonuçlar, azot ve forfor besin tuzlarının produktiviteyi doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Yeni Zellanda'da yapılan bir çalışmada (Lindsey Zemke-White ve Clements 1999), toplanan dokuz makroalg türünün denizel herbivor balıklar için besin olarak tercih edilebilirliği araştırılmış ve alglerin kül, protein, lipit ve nişasta içeriklerinin alg türleri arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, her iki istasyondan alınan deniz suyu örneklerinin fizikokimyasal parametreleri arasında küçük de olsa farklılıklar vardır ve elde edilen verilere göre makroalglerin toplam protein, toplam çözünmüş karbohidrat ve pigment içeriklerinin alg türüne bağlı olarak değiştii görülmektedir. Yapılan çalışma sonucunda makroalglerde tespit edilen toplam protein, karbohidrat ve pigment değerlerinin türlere ve istasyonlara göre değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda da makroalglerin besin içeriklerinin ortamdaki besin içeriğine, mevsimlere ve ışık miktarına bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır (Fleurence 1999, Marin ve ark. 1998, Muthuvelan ve ark. 1997).

**KAYNAKLAR**

ACHMAN, D.R., K.C. HORNBUCKLE and S.J. EISENREICH. 1993. Volatilization of Polychlorinated Bipheyls from Green Bay, Lake Michigan, *Environmental Science and Technology*, 75-87.

AKAL, S.K., T. YONAR ve V. PINARLI. 1998. Mudanya İlçesi Deniz Deşarj Sistemlerinin İncelenmesi. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları, II. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı*, ODTÜ, 629-638.

AKKAYA, E. 2004. Marmara Denzinin Mevcut Kirlenme Durumu ve Çözüm Önerileri. Çevre 2004 I. Ulusal Çevre Kongresi.

ALI, M.S., M. SALEEM, R. YAMDAGNI and M.A. ALI. 2002. Steroids and Antibacterial Steroidal-Glycosides From Marine Green Alga *Codium Iyengarii* Borgesen. *Nat Prod Lett* 16(4), 407-13.

ALPAR, B., S. UNLU and C. KIRBASOGLU. 2006. Records of Anthropogenic Pollution in Sediment of Gemlik Bay (Marmara Sea, Turkey) During the Last 15 Years. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 00392.

APHA, AWWA, WEF 1995 Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. (Eaton A.D., Clesceri L.S., Greenberg A.E.) Washington 19<sup>th</sup>.

ARMSTRONG E., K.G. BOYD and J.G. BURGESS. 2000. Prevention of Marine Biofouling Using Natural Compounds from Marine Organisms. *Biotechnol Annu Rev* 6:221-241.

ARTÜZ, İ. ve BAYKUT, F.1986. Marmara Denzinin Hidrografisi ve Su Kirlenmesi Açısından Bilimsel Etüdü. İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, No 3, İstanbul, 1986.

ARTÜZ, İ. 1992. Deniz Kirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, 1992, İstanbul.

ARTÜZ, M.L. 2006. Marmara Denizi Araştırmaları Yöntemler ve 2006 Yaz Ölçümleri Ön Bulguları. G.S. UNİ. Sualtı Bilim ve Teknoloji. SBT.

ARTÜZ, 2008. <http://hosttest.hedefltd.com/Artuz/pdf/Rapor1-2.pdf>-2008. Erişim tarihi: 03.10.2008. Konu: Marmara Denizi Genelinde Gözlemlenen Karışık Alg Patlaması Sonucunda Oluşan Musilaj Agregat Konusunda Rapor, 1s.

AWAD, N.E. 2000. Biologically Active Steroid from the Green Alga *Ulva Lactuca*. *Phytotherapy Research*, 14, 641-3.



BAKER, J.E., T.M. CHURCH, S.J. EISENREICH, W.F. FITZGERALD and J.R. SCUDLARK. 1993. Relative Atmospheric Loadings of Toxic Contaminants and Nitrogen to the Great Waters. U.S. EPA.

BALTACI, F. 2000. Su Analiz Metotları. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Başkanlığı. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. Ankara. s335.

BANSEMIR, A., M. BLUME, S. SCHRÖDER and U. LINDEQUIST. 2006. Screening of Cultivated Seaweeds for Antibacterial Activity Against Fish Pathogenic Bacteria. *Aquaculture* 252, 79–84

BAT, L. AKBULUT, M., SEZGİN, M. and ÇULHA, M. 2001. Effect of Sewage pollution the Structure of the Community of *Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza* and Rock Macrofauna in Dışlıman of Sinop. *Turk. J. Biol.*, 25: 93-102.

BENLİ, H. A. ve O. USLU. 1998. Deniz Kaynaklarının Yönetimi ve Kirlilik Kontrolü. Ulusal Çebre Eylem Planı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Mart 1998.

BERTEAU O. and B. MULLOY. 2003. Sulfated Fucans, Fresh Perspectives: Structures, Functions and Biological Properties of Sulfated Fucans and an Overview of Enzymes Active toward this Class of Polysaccharide. *Glycobiology*, 13(6), 29R-40R.

BEŞİKTEPE, Ş.T., H.I. SUR, E. ÖZSOY, M.A. LATİF, T. OĞUZ and Ü. ÜNLÜATA. 1994. The Circulation and Hydrography of The Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34; 285-334.

BEŞİKTEPE, Ş.T., E.ÖZSOY, M.A. LATİF ve T. OĞUZ. 2000. Marmara Denizi'nin Hidrografisi ve Dolaşımı. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler kitabı, 11-12 Kasım 2000, İstanbul, s.314-326.

BHOSALE S.H., V.L. NAGLE and T.G. JAGTAP. 2002. Antifouling Potential of Some Marine Organisms from India Against Species of *Bacillus* and *Pseudomonas*. *Mar Biotechnol* 4:111–118

BLIDING, C. 1963. A Critical Survey of European Taxa in Ulvales: *Capsosiphon*. *Percursaria*, *Blidingia*, *Enteromorpha*. *Opera Bot* 8 (3): 1–160.

BRADFORD M.A. 1976. Rapid and Sensitive Method for the Quantification of Micrograms Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Anal. Biochem*, 72, 248-54.

CHADEFAUD, M. and L. EMBERGER(eds). 1960. *Traite de Botanique Systematique: I. Les Vegetaux Non Vasculaires (Cryptogamie)*. Masson & Cie Paris 1018 pp.

CHAPMAN, V.J. and CHAPMAN, D.J. 1980. *Seaweeds and Their Uses*. Chapman and Hall, London.

- CHEW, Y.L., LIM Y.Y., OMAR M. and KHOO K.S. 2008. Antioxidant Activity of Three Edible Seaweeds from Two Areas in South East Asia. *LWT*, 41, 1067-72.
- CREED, J.C., J.M. KAIN and T.A. NORTON. 1998. An Experimental Evaluation of Density and Plant Size in Two Large Brown Seaweeds. *J Phycol* 34,39-52.
- ÇETİNGÜL, V., AYSEL, V. ve KURUMLU, Y. 1996a. *Cystoseira barbata* (Good et Woodw) C.Ag., (Fucales, Fucophyceae)'nin Aminoasit İçeriklerinin Saptanması. E.Ü. Su Ürün. Derg. 13 (1-2): 119-121.
- ÇETİNGÜL, V. ve GÜNER, H. 1996. Ekonomik Değerdeki Bazı Yeşil Alglerin Kimyasal İçeriklerinin Saptanması. E.Ü. Su Ürün. Derg. 15 (1-2): 63-76.
- ÇİNER, F. ve H. İNAN.1997. Gemi Taşımacılığında Kaynaklanan Deniz Kirlenmesi, Yerleşim Ve Çevre Sorunları. A. Filibeli (Editör) Çanakkale.
- DALKIRAN, N., D. KARACAOĞLU, G. YILDIZ, E. DERE ve Ş. DERE. 2002. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadasındaki Bazı *Chlorophyta* Üyelerinin Toplam Protein, Toplam Çözünmüş Karbohidrat ve Pigment İçeriklerinin Saptanması. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı. 22-24 Kasım 2002, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul. Bildiriler Kitabı s: 88 – 95.
- DA ROCHA, A.B., R.M. LOPES and G. SCHWARTSMANN. 2001. Natural Products in Anticancer Therapy. *Curr. Opin. Pharmacol.* 1;364–369.
- DAYTON, P.K. 1971. Competition, Disturbance and Community Organization: The Prevision And Subsequent Utilization of Space in a Rocky Intertidal Community. *Ecol Monogr* 41, 351- 89.
- DENAULT, M., E. STIEVE and I. VALIELA. 2000. Effects of Nitrogen Load and Irradiance on Photosynthetic Pigment Concentrations in *Cladophora vagabunda* and *Gracilaria tikvahiae* in Estuaries of Waquoit Bay. *Biol. Bull.* 199: 223–225.
- DERE, Ş., N. DALKIRAN, D. KARACAOĞLU, G. YILDIZ and E. DERE. 2003. The Determination Of Total Protein, Total Soluble Carbohydrate And Pigment Contents Of Some Macroalgae Collected From Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia* 45, 3, 453-471.
- DERE, E., G. YILDIZ, N. DALKIRAN, D. KARACAOĞLU and Ş. DERE. 2007. Changes in Glutathione S Transferase Enzyme Activity in *Ulva rigida* According to Abiotic Factors and Locations. *Ekoloji*, 16, 64:1-8.
- DURMAZ, Y., H.A. DUYAR, Ş. GÖKPINAR, Y.Ö. ÖĞRETMEN and N. BANDARRA. 2008. *Ulva Spp.* (Sinop, Karadeniz) Türünün Yağ Asitleri, A-Tokoferol ve Toplam Pigment Miktarının Araştırılması. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3): 350-356.

- EITSUKA, T., K. NAKAGAWA and M. IGARASHI. 2004. Telomerase Inhibition by sulfoquinovosyldiacylglycerol from Edible Purple Laver (*Porphyra yezoensis*). *Cancer Lett*, 212(1), 15-20.
- ELY, R., T. SUPRIYA and C.G. NAIK. 2004. Antimicrobial Activity of Marine Organisms Collected off The Coast of South East India. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309, 121-7.
- FELDMANN, J. 1937. *Les Algues Marines de la Côte des Albères. I-III. Cyanophycees, Chlorophycees, Pheophycees.* Paris, p.197.
- FLEURENCE, J. 1999. Seaweed Proteins: Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends in Food Science & Technology* 10: 25-28.
- FONG, P., BOYER, K.E. and ZEDLER, J.B. 1998. Developing an Indicator of Nutrient Enrichment in Coastal Estuaries and Lagoons Using Tissue Nitrogen Content of the Opportunistic Alga, *Enteromorpha intestinalis* (L. Link), *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*, 231: 63-79.
- FOSTER, G.G. and A.N. HODGSON. 1998. Consumption and Apparent Dry Matter Digestibility of Six Intertidal Macroalgae by Turbo Sarmaticus (Mollusca: Vetigastropoda: Turbinidae). *Aquaculture*, 167, 211-227.
- GELDİAY, R. ve A. KOCATAŞ. 1998. *Deniz Biyolojisine Giriş.* Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 562p.
- GEVAERT, F., N.G. BARR and T.A.V. REES. 2007. Diurnal Cycle and Kinetics of Ammonium Assimilation in the Green Alga *Ulva pertusa*. *Mar. Biol.*, 151(4): 1517-1524.
- GORDILLO, F.J.L., J. AGUILERA and C. JIME'NEZ. 2006. The Response of Nutrient Assimilation and Biochemical Composition of Arctic Seaweeds to a Nutrient Input in Summer. *Journal of Experimental Botany*, 57(11): 2661-2671.
- GUIMARAENS, M.A. and R. COUTINHO. 2000. Temporal and Spatial Variation of *Ulva* spp. and Water Properties in the Cabo Frio Upwelling Region of Brazil. *Aquatic Botany* 66, 101-114.
- GÜNER, H. ve V. AYSEL. 1978. Ege ve Marmara Denizindeki Alg Toplulukları Üzerine Kalitatif ve Kantitatif Çalışmalar. (1) *Ulva lactuca* L. topluluğu (Chlorophyta) EÜ Fen Fakültesi Dergisi B,C. II S.I, 55-71.
- HANISAK, M.D. 1983. The Nitrogen Relationships of Marine Macroalgae. *In* Carpenter, E.J. and Capone, D.G. (Eds). "Nitrogen in the Marine Environment". Academic Press Inc.

HARITONIDIS, S. and P. MALEA 1999. Bioaccumulation of Metals by the Green Alga *Ulva Rigida* from Thermaikos Gulf, Greece. *Environmental Pollution* 104, 365-372.

HAROON, A.M., A. SZANIAWSKA, M. NORMANT and U. JANAS. 2000. The Biochemical Composition of *Enteromorpha* spp. from the Gulf of Gdansk Coast on the Southern Baltic Sea. *Oceanologia*, 42(1): 19-28.

HAY, M.E. 1981. The Functional Morphology Of Turf-Forming Seaweeds: Persistence In Stressful Marine Habitats. *Ecology* 62, 739-50.

HERNANDEZ, I., J.F. MARTINEZ-ARAGON, A. TOVAR, J.L. PEREZ-LLORENS and J.J. VERGARA. 2002. Biofiltering Efficiency in Removal of Dissolved Nutrients by Three Species of Estuarine Macroalgae Cultivated with Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) Waste Waters 2. Ammonium. *Journal of Applied Phycology* 1, 375-384.

HORNBUCKLE, K.C., D.R. ACHMAN and S.J. EISENREICH. 1993. Over-Water and Over-Land Polychlorinated Bipheyls in Green Bay, Lake Michigan. *Environmental Science and Technology*, 87-98.

HÜSREVOĞLU, Y.S. 1999. M.Sc. Thesis, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel.

INDERGAARD, M. and J. MINSAAS. 1991. Animal and Human Nutrition. In *seaweed Resources in Europe: uses and potential*; Guiry, M. D., Blunden, G., Eds.; John Wiley & Sons: New York,; pp 21-64.

IKEN K.B. and B.J. BAKER. 2003. Ainigmaptilonones, Sesquiterpenes from the Antarctic Gorgonian Coral *Ainigmaptilon Antarcticus*. *J Nat Prod* 66:888–890

IVANOVA, V., R. ROUSEVA, M. KOLAROVA, J. SERKEDJIEVA, R. RACHEV and N. MALONOVA. 1994. Isolation of Polysaccharide with Anti-Viral Effect From *Ulva Lactuca*, Prep. *Biochem*, 24, 83-97.

JADEJA, R.N. and A. TEWARI. 2008. Effect of Soda Ash Industry Effluent on Protein Content of Two Green Seaweeds. *Journal of Hazardous Materials* 151 (2008) 559–561.

JEFFREY, S., and G. HUMPHREY. 1975. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 167: 191–194.

JIN Q., C.S. LIM, J.Y. SUNG, H.G. CHOI, I. HA and J.S. HAN. 2006. *Ulva Conglobata*, a Marine Algae, has Neuroprotective and Anti-Inflammatory Effects in Murine Hippocampal and Microglial Cells. *Neuroscience Letters*, 402, 154-8.

KHANZADA, A.K. 2007. Antifungal Activity, Elemental Analysis and Determination of Total Protein of Seaweed, *Solieria Robusta* (Greville) Kylin from the Coast of Karachi Pakistan *Journal of Botany*, 39 (3): 931-

KUMAR K.A. and R. RENGASAMY. 2000. Antibacterial Activities Of Seaweed Extracts/Fractions Obtained Through a TLC Profile Against the Phytopathogenic Bacterium *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Botanica Marina* Vol. 43, 2000, pp. 417-421.

KUMAR, K.S., K. GANESAN and P.V. SUBBA RAO. 2008. Antioxidant Potential of Solvent Extracts of *Kappaphycus Alvarezii* (Doty) Doty- An edible seaweed. *Food Chem*, 107, 289-95.

LAHAYE, M. 1991. Marine Algae As Sources of Fibres: Determination of Soluble and Insoluble Dietary Fibre Contents in Some "Sea Vegetables". *J. Sci. Food Agric.*, 54, 587-594.

LAHAYE, M. and B. KAEFFER. 1997. Seaweed Dietary Fibres: Structure, Physicochemical and Biological Properties Relevant to Intestinal Physiology. *Sci. Aliments*, 17, 563-584.

LAURENTIN, A. and C.A. EDWARDS. 2003. A Microtiter Modification of The Anthrone-Sulphuric Acid Colorimetric Assay for Glucose-Based Carbohydrates. *Anal. Biochem*, 315, 143-5.

LEAN, G., , D. HINRICHSEN and A. MARKHAM. 1990. Atlas of the Environment. Prince Hall Press.

LEE, W-Y. and W-X. WANG. 2001. Metal Accumulation in the Green Macroalga *Ulva Fasciata*: Effects of Nitrate, Ammonium and Phosphate. *the Science of the Total Environment*, 278: 11-22.

LINDSEY ZEMKE-WHITE, W. and K.D. CLEMENTS. 1999. Chlorophyte and Rhodophyte Starches as Factors in Diet Choice by Marine Herbivorous Fish, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 240, 137-149.

MABEAU, S. and J. FLEURENCE. 1993. Seaweed in Food Products: Biochemical and Nutritional Aspects. *Trends Food Sci. Technol.*, 4, 103- 107.

MARIN, N., F. MORALES, C. LODEIROS and E. TAMIGNEAU. 1998. Effect of Nitrate Concentration on Growth and Pigment Synthesis of *Dunaliella Salina* Cultivated Under Low Illumination and Preadapted to Different Salinities. *J. Appl. Phycol.*, 10, 405-411

MARTINEZ-ARAGON, J.F., I. HERNANDEZ, J.L. PEREZ-LLORENS, R. VAZQUEZ and J.J. VERGARA. 2002. Biofiltering Efficiency in Removal of Dissolved Nutrients by Three Species of Estuarine Macroalgae Cultivated with Sae Bass (*Dicentrarchus labrax*) Waste Waters 1. Phosphate. *Journal of Applied Phycology*, 14: 365-374.

McDERMID, K.J. and B. STUERCKE. 2003. Nutritional Composition of Edible Hawaiian Seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 15: 513-524.

MERİÇ, E., N. AVŞAR, A. NAZİK, B. ALPAR, B. YOKEŞ, İ.F. BARUT and S. ÜNLÜ. 2005. Gemlik Körfezi Yüze Çökellerinin Foraminifer, Ostrakod Ve Mollusk Faunası, Foraminifer Kavkılarında Gözlenen Morfolojik Anomaliler İle Bölgenin Sedimentolojik, Hidrokimyasal Ve Biokimyasal Özellikleri. MTA Dergisi. 131, 21-48,

MICHAEL, L., WILLIAMS and A.H. COBB 1985. Effect of Irradiance and Light Quality on Starch Synthesis by Isolated Chloroplasts of *Codium fragile*. New Phytol., 101: 79-88.

M. MIMURO, S. AKIMOTO, in: A.W.D. LARKUM, S.E. DOUGLAS, J.A. RAVEN (Eds.), Advances in Photosynthesis and Respiration, Photosynthesis in Algae, vol. 14, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2003, p. 335.

MUTHUVELAN, B., K. FUJIMORI, C. MURUGAN and G. KULANDAIVELU. 1997/98. Influence of Irradiation Quality on Photosynthetic Pigments, Saccharides, Nitrate Reductase Activity, Thylakoid Organization and Growth of *Ulva pertusa*. Biologia Plantarum, 40 (2): 211-218.

ÖZER, U. 1994. <http://www.gemlik.org.tr/index.php?lang=&mod=News&News=7>, 2008. Erişim Tarihi: 03.10.2008. Konu: Gemlik Körfezi Durum Raporu

ÖZSOY, E., T. OĞUZ, M.A. LATİF and Ü. ÜNLÜATA. 1986. Oceanography of the Turkish Straits - First Annual Report. Volume I, Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel, Turkey, 223pp.

ÖZSOY, E., T. OĞUZ, M. A. LATİF, Ü. ÜNLÜATA, H.İ. SUR and Ş. BEŞİKTEPE. 1988. Oceanography of the Turkish Straits - Second Annual Report. Volume I. Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel.

ÖZYURT, N.N., C.S. BAYARI, M.Ş. DOĞDU ve A. ARIKAN. 2001. Akkuyu Körfezi (Mersin) Deniz Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerini Etkileyen Süreçler. Yerbilimleri 24; 113-126

PARKER, A. 1993. Using Elasticity/Temperature Relationships to Characterise Gelling Carrageenans. Hydrobiologia, 260/261: 583-588.

PARSONS, T.R., Y. MAIATA and C.M. LALLI. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for seawater Analysis. Pergamon Pres, 173p.

PEREIRA R.C., A.G. CARVALHO, B.A. GAMA and R. COUTINHO. 2002. Field Experimental Evaluation Of Secondary Metabolites From Marine Invertebrates As Antifoulants. Braz J Biol 62:311-320

PETERS L., G.M. KÖNIG, A.D. WRIGHT, R. PUKALL, R. STACKEBRANDT, L. EBERL and K. RIEDEL. 2003. Secondary Metabolites Of Flustra Foliacea And Their Influence on Bacteria. Appl. Envir. Microbiol., 69:3469-3475

PINCHETTI, J.L.G., E.C. FERNANDEZ, P.M. DIEZ and G.G. REINA. 1998. Nitrogen Availability Influences the Biochemical Composition and Photosynthesis of Tank-Cultivated *Ulva rigida* (Chlorophyta). *Journal of Applied Phycology*, 10: 383-389.

PRATHEP, A. , R.H. MARRS and T.A. NORTON. 2003. Spatial And Temporal Variations In Sediment Accumulation In An Algal Turf And Their Impact On Associated Fauna. *Mar Biol* 142, 381-90

QI, H., Q. ZHANG, T. ZHAO, R. HU, K. ZHANG and Z. LI. 2006. In Vitro Antioxidant Activity of Acetylated and Benzoylated Derivatives of Polysaccharide Extracted from *Ulva Pertusa* (Chlorophyta). *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 16, 2441-5.

ROUND, F.E. 1973. *The Biology of the Algae*. Second Edition, London, 278p

RUPE´REZ, P. and F. SAURA-CALIXTO. 2001. Dietary Fibre and Physicochemical Properties of Edible Seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.*, 212, 349-354.

SCHWARTSMANN, G., A.B. DA ROCHA, J.G.S. BERLINCK and J. JIMENO, 2001. Marine Organism as a Source of New Anticancer Agents. *Lancet Oncol.* 2, 221–225.

SEELY, G.R., M.J. DUNCAN and W.E. VIDAVER. 1972. Preparative and Analytical Extraction of Pigments from Brown Algae with Dimetil Sulfoxide. *Mar. Biol.*12, 184-188.

SIDDHANTA, A.K., M. SHANMUGAM, K.H. MODY, A.M. GOSWAMI and B.K. RAMAVAT. 1999. Sulphated Polysaccharides of *Codium Dwarkense* Boergs from The West Coast of India: Chemical Composition and Blood Anticoagulant Activity. *International Journal of Biological macromolecules*, 26, 151-4.

SOLMAZ, S.K.A., T. YONAR ve G.E. ÜSTÜN. 2000. Gemlik Körfezi'nde Karasal Kaynaklı Kirlilik Envanteri, *Marma and ra Denizi Sempozyumu*, 2000.

STIRK W.A., D. L. REINECKE and J. VAN STADEN. 2007. Seasonal Variation in Antifungal, Antibacterial and Acetylcholinesterase Activity in Seven South African Seaweeds. *J. Appl. Phycol.*, 19:271–276

STICKLAND J.D.H. and T.R. PARSONS. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. 2nd Ed. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 310pp.

SUKATAR, A., N.U. KARABAY-YAVASOGLU, G. ÖZDEMİR and Z. HORZUM. 2006. Antimicrobial Activity of Volatile Component and Various Extracts of *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh From The Coast of Izmir, Turkey. *Annals of Microbiology*, 56 (3) 275-279

- TAKAHASHI, M. 1983. Studies on the Mechanism of Hos-Mediated Antitumor Acion of Crude, Focoidan from a Brown Marine Algae Eisenia Bicyclis.
- TALINLI, İ, E. GÖRGÜN ve K.A. ÜNAL. 1997. Türkiye Boğazları'nda Tehlikeli Maddelerden Oluşacak Çevresel Risklerin Değerlendirilmesi. A. Filibeli (Editör), *Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli*.
- TAŞDEMİR, Y. ve F. PAYAN. 2000. Bursa'daki Tekstil Sanayinden Kaynaklanan Klasik Hava Kirleticilerin Karakterizasyonu. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, 377-383.
- TAŞDEMİR, Y. 2002. Marmara Denizi: Kirleticiler Ve Çevre Açısından Alınabilecek Tedbirler. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 39.
- TUĞRUL, S. VE İ. SALİHOĞLU. 2000. Marmara Denizi ve Türk Boğazlar Sisteminin Kimyasal Oşinografisi. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2000, İstanbul, 327-346.
- TÜFEKÇİ, V. ve E. OKUŞ. 1989. Karadeniz-İstanbul Boğazı Kıstağı, Boğaz ve Boğazın Marmara Denizi Çıkışındaki Fitoplankton Dağılımı. Büyükşehirlerde Atıksu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu, Kasım 1998, İstanbul.
- TSOUKATOU, M., C. HELLIO, C. VAGIAS, C. HARVALA and V. ROUSSIS. 2002. Chemical Defense and Antifouling Activity of Three Mediterranean Sponges of the genus *Ircinia*. *Z Naturforsch* 57:161–171.
- TZIVELEKA L.A, C. VAGIAS and V. ROUSSIS. 2003. Natural Products with anti-HIV Activity from Marine Organisms. *Curr Top Med Chem*, 3:1512–1535.
- VENTURA, M.R. and J.I.R. CASTANON. 1998. The Nutritive Value of Seaweed (*Ulva lactuca*) for Goats. *Small Ruminant Research*, 29: 325-327.
- WAHBEH, M.I. 1997. Amino Acid and Fatty Acid Profiles of Four Species of Macroalgae from Aqaba and their Suitibility for Use in Fish Diets. *Aquaculture*, 159: 101–109.
- WILSANAND, V., A.B. WAGH and M. BAPUJI. 2001. Antifouling activities of octocorals on some marine macrofoulers. *Microbes* 104:131–140
- WILSON, S. 2002. Nutritional Value of Detritus and Algae in Blenny Territories on the Great Barrier Reef. *J. of Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 271, 155-169.
- WOELKERLING, W.J. 1990. An Introduction. *In* Cole, K.M. and Sheath, R.G. (Editör). *Biology of the Red Algae*". Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.



WONG, K.H. and C.K. CHEUNG. 2000. Nutritional Evolution of some Subtropical Red and Green Seaweeds. Part I- Proximate Composition, Amino Acid Profiles and some Physico-Chemical Properties. Food Chemistry, 71: 475-582.

WONG, K.H. and C.K. CHEUNG. 2001. Nutritional Evolution of some Subtropical Red and Green Seaweeds. Part II-In Vitro Protein Digestibility and amino acid Profiles of Protein Concentrates. Food Chemistry, 72: 11-47.

YILDIZ, G., D. KARACAOĞLU, N. DALKIRAN, E. DERE and Ş. DERE. 2003a. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadasındaki Kirliliğin Bazı Fizikokimyasal Parametrelerle ve Kirletici Faktörlerle Birlikte Araştırılması. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı. 05-07 Aralık 2003 Uludağ Üniversitesi, Bursa. Bildiriler Kitabı s: 1-9.

YILDIZ, G., D. KARACAOĞLU, N. DALKIRAN, E. DERE and Ş. DERE. 2003b. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadasında *Ulva rigida* C.Agardh Türünde Pigment ve Protein İçeriklerinin Derinliğe ve Fizikokimyasal Parametrelere Bağlı Olarak Değişimi. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı 05-07 Aralık 2003, Uludağ Üniversitesi, Bursa. Bildiriler Kitabı s: 10-19.

YILDIZ, G. 2004. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadasındaki Bazı Chlorophyta Türlerinde Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Uludağ Üniversitesi, Bursa

YIM J.H., S.J. KIM, S.H. AHN, C.K. LEE, K.T. RHIE and H.K. LEE. 2004. Antiviral Effects of Sulfated Exopolysaccharide from the Marine Microalga *Gyrodinium Impudicum* Strain KG03. Mar Biotechnol 6:17-25

ZAMBRANO, J.A. and A. CARBALLEIRA, 1999. Effects of Hydrocarbons on the Physiology and Growth of *Ulva* sp. (Chlorophyta). Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 15 (1-4): 373-381.

ZHANG, Q., P. YU, Z. LI, H. ZHANG, Z. XU and P. LI. 2003. Antioxidant Activities of Sulfated Polysaccharide Fractions from *Porphyra Haitanensis*. Journal of Applied Phycology 15: 305-310, 2003. 305. 2003 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

ZUBIA, M., C. PAYRI and E. DESLANDES. 2007. Alginate, Mannitol, Phenolic Compounds and Biological Activities of Two Range-Extending Brown Algae, *Sargassum mangroveense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta: Fucales), from Tahiti (French Polynesia). J Appl Phycol. DOI 10.1007/s 10811-007-9303-3.

## ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Aydın'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Aydın'da tamamladı. 1992 yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 1997 yılında mezun oldu. 1997 yılından beri çeşitli Anadolu Liselerinde öğretmenlik yapmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince, sahip olduğu engin deneyimleri ve bana olan inancıyla her zaman bana ilham veren, tez konusunun seçimi ve çalışmaların planlanıp yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında maddi ve manevi desteğini benden esirgemenyen danışman hocam Prof. Dr. Şükran DERE'ye,

Deneyisel ve teorik çalışmalarında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemenyen ve her zaman yardımcı olan Yard. Doç. Dr. Egemen DERE'ye,

Tez çalışmaların yürütülmesinde, laboratuvar çalışmalarında, tez konusu ile ilgili her konuda maddi ve manevi desteği ile yanımda olan Araş. Gör. Gamze YILDIZ'a,

Tez süresince laboratuvar çalışmalarındaki yardımları ve değerli bilgi paylaşımları ile beni hiç yalnız bırakmayan, her zaman cesaretlendiren Araş. Gör. Nurhayat DALKIRAN'a ve Araş. Gör. Didem KARACAOĞLU'na

Tez örnekleme çalışmalarıdaki yardımlarından dolayı Uludağ Üniversitesi Sualtı Topluluğu (USAT) üyelerine,

Tez çalışması süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.