



KARADENİZ'İN SİNOP KIYILARI
DENİZEL MAKROALG KOMÜNİTELERİNİN
BİYOMAS VE KİMYASAL İÇERİĞİNDEKİ
MEVSİMSEL DEĞİŞİMLER

GÖKHAN YILDIZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ'İN SİNOP KIYILARI DENİZEL MAKROALG KOMÜNİTELERİNİN
BİYOMAS VE KİMYASAL İÇERİĞİNDEKİ
MEVSİMSEL DEĞİŞİMLER

GÖKHAN YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. ALİ KARAÇUHA

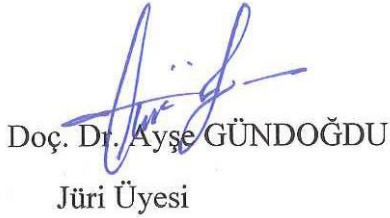
SİNOP – 2016

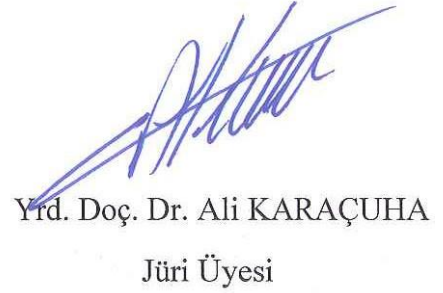
T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Gökhan YILDIZ, tarafından hazırlanan ‘‘Karadeniz’in Sinop Kıyıları Denizel Makroalg Komünitelerinin Biyomas ve Kimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişimler’’ başlıklı bu çalışma, 18.07.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Arif GÖNÜLOL

Jüri Başkanı


Doç. Dr. Ayşe GÜNDOĞDU
Jüri Üyesi


Yrd. Doç. Dr. Ali KARAÇUHA
Jüri Üyesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.


Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

KARADENİZ'İN SİNOP KIYILARI DENİZEL MAKROALG KOMÜNİTELERİNİN BİYOMAS VE KİMYASAL İÇERİĞİNDEKİ MEVSİMSEL DEĞİŞİMLER

ÖZET

Bu çalışma, Karadeniz'in Sinop kıyılarının kayalık substratlarında dağılım gösteren makroalg türlerini ve birim alanda kütle miktarında meydana gelen değişimleri tespit etmek, ayrıca bazı yaygın ve ekonomik önemi olan türlerin kimyasal kompozisyonlarındaki değişimleri belirlemek amacıyla mevsimsel olarak dört istasyonda (Hamsilos, Aklıman, DSİ, Karakum) gerçekleştirilmiştir. Alg örnekleri 2014 yılı boyunca 0-1 m derinlikten 20x20cm kuadrat ile üç tekerrürlü olarak şekilde el ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda 8'i Ochrophyta, 16'sı Rhodophyta ve 6'sı Chlorophyta bölümlerine ait toplam 30 takson tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda en yüksek biyomas değeri 3303,19 g/m² kuru ağırlık ile Aklıman istasyonundan tespit edilmiş olup bunu sırasıyla Hamsilos (3225,22 g/m² kuru ağırlık), Karakum (3178,24 g/m² kuru ağırlık) ve DSİ (2776,68 g/m² kuru ağırlık) istasyonları izlemiştir. Bununla birlikte en yüksek ortalama biyomas değeri 935,32±16,11 g/m² kuru ağırlık ile kış mevsiminde, en az biyomas değeri ise 588,19±85,35 g/m² kuru ağırlık ile yaz mevsiminden elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her istasyonun çeşitlilik indeksi değerleri ilkbaharda yüksek bulunmuş ve düzenlilik indeksi değerlerinin buna benzer olduğu görülmüştür.

Kimyasal bileşimi araştırılan makroalglerden *Cystoseira crinita* Duby yıl boyunca bölgede yoğun olarak tespit edilirken, *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux türüne DSİ istasyonunda rastlanmamıştır. Sonbahar mevsiminde ise hiçbir istasyonda analiz yapılabilecek uygunluk ve miktarda *Ulva intestinalis* Linnaeus türü saptanamamıştır. Çalışma sonunda, makroalglerin toplam yağ miktarı hariç kimyasal içeriğinde meydana gelen mevsimsel değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

Anahtar Kelimeler: Makroalg, biyomas, kimyasal kompozisyon, Sinop, Karadeniz

SEASONAL CHANGES IN THE BIOMASS AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF MACROALGAE COMMUNITIES IN THE SİNOP COASTS OF THE BLACK SEA

ABSTRACT

This study was carried out to determine the seasonal changes of macroalgae flora with the changes of biomass in per unit area living in the rocky substrata of four station (Hamsilos, Akliman, DSİ, Karakum) in Sinop coast of the Black Sea and also to determine the chemical compositions of some common and economically important species. Algal samples were collected by hand with a 20x20 cm quadrat at 0-1 m depth as three replication throughout 2014. As a result of the study, a total of 30 taxa belonging to 8 Ochrophyta, 16 Rhodophyta and 6 Chlorophyta sections were identified.

The result of this, the highest biomass value was obtained from Akliman (3303,19 g/m², dry weight), followed by Hamsilos (3225,22 g/m², dry weight), Karakum (3178,24 g/m², dry weight) and DSİ (2776,68 g/m², dry weight). Besides, the highest average biomass value (935,32±16,11 g/m² dry weight) was obtained in winter and the lowest (588,19±85,35 g/m², dry weight) in summer. As a result of statistical analyzes, the highest diversity index values of each station were calculated in the spring and the evenness index values were showed similarity with these results.

The the chemical composition researched, *Cystoseira crinita* Duby was determined to intense during the year, however *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux was not found in the station of DSİ. The suitable amount of *Ulva intestinalis* Linnaeus for the analysis during the autumn was not obtained in the stations. In terms of chemical composition of macroalgae except the oil amount were found statistically significant (p <0,05) between the seasons.

Key words: Macroalgae, biomass, chemical composition, Sinop, Black Sea

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ali KARAÇUHA'ya, Sayın Yrd. Doç. Dr. Melek ERSOY KARAÇUHA'ya, arkadaşlarıma, her zaman yanımda olan Arş. Gör. Sevda ORHAN ile aileme teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Algler	3
2.1.1. Kahverengi Alglerin (Ochrophyta) Genel Özellikleri	5
2.1.2. Yeşil Alglerin (Chlorophyta) Genel Özellikleri.....	5
2.1.3. Kırmızı Alglerin (Rhodophyta) Genel Özellikleri.....	6
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
4.1. Materyal	11
4.1.1. Araştırma Planı.....	11
4.1.2. Çalışma Bölgesi ve İstasyonları	11
4.1.2.1. Hamsilos	12
4.1.2.2. Akliman	13
4.1.2.3. DSİ	15
4.1.2.4. Karakum	16
4.1.3. Kimyasal Analizleri Yapılan Makroalg Türleri	17
4.1.3.1. <i>Cystoseira crinita</i> Türünün Genel Özellikleri.....	17
4.1.3.2. <i>Ulva intestinalis</i> Türünün Genel Özellikleri	18
4.1.3.3. <i>Laurencia obtusa</i> Türünün Genel Özellikleri.....	19
4.2. Yöntem	21
4.2.1. Araziden Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Hazırlanması .	21
4.2.2. Alglerin tayini.....	23
4.2.3. İstatiksel Analizler	23
4.2.3.1. Shannon-Wiener İndeksi (H')	23
4.2.3.2. Pielou Düzenlilik İndeksi (J')	24
4.2.4. Kimyasal Analizler	24
4.2.4.1. Toplam Su miktarı tayini.....	24
4.2.4.2. Kuru Madde Tayini	24

4.2.4.3. Organik Madde Tayini.....	24
4.2.4.4. İnorganik Madde (Kül) Tayini.....	24
4.2.4.5. Protein Tayini.....	25
4.2.4.6. Yağ Tayini	25
4.2.4.7. Nitrojensiz Öz Madde Tayini.....	26
4.2.5. Analizlerde Kullanılan Cihazlar.....	26
5. BULGULAR.....	27
5.1. Fizikokimyasal Bulgular.....	27
5.2. Makroalg Kompozisyonu	32
5.3. Biyokimyasal Bulgular.....	43
5.3.1. <i>Cystoseira crinita</i> Türünün Kimyasal Bileşimi.....	45
5.3.2. <i>Ulva intestinalis</i> Türünün Kimyasal Bileşimi	47
5.3.3. <i>Laurencia obtusa</i> Türünün Kimyasal Bileşimi.....	48
6. TARTIŞMA.....	51
6.1. Fizikokimyasal Parametreler	51
6.2. Biyomas Oranı.....	53
6.3. Biyokimyasal Madde Miktarı	57
7. SONUÇ	67
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	79

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
μS	Mikrosimens
‰	Binde
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekaire
CO ₂	Karbondioksit
CuSO ₄	Bakır sülfat
DO	Çözünmüş oksijen
g	Gram
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
HCl	Hidroklorik asit
km	Kilometre
m ²	Metrekare
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mS	Milisimens
N	Azot
NaOH	Sodyum hidroksit
ppm	mg/kg veya litre çözelti (Milyonda bir)
ppt	g/kg veya litre çözelti (Binde bir)
μ	Mikron
σ _t	Sigma-t = (Yoğunluk-1)x1000

KISALTMALAR

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel iletkenlik
FAO	Food and Agriculture Organization
TDS	Toplam çözünmüş madde

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil 4.1. İstasyonların genel görünümü	12
Şekil 4.2. Hamsilos istasyonu (Orijinal).....	13
Şekil 4.3. Hamsilos istasyonu uydu görüntüsü.....	13
Şekil 4.4. Akliman istasyonu (Orijinal).....	14
Şekil 4.5. Akliman istasyonu uydu görüntüsü.....	14
Şekil 4.6. DSİ istasyonu (Orijinal)	15
Şekil 4.7. DSİ istasyonu uydu görüntüsü	15
Şekil 4.8. Karakum istasyonu (Orijinal).....	16
Şekil 4.9. Karakum istasyonu uydu görüntüsü	16
Şekil 4.10. <i>Cystoseira crinita</i> Duby (Orijinal)	18
Şekil 4.11. <i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus (Orijinal).....	19
Şekil 4.12. <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux (Orijinal).....	20
Şekil 4.13. Temizlenen materyalin yıkanması (Orijinal)	21
Şekil 4.14. Örneklerin kurutma kağıtları üzerinde hazırlanması (Orijinal).....	22
Şekil 4.15. Kurutulmuş örnekler (Orijinal)	22
Şekil 4.16. Temizlenip kurutulduktan sonra toz haline getirilen örnekler (Orijinal)	22
Şekil 4.17. Kimyasal analizlerde kullanılan cihazlar (a: Hanna marka HI 9829 model su ölçüm cihazı, b: Radwag Marka Hassas Terazisi, c: Santez marka SE-65 model etüv d: Buchi marka R-3000 model marka Dinamik Rotary Evaporatör Seti, e: Eflab marka destilasyon ünitesi, f: KNF marka N022 AN 18 model vakum pompası, g: Kjeldahl marka yakma ünitesi ve Mikrotest marka çeker ocak, h: Protherm marka kül fırını)	26
Şekil 5.1. Hamsilos istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	29
Şekil 5.2. Akliman istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	29
Şekil 5.3. DSİ istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	30
Şekil 5.4. Karakum istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	30

Şekil 5.5. Yıllık toplam biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) ve tür sayısının istasyonlara göre dağılımı	36
Şekil 5.6. Makroalglere ait yıllık toplam biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) istasyon ve mevsimlere göre dağılımı	37
Şekil 5.7. Yıllık ortalama biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) istasyonlara göre dağılımı (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata).....	38
Şekil 5.8. Yıllık toplam biyomasın istasyon ve gruplara göre dağılımı (g/m^2 kuru ağırlık)	38
Şekil 5.9. Örnekleme dönemlerine ait ortalama biyomas (g/m^2 kuru ağırlık) ve toplam tür sayısının mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata).....	39
Şekil 5.10. Gruplara ait ortalama biyomas (g/m^2 kuru ağırlık) ve tür sayılarının mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata)	40
Şekil 5.11. Teşhis edilen taksonlara ait yıllık biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) istasyonlardaki baskınlığı	41
Şekil 5.12. İstasyonlara ait mevsimsel Shannon-Wiener çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indeksi değerleri.....	42
Şekil 5.13. Kimyasal analizi yapılan türlerin yıllık biyomas miktarı (kuru ağırlık)	42
Şekil 5.14. <i>Cystoseira crinita</i> türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata).....	46
Şekil 5.15. <i>Ulva intestinaslis</i> türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata).....	48
Şekil 5.16. <i>Laurencia obtusa</i> türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata).....	50
Şekil 6.1. Kodalak (2008)'ın yapmış olduğu çalışmadaki <i>Cystoseira barbata</i> türüne ait ortalama veriler ile <i>Cystoseira crinita</i> türüne ait elde edilen ortalama verilerinin karşılaştırması	60
Şekil 6.2. <i>Ulva intestinalis</i> türüne ait McDermid ve Stuercke (2003)'nin yapmış olduğu çalışma ile bu çalışmadan elde edilen ortalama verilerin karşılaştırılması.....	63
Şekil 6.3. <i>Laurencia obtusa</i> türüne ait ortalama veriler ile Orhon (2009)'un yapmış olduğu çalışma sonuçlarının karşılaştırılması.....	66

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 5.1. Deniz yüzey suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi.....	27
Çizelge 5.2. Deniz yüzey suyunun fizikokimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimi .	31
Çizelge 5.3. Tespit edilen taksonların listesi ve mevsimsel ortalama biyomas değerleri (g/m ² kuru ağırlık).....	32
Çizelge 5.4. <i>Cystoseria crinita</i> , <i>Ulva intestinalis</i> ve <i>Laurencia obtusa</i> 'nın kimyasal içeriklerinin mevsimsel değişimi	43
Çizelge 5.5. <i>Cystoseira crinita</i> 'nın kimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi ..	46
Çizelge 5.6. <i>Ulva intestinalis</i> 'in kimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi	47
Çizelge 5.7. <i>Laurencia obtusa</i> 'nın kimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi.....	49

1. GİRİŞ

Denizler yeryüzünün büyük bir bölümünü kaplamalarının yanı sıra içerdiği flora ve fauna örnekleri ile birlikte, her zaman insanoğlunun ilgisini çekmiştir. Denizel floranın primer üreticilerinden olan deniz yosunları (algler) biyolojik ve ekolojik fonksiyonları ile ekosistemin en önemli canlı gruplarından. Alglerde gerçek anlamda kök, gövde, yaprak farklılaşması görülmez ve iletim demeti taşımayan, tallus adı verilen özelleşmiş vücut bölümlerinden bahsedilir. Mikroskobik ya da makroskobik formda olabilen algler, genel olarak mikroalg ve makroalg olarak isimlendirilir.

Yaklaşık 9000 türü bulunan makroalgler pigment yapılarına göre; kahverengi (Ochrophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve yeşil algler (Chlorophyta) olmak üzere üç temel grupta toplanır (Hong ve ark., 2007). Fotosentez ile ortamın oksijenini sağlayan algler oluşturdukları topluluklar ile de diğer canlılar için beslenme, barınma ve üreme alanları meydana getirir (Cirik ve Cirik, 2004; Zeki, 2006). Kıyısız deniz ekosistemlerinin ayrılmaz bir parçası olan makroalgler, bentik komüniteleri tanımlayıcı özellikleri ile kıyı sistemlerinin karakterize edilmesinde ve izlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca makroalgler azot ve fosforlu bileşenleri içeren suların temizlenmesinde ve ağır metallerin uzaklaştırılmasında görev alırken, suda meydana gelen kirlilik ile sıcaklık artışı etkilerinin incelenmesi için kullanılır (Yenigül, 1993)

Alglerin ekolojik olduğu kadar, kullanım alanlarının artışına paralel olarak ekonomik önemlerinin de her geçen gün arttığı görülmektedir. Günümüzde çeşitli sanayi alanlarında değerlendirilen alglerin kullanımlarıyla ilgili en eski bilgiler M.Ö. 2700 yıllarına kadar dayanmaktadır. Çinli Shen-Nung'un "Materia Medica" adlı eserine göre, eski medeniyetlerde Yunanlı Dioscorides algleri ilaç olarak kullanmıştır. Romalılar ve Mısırlılar tarafından kozmetik amaçlı değerlendirilen alglerin, Orta Çağ'dan bu yana Uzak Doğu ülkelerinde gıda, Avrupa ülkelerinde de gübre olarak kullanıldığı bilinmektedir (Sukatar, 2002). Milattan sonra Çin, Japonya ve Kore, deniz yosunlarını tıbbi ve besin maddesi olarak kullanmıştır. Fransa'da deniz yosunları 17.yy.'da kullanılmaya başlamış, tallusları yakılarak sodyum ve potasyum tuzlarının karışımı elde edilmiş ve cam yapımında kullanılmıştır (Güner ve Aysel, 1999).

Algler, son yıllarda hızlanan biyokütle enerjisi araştırmaları sonucu umut vadeden bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Yüksek karbonhidrat ve yağ içerikleri, biyodizel ve biyoetanol üretiminde kullanılabilmelerine olanak sağlaması yanında, yetiştirilmeleri

sırasında gübre, ilaç ve temiz su kaynaklarının kullanılmaması da algleri karasal bitkilere göre daha çevreci ve avantajlı bir konuma getirmektedir (Ulukardeşler ve Ulusoy, 2012).

Algler günümüzde tonlarla ifade edilebilecek düzeylerde ihraç edilmekte ve ülkelerin kalkınma potansiyellerinde önemli bir güç kaynağı oluşturmaktadır. Dünya alg üretimimin genel durumu incelendiğinde, FAO (2014)'ya göre 2012 yılında gerçekleşen 90,4 milyon ton su ürünleri üretiminin %26,2'sini (büyük bölümü deniz yosunu olmak üzere) algler oluşturmaktadır. Yetiştiriciliği yapılan deniz yosunlarının %50'si gıda sanayinde, %40'ı ilaç ile kozmetik sanayinde ve %10'u boya, tekstil, kauçuk, kağıt ve diğer alanlarda değerlendirilmektedir (Güner ve Aysel, 1999).

Alglerin yapısındaki yüksek protein, vitamin, aminoasit ve mineral maddeler ile düşük yağ miktarı, sağlıklı beslenme için balıktan sonra algleri tüketilmesi cazip su ürünleri arasına sokmaktadır (Southgate, 1990). Buna karşın, ülkemizde su ürünleri dendiğinde genellikle balık ya da yumuşakçalar ele alınmakta, primer üretici olan alglerden hemen hemen hiç söz edilmemektedir (Sukatar, 2002; Çetingül, 1993).

Alglerin besin, gübre, hayvan yemi olarak kullanılmasının yanında, agar, alginik asit, karragen, brom, iyot, biyodizel ve biyoetanol gibi ekonomik değeri olan maddelerin eldesinde de kullanılmaları, kimyasal yapılarının bilinmesinin ve bu doğrultuda yapılan çalışmaların önemini ortaya koymaktadır. Yapılan birçok çalışma sonucunda, dünya denizlerinde yayılış gösteren alglerin birçoğunun bizim denizlerimizde de mevcut olduğu bildirilmektedir (Sukatar, 1992). Ancak ülkemiz makroalglerine ait çalışmalar incelendiğinde, mevcut araştırmaların daha çok Akdeniz, Ege ve Marmara Denizi'nde yapılan tür tespiti çalışmaları ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Oysa denizel canlı kaynaklardan çeşitli ve dengeli şekilde yararlanmak için deniz ekosisteminin primer üreticilerinden makro floranın çevre ile bağlantılı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Bunun yanında ülkemizin biyolojik çeşitliliğine ait tür zenginliğinin belirlenmesi ve çeşitli türlerin mevsimlere bağlı olarak gelişme düzeylerinin bilinmesi son derece önemlidir (Turna, 1997).

Bu çalışma ile yukarıda bahsedilen görüşlerden yola çıkarak; Karadeniz'in Sinop kıyılarından seçilen 4 istasyondaki makrobentik alglerin yoğunlukları ve mevsimlere bağlı gelişim düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bölgede bazı baskın alglere ait biyomas miktarının ve bunların kimyasal içeriklerinin mevsimsel değişimleri araştırılarak, ekonomik açıdan potansiyellerinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Algler

Algler, gerek yapısal olarak gerekse de dış görünüşleri bakımından oldukça farklı görünümde olan tohumusuz bitkilerdir. Yapılarındaki pigmentleri sayesinde karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirerek su ortamındaki besin değerinin ve çözünmüş oksijen oranının artmasını sağlarlar. Sonuçta kendi gelişimlerini sağlayıp besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Bu şekilde üretime olan katkıları ve üst basamaktaki canlılarla olan ilişkileri nedeniyle sucul ekosistemde büyük önem teşkil etmektedirler.

Ekolojik olarak algler, karlı alanlar ile tamamen buzla kaplı alanlarda ya da yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında da yaşayabilirler. Fakat %70'in dağıldığı asıl yayılım alanı sulardır. Göllerde ve denizlerde yüzeyden 100 m aşağıda ya da daha düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altında yaşayabilirler. Algler, her ne kadar ekstrem olarak morfolojik, sitolojik ve üreme varyasyonları bakımından diğer bitkilerle farklılık gösterse de, basit biyokimyasal mekanizmalarının benzer olduğu görülmektedir. Örneğin, klorofil-a yapıları ve pigmentler yoluyla çalışan fotosentetik sistemlerinin yanında, basit besin ihtiyaçları ile asimilasyonun son ürünleri olan karbonhidrat ve proteinler yüksek bitkiler ile benzerlik göstermektedir (Challen ve Hemingway, 1965). Algler vejetatif üreme, eşeyli ve eşeysiz üreme olmak üzere üç farklı üreme sistemine sahiptirler. Bazı türlerde hücrelerin büyüyerek koloni oluşturmaya ve bunların daha sonra normal büyüme sonucu bölünmesine dayanan vejetatif üreme yaygın bir durum göstermektedir. Vejetatif üreme diğer bazı türlerde ise tallusun büyümesi ya da ana bitkinin büyümesinin sürmesiyle gerçekleşmektedir (Güner ve Aysel, 1999).

Algler evsel ve endüstriyel atıklar ile kirlenen sularda azot ve fosfor gibi bileşikler besin kaynağı olarak kullanıp, bu suların temizlenmesinde de görev almaktadır (Elliot ve ark., 1982; Sharma, 1986). Su ekosistemlerinde alglerin sayı ve zenginlikleri bulundukları su ortamının verimliliği hakkında bilgi verirken, kirlilik indikatörü olan bazı alg türleri de yine bu ortamlardaki kirlilik derecesinin belirlenmesinde önemli kriter olmaktadır (Filho ve ark., 1997; Piazzzi ve ark., 2002)

Günümüzde birçok sanayi alanında değerlendirilen alglerin bilinen en eski kullanım şekli gübredir. Kompost veya katı organik gübre olarak özellikle uzak doğu ülkelerinde çok uzun yıllardan beri kullanıldıkları bilinmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından alg ekstrakt ürünlerinin bazı bitki büyüme hormonları (Auxin ve Cytokinin), iz elementler (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn ve Ni) ve vitaminlerce zengin oldukları

saptanmıştır (Challen ve Hemingway, 1965). Günümüzde deniz alglerinden elde edilen sıvı ekstraktların tarımsal alanda daha geniş çapta kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Alg ekstraktlarının özellikle yaprak gübresi şeklinde uygulandığında, çeşitli bitkilerde çimlenmeyi ve bitki büyümesini uyardığı bildirilmektedir (Akyurt ve ark., 2011).

Dünyada artan nüfus ve doğal kaynakların kirlenmesi ülkeleri iç su ve denizlerin canlı kaynaklarına yöneltmiş bulunmaktadır. Besin maddesi olarak Uzakdoğu ülkelerinde uzun yıllardan beri tüketilen alglere ait protein içeriğinin, karasal organizmalardan elde edilenlere eşdeğer olduğu bilinmektedir (Gümüş, 2007; Jeon ve ark., (1980)'dan). Bugün protein, karbonhidrat, vitamin ve minerallerin varlığından dolayı salata, çorba yemek, sos gibi şekillerde değerlendirilen algler, asoksanari, amonani, kanten, konbu gibi isimlerle satışa sunulmaktadır (Soeder, 1976). Bu amaçlar için kullanılabilecek *Ulva*, *Laurencia*, *Porphyra*, *Gelidium*, *Rhodomenia* cinsi alglerin ülkemiz denizlerinde bulunduğu bildirilmektedir (Kaba ve Çağlak, 2006).

Alglerden kimyasal madde üretimine Batı Avrupa'da 17.yy'da başlamış ve bu yıllarda soda ve cam ürünleri elde edilmiştir. Daha sonraki yıllarda kırmızı deniz alglerinden agar-agar, esmer alglerden alginik asit gibi polisakkaritlerin elde edilerek bu ürünlerin özellikle sanayi de kullanılması adı geçen polisakkaritlerin dünya çapında ticari önem kazanmasına neden olmuştur. Agarın yanı sıra yine kırmızı alglerden, karaginin ve esmer deniz yosunlarından alginik asit üretimi birçok ülkede endüstri kolu haline gelmiştir (Levring ve ark., 1969). Tıp alanında da alglerden yararlanılmakta ve elde edilen bazı kimyasalların anti-kanser, anti-parazitik etki, spazm engelleyici, idrar arttırıcı, ağrı kesici, damar açıcı, uyarıcı, antialzheimier, anti-fungal, anti-viral, anti-tümör, antialerjik etki, kolesterol düşürücü, obeziteyi önleyici, kanser hücresi öldürücü etkisi olduğu bildirilmektedir (Venugopal, 2009). Ayrıca bazı deniz alglerinde bulunan "Betoine" yapısında bir madde kandaki kolesterol miktarını düşürürken esmer alglerde bulunan alginat, vücuttaki radyoaktif maddeleri tutup dışarı atabilen tek maddedir (Soeder, 1976).

Çok hücreli ökaryotik organizmalardan olan makroalgler, tohumuz bitkilerin çok geniş bir grubunu teşkil eden, tuzlu su ve deniz çevrelerinde yetişen deniz yosunlarıdır. Makroalglerin yapısı genel olarak incelendiğinde rizoid adı verilen bir tutunma bölgesine, gövde ve yaprak benzeri yapılara sahip oldukları görülmektedir. Fakat bazıları morfolojik modifikasyon ve adaptasyon sebebiyle bu yapılardan sadece birine veya birkaçına sahiptir (Abbott ve Hollenberg, 1976). Bu bitkisel organizmalarda kloroplastlar sitoplazma içerisinde serbest olarak değil, granüllü endoplazmik retikulum üzerinde bulunur. Ayrıca makroalgler klorofil-c taşırlar ve bitkilerde

bulunmayan başka pigment maddeleri bulundururlar. Çeşitli alg gruplarına özel renklerini bu pigment maddeleri verir (Anonim, 2015a).

Makroalglerin dağılımı ve biyokimyasal yapısı coğrafik bölge, mevsim, ışık, sıcaklık, tuzluluk, dip yapısı, besin tuzları, dalga hareketleri, sedimentasyon ve kirlilik gibi koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir (Durmaz ve ark., 2008). Bununla birlikte alglerin içerdiği besin maddelerinin miktarının ve çeşitliliğinin türe bağlı olmasının yanı sıra, coğrafik bölge, mevsimler ve sıcaklık gibi faktörlerden de etkilendiği bilinmektedir (Pinchetti ve ark., 1998). Makroalgler yeşil (Chlorophyta), kırmızı (Rodophyta) ve kahverengi (Ochrophyta) algler olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır (Özvarol, 2009; Durucan, 2011).

2.1.1. Kahverengi Alglerin (Ochrophyta) Genel Özellikleri

Kahverengi algler (esmer algler) kayalık sahillerde yaşayan metrelerce uzayabilen en büyük deniz yosunlarıdır. Bu bitkiler yaklaşık 1500 türle temsil edilirler ve bunlardan sadece üçü tatlı sularda yaşarken diğer türlerin hemen hepsi denizel ortamda bulunmaktadır. Büyük çoğunluğu soğuk su türleri olan büyük esmer deniz yosunları Kuzey Pasifik (*Nereocystis*, *Macrocystis*) ve Kuzey Atlantik (*Laminaria*, *Alaria*) sahilleri boyunca yerleşmiştir. Esmer alglerde yüksek yapıli bitkilerdeki kök gövde gibi yapılar ek olarak meristem benzeri özelleşmiş hücreler de görülmektedir. Ayrıca klorofil-a'ya ek olarak klorofil-c taşırlar ve renklerini fukoksantin pigmentinden alırlar (Teramoto, 1992).

Kahverengi algler fotosentez ürünlerini nişasta olarak değil, manitol, laminarin, algin ve yağ olarak depolar. Birçok türü alginik asit eldesi için ve direkt besin maddesi olarak toplanmaktadır. Esmer alglerin hücre duvarından elde edilen ve bir çeşit karbonhidrat olan alginat, viskoziteyi düzenler ve bu madde bazı krem ve şampuanların yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca bu bitkiler besin değeri açısından zengin olmaları nedeniyle besin endüstrisinde de değerlendirilmektedir (Teramoto, 1992). Kahverengi alglerin yaşam döngülerinde döl almaşı (eşeyli ve eşeysiz üremenin düzenli olarak birbirini izlemesi) görülür (Anonim, 2015b).

2.1.2. Yeşil Alglerin (Chlorophyta) Genel Özellikleri

Birçok bilim adamı tarafından bitkiler alemindeki türlerin atası olarak kabul edilen yeşil algler tek hücreli, koloni oluşturan, ya da çok hücreli türleri kapsar (Anonim, 2015c). Klorofil a, b ve çeşitli karotenoyidleri (karotin, lutein, ksantofil, pirenoidler) bulundururlar. Fotosentez ürünü olan karbonhidratları nişasta ve yağlar şeklinde

depolarlar. Doku düzeyinde farklılaşma kazanmamışlardır. Yeşil alglerin %90'ı tatlı sularda, %10'u ise denizlerde yasar. Ayrıca nemli toprak ve kurak yerlerde yaşayanları da bulunmaktadır. Yüksek miktarda protein, vitamin ve mineral içermeleri nedeniyle yeşil algler daha çok gıda olarak kullanılmaktadır (Drum, 2003). Yeşil alglerin yüksek bitkiler üzerinde epifit yaşayanları olduğu gibi mantar ile simbiyoz teşkil ederek likenlerin yapısına girenleri de vardır ve yaşam evrelerinde döl almaşı görülür (Güner ve Aysel, 1999; Çakı, 2009).

2.1.3. Kırmızı Alglerin (Rhodophyta) Genel Özellikleri

Kırmızı algler klorofil-a ve fikobilinler olarak bilinen kırmızı pigmetleri (fikoeritrin) taşırlar. Yaprak, kök ve gövde şeklinde farklılaşmalar görülmez. Alg gövdesi jelatinimsi maddeyle sarılmıştır. Fotosentez yaparak, karbonhidratları özel bir tip nişasta olan "floridean" şeklinde depolarlar. Bilinen yaklaşık 4.100 kadar türün 200 kadarı tatlısularda yaşar. (Anonim, 2015d). Tallusları ipliksi, silindirik, yapraksı ya da disk şeklinde yassı olup etli yapıdadır. Hücreleri tek çekirdeklidir. Çoğunluğu denizlerde bulunan bu algler genellikle kayalara bağlı olarak yaşarlar. Nadiren de olsa deniz kabukları ve *Zostera* otu üzerinde bulunabilirler. Genel olarak tropikal ve ılık sularda yayılış gösteren bu canlılar alglerin en gelişmiş grubudurlar.

Bazı kırmızı alglerin hücre duvarlarında kalsiyum karbonat depolanır. Bu türlerden oluşan resifler, dalgaları keserek, içlerinde yaşayan canlılara korunak sağlar. Bazılarının pektin yapılı hücre çeperlerinden "agar agar" adı verilen polimer yapılı musilaj jel elde edilir. Besin ve ilaç endüstrisinde kullanılan türleri de vardır. Karmaşık yaşam döngüleri 3 evre içerir ve döl almaşı görülür (Pal ve ark., 1998; Yurdakulol ve Cansaran, 2004).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Türkiye’deki deniz algleri ile ilgili çalışmaların odak noktasını Ege Denizi ve Marmara Denizi’nde yapılan araştırmalar oluşturmıştır. Karadeniz algleri ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıda olmasına karşın bu bölgedeki araştırmaların çok eskilere dayandığı bilinmektedir.

Karadeniz’de Alg florası üzerine çalışmaların ilk olarak Handel-Mazetti ile başlatıldığı bilinsede, Zinova (1964) ‘a göre, Karadeniz genelinde en erken çalışma Buxbaum (1740), Tchihatcheffii (1860), Sperk (1869) ve Zernow (1913) tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, araştırma bölgesi olan Sinop yarımadası algleri ile ilgili ilk çalışmalar Cirik ve Cihangir (1987) ve Öztürk ve Öztürk (1988)’e aittir. Bunu Aysel ve ark. (2004), Karaçuha ve Gönülol (2007) ve Dural ve ark. (2011)’nin yaptıkları floristik çalışmalar izlemiştir. Bu son üç çalışmada Sinop kıyılarında makroalg takson sayısını sırasıyla 276, 206, 200 olarak bildirmişlerdir. Bununla beraber, Taşkın ve ark. (2008) Türkiye kıyılarında yapılan alg çalışmalarının sentezleyerek Türkiye alg listesini oluşturmuş ve toplam 778 taksa belirtmiş olup Karadeniz kıyılarımız için 285 alg takson bildirmişlerdir.

Türkiye kıyıları için yapılmış algolojik çalışmalar daha çok taksonomiye yönelik olmuştur. Bunun yanında az da olsa kalitatif ve kantitatif değerlendirme yapılan araştırmalara da rastlanmaktadır. Turna ve ark. (2012)’nin Antalya Körfezi’nde yaptıkları çalışma, Dural ve ark. (1997)’nin Hekim Adası’nda yaptıkları çalışma, Güner ve Aysel (1978)’in Ege ve Marmara Denizi’ndeki bazı alg toplulukları üzerine yaptıkları çalışma ve Zeki (2006)’nin Gökova Körfezi’ndeki makroalgler üzerine kalitatif ve kantitatif olarak yaptığı çalışmalar bunlara örnek verilebilir.

Karadeniz’in Sinop kıyıları denizel makroalgleri hakkında yapılan biyomas çalışması sadece iki tanedir. İlk olarak Bat ve ark. (2001) tarafından Sinop Dışlıman bölgesinde denize deşarj olan evsel ve kanalizasyon atık sularının bölgedeki *Ulva lactuca* Linnaeus, *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J.Agardh ile bentik makrofauna üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Buna göre besin tuzu girdisi ile makroalg büyümesi arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sinop kıyıları makroalgleri hakkında yapılan diğer biyomas çalışması ise, Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)’nin yaptıkları araştırmadır. Bu çalışma ile Sinop Yarımadası çevresindeki (Hamsilos, Aklıman, Dışlıman, Öztürkler, Karakum) denizel makroalglerin 2010 yılı boyunca kompozisyon ve biyokütlesindeki mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak yıllık en yüksek biyomas değeri 8515,5 g/m² kuru ağırlık ile Hamsilos’ta, en düşük değerler ise Dışlıman (2466 g/m² kuru

ağırlık) ve Öztürkler (2485 g/m² kuru ağırlık) istasyonlarında tespit edilmiştir. Bundan yola çıkılarak kirlenmemiş bölgelerin daha yüksek biyomas değerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye denizleri alglerinin biyokimyası hakkında yapılan çalışmalardan bazıları ise şunlardır:

Atay (1968), yılın farklı aylarında toplanan *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh örneklerinden alginik asit elde etmesiyle bu algin alginat sanayinde kullanabileceğini belirtmiştir.

Özsöz ve ark. (1988), Ege, Marmara ve Karadeniz kıyılarında yayılış gösteren *Jania rubens* (Linnaeus) J. V. Lamoroux taksonunun protein ve aminoasit içeriklerini saptamışlar ve bu türün besin değerinin önemini vurgulamışlardır.

Şerbetçioğlu (1988) tez çalışmasına konu olan proje kapsamında kırmızı deniz yosunlarından *Gracilaria* türünden, katı-sıvı ekstraksiyonu ile agar üretimi koşullarını incelemiş ve Türkiye’de yılda 17 ton agar üretecek bir işletmenin ekstraktör tasarımını yapmıştır.

Özsöz ve ark. (1989), kıyılarımızda bolca yayılış gösteren *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh taksonunun protein ve aminoasit miktarlarını saptamışlar, alglerin kemotaksonomik sınıflandırılması üzerinde durmuşlardır.

Çetingül (1993) doktora tezi çalışması ile ekonomik değerdeki bazı deniz alglerinin kimyasal içeriklerini saptamıştır.

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

Milkova ve ark. (1997), Karadeniz’den aldıkları *Cystoseira barbara* ve *Cystoseira crinita* Bory, esmer deniz yosununda uçucu madde ve sterollerini incelemişlerdir.

Çetingül (2001), yeşil bir alg olan *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kutzing taksonunun toplam protein ve amino asit miktarını incelemiştir.

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

Dere ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışma ile Marmara Denizi’nde iki bölgeden ve farklı derinliklerden topladıkları Chlorophyta, Ochrophyta ve Rhodophyta’ya ait 12 makroalg taksonunda toplam protein, toplam çözünmüş karbonhidrat ve pigment içeriklerini belirlemişlerdir.

Yıldız (2004)'ın gerçekleştirdiği tez çalışmasında, Marmara Denizi'nin güney bölgesindeki altı istasyondan farklı derinliklerden topladığı Chlorophyta Divizyonu'na ait beş taksonda toplam protein ve toplam çözünmüş karbonhidrat içeriklerini belirlemiş ayrıca deniz suyunun fizikokimyasal özellikleri ile ilişkisi incelenmiştir.

Kaba ve Çağlak (2006), deniz alglerinin insan beslenmesinde kullanımını araştırmışlar, alglerden yararlanma çalışmalarının artması yönünde katkıda bulunmuşlardır.

Gümüş (2007), tanklarda yetiştirilen *Ulva lactuca* türünün 2006 yılının Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarındaki toplam su, nem, kül, suda eriyebilir karbonhidrat ve toplam protein oranlarını incelemiştir.

Durmaz ve ark. (2008) Karadeniz'in Sinop kıyılarından toplanan *Ulva* türlerinde yağ asitleri, A-tokoferol ve toplam pigment miktarlarını araştırmıştır. Bu çalışma sonucunda yüksek düzeyde pigment, yağ asidi ve vitamin değerlerine sahip olan bu türlerin olası tüketim yollarının araştırılmasının gerektiğini, böylece ülkemiz sularının bu değerli biyolojik kaynağının etkin bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ünübol (2008), Haziran 2008 de Gemlik Körfezi'ne ait iki istasyonda topladığı 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 taksonda (*Cystoseira* sp.) toplam protein, toplam çözünmüş karbonhidrat ve pigment içeriğini incelemiştir. Ayrıca deniz suyunda sıcaklık, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, pH, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, karbonat, bikarbonat, ortofosfat, nitrit azotu, amonyak azotu, nitrat azotu değerleri bildirmiştir.

Kodalak (2008) tez çalışmasında, Sinop kıyılarına ait iki istasyondan 2006 Ocak ve 2006 Aralık ayları arasında 12 ay boyunca iki tekerrürlü toplanan *Cystoseira barbata* esmer deniz yosununun yıllık alginat verimini ve bu alginatın kalitesini incelemiştir. Ayrıca bu çalışmada *Cystoseira barbata*'nın kimyasal kompozisyonundaki mevsimsel değişimleri rapor etmiştir.

Kaykaç ve ark. (2008) tarafından yeşil bir alg olan *Ulva rigida* C. Agardh'nın mevsimsel olarak besin kompozisyonu (protein, yağ, kül, nem) ve aminoasit içeriklerinin belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda en düşük protein miktarı ilkbahar mevsiminde (%7,64±0,22), en yüksek protein miktarı ise kış mevsiminde (%24,67±0,37) tespit edilmiş ve yağ içeriğinin mevsimsel değişimide buna benzer bulunmuştur. Ayrıca protein hidrolizi sonucu 18 aminoasit türü tespit edilmiştir.

İrkin (2009) Çanakkale Boğazı'nın sekiz farklı noktasından alınan kırmızı, kahverengi ve yeşil gruplarına ait toplam 25 makroalgin kimyasal kompozisyonunun mevsimsel ve istasyona bağlı değişimini incelemiştir.

Orhon (2009) gerçekleştirdiği tez çalışmasında, Çeşme Yarımadası kıyılarından toplanan bazı alg türlerinin kimyasal içeriklerini ve besin değerlerini aylık periyotlarla (2007-2008) incelemiştir.

Yıldırım (2010), Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde gelişen *Cystoseira* cinsine ait türlerin ve bazı diğer ekonomik değeri olan kahverengi alglerin biyokimyasal içeriklerinin mevsimsel ve lokasyonel değişimlerini incelemiştir. Sonuç olarak *Cystoseira* türlerinin kaybolan alg habitatlarının restorasyonu açısından üretime elverişli ve tercih edilebilecek kahverengi alg olarak seçilebileceğini bildirmiştir.

Polat ve ark. (2012), İskenderun Körfezi'nin Kuzey, Kuzey-Batı kıyısında bulunan, bazı kahverengi ve kırmızı makroalg türlerinin lipit, protein, nem ve ham kül miktarlarını araştırmışlardır.

Kavuk (2013), Giresun sahil şeridinden Mayıs-Haziran aylarında topladığı *Ulva* sp., *Cystoseira* sp. ve *Corallina* sp. makroalglerinden süspanse organik sıvı gübre üretimini ve bu gübrenin fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisinin verimine etkisini araştırmıştır.

Koyuncu ve ark. (2014) Sinop ili kıyılarından 2013 yılının Aralık ayında topladıkları *Cystoseira crinita* ve *Ulva intestinalis* Linnaeus türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır.

Metin (2014), Akyaka Kadın Azmağı (Muğla-Türkiye)'nden toplanan *Ulva intestinalis*'in besinsel kompozisyonunu ve gıda amaçlı kullanım olanaklarını araştırmıştır.

Yeşilova (2014) Karadeniz'in batı kıyılarında belirlenen 5 istasyonda (İğneada, Kırıkköy, Yalıköy, Karaburun, Kilyos) bulunan baskın makroalg türlerinin ekolojik özelliklerini ve bu türlere ait bazı kimyasal parametreleri belirlemek amacıyla mevsimsel bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Gür (2015), İskenderun Körfezinde dağılım gösteren bazı makroalglerin pigment, antioksidan ve besin bileşenlerinin mevsimsel değişimini incelemiştir.

4. MATERİYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Araştırma Planı

Bu çalışma Sinop ili kıyısal kesimin üst infralittoral bölgesinde dağılım gösteren makroalg komünitelerine ait biyomas miktarının ve bazı makroalglerin kimyasal içeriğinin mevsimsel değişimlerini tespit amacıyla yapılmıştır. Örneklem alanı olarak Sinop ilinin Hamsilos, Aklıman, DSİ ve Karakum bölgeleri seçilmiş olup bu istasyonlardan toplanan makroalgler çalışma materyalini oluşturmuştur. Kimyasal analizleri yapılacak algler Ochrophyta şubesine ait, *Cystoseira crinita* Duby, Rhodophyta şubesine ait, *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux ve Chlorophyta şubesine ait *Ulva intestinalis* Linnaeus türleri olarak belirlenmiştir.

Araştırmalar 2014 yılı boyunca 0-1 m derinliklerden mevsimsel olarak gerçekleştirilmiştir.

4.1.2. Çalışma Bölgesi ve İstasyonları

Yüzölçümü 5862 km² olan ve bu yüzölçümüyle Türkiye coğrafyasının %0.8'ini kaplayan Sinop, Boztepe Burnu ve Yarımadası üzerinde kurulmuştur. 41° 12' ve 42° 06' kuzey enlemleri ile 34° 14' ve 35° 26' doğu boylamları arasında yer alan Sinop, 42° 06' kuzey enlemi ile Karadeniz'e giren en uç noktadır. İlin batısı Kastamonu, güneyi Çorum, güneydoğusu Samsun, kuzeyi ise Karadeniz ile çevrilidir. 475 km uzunluğundaki sınırlarının 175 km'si deniz kıyısıdır (Dural ve ark., 2011; Anonim, 2015e).

Doğu ve Batı Karadeniz iklim özelliklerinin iç içe geçtiği Sinop'ta neredeyse tüm yıl yağışlıdır ve bölgede nispi nem ortalaması %75'in üstünde olan bir hava hakimdir. En fazla yağış Aralık-Ocak aylarında görülürken, en az yağış Temmuz-Ağustos aylarında gerçekleşmektedir ve ortalama yağış miktarı 679-1077 mm arasında olmaktadır.

Sinop ilinin mevsimler arası sıcaklık farkı azdır ve yazın 20°C olan ortalama sıcaklık kışın 7°C'ye düşer. İl merkezinde ise yıllık sıcaklık ortalaması 14°C civarındadır. Yıl boyu rüzgârlı olan il şiddetli kuzey rüzgârlarının etkisindedir, ayrıca Sinop'ta ortalama deniz suyu sıcaklığı 15,9 °C, ortalama güneşlenme süresi ise 5,46 saat/gündür (Anonim, 2015e; Anonim, 2015f)

İstasyonlar kıyı özellikleri, yerleşim yerlerine olan mesafesi, örneklemenin kolay olması gibi özellikler gözetilerek belirlenmiş ve bu istasyonlar şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İstasyonların genel görünümü

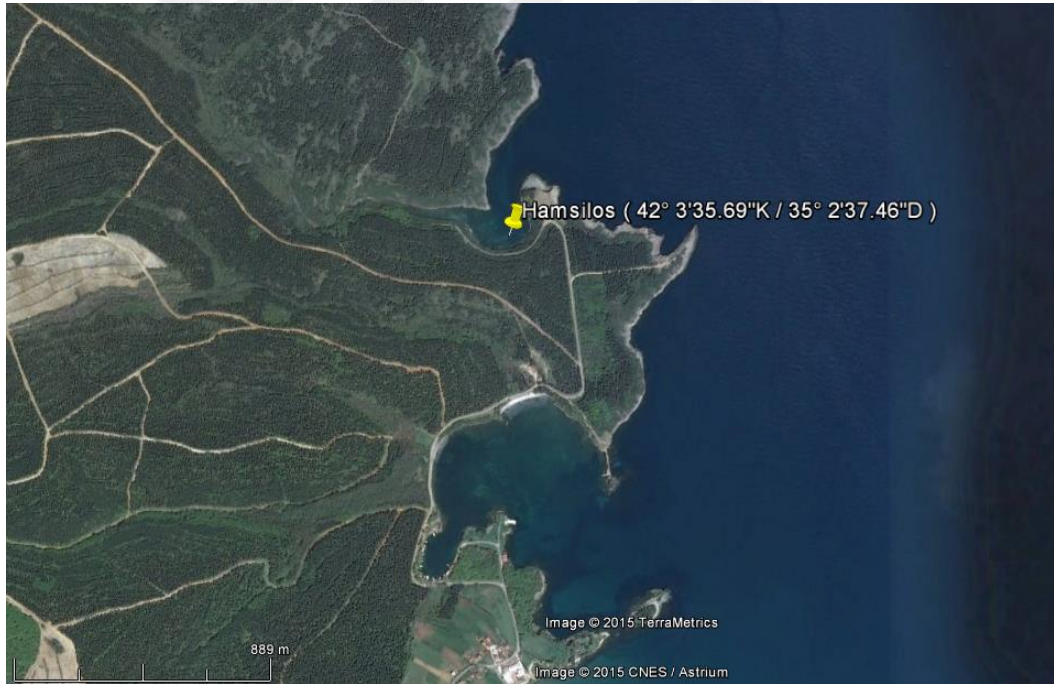
4.1.2.1. Hamsilos

Sinop İli'nin kuzeybatısında yer alan Hamsilos Koyu 1. Derece Doğal Sit Alanı ve Hamsilos Tabiat Parkı Türkiye'nin 22. Tabiat Parkı olup Sinop'un da en özel alanlarından biridir. Şehir merkezine 11 km, Türkiye'nin en kuzey noktası İnceburun'a ise yaklaşık 10 km uzaklıktadır. Doğusu deniz, güneyi yerleşim alanları (Akliman ve Soğucalı Mahalleleri), batısı ve kuzeyi ise oldukça geniş ormanlık alanlar ile çevrilidir (Anonim, 2015g).

Turistik geziler dışında insan etkisine maruz kalmayan koyda su büyük ölçüde temizdir. Örnek toplanan alanda deniz tabanı ve kıyılar büyük kaya bloklarına sahiptir. Denizin karaya yaptığı girinti nedeni ile bölgenin akıntılardan etkilenmemesi, her mevsim örnek toplanmasını kolaylaştırmaktadır. Bölgeden biyomas için alınan örneklerin dışında, kimyasal analizler için belirlenen üç tür olan *Cystoseira crinita*, *Ulva intestinalis* ve *Laurencia obtusa* türleri toplanmıştır.



Şekil 4.2. Hamsilos istasyonu (Orijinal)



Şekil 4.3. Hamsilos istasyonu uydu görüntüsü

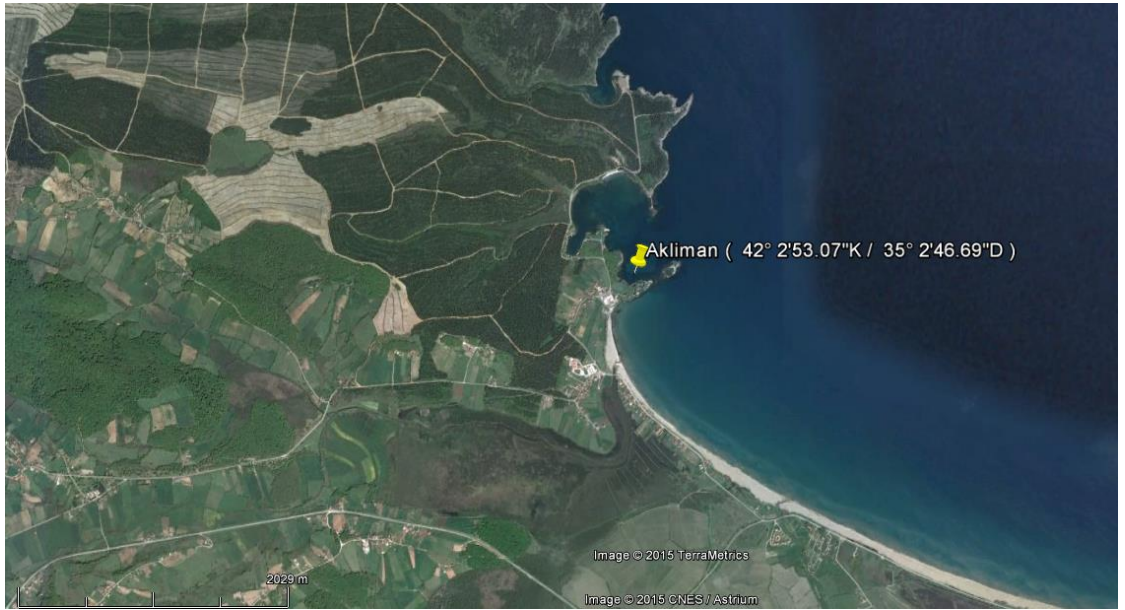
4.1.2.2. Akliman

Akliman Koyu, Hamsilos Koyu'nun 1 km kuzeyinde yer almaktadır. Başkaya Burnu yakınlarındaki bu bölgenin güney kıyısında yerleşim yeri mevcuttur. Örnekleme yapılan bölgenin yakınında yağışın bol olduğu zamanlarda denizle ve plajla birlesen bir

dere (Sırakaraağaçlar Deresi), balıkçı barınağı olarak kullanılan doğal bir koy, piknik alanı ve yaz aylarında turistlerin ziyaret ettikleri plajlar mevcuttur. Bölge rüzgâr ve akıntılara açık, kıyıları ve tabanı ise kayalıktır. Bu bölgeden kimyasal analizler için *Cystoseira crinita*, *Laurencia obtusa* ve *Ulva intestinalis* materyal olarak toplanmış ve biyomas örnekleme yapılmıştır.



Şekil 4.4. Akliman istasyonu (Orijinal)



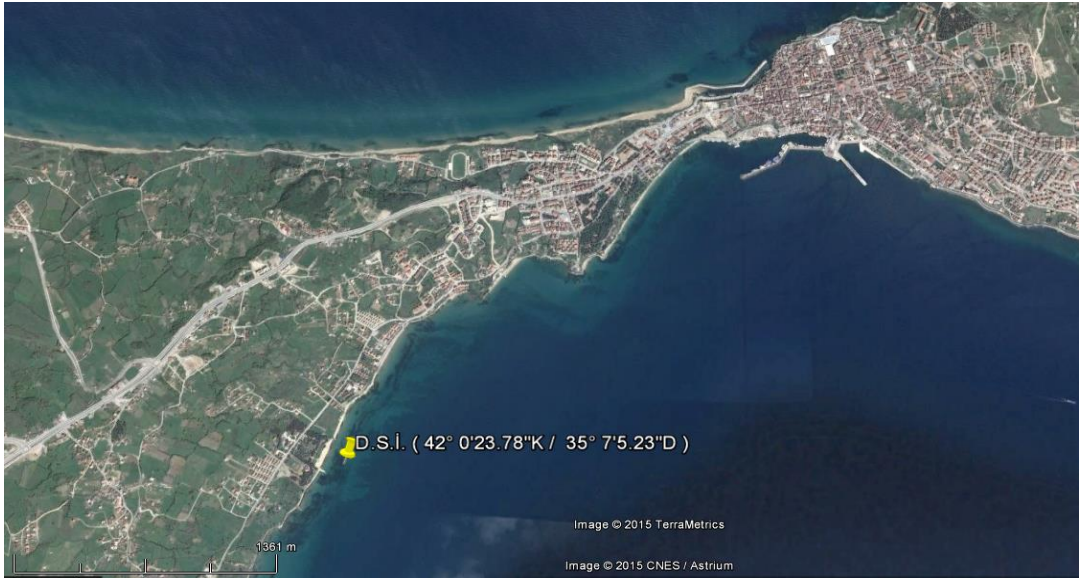
Şekil 4.5. Akliman istasyonu uydu görüntüsü

4.1.2.3. DSİ

DSİ (Devlet Su İşleri) istasyonu Gelincik Mahallesi'nde, Sinop merkezine yaklaşık 5 km uzaklıkta yer almaktadır. DSİ Mobil Plajı olarak da bilinen bu bölge halka açık kıyı şeridini kapsamaktadır. Kumsalda üzerinde yeşil ve kahverengi alglerin bolca görülebildiği, kıyısız alanda meydana gelen heyelanların azaltılması için yapılan marmuzlar ve yer yer kaya ve kaya parçaları bulunmaktadır. Kimyasal analiz için toplanan örneklerden *L. obtusa* türüne bu bölgede rastlanmamıştır.



Şekil 4.6. DSİ istasyonu (Orijinal)



Şekil 4.7. DSİ istasyonu uydu görüntüsü

4.1.2.4. Karakum

Karakum, Sinop Yarımadası'nın güneydoğusunda bulunan ve yaz aylarında turistlerin en fazla ilgi gösterdiği plajlardan bir tanesidir. İç körfezde yer alan bu istasyonda yüzey ve dip akıntıları oldukça kuvvetlidir. Zemin siyah renkli kumla kaplıdır ve sahilden 8-10 m derinliğe kadar belli aralıklarla iri kaya blokları bulunmaktadır. Su kirliliği açısından evsel atık deşarjına ve insan faaliyetlerine açık bir bölgedir.



Şekil 4.8. Karakum istasyonu (Orijinal)



Şekil 4.9. Karakum istasyonu uydu görüntüsü

4.1.3. Kimyasal Analizleri Yapılan Makroalg Türleri

Sukatar (1992) tarafından *Cystoseira*, *Ulva* ve *Laurencia* taksonlarına ait bazı alglerin ekonomik değerde olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop ili kıyılarında baskın olduğu belirlenen bu alglerden *Cystoseira crinita*, *Ulva intestinalis* ve *Laurencia obtusa*'nın kimyasal içeriğinde meydana gelen mevsimsel değişimleri saptamak amacıyla kimyasal analizler yapılmıştır.

4.1.3.1. *Cystoseira crinita* Türünün Genel Özellikleri

Empire:	Eukaryota
Kingdom:	Chromista
Phylum:	Ochrophyta
Class:	Phaeophyceae
Order:	Fucales
Family:	Sargassaceae
Genus:	<i>Cystoseira</i>
Species:	<i>Cystoseira crinita</i> Duby

Cystoseira grubu algler 50-150 cm boyunda, ılık denizlerin özellikle üst infralittoral bölgesindeki taşlara tutunan alglerdir. Tallusları yuvarlak ya da yassılaştırmış bir gövdeye benzer yapıdadır ve dokuları çok yoğun sert bir tabakadan meydana gelmektedir (Ribera ve ark., 1992). Gövde çok fazla dallanma gösterirken dalların üzeri dikenli ya da dikensiz dalcıklarla örtülüdür. Kış aylarında gelişmelerini durdurup dalcıklarını kaybederler. Bazı türlerinde tek tek ya da devamlı olan hava keseleri bulunur. Bu keseler bitkiye destek sağlar ve bitkinin dik durmasını kolaylaştırır (Öztürk, 1984).

Cystoseira crinita oval bir tutunucu ile zemine tutunur. Bu tutunucudan yaklaşık 4-15 adet silindirik sap, bu saptan da dalcıklar yükselir. Dal ve dalcıklar koyu sarı-kahverengi iken sap kısımları koyu kahverengidir (Turna, 1997)

Cystoseira türleri Akdeniz ve Atlantik kıyılarında yayılış gösterir ve yaklaşık 60 tür ile temsil edilir (Öztürk, 1984). Ülkemizde Karadeniz, Ege ve Akdeniz'de yoğun olarak bulunan bu bitkiler son yıllarda alginat eldesi için değerlendirilmektedir (Güner ve Aysel, 1999; Yurdakul ve Cansaran, 2004).

Cystoseira crinita türüne tüm istasyonlarda rastlanmıştır. Her mevsim yoğun bir şekilde bulunan bu tür, en kısa sürede laboratuvara getirilerek temizlenmiş ve biyokimyasal analizler için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 4.10. *Cystoseira crinita* Duby (Orijinal)

4.1.3.2. *Ulva intestinalis* Türünün Genel Özellikleri

Empire:	Eukaryota
Kingdom:	Plantae
Phylum:	Chlorophyta
Class:	Ulvophyceae
Order:	Ulvales
Family:	Ulvaceae
Genus:	<i>Ulva</i>
Species:	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus

Denizlerde ve acı sularda 30 kadar türü bulunan *Ulva* grubu algler, denizlerin özellikle kirli ortamlarında gelişen parlak yeşil ya da hafif sarımsı renkte alglerdir. Bir noktadan ortama tutunurlar ve tipik olarak hücrelerde atnalı şeklinde bir kromotofor bulunur. Eşeysiz üremeleri zoosporlar ile eşeyli üreme ise izogami ile meydana gelmektedir (Yurdakulol ve Cansaran, 2004). Dünyada toplanan alglerin %25'i *Ulva*

türlerinden oluşmaktadır (Padua ve ark., 2004). Bu algler vitamin içeriklerinden dolayı özellikle salata olarak tüketilirken, yüksek orandaki azot içeriğiyle gübre sanayisinde kullanılmaktadır (Turna ve ark., 2012).

Ulva intestinalis genellikle epilitik gelişen, içi boş şeritsi yapıdaki tallusları nedeniyle suyun içerisinde dalgalanan bir algdır. Parlak yeşil renkte olan bu türün boyu 32 cm'ye kadar ulaşmakta ve büyük boylu türlerde sarı-yeşil renk görülmektedir. Tipik olarak tallusta küçük bir tutunucudan yükselen ve 0,5-2,8 cm genişliğe ulaşan birkaç adet parça bir arada bulunur (Turna, 1997).

Bu çalışmada dalglarla nemli kalan kaya ve taşların üzerinde bulunan bu türe her istasyonda rastlanılmış ancak sonbahar mevsimi (Ekim) arazi çalışmalarında kimyasal analizler için yeterli özellik ve miktarda örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.11. *Ulva intestinalis* Linnaeus (Orijinal)

4.1.3.3. *Laurencia obtusa* Türünün Genel Özellikleri

Empire:	Eukaryota
Kingdom:	Plantae
Phylum:	Rhodophyta
Class:	Florideophyceae
Order:	Ceramiales
Family:	Rhodomelaceae
Genus:	<i>Laurencia</i>
Species:	<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux

Yaprak, kök ve gövde şeklinde farklılaşmaların olmadığı kırmızı algler, alglerin en gelişmiş grubunu oluşturmaktadır (Cirik ve Cirik, 2004). Hücreleri eukaryot özellikte olup bir veya birden fazla çekirdek taşırlar. Gövde jelatinimsi maddeyle sarılmıştır. Bilinen yaklaşık 4.100 kadar türün sadece 200 kadarı tatlısularda yaşar (Anonim, 2015h).

Laurencia obtusa yeşil pembe renkte, boyu genellikle 8-12 cm arası (maksimum 26 cm) olan, ince silindirik eksene sahip bir kırmızı algdır (Orhon, 2009). Cinsin diğer türlerine göre daha uzun ve geniş aralıklı olan dalcıklar bulunur. Papillaları yuvarlak biçimdedir. Enine kesitlerde sentral hücrenin bulunmadığı görülmektedir (Turna, 1997).

L. obtusa, soya fasulyesine eşit oranda protein ihtiva eden başka bir kırmızı alg olan *Porphyra* türünün yarısı kadar proteine sahiptir ve yapılan çalışmalar bu algin çeşitli kanser hücrelerine karşı antitümöral etkili olduğunu göstermektedir (Orhon, 2009).

Çalışmanın yapıldığı aylarda, DSİ istasyonunda *L. obtusa* türü bulunamazken diğer istasyonlardan çalışma materyali olarak temin edilmiştir.



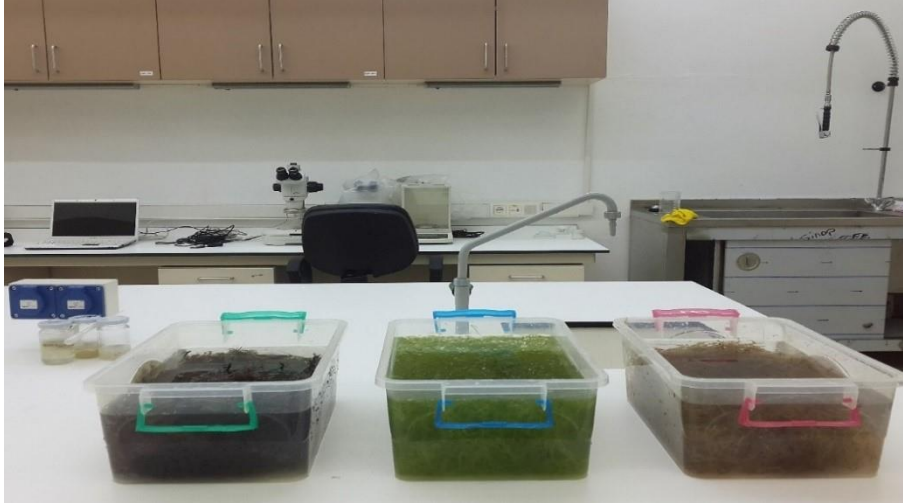
Şekil 4.12. *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux (Orijinal)

4.2. Yöntem

4.2.1. Araziden Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Hazırlanması

Belirlenen istasyonlarda alglerin tespiti, dağılımı ve yoğunluğu belirlemek için yapılan örneklemeler yaklaşık 0-1 m derinlikten ve 400 cm² (20x20 cm) alana sahip kuadrat yardımı ile 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Kuadrat içinde bulunan tüm materyal spatula ve el yardımıyla kazınarak örneklenmiştir. Örnekler %4 nötral formaldehit ilave edilmiş deniz suyu ile plastik poşetler içinde fikse edildikten sonra laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler çeşme suyu ile yıkanarak üzerindeki yabancı maddelerden arındırılmış ve tayin işlemine alınmıştır.

Biyomas örneklemesinden ayrı kimyasal analizi yapılacak materyal mevsimsel olarak kıydan el ile toplanmıştır. Örnekler en kısa sürede laboratuvara getirilerek çeşme suyu altında dikkatli bir şekilde yıkanarak kum, taş, epifitler ve diğer organik maddelerden temizlenmiş daha sonra 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan örnekler fazla sularını uzaklaştırmak için kurutma kâğıtları üzerine alındıktan sonra 60°C ayarlı etüvde 48 saat bekletilmiştir (Zhuang ve Zhang, 2001) Süre sonunda suyunu kaybeden örnekler etüvden alınmış ve öğütücü yardımı ile toz haline getirilerek analizler için hazır duruma getirilmişlerdir. Çalışılan istasyonlardaki deniz yüzey suyunun bazı fizikokimyasal parametreleri Hanna marka HI 9829 model ölçüm cihazı ile ölçülmüştür.



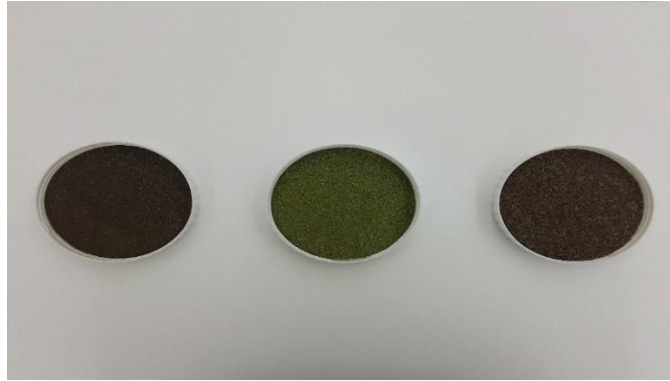
Şekil 4.13. Temizlenen materyalin yıkanması (Orijinal)



Şekil 4.14. Örneklerin kurutma kağıtları üzerinde hazırlanması (Orijinal)



Şekil 4.15. Kurutulmuş örnekler (Orijinal)



Şekil 4.16. Temizlenip kurutulduktan sonra toz haline getirilen örnekler (Orijinal)

4.2.2. Alglerin tayini

Labaratuvara getirilen örnekler epifit ve diğer yabancı maddelerden (kum, zoobentoz) arındırılmak için çeşme suyu ile yıkanmıştır. Daha sonra alglerin makroskopik ve mikroskopik özellikleri dikkate alınarak bazen doğrudan lam lamel arasında bazende kesitler alınarak mikroskop yardımıyla tayinleri yapılmıştır. Ayrıca gerektiğinde uzman görüşüne ve onayına başvurulmuştur. Rhodomelacea ve Corallinaceae familyalarına ait örnekler hücre yapısının daha iyi görülmesi için %10'luk HCI ilave edilerek incelenmiştir. Tayini yapılan algler daha sonra yaş ve kuru ağırlık biyokütlesinin belirlenmesi için 0,0001 g hassasiyetli bir terazi ile tartılmıştır.

Makroalglerin tür tayinleri için Pankow (1990), Burrows (1991), Ribera ve ark. (1992), Gallardo ve ark. (1993), Bressan & Babbini-Benussi, (1995), Silva ve ark. (1996), Van den Hoek ve ark. (1997), Gomez-Garreta ve ark. (2001) kaynaklarından yararlanılmıştır. Tanımlanan türlerin taksonomik güncellemeleri için Algbase (<http://www.algaebase.org/>) veritabanından yararlanılmıştır (Guiry ve Guiry, 2016).

4.2.3. İstatiksel Analizler

Elde edilen biyomas ve kimyasal içerik ile ilgili veriler arasında mevsimsel farkın istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile kuru ağırlık üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Pielou (evenness)'nun düzenlilik indeksi (J') ve tür çeşitliliğini belirlemek için Shannon-Wiener indeksi (H') kullanılmıştır. Zeki (2006) tarafından uygulandığı gibi daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için türe ait birey sayısı (Ni) yerine her türün sahip olduğu biyomas değeri, toplam tür birey sayısı (NT) yerine ise araştırma sahasının toplam biyomas değeri kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS 23.0 paket programı kullanılmıştır.

4.2.3.1. Shannon-Wiener İndeksi (H')

Bu indeks 0-5 arasında limitlidir ve 5'e yaklaştıkça çeşitlilik artmaktadır. Türlerin oransal değerlerinin "ln" değerleri alınır ve bu değer tür sayısı ile çarpılır. Bütün türlerin "ln" değerlerinin kendilerine ait sayısı ile çarpımları toplamının negatif çarpım değeri, Shannon-Wiener (H) değerini vermektedir (Shannon ve Weaver, 1949).

$$H = - \sum \{p_i \log(p_i)\}$$

p: Türlerin oransal değeri

4.2.3.2. Pielou Düzenlilik İndeksi (J')

Dominansinin türlere göre dağılımını gösterir. Değer 0-1 arasında limitlidir ve 1'e yakın çıkması düzenli, sıfıra yakın çıkması ise düzensiz dağılımı ifade etmektedir. Her tür eşit sayıda birey ile temsil ediliyorsa indeks 1'e eşit olur. Alanda az sayıda baskın tür olması indeks değerini önemli derecede düşürmektedir (Pielou, 1975).

$$J' = H' / \ln S$$

H': Shannon-Wiener

S: Tür sayısı

4.2.4. Kimyasal Analizler

4.2.4.1. Toplam Su miktarı tayini

Toplam su miktarı tayini AOAC (1975)'e göre yapılmış ve sonuçlar yüzde (%) olarak verilmiştir. 105°C'lik etüvde 2-3 saat bekletilen petripler 1-2 saat desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak ilk ağırlık değerleri alınmıştır. 5 gram taze örnek ağırlığı bilinen petri kabının içine tartılmış ve 65-70°C 'de 8-10 saat süreyle etüvde bekletilmiştir. Desikatörde soğutulduktan sonra petripler tartılıp son ağırlık değerleri bulunmuştur. Örnekteki su miktarı % olarak verilmiştir.

4.2.4.2. Kuru Madde Tayini

Su miktarı tayini için alınan yaş örneğin kurutulduktan sonraki ağırlığı kuru madde miktarını vermektedir. Örneklerin kuru madde miktarı % olarak verilmiştir (AOAC, 1975).

4.2.4.3. Organik Madde Tayini

Organik madde miktarının tayini, bir gram kuru örneğin kül edildikten sonraki ağırlığının başlangıçtaki kuru ağırlıktan (1 gr) çıkarılması ile elde edilmiştir. Örneklerin organik madde miktarları % olarak verilmiştir (AOAC, 1984).

4.2.4.4. İnorganik Madde (Kül) Tayini

Birer gram kuru toz halindeki alg örnekleri sabit tartıma getirilmiş porselen krezeler içinde tartılmışlardır. Ön yakma işlemi yapıldıktan sonra 550°C de fırın içinde yaklaşık 7 saat, rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve kül haline gelen materyaller desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır (AOAC, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = (\text{Kül ağırlığı} / \text{Örnek ağırlığı}) \times 100$$

4.2.4.5. Protein Tayini

Toplam ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 1995) göre yapılmıştır. Homojen hale getirilmiş yaklaşık 1g bitki örneği kjeldahl tüpüne konmuştur. Üzerine Kjeldahl tableti (CuSO_4) ve 15 ml %97'lik H_2SO_4 ilave edilerek balonlar yakma ünitesine yerleştirilmiştir. 420 °C'de çeker ocak altında vakum açılarak 1.5-2 saat süreyle yakma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra çözelti rengi açık mavi-yeşil olunca yakma sonlandırılmıştır. Tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve üzerlerine 75 ml distile su ilave edilmiştir.

Destilasyon ünitesine alınan tüplere 50 ml %40'luk NaOH çözeltisi çekilmiştir. Erlenlere de 25 ml %4'lük Borik asit çözeltisi ve ikişer damla metilen mavisi-metilen kırmızısı eklendikten sonra yaklaşık 7 dakika destilasyon yapılmıştır.

0.1N HCl çözeltisi ile titrasyon yapılmış ve sarfiyat kaydedilmiştir. Aşağıdaki eşitliğe göre azotun yüzdesi bulunmuştur.

$$\%N = [0.014 \times N \times (V1-V2) \times 100] / m$$

V1 = Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

V2 = Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi (ml)

N = Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

m = Alınan örneğin ağırlığı g

Bulunan yüzde azot miktarı, analizi yapılan numunenin faktörü ile çarpılarak protein miktarı saptanmıştır.

$$\%Total\ Protein = \%N \times 6.25$$

4.2.4.6. Yağ Tayini

Yağ tayini Bling ve Dyer (1959)'in uyguladığı yönteme göre yapılmıştır. Yaklaşık 5 gr (m) öğütülmüş örnek, toplam hacmi 30 ml olan (2:1) oranında kloroform/methanol çözeltisi ile 3 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra bu çözelti darası alınmış (ML) balonlara filtre kağıdından süzölmüştür. Filtre kağıdı yüzeyinde kalması muhtemel yağlar kloroform/methanol çözeltisi ile 2-3 kere yıkanmıştır. Örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük CaCl_2 solusyonu ilave edilip balonların ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bir gün sonra metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform 60°C'de su banyosunda rotary evaporator kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1,5 saat süreyle 60°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda

sıcaklığına kadar soğutulup 0,0001 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır (M2). Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Ham yağ (\%)} = (M2 - M1) \times 100/m$$

4.2.4.7. Nitrojensiz Öz Madde Tayini

Örnek içerisindeki azotsuz öz maddeler kolay çözünebilen ham selüloz ve karbonhidratlardan oluşur. Söz konusu madde miktarı, örneğin kuru ağırlığından kül ve organik maddelerden ham protein ve ham yağ değerlerinin çıkarılması ile elde edilir. Analizlerde kuru madde kullanıldığından N'siz (azotsuz) öz madde içeriği, nem miktarı dikkate alınmadan aşağıdaki formülle hesaplanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir (İrkin, 2009).

$$\text{N'siz Öz Madde} = \text{Kuru Madde} - (\text{Ham Kül} + \text{Ham Protein} + \text{Ham Yağ})$$

4.2.5. Analizlerde Kullanılan Cihazlar



Şekil 4.17. Kimyasal analizlerde kullanılan cihazlar (a: Hanna marka HI 9829 model su ölçüm cihazı, b: Radwag Marka Hassas Terazi, c: Santez marka SE-65 model etüv d: Buchi marka R-3000 model marka Dinamik Rotary Evaporatör Seti, e: Eflab marka destilasyon ünitesi, f: KNF marka N022 AN 18 model vakum pompası, g: Kjeldahl marka yakma ünitesi ve Mikrotest marka çeker ocak, h: Protherm marka kül fırını)

5. BULGULAR

5.1. Fizikokimyasal Bulgular

Çizelge 5.1. Deniz yüzey suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi

	Hamsilos				Akliman			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Sıcaklık (°C)	8,36	11,39	21,71	18,18	8,7	12,66	21,51	18,97
Tuzluluk (ppt)	17,16	17,35	18,32	18,07	17,42	17,62	18,52	17,88
pH	8,33	8,22	8,62	8,33	8,1	8,38	8,57	8,28
Çözülmüş oksijen (mg/l)	7,49	6,46	5,35	7,13	7,02	5,85	5,25	6,49
İletkenlik (mS/cm)	27,61	27,13	29,55	29,13	28,33	27,57	28,86	29,06
TDS (ppt)	14,6	12,57	15,78	14,45	12,64	13,79	14,03	14,94
Yoğunluk (σ_t)	11,5	11,4	12,7	12,3	11,9	11,8	12,4	12

	DSİ				Karakum			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Sıcaklık (°C)	9,07	12,86	22,97	19,92	9,05	13,17	22,18	19,51
Tuzluluk (ppt)	17,82	17,01	18,24	18,44	18,08	17,99	17,61	18,53
pH	8,22	8,39	8,73	8,46	8,19	8,42	8,56	8,38
Çözülmüş oksijen (mg/l)	7,37	5,83	5,33	6,03	8,44	5,67	5,32	6,01
İletkenlik (mS/cm)	27,01	27,43	29,46	29,7	29,05	27,03	28,51	29,82
TDS (ppt)	13,52	13,72	14,73	14,66	14,1	13,52	14,26	14,38
Yoğunluk (σ_t)	11,3	12,4	12,9	12,2	12,3	12,2	13,1	12,4

Örnekleme sırasında istasyonlardaki deniz yüzey suyunun bazı fizikokimyasal parametreleri ölçülmüş ve sonuçlar çizelge 5.1’de verilmiştir. Ayrıca şekil 5.1, şekil 5.2, şekil 5.3 ve şekil 5.4’te ölçülen parametrelerin istasyonlara ait mevsimsel değişimleri ve çizelge 5.2’de genel ortalamaları gösterilmiştir.

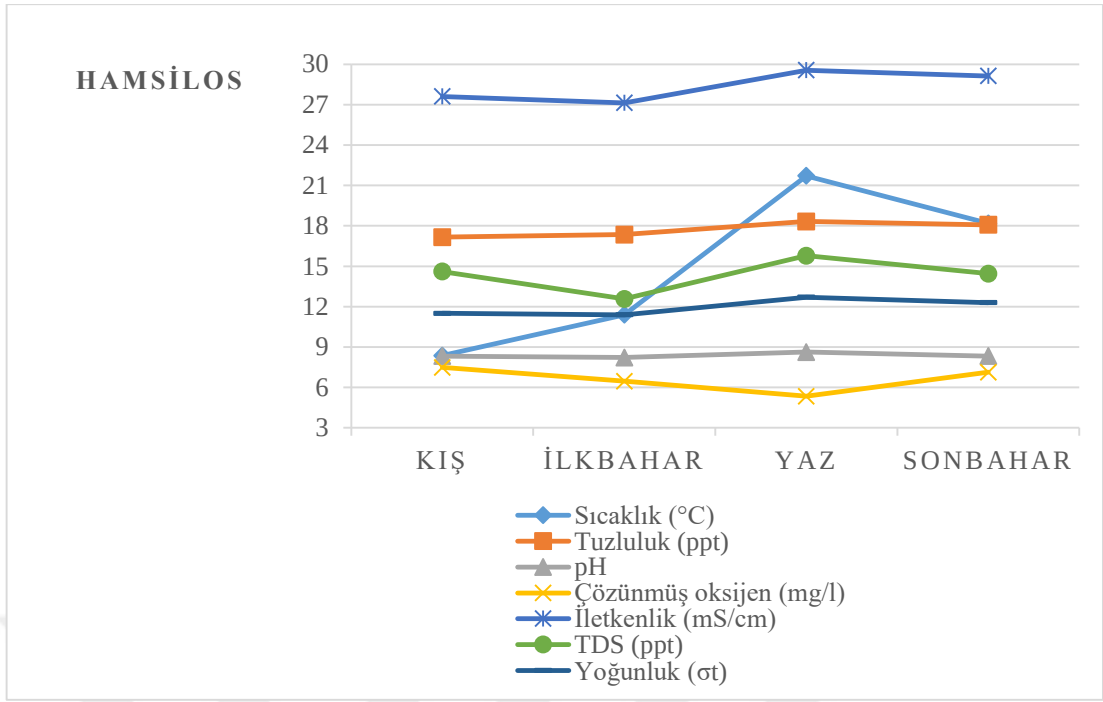
Kış mevsiminde deniz suyu sıcaklığı 8,36°C (Hamsilos) ile 9,07°C (DSİ) arasında değişmiştir. Hamsilos, ilkbahar mevsiminde de en düşük su sıcaklığının (11,39°C) saptandığı bölge olurken, bu mevsimde en yüksek değer (13,17°C) Karakum istasyonunda ölçülmüştür. Yazın deniz yüzey suyu sıcaklığı 21,51°C (Akliman) ile 22,97°C (DSİ) arasında değişmiş, sonbaharda ise bu parametre 18,18°C (Hamsilos) ile 19,92°C (DSİ) arasında bulunmuştur.

Deniz suyuna ait tuzluluk değerleri incelediğinde tuzluluğun yaz mevsiminde nispeten yükseldiği ve genel olarak ‰17,01 ile ‰18,53 arasında değiştiği görülmektedir. Mevsimsel olarak ölçülen en düşük pH miktarı ise 8,1 (kış) ile Akliman istasyonunda tespit edilirken, en yüksek değer 8,73 (yaz) ile DSİ istasyonunda bulunmuştur. Tuzluluk ile ilişkisi bulunan elektriksel iletkenliğinde (EC), normal olarak diğer denizlerimize göre düşük olduğu ve 27010-29860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

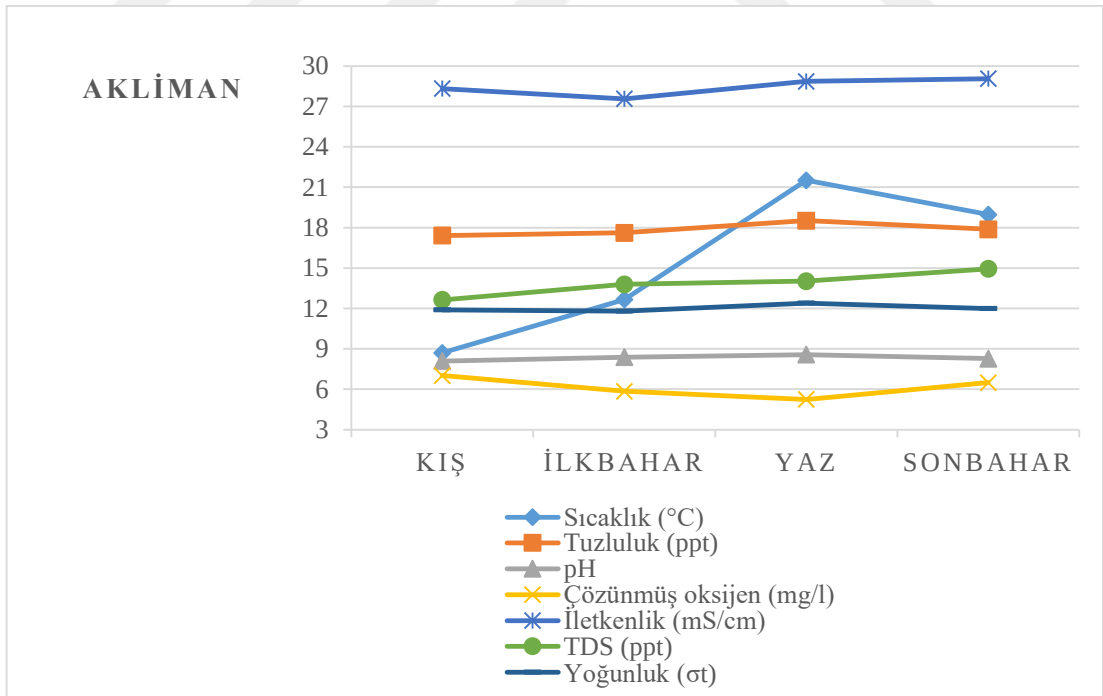
Toplam çözünmüş katı madde (TDS), suların mineral ve iyon zenginliğini gösteren önemli parametrelerden bir tanesidir ve yapılan bu çalışmada TDS değerlerinin iletkenlikle paralellik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek TDS değeri (15,78 mg/l) yaz mevsiminde Hamsilos istasyonunda, en düşük değer ise (12,57 mg/l) ilkbahar mevsiminde yine aynı istasyonda ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen (DO) konsantrasyonu 5,25 mg/l(Yaz-Akliman) ile 8,44 mg/l(Kış-Karakum) arasında değişirken, tüm istasyonlarda maksimum DO konsantrasyonu kış mevsiminde, minimum DO konsantrasyonu ise yaz mevsiminde ölçülmüştür.

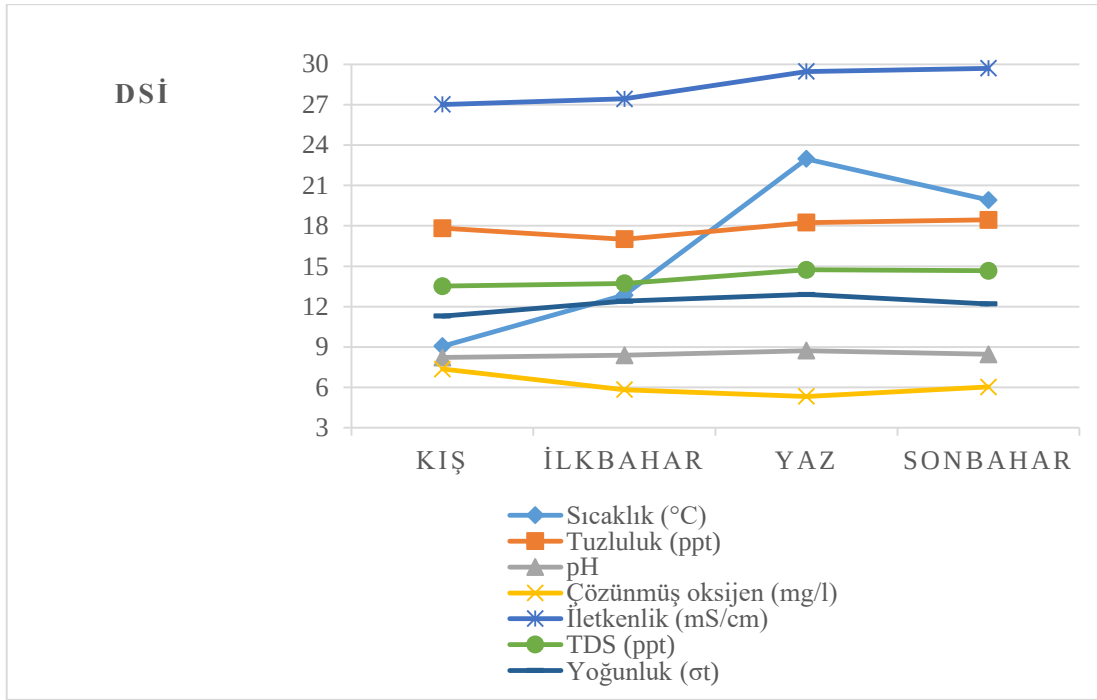
Oşinograflar mutlak yoğunlukla çalışmanın zorluklarından kurtulmak için saf suyun yoğunluğuyla ilişkili yoğunluğu kullanırlar. Bunun için Sigma-t değeri bulunur ve sigma-t oşinografide σ_{tp} (s: tuzluluk, t:sıcaklık, p:basınç) simgesiyle gösterilir. Basınç sıfır olduğunda; $\sigma_t = (\text{Yoğunluk}-1) \times 1000$ formülünden çıkan değerle daha kolay bir şekilde ifade edilir (Alkan ve ark., 2004). Buna göre istasyonlara ait yüzey suyu yoğunluğunun mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek Sigma-t değerlerinin yaz mevsiminde ölçüldüğü görülmektedir. (Sigma-t değerleri 11,3 (Kış-DSİ) ile 13,1 (Yaz-Karakum) arasında değişmiştir).



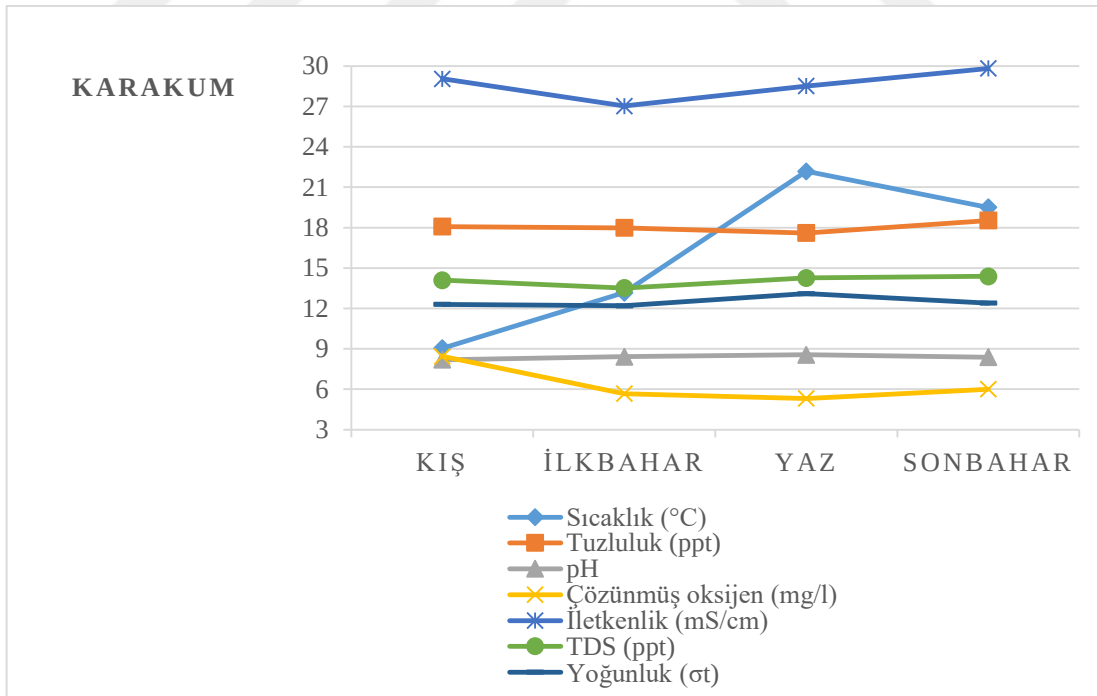
Şekil 5.1. Hamsilos istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.2. Aklıman istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.3. DSİ istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.4. Karakum istasyonunda deniz suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi

Deniz yüzey suyuna ait fizikokimyasal parametreler incelendiğinde, tuzluluk ve TDS dışındaki parametrelerin mevsimsel değişimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Deniz yüzey suyunun fizikokimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimi

Su Kalite Parametreleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Sıcaklık (°C)	8,80±0,17 ^a	12,52±0,39 ^b	22,09±0,33 ^c	19,15±0,38 ^d
Tuzluluk (ppt)	17,62±0,21 ^a	17,49±0,21 ^a	18,17±0,20 ^a	18,23±0,15 ^a
pH	8,21±0,05 ^b	8,35±0,05 ^b	8,62±0,04 ^a	8,36±0,04 ^b
DO (mg/l)	7,58±0,30 ^a	5,95±0,17 ^{bc}	5,31±0,02 ^c	6,42±0,26 ^b
EC (mS/cm)	28±0,44 ^{bc}	27,29±0,13 ^c	29,1±0,25 ^{ab}	29,42±0,19 ^a
TDS (ppt)	13,72±0,42 ^a	13,40±0,28 ^a	14,70±0,39 ^a	14,61±0,13 ^a
Yoğunluk (σ_t)	11,75±0,22 ^b	11,95±0,22 ^b	12,78±0,15 ^a	12,23±0,09 ^{ab}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

5.2. Makroalg Kompozisyonu

Çizelge 5.3. Tespit edilen taksonların listesi ve mevsimsel ortalama biyomas değerleri (g/m² kuru ağırlık)

	Hamsilos				Akliman			
Chlorophyta	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Bryopsidaceae								
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	-	-	0,83	3,30	-	-	3,20	2,18
Cladophoraceae								
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	-	0,10	-	-	-	1,03	-	-
<i>Cladophora</i> spp.	-	0,58	1,83	-	5,63	1,35	1,73	-
Ulvaceae								
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	-	7,48	0,30	-	-	17,10	1,28	-
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	-	-	-	-	1,40	0,68	-	2,23
Ochrophyta								
Cladostephaceae								
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C.Agardh	-	-	3,73	2,78	-	33,23	-	29,73
Sargassaceae								
<i>Cystoseira barbata</i> (Stackhouse) C.Agardh	400,2	455,30	-	-	352,35	287,55	-	-
<i>Cystoseira crinita</i> Duby	514,70	508,18	502,32	609,05	535,88	466,75	609,70	703,68
Dictyotaceae								
<i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V.Lamouroux	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytosiphonaceae								
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	-	15,60	-	-	-	0,96	-	-
Sphacelariaceae								
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-
Chordariaceae								
<i>Stilophora tenella</i> (Esper) PCSilva	-	-	-	-	-	31,20	-	-

Çizelge 5.3'ün devamı

Rhodophyta	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Ceramiales								
<i>Ceramium circinatum</i> (Kützinger) J.Agardh	-	-	-	-	-	6,00	5,20	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	-	-	-	0,65	-	-	-	14,78
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium tenerrimum</i> (Martens) Okamura	-	-	-	-	-	12,06	-	11,45
<i>Ceramium</i> spp.	4,88	-	-	-	3,85	-	-	-
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	4,05	14,06	0,08	9,24	2,08	4,46	-	13,54
Corallinales								
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	-	5,65	58,74	9,71	0,75	0,83	4,49	6,41
Gelidiales								
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	-	0,50	-	2,25	-	-	0,33	0,75
Rhodomelales								
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	-	6,11	3,83	-	-	28,49	6,63	14,11
<i>Laurencia obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C.Agardh) Zanardini	-	-	-	13,79	-	-	-	0,50
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux	-	6,34	-	-	-	11,00	-	-
<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville	-	-	0,70	1,13	0,16	7,86	-	3,03
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville	-	-	-	-	0,25	-	-	0,65
Lomentariaceae								
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon	-	-	-	-	14,88	-	-	-
<i>Lomentaria</i> spp.	-	-	-	-	14,63	-	23,85	-
Pterocladiaceae								
<i>Pterocladiella capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand	0,35	4,14	10,48	42,26	-	-	1,33	-

Çizelge 5.3'ün devamı

	DSİ				Karakum			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Chlorophyta								
Bryopsidaceae								
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophoraceae								
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	-	0,93	-	0,60	-	-	-	-
<i>Cladophora</i> spp.	63,32	8,58	8,51	54,04	-	7,93	-	1,70
Ulvaceae								
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	-	27,81	37,34	-	-	38,88	2,78	-
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	-	-	20,09	30,91	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-
Ochrophyta								
Cladostephaceae								
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C.Agardh	-	21,19	4,88	-	-	-	-	1,48
Sargassaceae								
<i>Cystoseira barbata</i> (Stackhouse) C.Agardh	310,88	312,21	-	-	405,59	-	384,38	391,13
<i>Cystoseira crinita</i> Duby	435,23	194,73	400,59	690,95	605,08	429,05	200,33	474,73
Dictyotaceae								
<i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V.Lamouroux	-	-	-	-	-	-	2,38	1,08
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	-	-	-	-	-	-	0,70	0,64
Scytosiphonaceae								
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	-	2,61	-	-	-	19,38	-	-
Sphacelariaceae								
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	-	12,65	-	-	-	18,13	-	-
Chordariaceae								
<i>Stilophora tenella</i> (Esper) PCSilva	-	-	-	-	-	-	-	-

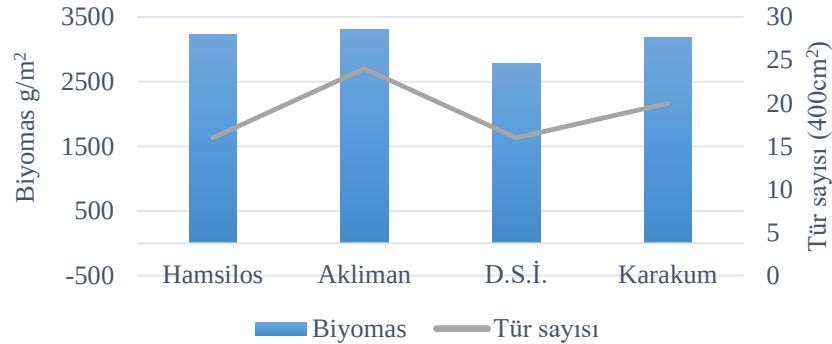
Çizelge 5.3'ün devamı

Rhodophyta	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Ceramiales								
<i>Ceramium circinatum</i> (Kützting) J.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	-	-	-	-	-	-	7,60	9,48
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	-	-	-	-	-	-	4,45	-
<i>Ceramium tenerrimum</i> (Martens) Okamura	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium</i> spp.	-	24,33	-	-	0,48	-	1,35	-
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	1,39	4,83	1,81	8,81	6,05	3,90	-	8,48
Corallinales								
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	-	0,60	-	3,03	-	-	-	-
Gelidiales								
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	5,53	-	-	47,43	-	-	-	-
Rhodomelales								
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	-	-	-	-	4,84	63,84	21,23	7,42
<i>Laurencia obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C.Agardh) Zanardini	-	-	-	-	-	-	-	0,55
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux	-	-	-	-	-	-	9,45	-
<i>Polysiphonia fucooides</i> (Hudson) Greville	1,96	7,59	0,63	16,62	3,74	3,43	1,33	2,68
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville	-	-	-	-	-	0,63	1,73	-
Lomentariales								
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon	0,63	-	-	1,85	-	-	-	-
<i>Lomentaria</i> spp.	-	-	-	-	-	-	0,60	-
Pterocladiaceae								
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand	11,59	-	-	-	28,93	-	-	0,68

- : Örnek bulunamadı

Sinop kıyılarında 2014 yılında mevsimsel olarak yürütülen bu çalışma sonunda Rhodophyta'ya ait 16, Ochrophyta'ya ait 8 ve Chlorophyta'ya ait 6 olmak üzere toplam 30 takson tespit edilmiştir. Saptanan toplam 17 familyadan Ceramiaceae familyası 6 takson ile ilk sırayı alırken bunu 5 takson ile Rhodomelaceae familyası izlemiştir. *Cystoseira crinita* türüne tüm istasyonlarda, *Corallina officinalis*'e Hamsilos ve Akliman istasyonunda ve *Polysiphonia fucoides*'e DSİ ile Karakum istasyonunda her mevsim rastlanmıştır (Çizelge 5.3).

Dört istasyonda üç farklı noktadan birer kez örnekleme yapılmış ve yıl sonunda elde edilen toplam materyal 12483,3 g/m² kuru ağırlık olarak tartılmıştır (Şekil 5.5). Toplam biyomasın istasyonlara dağılımı birbirine yakın bulunmuş ve Akliman istasyonu 3303,19 g/m² kuru ağırlık ile en yüksek biyomasa sahip istasyon olmuştur. Hamsilos istasyonunda bu değer 3225,22 g/m², Karakum istasyonunda 3178,24 g/m² kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir. Tespit edilen tür sayısı açısından da son sırada yer alan DSİ istasyonu, 2776,68 g/m²'lik kuru ağırlık ile en düşük biyomasa sahip bölge olmuştur. Örnekleme periyodu boyunca Akliman istasyonunda 13 familya ve bu familyalara ait 24 takson tespit edilmiştir. Takson sayılarına göre diğer istasyonlar sırasıyla; 13 familya 20 takson ile Karakum, 14 familya 16 takson ile DSİ ve 13 familyaya ait 16 takson ile Hamsilos istasyonu olmuştur (Çizelge 5.3, Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Yıllık toplam biyomasın (g/m² kuru ağırlık) ve tür sayısının istasyonlara göre dağılımı

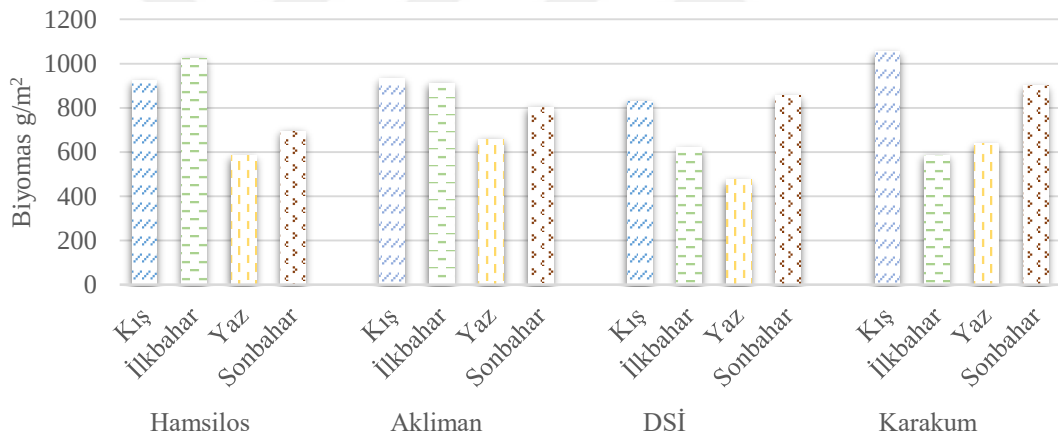
Yıllık toplam biyomasın mevsimsel ve istasyonlara ait dağılımı şekil 5.6'da gösterilmektedir. Buna göre Hamsilos hariç istasyonlardaki en yüksek biyomas miktarı kış mevsiminde saptanmıştır. Karakum istasyonu kış dönemi örneklemesinde toplam makroalg biyokütlesi 1054,71 g/m² kuru ağırlık olarak tartılmış ve bu bir örnekleme

döneminde saptanan en yüksek miktar olarak kaydedilmiştir. Kışın tespit edilen en düşük biyomas değeri ise 830,53 g/m² ile DSİ istasyonuna aittir.

İlkbaharda Akliman, DSİ ve Karakum istasyonlarına ait makroalg biyokütlesinde kışa göre bir azalma görülürken, Hamsilos istasyonunda artış tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde Hamsilos'da 1024,04 g/m² olarak tartılan toplam biyomas miktarı, tüm istasyonların ilkbahar örneklemesinde tespit edilen maksimum değer olarak bulunmuştur. İlkbaharda minimum biyomas miktarı (585,17 g/m²) ise Karakum'da saptanmıştır.

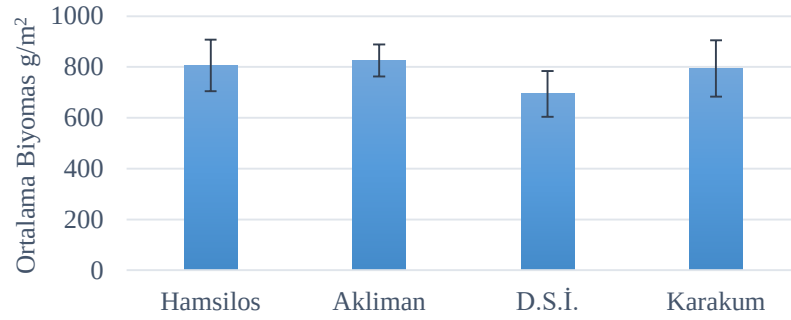
Yazın Karakum dışındaki 3 istasyonda biyomas miktarında bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu döneme ait en yüksek biyomas miktarı (657,74 g/m²) Akliman'da; en düşük miktar ise (473,85 g/m²) ise DSİ istasyonunda kaydedilmiştir.

Sonbahar döneminde tüm istasyonlarda toplam makroalg biyokütlesinde bir artış meydana geldiği saptanmıştır ve maksimum biyoması (900,05 g/m²) Karakum'da, minimum biyomas (694,16 g/m²) ise Hamsilos istasyonunda bulunmuştur (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Makroalgere ait yıllık toplam biyomasın (g/m² kuru ağırlık) istasyon ve mevsimlere göre dağılımı

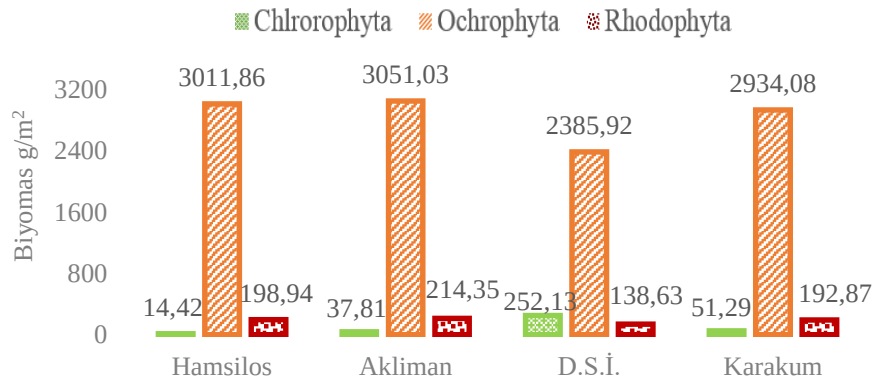
Yıl boyunca ölçülen ortalama biyomas miktarının istasyonlara göre dağılımı şekil 5.7'de gösterilmiştir. Akliman yıllık ortalama 825,80±125,42 g/m² biyomas değeri ile en yüksek makroalg kütlesinin tespit edildiği bölge olurken, DSİ istasyonunda 694,17±181,25 g/m² ile en düşük makroalg biyoması tartılmıştır. Hamsilos ve Karakum istasyonlarına ait ortalama yıllık biyomas miktarları ise sırasıyla 806,31±101,58 g/m² ve 794,56±221,40 g/m² olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, istasyonlar arasında ortalama biyomas miktarı bakımından önemli bir fark bulunamamıştır (p>0,05).



Şekil 5.7. Yıllık ortalama biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) istasyonlara göre dağılımı (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata)

Her istasyona ait toplam biyomasın gruplara göre dağılımı şekil 5.8’de görülmektedir. Buna göre Kahverengi alglerin (Ochrophyta) dört istasyonda da en fazla kuru ağırlığa sahip alg grubu olduğu görülmektedir. Kırmızı algler (Rhodophyta) ise DSİ dışındaki istasyonlarda esmer alglerden sonra ikinci sırayı almıştır.

Kahverengi ve kırmızı alglere ait en yüksek biyomas değerleri sırasıyla 3051,03 g/m^2 ve 214,35 g/m^2 ile Aklıman istasyonunda; en düşük 2385,92 g/m^2 ve 138,63 g/m^2 ile DSİ istasyonunda bulunmuştur. Yeşil alglerin ise maksimum biyomas miktarı (252,13 g/m^2) DSİ istasyonunda, minimum biyoması (14,42 g/m^2) Hamsilos istasyonunda saptanmıştır (Şekil 5.8).

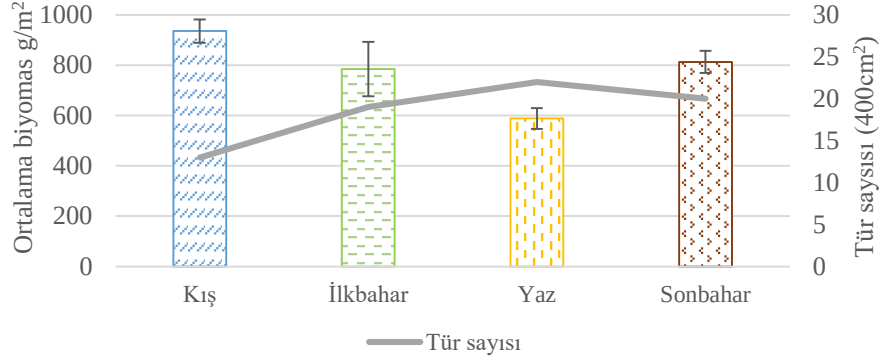


Şekil 5.8. Yıllık toplam biyomasın istasyon ve gruplara göre dağılımı (g/m^2 kuru ağırlık)

Örnekleme dönemlerine ait ortalama biyomas ve toplam tür sayısının mevsimsel değişimi şekil 5.9’da görülmektedir. Buna göre en yüksek ortalama biyomas ($935,32 \pm 16,11 \text{ g/m}^2$) kış döneminde, en düşük ($588,19 \pm 85,35 \text{ g/m}^2$) yaz döneminde tespit edilmiştir. İlkbahar ve sonbahar döneminde hesaplanan ortalama biyomas miktarları yakın değerlerde bulunmuş ve sırasıyla $784,56 \pm 228,18 \text{ g/m}^2$ ile $812,87 \pm 134,48$

g/m^2 ortalama kuru ağırlık olarak tartışmıştır. Kış mevsimi ile yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Kış döneminde toplam 13 takson teşhis edilirken, ilkbaharda 19, yazın 22 ve sonbaharda 20 taksonun tespiti yapılmıştır.

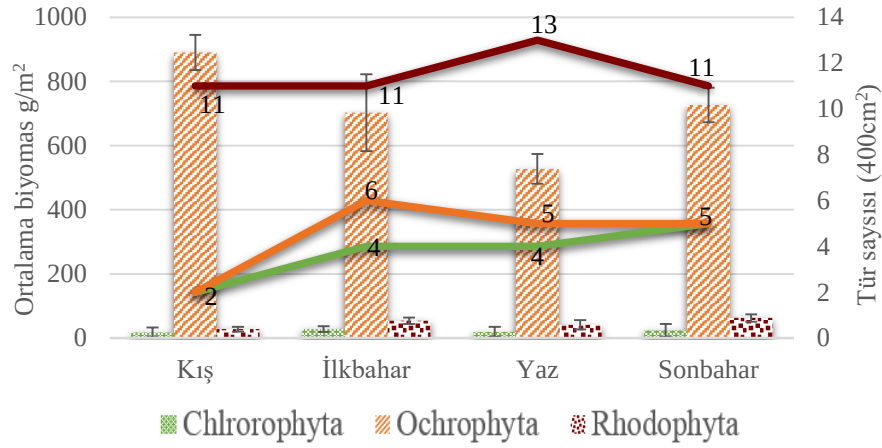


Şekil 5.9. Örneklem dönemlerine ait ortalama biyomas (g/m^2 kuru ağırlık) ve toplam tür sayısının mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama±standart hata)

Kahverengi algler yıl boyunca tüm istasyonlarda en fazla ortalama biyomasa sahip alg grubu olarak bulunmuştur. Kış mevsiminde tartılan ortalama $935,32 \pm 16,11 \text{ g/m}^2$ algal biyokütlenin $889,8 \pm 54,66 \text{ g/m}^2$ 'si esmer alglere aittir. İlkbaharda $702,18 \pm 119,45 \text{ g/m}^2$, yaz mevsiminde $527,25 \pm 46,32 \text{ g/m}^2$ ve sonbaharda $726,32 \pm 53,84 \text{ g/m}^2$ kuru ağırlıkta kahverengi alg tartılmıştır. Ortalama esmer alg miktarı bakımından kış mevsimi ile yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Kışın kırmızı alglere ait olan $27,76 \pm 7,80 \text{ g/m}^2$ ortalama biyomas değeri; ilkbaharda $54,16 \pm 9,87 \text{ g/m}^2$, yaz mevsiminde $41,46 \pm 14,75 \text{ g/m}^2$ ve sonbaharda $62,82 \pm 11,60 \text{ g/m}^2$ olarak belirlenmiştir. Ortalama kırmızı alg miktarında meydana gelen mevsimsel değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Yeşil algler tüm örneklem dönemlerinde en düşük ortalama biyomasa sahip şube olmuştur. Kış mevsiminde $17,59 \pm 15,33 \text{ g/m}^2$ ortalama kuru ağırlıkla tespit edilen yeşil alglerin, ilkbaharda $28,11 \pm 8,64 \text{ g/m}^2$ ile en yüksek ortalama biyomas değeri görülmüştür. Yaz mevsiminde $19,47 \pm 15,51 \text{ g/m}^2$ olarak hesaplanan bu değer, sonbaharda $23,74 \pm 20,61 \text{ g/m}^2$ olarak bulunmuştur. Yeşil alg biyomasında meydana gelen mevsimler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$) (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Gruplara ait ortalama biyomas (g/m^2 kuru ağırlık) ve tür sayılarının mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama $\pm$ standart hata)

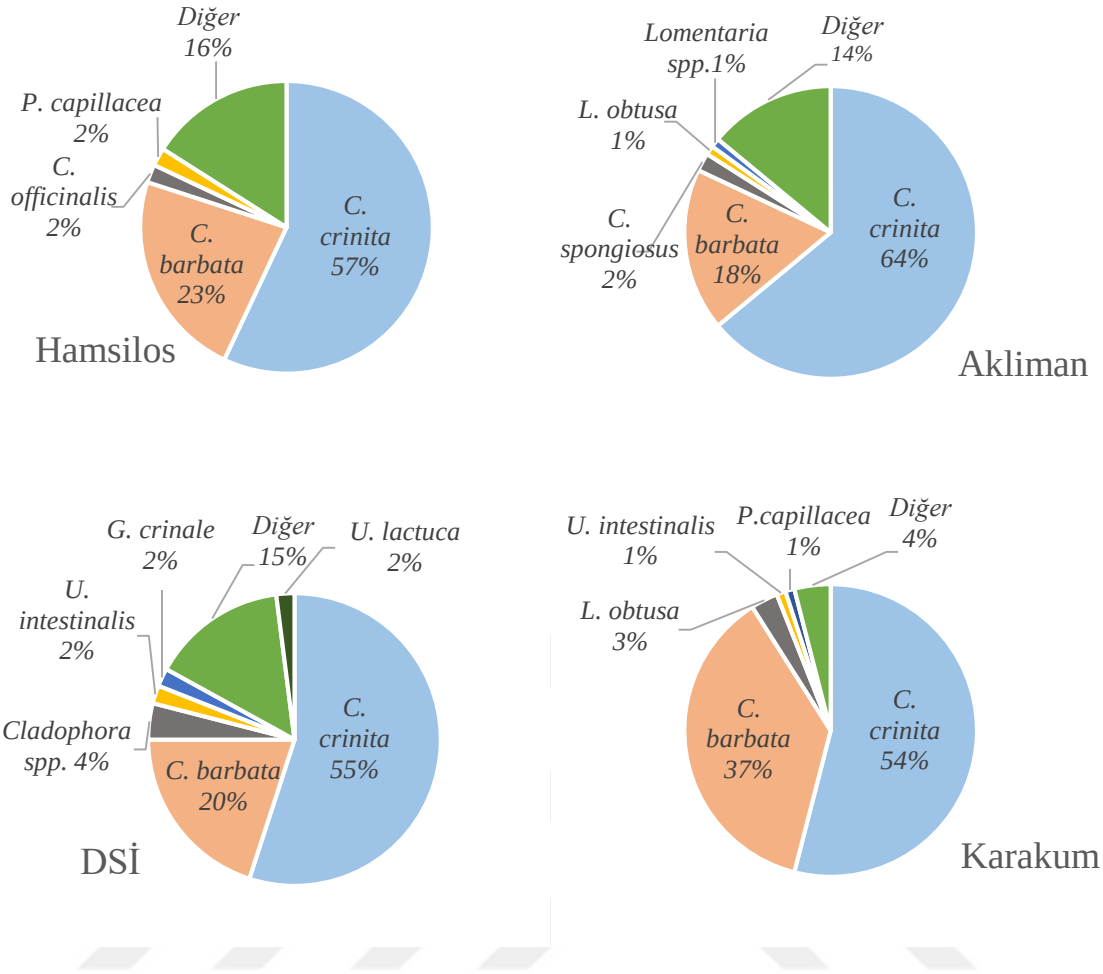
Örnekleme dönemi boyunca teşhis edilen 30 taksonun her istasyon için baskınlık değerleri hesaplanmış ve %1'den yüksek değere sahip olanlar şekil 5.11'de gösterilmiştir. *C. crinita* ve *C. barbata* her istasyonda bulunduğu ve bir istasyon için en az %75'lik (DSİ) baskınlık oranına sahip olduğu, ayrıca *C. crinita*'nın 4 istasyondaki en baskın tür olduğu tespit edilmiştir.

Hamsilos istasyonu için hesaplanan dominansi değerlerine göre; *C. crinita* %57, *C. barbata* %23, *C. officinalis* %2, *P. capillacea* %2 ve toplamda diğer türler %16'lık baskınlık oranına sahiptir.

C. crinita %64'lik baskınlıkla Akliman istasyonunun en baskın türüdür ve bu değer bir tür için kaydedilen en yüksek orandır. Bunu *C. barbata* %18, *C. spongiosus* %2, *L. obtusa* %1, *Lomentaria* spp. %1 ile izlemiş diğer %14 olarak hesaplanmıştır.

DSİ istasyonunda *C. crinita*'nın dominansi değeri %55'tir. Diğer türler; *C. barbata* %20, *Cladophora* spp. %4, *U. intestinalis* %2, *U. lactuca* %2, *G. crinale* %2 ve diğer %15 baskınlık değeri ile sıralanmıştır.

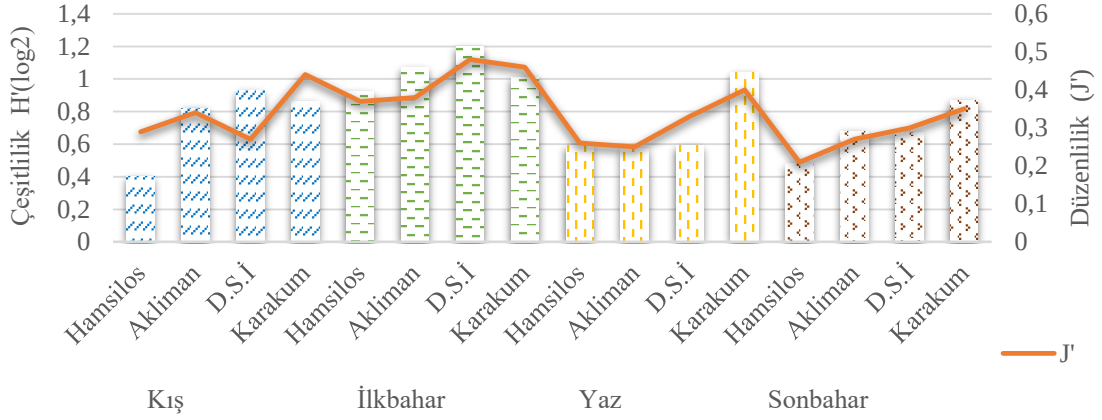
Karakum istasyonunda *C. crinita* ve *C. barbata*'nın baskınlık değerleri sırasıyla %54 ve %37 olarak bulunmuştur. Bunları *L. obtusa* %3, *P. capillacea* ve *U. intestinalis* %1 ile izlemiş ve diğer %4 şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 5.11. Teşhis edilen taksonlara ait yıllık biyomasın (g/m^2 kuru ağırlık) istasyonlardaki baskınlığı

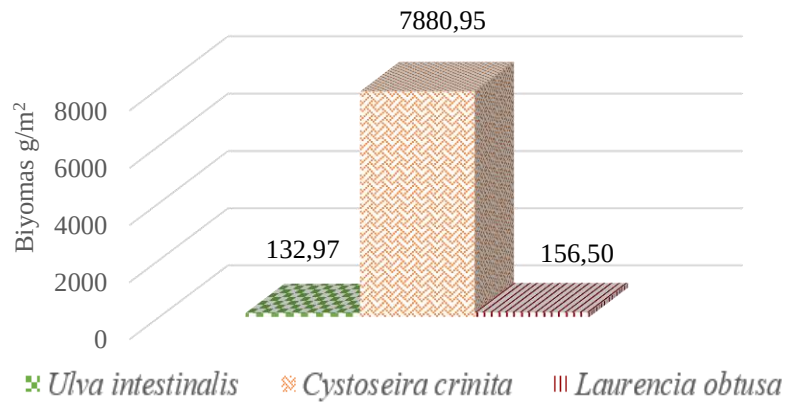
İstasyonlara ait mevsimsel çeşitlilik verileri incelendiğinde değerlerin 0,40 (Kış-Hamsilos) ile 1,70 (İlkbahar-Aklıman) arasında değiştiği görülmektedir. Kışın maksimum indeks değeri 0,93 ile DSİ, minimum indeks değeri 0,40 ile Hamsilos istasyonunda bulunmuştur. İlkbahar mevsiminde her istasyonun çeşitlilik indeks değerleri yükselmiş ve bu değerler 1,70 (Aklıman) ile 0,92 (Hamsilos) arasında bulunmuştur. Yazın Karakum istasyonuna ait 1,04 değeri maksimum, Aklıman istasyonuna ait 0,57 değeri ise minimum indeks değeri olarak tespit edilmiştir. Sonbaharda yazı göre indeks oranlarında azalış meydana gelmiş ve yazın olduğu gibi en yüksek değer (0,87) Karakum istasyonunda bulunmuştur. Hamsilos ise sonbaharda en düşük değerini (0,48) almıştır (Şekil 5.12). Pielou düzenlilik indeksi değerlerinin mevsimsel değişimin nispeten Shannon-Weaver indeksi ile paralellik gösterdiği ve sonuçların 0,21 ile 0,48 arasında değiştiği görülmektedir. Kışın indeks değeri 0,44 (Karakum) ile 0,27 (DSİ), ilkbaharda ise 0,46 (Karakum) ile 0,37 (Hamsilos) arasında bulunmuştur. Yaz mevsiminde

maksimum indeks 0,40 (Karakum) minimum indeks ise 0,26 ile Hamsilos istasyonunda saptanmıştır. Sonbaharda düzenlilik indeksi 0,35 (Karakum) ile 0,21 (Hamsilos) arasında yer almıştır.



Şekil 5.12. İstasyonlara ait mevsimsel Shannon-Wiener çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indeksi değerleri

Kimyasal bileşimi araştırılan türler ekonomik önemi olan ve bölgede baskın olarak bulunan alg grupları içinden seçilmiş ve bunların yıllık toplam biyomas miktarı şekil 5.13’de gösterilmiştir. Buna göre tüm istasyonlarda baskın olarak görülen *Cystoseira crinita* türü yıllık toplam 7880,95 g/m²’lık kuru ağırlıkla dikkat çekmektedir. Bu değer *Laurencia obtusa* türü için 157,30 g/m², *Ulva intestinalis* türü içinse 132,97 g/m² olarak bulunmuştur.



Şekil 5.13. Kimyasal analizi yapılan türlerin yıllık biyomas miktarı (kuru ağırlık)

5.3. Biyokimyasal Bulgular

Çizelge 5.4. *Cystoseria crinita*, *Ulva intestinalis* ve *Laurencia obtusa*'nın kimyasal içeriklerinin mevsimsel değişimi

<i>C. crinita</i>	Hamsilos				Akliman				DSİ				Karakum			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
%Su	81,59	82,48	76,21	80,63	80,66	85,94	77,09	77,58	82,31	79,87	78,33	80,15	80,18	79,67	78,20	78,82
%Kuru madde	18,41	17,52	23,79	19,37	19,34	9,09	22,91	22,42	17,69	20,03	21,67	19,85	19,92	20,33	21,80	21,18
%İnorganik madde	17,86	12,14	14,45	17,74	16,62	13,05	13,36	19,63	17,24	15,86	15,42	21,23	17,32	13,15	14,02	19,88
%Organik madde	82,14	87,86	85,55	82,26	83,38	86,95	86,64	80,37	82,76	84,14	84,58	78,77	82,68	86,85	85,98	80,92
%Protein	11,43	7,16	8,57	8,05	9,02	7,28	5,52	11,02	13,19	7,69	4,86	8,26	9,71	6,43	5,62	6,49
%Yağ	0,76	0,57	0,68	0,49	0,49	0,68	0,41	0,71	0,35	0,36	0,52	0,65	0,74	0,69	0,67	0,93
%N'siz öz madde	69,95	80,13	76,30	73,72	73,87	78,99	80,71	68,64	69,22	76,09	79,20	69,86	72,23	79,73	79,69	72,70
<i>U. intestinalis</i>	Hamsilos				Akliman				DSİ				Karakum			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
%Su	89,18	92,45	88,24	-	88,59	89,29	88,47	-	89,60	91,44	88,96	-	91,44	92,56	89,66	-
%Kuru madde	9,82	7,55	9,76	-	11,41	10,71	9,53	-	10,40	8,56	11,04	-	7,56	7,44	7,34	-
%İnorganik madde	20,56	19,87	19,63	-	20,40	19,70	19,64	-	20,41	20,83	18,78	-	21,71	20,03	19,39	-
%Organik madde	79,44	80,13	80,37	-	79,6	80,3	80,36	-	79,59	79,17	81,22	-	78,29	79,97	80,61	-
%Protein	11,75	4,61	4,86	-	10,44	5,44	4,13	-	14,23	8,27	6,20	-	10,09	9,62	4,82	-
%Yağ	0,47	0,50	0,75	-	0,42	0,84	0,37	-	0,23	0,21	0,52	-	0,23	0,21	0,52	-
%N'siz öz madde	67,22	75,02	74,76	-	68,74	74,02	74,86	-	65,13	70,69	68,50	-	69,97	70,14	75,27	-

Çizelge 5.4'ün devamı

<i>L. obtusa</i>	Hamsilos				Akliman				DSİ				Karakum			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
%Su	91,22	89,70	83,92	84,88	90,46	93,03	80,11	87,62	-	-	-	-	91,30	91,76	85,73	82,39
%Kuru madde	8,78	10,30	16,08	15,12	9,54	6,97	19,89	11,38	-	-	-	-	8,70	8,24	11,27	17,61
%İnorganik madde	10,09	7,96	13,36	21,41	12,98	11,50	12,58	23,40	-	-	-	-	13,45	8,85	14,86	23,98
%Organik madde	89,91	92,04	86,64	78,59	87,02	88,50	88,42	76,60	-	-	-	-	86,55	91,15	85,14	76,02
%Protein	12,95	7,26	7,84	10,18	10,58	7,13	7,66	8,52	-	-	-	-	12,49	12,40	11,65	7,93
%Yağ	0,31	0,65	0,56	0,54	0,49	0,28	0,40	0,68	-	-	-	-	0,34	0,31	0,36	0,41
%N'siz öz madde	76,65	84,13	78,24	67,87	75,95	81,09	79,36	67,40	-	-	-	-	73,72	78,44	73,13	67,68

K: Kış; İ: İlkbahar; Y: Yaz; S: Sonbahar; - : Örnek bulunamadı.

5.3.1. *Cystoseira crinita* Türünün Kimyasal Bileşimi

Kimyasal içeriği araştırılan alglerden *Cystoseira crinita* türünün analiz sonuçlarına ait yıllık ortalamanın tüm istasyonlar için benzer olduğu, istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Örneklem dönemlerinde istasyonlara ait veriler birlikte değerlendirilmiş ve sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.5. ve Şekil 5.16).

Cystoseira crinita türünün ortalama su miktarının maksimum değeri ilkbahar mevsiminde $81,99\pm1,46$ minimum değeri yazın $77,46\pm0,50$ olarak bulunmuştur. *Cystoseira crinita* 'nın su miktarında mevsimlere göre farklılık belirlenmiş olup kış ($81,19\pm0,48$) ile yaz ($77,46\pm0,50$) ve ilkbahar ($81,99\pm1,46$) ile yaz ($77,46\pm0,50$) mevsimleri arasında gözlenen farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

C. crinita 'nın inorganik madde (kül) miktarının en yüksek ortalama değeri $19,62\pm0,7$ ile sonbaharda tespit edilirken, en düşük kül değeri $13,55\pm0,80$ ile ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir. Ayrıca kış ($17,26\pm0,25$) ile ilkbahar ($13,55\pm0,80$), kış ($17,26\pm0,25$) ile yaz ($14,31\pm0,43$), ilkbahar ($13,55\pm0,80$) ile sonbahar ($19,62\pm0,72$) ve yaz ($14,31\pm0,43$) ile sonbahar ($19,62\pm0,72$) arasında toplanan algler ortalama kül miktarı bakımından önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

Cystoseira crinita esmer alginin protein içeriğinin maksimum değeri sonbaharda $10,84\pm0,93$, minimum değeri yazın $6,14\pm0,83$ olarak bulunurken kış ($10,84\pm0,93$) ile ilkbahar ($7,14\pm0,26$) ve kış ($10,84\pm0,93$) ile yaz ($6,14\pm0,83$) mevsimindeki sonuçlar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

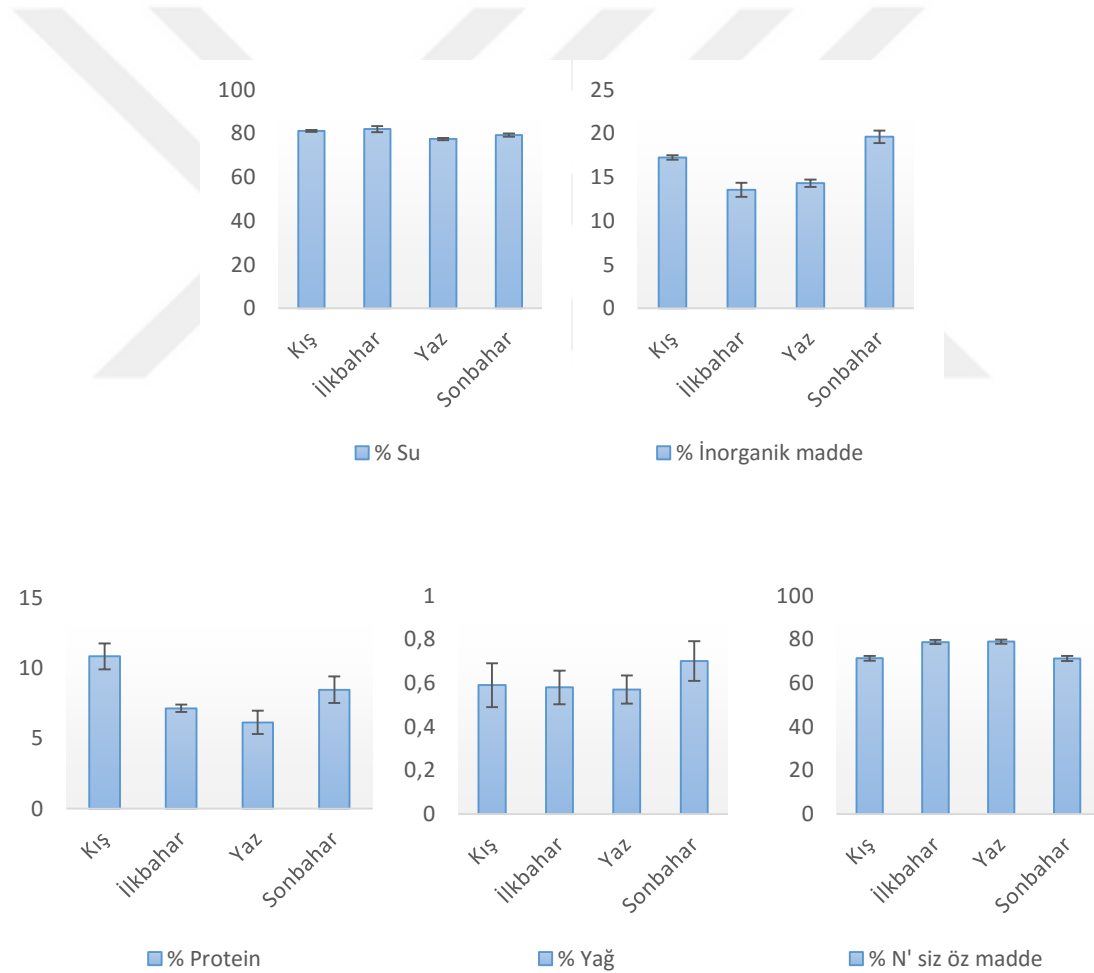
Ortalama yağ miktarı bakımından *C. crinita*'nın yağ içeriğinde mevsimsel olarak önemli derecede varyasyona rastlanılmamıştır ($p>0,05$). Sonbaharda belirlenen $0,70\pm0,09$ yağ oranı en yüksek değer olarak bulunmuştur.

C. crinita türünün ortalama azotsuz öz madde miktarının yüksek değerleri ilkbahar ile yaz mevsiminde ($78,74\pm0,90$ ve $78,98\pm0,95$), düşük değerleri ise sonbahar ile kış mevsiminde ($71,23\pm1,19$ ve $71,32\pm1,07$) saptanmıştır (Şekil 5.16). Ayrıca yapılan istatistiksel analizlere göre kış ile ilkbahar, kış ile yaz, ilkbahar ile sonbahar ve yaz ile sonbahar arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 5.5. *Cystoseira crinita*'nın kimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi

Mevsimler	%Su	%İnorganik madde	%Protein	%Yağ	%N'siz öz madde
Kış	81,19±0,48 ^a	17,26±0,25 ^a	10,84±0,93 ^a	0,59±0,10 ^a	71,32±1,07 ^b
İlkbahar	81,99±1,46 ^a	13,55±0,80 ^b	7,14±0,26 ^b	0,58±0,08 ^a	78,74±0,90 ^a
Yaz	77,46±0,50 ^b	14,31±0,43 ^b	6,14±0,83 ^b	0,57±0,07 ^a	78,98±0,95 ^a
Sonbahar	79,3±0,69 ^{ab}	19,62±0,70 ^a	8,46±0,94 ^{ab}	0,70±0,09 ^a	71,23±1,19 ^b
Ortalama	79,98±1,01	16,19±1,40	8,15±1,02	0,61±0,03	75,07±2,19

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).



Şekil 5.14. *Cystoseria crinita* türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama±standart hata)

5.3.2. *Ulva intestinalis* Türünün Kimyasal Bileşimi

Kimyasal içeriği araştırılan alglerden *Ulva intestinalis* türünün analiz sonuçlarına ait yıllık ortalamanın tüm istasyonlar için benzer olduğu, istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Tüm istasyonlarda sonbahar mevsiminde analiz yapılabilmesi için yeterli miktarda örnek bulunamamış, bunun dışındaki örnekleme dönemlerinde her istasyondan elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek sonuçlar ortalama±standart hata şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.17).

Ulva intestinalis'in kış, ilkbahar ve yaz dönemindeki ortalama su miktarı sırasıyla %89,7±0,62, %91,44±0,76 ve %88,83±0,31 olarak bulunmuştur. İlkbahar ile yaz mevsimi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Ortalama kül miktarının en yüksek değeri %20,77±0,32 ile kış mevsiminde belirlenirken, en düşük değer %19,36±0,2 ile yazın tespit edilmiş ve kış ile yaz mevsimi arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

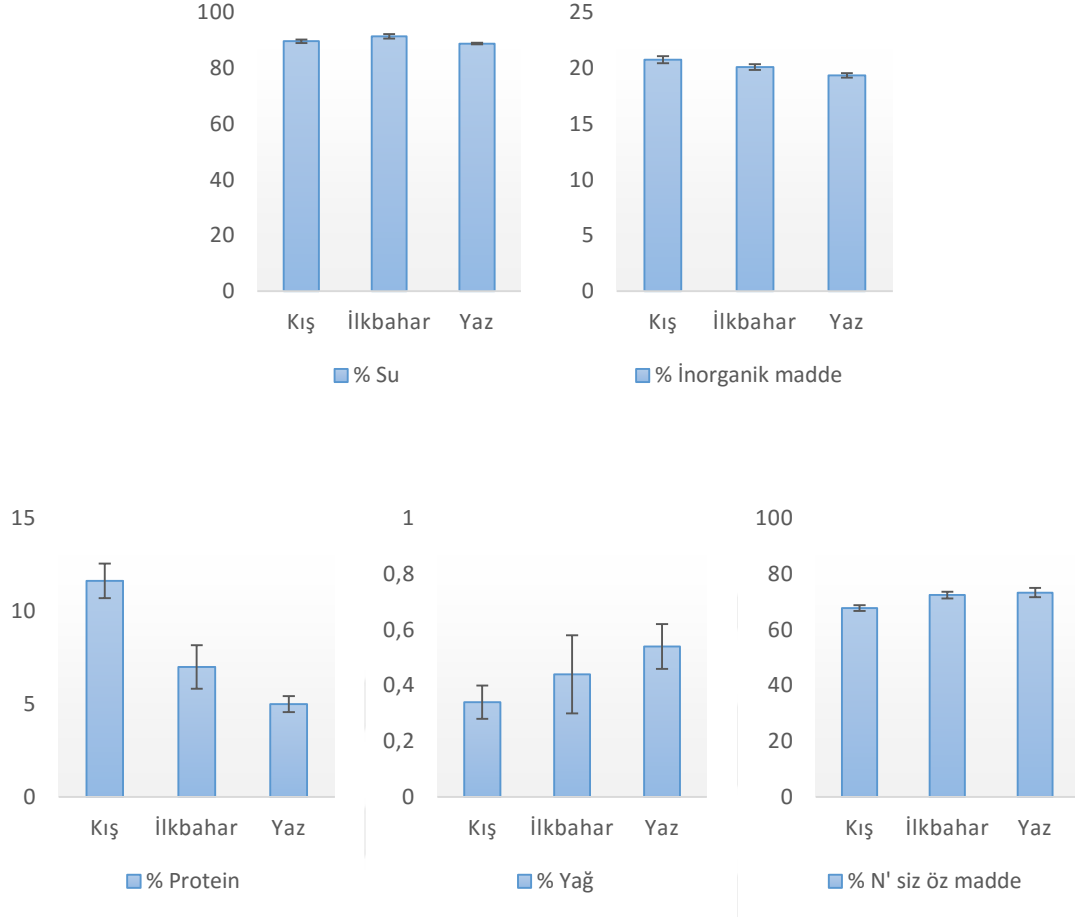
Ortalama protein miktarının sırasıyla %11,63±0,93 (kış), 6,99±1,17 (ilkbahar) ve 5±0,43 (yaz) olduğu, ayrıca kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimi arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunduğu tespit edilmiştir. Ortalama yağ miktarının ise %0,34±0,06 (kış) ile %0,54±0,08 (yaz) arasında değiştiği ve mevsimler arasında büyük oranda fark olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Ortalama azotsuz öz madde miktarının en düşük (%67,77±1,04) olduğu kış mevsimi ile en yüksek (%73,35±1,61) olduğu yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 5.6. *Ulva intestinalis*'in kimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi

Mevsimler	%Su	%İnorganik madde	%Protein	%Yağ	%N'siz öz madde
Kış	89,7±0,62 ^{ab}	20,77±0,32 ^a	11,63±0,93 ^a	0,34±0,06 ^a	67,77±1,04 ^a
İlkbahar	91,44±0,76 ^a	20,11±0,25 ^{ab}	6,99±1,17 ^b	0,44±0,14 ^a	72,47±0,21 ^{ab}
Yaz	88,83±0,30 ^b	19,36±0,20 ^b	5±0,43 ^b	0,54±0,08 ^a	73,35±1,61 ^b
Ortalama	89,99±0,77	20,08±0,41	7,87±1,96	0,44±0,06	71,19±1,73

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).



Şekil 5.15. *Ulva intestinaslis* türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama±standart hata)

5.3.3. *Laurencia obtusa* Türünün Kimyasal Bileşimi

Kimyasal içeriği araştırılan alglerden *Laurencia obtusa* türünün analiz sonuçlarına ait yıllık ortalamanın tüm istasyonlar için benzer olduğu, aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Örnekleme dönemlerinde istasyonlara ait veriler birlikte değerlendirilmiş ve sonuçlar ortalama±standart hata şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.7. ve Şekil 5.18).

L. obtusa'nın analiz sonuçlarına göre ortalama su miktarı %90,99±0,27 (kış) %91,50±0,97 (ilkbahar), %83,25±1,65 (yaz) ve %84,96±1,51 (sonbahar) şeklinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre sadece kış ile ilkbahar ve yaz ile sonbahar arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,05$).

Ortalama inorganik madde miktarı %12,17±1,05 (kış), %9,44±1,06 (ilkbahar), %13,6±0,67 (yaz) ve %22,93±0,78 (sonbahar) olarak bulunmuştur. Ortalama kül miktarı

açısından sadece kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

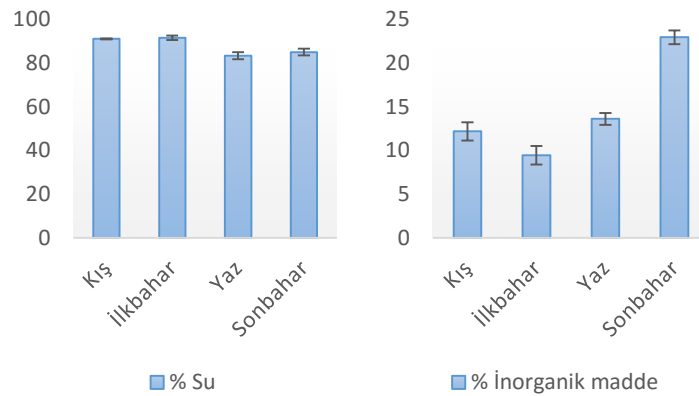
En yüksek ortalama protein miktarı kışın $12,01\pm0,73$, en düşük ise sonbaharda $8,88\pm0,67$ olarak bulunmuştur. Ortalama yağ miktarı $0,38\pm0,06$ (kış) ile $0,54\pm0,08$ (sonbahar) arasında değişmiştir. Ortalama ham protein ve ham yağ miktarı açısından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanılmamıştır ($p>0,05$).

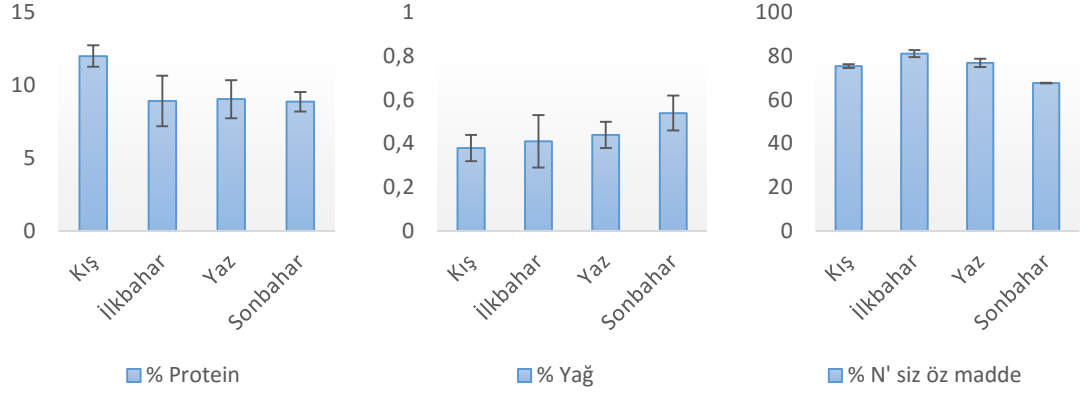
L. obtusa'nın azotsuz öz madde içeriğinin ortalama değerleri incelendiğinde kış ($75,44\pm0,88$) ile sonbahar ($67,65\pm0,14$), ilkbahar ($81,22\pm1,64$) ile sonbahar ($67,65\pm0,14$) ve yaz ($76,91\pm1,91$) ile sonbahar ($67,65\pm0,14$) arasında istatistiksel açıdan önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 5.7. *Laurencia obtusa*'nın kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi

Mevsimler	%Su	%İnorganik madde	%Protein	%Yağ	%N'siz öz madde
Kış	$90,99\pm0,27^a$	$12,17\pm1,05^{bc}$	$12,01\pm0,73^a$	$0,38\pm0,06^a$	$75,44\pm0,88^a$
İlkbahar	$91,50\pm0,97^a$	$9,44\pm1,06^c$	$8,93\pm1,73^a$	$0,41\pm0,12^a$	$81,22\pm1,64^a$
Yaz	$83,25\pm1,65^b$	$13,6\pm0,67^b$	$9,05\pm1,30^a$	$0,44\pm0,06^a$	$76,91\pm1,91^a$
Sonbahar	$84,96\pm1,51^b$	$22,93\pm0,78^a$	$8,88\pm0,67^a$	$0,54\pm0,08^a$	$67,65\pm0,14^b$
Ortalama	$87,68\pm2,09$	$14,54\pm2,93$	$9,72\pm0,77$	$0,44\pm0,04$	$75,31\pm2,83$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).





Şekil 5.16. *Laurencia obtusa* türüne ait kimyasal kompozisyonun mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama±standart hata)

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop ili kıyılarındaki 4 farklı istasyonda deniz suyunun fizikokimyasal özellikleri ölçülmüş ve denizel makroalglerin ekolojik durumlarını belirlemek amacıyla mevcut alg türlerinin kompozisyon ve biyokütlesindeki mevsimsel değişimler incelenmiştir. Ayrıca bölgede baskın olarak bulunan üç türün ne derece ekonomik öneme sahip olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla makroalglerin kimyasal özelliklerini (toplam su miktarı, kuru madde miktarı, kül miktarı, organik madde miktarı, toplam protein, toplam yağ içeriği ve nitrojensiz öz madde miktarı) ve bunların mevsimsel değişimini saptamak üzere çalışma materyali toplanmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

6.1. Fizikokimyasal Parametreler

Yüzey suları atmosfer ile sürekli temas halinde olmasından dolayı atmosferik ısıdan etkilenmiş ve meydana gelen ısı değişimine paralel olarak su sıcaklığında mevsimsel değişimler görülmüştür. Deniz yüzey suyuna ait sıcaklık değeri 8,36°C (Kış-Hamsilos) ile 22,97°C (Yaz-DSİ) arasında değişmiştir.

İstasyonlarda deniz yüzey suyuna ait pH değerleri 8,1 (Kış-Aklıman) ile 8,73 (Yaz-DSİ) arasında ölçülmüştür. Benzer şekilde Çulha ve ark. (2007) Aklıman ve Karakum istasyonlarının içinde olduğu dört istasyonda yürüttükleri çalışma ile deniz yüzey suyuna ait pH'ın mart, mayıs, temmuz ve kasım ayında 7,55 ile 8,90 arasında değiştiğini saptamışlardır. Sularda pH derecesini belirleyen en önemli etken karbondioksit, karbonat ve bikarbonat dengesidir ve doğal suların pH dengesi 4-9 arasında değişmektedir (Yalçın ve Gürü, 2002). Bu bağlamda, sudaki CO₂'in kullanılması ile pH seviyesinin yükselmesi beklenmektedir. Buna göre istasyonların kış mevsiminde pH değerlerinin ve DO değerlerinin yüksek seviyelerde oluşu, fotosentetik aktivitenin, dolayısıyla algal biyomasın yüksek olduğunu düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek biyomasın kış mevsiminde tespit edilmesi de bu düşüncüyü desteklemektedir.

Tuzluluk (salinite), en basit şekilde 1 kg deniz suyunda çözünmüş olarak bulunan toplam madde miktarının gramı olarak tanımlanır. İstasyonlara ait yıllık ölçümler incelendiğinde tuzluluğun %17,01 (İlkbahar-DSİ) ile %18,53 (Sonbahar-Karakum) arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Tuzluluk, buharlaşma ve vertikal karışımlar ile artarken; yağış ve az tuzlu derin su tabakalarıyla olan karışımlar sonucu azalmakta ve çok değişiklik arz etmektedir. Geniş havzalı ve yüksek debili nehirlerle

beslenen Karadeniz’de yüzeysel su tuzluluğu ‰18’dir ve yaz aylarında kıyıdan uzaklaştıkça ‰19’a ulaşır. Kış mevsiminde tuzluluk, akarsu girişlerinin azalması sebebiyle yaza göre ‰0,5-0,6 daha düşüktür (Alkan ve ark., 2004). Bu nedenle Sinop’un özellikle kış ve ilkbaharda bol yağış almasının yanında, çalışılan istasyonların küçük ve büyük akarsuların etkisinde olan kıyı bölgeleri olması mevsimsel tuzluluk değişimlerinin nedenleri arasında yer almaktadır

Toplam çözünmüş katı madde (TDS); $TDS (mg/l) = EC (\text{İletkenlik}) \times (0.55-0.70)$ şeklinde iletkenlikle ilişkilendirilir. İletkenlik ya da pH probuyla ölçümü yaygındır. Toplam çözünmüş katılar hem çözünmüş hem de askıda katıları temsil eder. Ancak TDS değeri genellikle iletkenlikle ilişkilendirilerek suyun iyon yükünün, tuzluluğunun ya da kirliliğinin değerlendirmesi şeklinde kullanılır. Doğal olarak yapılan TDS ölçümleri iletkenlik ile paralellik göstermiştir.

Elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve çözünmüş madde arasında pozitif korelasyon vardır. Öyle ki iletkenlik ölçüm cihazları çözünmüş madde ve tuzluluk ölçümü için kullanılabilir. Tuzluluk miktarlarının düşük olması, elektriksel iletkenlik ve TDS değerlerinin de düşük olmasına neden olmaktadır. Deniz suyunun toplam iyon içeriğinin bir göstergesi olan özgül elektriksel iletkenlik (25 °C’de standartlaştırılmış elektriksel iletkenlik), Akdeniz’de yaklaşık 58000 µS/cm iken istasyonlarda az tuzluluk nedeniyle mevsimsel olarak 27010-29860 µS/cm aralığında bulunmuştur.

Tüm istasyonlarda, yaşam kalitesi açısından oldukça önemli olan çözünmüş oksijen (DO) miktarı, Artüz (1991)’ün biyolojik yaşam için sınır kabul edildiğini belirttiği 5 mg/l’nin üstünde bulunmuştur. Karakum istasyonunda kışın ölçülen 8,44 mg/l maksimum, DSİ istasyonunda yazın ölçülen 5,25 mg/l ise yıllık minimum çözünmüş oksijen konsantrasyonu olarak tespit edilmiştir. Özyurt ve ark. (2001) çözünmüş oksijen miktarının su sıcaklığı ve iyon içeriği ile ters, atmosferik kısmi basınç ile doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada yapılan çözünmüş oksijen ölçümlerine göre de sıcaklığın artması ile birlikte çözünmüş oksijen seviyesinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca istasyonlar yaz mevsiminde turist çeken bölgeler olup insan faaliyetleri ile kirlenmeye açıktır ve bu dönemde çözünmüş oksijen miktarının daha düşük bulunmasında meydana gelen kirliliğin de kısmen payı olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak çözünmüş oksijen miktarı bakımından yüksek değerlere sahip olan istasyonların temiz sulara sahip olduğu kanaatine varılabilir.

Yapılan sigma-t (yoğunluk) ölçümlerinin tuzluluk ve elektriksel iletkenlik ile paralellik gösterdiği ve en yüksek değerlerin yaz mevsiminde olduğu saptanmıştır. Deniz

suyunun yoğunluğu sıcaklık, tuzluluk ve basıncın etkisine bağlı olarak değişebilen fiziksel bir özelliktir. 5°C'den yüksek sularda yoğunluk üzerinde 1°C'lik sıcaklık farkının etkisi, 0,1 psu tuzluluk değişiminin etkisinden büyüktür ve bu sebeple sıcaklık artışına paralel olarak yoğunluğun düşmesi beklenmektedir. Fakat yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler bu bilgi ile örtüşmemektedir. Bunun nedeninin mevsimler arasında önemli oranda yağış farklılıkları bulunması ve bunun tuzluluk değişimini meydana getirmesi olabilir. Bu çalışmada, meydana gelen tuzluluk farkının deniz yüzey suyu yoğunluğuna etkisinin, mevsimsel sıcaklık farkının etkisinden daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Özyurt ve ark. (2001), deniz suyu yoğunluğuna ait en yüksek değerlerin yaz mevsiminde bulunduğunu rapor etmişlerdir.

6.2. Biyomas Oranı

Bölgedeki denizel alglerin ekolojik durumlarını belirlemek amacıyla daha önceden yapılan iki çalışmadan biri ve daha kapsamlı olanı Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)'nın araştırmasıdır. Bu nedenle elde edilen kantitatif veriler bu çalışma ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca iki çalışmada üç istasyonun ortak olması, bulguların değerlendirilmesi açısından büyük bir avantaj teşkil etmektedir.

Dört istasyonda her mevsim üçer tekerrür olacak şekilde toplam 48 kuadrat çalışması gerçekleştirilmiş ve bölge genelinde 17 familyaya ait toplam 30 takson tespit edilmiştir. Alg grupları içerdikleri takson sayılarına göre karşılaştırıldığında Rhodophyta'ya ait 16, Ochrophyta'ya ait 8 ve Chlorophyta'ya ait 6 takson tespit edilmiştir ve teşhisi yapılan taksonların bölgede daha önceden yapılan çalışmalarda da yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca elde edilen veriler Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)'nın araştırması ile karşılaştırıldığında, ortak istasyonlardaki sonuçların benzer olduğu görülmüştür.

Mevsimsel olarak yapılan kuadrat çalışması sonunda elde edilen toplam materyal 12483.3 g/m² kuru ağırlık olarak tartılmıştır. Toplam biyomasın istasyonlara dağılımı incelendiğinde, istasyonlar Akliman (3303,19 g/m²), Hamsilos (3225,22 g/m²), Karakum (3178,24 g/m²) ve DSİ (2776,68 g/m²) şeklinde sıralanmıştır (Şekil 5.5). Şekil 5.11'de görüldüğü üzere her istasyonda tespit edilen *Cystoseira crinita* ve *Cystoseira barbata* türünün toplam biyomastaki payları çok yüksektir. Bu nedenle yıllık makroalg kütlelerinin istasyonlara göre dağılımı, kahverengi alglerin istasyonlardaki biyomas oranına paralel bulunmuştur.

Yıllık toplam biyomasın istasyon ve gruplara göre dağılımı incelendiğinde kahverengi algler Hamsilos, Akliman ve Karakum istasyonlarında sırasıyla 3011,86 g/m², 3051,03 g/m², 2934,08 g/m² kuru ağırlıkta yer alırken bu değer DSİ istasyonunda 2385,92 g/m² olarak kaydedilmiştir (Şekil 5.8). *Cystoseira crinita* ve *Cystoseira barbata* türünün istasyonlara ait yıllık esmer alg biyomasındaki toplam payı en az %97'dir. Bu sonuç bu iki algin her mevsim bulunmasından ve diğer kahverengi alglere oranla büyük yapılı olmasından kaynaklanmaktadır. Denizlerin üst infrolittoral bölgesinde, temiz ve kısmen dalgalı sularda gelişen *Cystoseira* cinsi alglerin (Sukatar, 1992, Montesanto ve Panayotidis, 2000) tüm istasyonlarda yoğun olarak bulunması, Karadeniz'in Sinop kıyılarının temiz olduğunu göstermektedir. Özellikle bu grup alglerin çok yoğun olarak yayılış gösterdiği alanların çeşitli sözleşmeler (Habitats Directive (92/43/EEC), Water Framework Directive (2000/60/EC), Marine Framework Directive (2008/56/EC)) ile koruma altına alındığı bildirilmektedir (Dimitar, 2012). DSİ istasyonu esmer alglerin aksine yeşil alglerin en yüksek biyomas ile temsil edildiği bölge olurken, burada yıllık toplam 252,13 g/m² yeşil alg biyokütlesi tartılmıştır. Diğer istasyonlardaki yıllık toplam yeşil alg miktarı ise üç istasyon için ortalama 34,51±18,66 g/m² olarak kaydedilmiştir (Şekil 5.8). *Cladophora* spp. bu bölgede her mevsim tespit edilmiş ve bölgedeki yeşil alg vejetasyonundaki toplam biyomas oranı %53 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca *Ulva intestinalis* en yoğun olduğu DSİ istasyonu, *Ulva lactuca* türünün de tespit edildiği tek bölgedir. Sukatar (1992) ve Schramm (1999) *Ulva intestinalis* ve *Ulva lactuca* türlerinin evsel ve endüstriyel atıklar ile kirlenen sularda yayılımının arttığını belirtmişlerdir. Bu türler açısından DSİ istasyonunun zengin oluşu, bu bölgenin nispeten kirli olduğunu işaret etmektedir. İstasyonun plaj olarak kullanılması, tatil sezonu süresince turistlerin bölgede konaklamaları ve atık kanalizasyon sularının bölgeye yakın alanlardan denize karışması bu kirliliğin nedenleri olarak sıralanabilir. Çetingül (1993)'ün temiz sularda yayılış gösterdiğini belirttiği *Laurencia obtusa* türüne bu çalışmada hiç rastlanılmamış olması da bu görüşümüzü desteklemektedir. Ayrıca Gökkurt Baki (2011) DSİ-Kiraztepe civarında tarım arazileri ile atıksu deşarjı yapan bir derenin bulunduğunu ve bu bölgenin kirlilik izleme çalışmalarının yapıldığı alanlardan biri olduğunu bildirmiştir.

En fazla takson ile temsil edilen kırmızı alglerin istasyonlara ait biyomas miktarı incelediğinde, istasyonlar Akliman: 214,35 g/m², Hamsilos: 198,94 g/m², Karakum: 192,87 g/m², DSİ: 138,63 g/m² şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 5.8). Tespit edilen kırmızı alg taksonu sayısına göre ise Akliman 15, Karakum 11, Hamsilos 10 ve DSİ 8 şeklinde sıralanmıştır. Teşhisi yapılan kırmızı algler, istasyonların sahip oldukları toplam kırmızı

alg biyoması üzerinden değerlendirildiğinde; yoğun olarak bulunan türlerden *C. officinalis* ve *P. capillacea* türünün Hamsilos istasyonundaki payı %61, *L. obtusa* ve *Lomentaria* spp.'in Akliman istasyonundaki payı %63, *G.crinale* ve *P. fucoides*'in DSİ istasyonundaki payı %58 ve *L. obtusa* ve *P. capillacea* türünün %65'tir.

Örnekleme dönemlerindeki ortalama biyomasın mevsimsel değişimine göre, kışın $935,32 \pm 16,11$ g/m² olan biyomas miktarının yazın $588,19 \pm 85,35$ g/m² seviyesine indiği, sonbaharda ise tekrar artarak ilkbahara yakın değere ulaştığı görülmüştür (Şekil 5.9). Toplam biyomasın istasyon ve mevsimlere göre dağılımında da benzer olarak kış mevsimi, (Hamsilos istasyonu hariç) bölge genelinde en yüksek biyomas değerinin tespit edildiği mevsim olarak belirlenmiştir. Bu durumda biyomas miktarının sıcaklık ile ters orantılı olarak değiştiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sıcaklık ile bu bağlantının oluşmasındaki temel neden ise Sinop kıyılarında yoğun olarak bulunan alglerin (*C.crinata* ve *C. barbata*), Turna (1997)'nın belirttiği üzere soğuk sularda iyi gelişim göstermeleridir. Bu alglerin biyomas miktarında meydana gelen mevsimsel değişimlerin toplam biyomas miktarında meydana gelen mevsimsel değişimler ile benzer olduğu açıkça görülmektedir. Yeşil ve kırmızı alglere ait biyomas miktarındaki değişimler ise düzensiz bulunmuş ve minimum değerler esmer alglerin aksine kış mevsiminde saptanmıştır. Teşhis edilen alglere ait takson sayıları incelendiğinde kışın 13 olarak bulunan değerin ilkbahar ile birlikte arttığı ve yazın 22 ile maksimum olduktan sonbaharla birlikte tekrar azaldığı tespit edilmiştir.

Alg gruplarına ait takson sayılarının mevsimsel değişimine göre kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar örneklemelerinde yeşil algler sırasıyla 2, 6, 5 ve 5, kırmızı algler 11, 11, 13 ve 11, esmer algler 2, 6, 5 ve 5 takson ile temsil edilmişlerdir (Şekil 5.10). Toplam 30 taksondan 9'una her mevsim rastlanmıştır. Bunlar kırmızı alglerden *Ceramium virgatum*, *Corallina officinalis*, *Laurencia osbtusa*, *Polysiphonia fucoides*, *Polysiphonia stricta*, *Pterocladella capillacea*, esmer alglerden *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita* ve yeşil alglerden *Cladophora* spp.'dir. *Scytosiphon lomentaria*, *Sphacelaria cirrosa* ve *Stilophora tenella* türlerine sadece ilkbaharda rastlanırken, *Ceramium diaphanum*'a sadece yaz mevsiminde rastlanmıştır. Lüning (1990)'e göre alglerin mevsimsel gelişimleri doğrudan, ışık yoğunluğu, sıcaklık ve besleyici elementlerin uygun düzeylerine bağlıdır.

İstasyonlar örnekleme dönemlerinde sahip oldukları tür çeşitliliğine göre karşılaştırıldığında en fazla türe sahip bölge, ilkbaharda 16 tür ile Akliman istasyonu olmuştur. Bu istasyonu yazın tespit edilen 13 tür ile Karakum, ilkbaharda 12 tür ile

Hamsilos ve hem ilkbahar hem de sonbaharda 9 tür ile DSİ istasyonu izlemektedir. Kış mevsimi her istasyon için en az türün tespit edildiği dönem olmuştur. İlkbahar ile birlikte tespit edilen tür sayılarında bir artış görülmüştür. Bu çalışma ile Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)'nın yaptığı çalışma karşılaştırıldığında, ortak istasyonlar olan Hamsilos, Aklıman ve Karakum'da tespit edilen takon miktarının mevsimsel değişimi benzer bulunmuştur. Teşhisi yapılan türlerin biyomas miktarını (kuru ağırlık) baz alarak yapılan çeşitlilik indeksi sonuçlarına göre de ilkbahar mevsimi, (Karakum istasyonu hariç) bölgede en yüksek çeşitlilik indeksi değerlerinin bulunduğu dönem olmuştur. Hem tespit edilen takson sayıları hem de indeks değerleri istasyonlarda mevsimsel değişimlerin benzer olduğunu göstermektedir. Buna göre Sinop kıyıları üst-infralittoralinde makroalg çeşitliliğinin özellikle deniz yüzey suyu sıcaklığı ve ışıqlanma süresine bağılı olarak değiştiği söylenebilir. Benzer olarak Sukatar (1992) yaptığı çalışma ile bazı türlerin yaşam süresinin mevsimlik olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Kim (1970) tarafından spor salınımları için her türün optimum bir sıcaklığa ihtiyaç duyduğu ve büyüme hızının yüzey suyu sıcaklığına bağılı olarak değiştiği rapor edilmiştir.

Düzenlilik ve çeşitlilik indeksi değerleri Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)'nın aynı dönemlerdeki bulgular ile karşılaştırdığında indeks değerlerinin mevsimsel değişimlerinin benzer olduğu dikkat çekmektedir.

Sinop kıyıları için yapılan bu çalışmada teşhisi yapılan alglerden *Pterocladia capillacea*, *Laurencia obtusa* ve *Ulva intestinalis*'in en az baskınlık değerine sahip türler olduğu saptanmıştır. Ayrıca *Cystoseira crinita* ve *Cystoseira barbata* türünün biyomas oranı bakımından bölgede yüksek oranlara sahip olduğu ve özellikle *Cystoseira crinita*'nın araştırma alanından elde edilen en baskın tür olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.11). Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013)'nın Sinop kıyılarında yapmış oldukları mevsimsel çalışma sonucunda Hamsilos ve Karakum istasyonlarında en baskın türün benzer şekilde *C. crinita* olduğunu fakat *C. barbata* türüne hiç rastlanmadığı, bununla birlikte Aklıman istasyonunda en baskın türün *C. barbata* olduğu fakat burada da *C. crinita*'ya rastlanılmadığı bildirilmiştir. Buna karşın Kodlak (2008) yapmış olduğu tez çalışmasında Karakum istasyonunda *C. barbata* türünün de bulunduğunu rapor etmiştir. Bu araştırmalar arasında ortaya çıkan farkın, istasyonların farklı koordinat ve derinliklere sahip alanlarından örnekleme yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan bu tez çalışması sırasında kimyasal özelliklerinin de analiz edildiği 3 türün (*U. intestinalis*, *C. crinita*, *L. obtusa*) yıllık toplam biyomas miktarı Şekil 5.13'de gösterilmiştir. Yeşil alglerden *Ulva intestinalis* ile temiz suların göstergesi olan

makroalglerden *Cystoseira crinita*'nın yıllık biyomas değerleri sırasıyla 132,97 g/m² ve 7880,95 g/m² kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Daha çok dalgalarla nemli bulunan ya da kısmen su altında kalan kayalık kıyılarda yayılış gösteren *Laurencia obtusa* türüne ait biyomas miktarı ise 157,30 g/m² kuru ağırlık olarak saptanmıştır (Şekil 5.13).

6.3. Biyokimyasal Madde Miktarı

Gıda sektöründe ve endüstriyel alanda değerlendirilmek üzere ekonomik önemi bulunan alglerin tespit edilmesi ve bunlardan verimli şekilde yararlanılması için bu alglerin besin bileşenlerinin ve kullanışlı olduğu dönemlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu görüşten yola çıkarak bu çalışma ile bölgede baskın olarak bulunan bazı alglerin (*U. intestinalis*, *C. crinita*, *L. obtusa*) kimyasal madde içerikleri araştırılmıştır. Genel olarak deniz yosunlarının taze iken ortalama %83 oranında su, kuru maddede %15-40 arasında kül bulunduğu ayrıca kahverengi alglerin %15, yeşil alglerin %3-18 ve kırmızı alglerin %3-20 oranında total protein içerdiği belirtilmektedir (Atay, 1978; Aysel ve ark, 1992; Kodalak (2008); Yazıcı ve Kaynak, (2001)'dan; Orhon, 2009; Ertan ve ark., 1997'dan). Yapılan diğer bir çalışmada ise Ito ve Hori (1989) deniz yosunlarının %80-90 oranında su, %5-35 oranında protein, %35-74 oranında karbonhidrat, %0,2-3,8 oranında yağ ve %10-50 oranında kül içerdiği bildirmişlerdir. Bununla birlikte Kodalak (2008)'ın bildirdiğine göre Yazıcı ve Kaynak (2001), deniz yosunlarının yağ içeriklerinin gruplara göre farklılıklar gösterdiğini, kahverengi alglerde yağ miktarının %0,16-6,3 kırmızı alglerde %0,4-3,2 arasında değiştiğini ve yeşil alglerin yağ miktarı bakımından oldukça fakir olduğunu belirtmiştir.

Sinop Kıyılarında yapılan bu çalışmada, kahverengi alglerden (Ochrophyta) *Cystoseira crinita* ile ilgili analiz sonuçlarına göre; en yüksek ortalama su miktarı ilkbaharda %81,99±1,46, en düşük yazın %77,46±0,50 olarak tespit edilmiş, kış (%81,19±0,48) ile yaz (%77,46±0,50) ve ilkbahar (%81,99±1,46) ile yaz (%77,46±0,50) mevsimleri arasında gözlenen fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Bununla birlikte Çetingül (1993)'ün yapmış olduğu çalışmada bazı alglerin (*Ulva intestinalis*, *Ulva rigida*, *Enteromorpha linza*, *Dictyota dichotoma*, *Cystoseira barbata*, *C. compressa*, *Laurencia obtusa*) su oranlarının yazın azaldığı rapor edilmiştir. Zavodnik (1987) ise kirli alandan toplanmış örneklerin su miktarının, temiz alandan toplananlardan %2-3 oranında düşük olduğunu bildirmiştir. Sinop kıyılarında yapılan bu araştırma sonucunda da *U. intestinalis* ve *Laurencia obtusa* ile birlikte *Cystoseira crinita*'nın su

miktarının özellikle yazın düşük değerde tespit edilmesi benzer bir sonuç olarak bulunmuştur.

C. crinita türünün kül miktarının maksimum değerinin sonbaharda $19,62 \pm 0,72$ ve minimum değerin kışın $13,55 \pm 0,80$ olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda bu türün inorganik madde miktarı açısından kış ($17,26 \pm 0,25$) ile ilkbahar ($13,55 \pm 0,80$), kış ($17,26 \pm 0,25$) ile yaz ($14,31 \pm 0,43$), ilkbahar ($13,55 \pm 0,80$) ile sonbahar ($19,62 \pm 0,72$) ve yaz ($14,31 \pm 0,43$) ile sonbahar ($19,62 \pm 0,72$) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Çetingöl (1993)'ün bildirdiğine göre Munda (1962), yapmış olduğu çalışmasında *C. crinita*'da minimum kül içeriğinin algin maksimum büyüklüğü ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, Kodalak (2008) makroalglerin kül içeriğinin alglerin büyüme periyoduyla ilişkili olduğunu ve minimum değerlerin, büyümenin başında ve aynı zamanda tallusun yaşamının sona erdiği dönemlerde görüleceğini bildirmektedir. Bu bilgilerden yola çıkıldığında *C. crinita* türüne ait biyomas miktarının düşük olduğu ilkbahar ve yaz mevsiminde kül miktarının da düşük bulunması tutarlı bir sonuç olarak karşılanmaktadır.

Araştırma sonunda *C. crinita*'nın en yüksek ortalama protein miktarı kışın $10,84 \pm 0,93$ en düşük miktarı ise yazın $6,14 \pm 0,83$ olarak tespit edilmiş ve protein içeriği açısından kış ($10,84 \pm 0,93$) ile ilkbahar ($7,14 \pm 0,26$) ve kış ($10,84 \pm 0,93$) ile yaz ($6,14 \pm 0,83$) arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Araştırma sonuçlarına uygun olarak Munda (1972) bütün *Cystoseira* türlerinin toplam protein miktarında yaz periyodu esnasında bir düşüş meydana geldiğini ve protein içeriğindeki maksimum değerlerin alg büyümesinin hızlı olduğu zamanlarda gözlemlendiğini belirtmiştir. Ayrıca Çetingöl (1993) ve Orhon (2009) da yapılan bu araştırma sonucuna benzer olarak, kahverengi alglerin protein miktarının çoğunlukla kış ile ilkbaharda yüksek, yaz ile sonbaharda ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

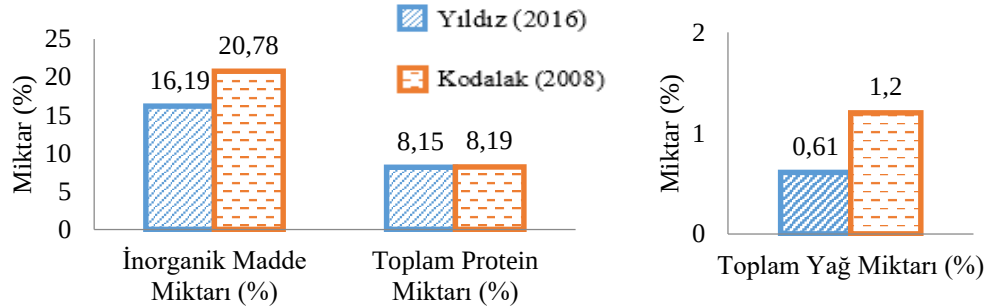
İrkin (2009), *C. barbata*'nın maksimum yağ içeriğinin kış, minimum yağ içeriğinin ise ilkbahar mevsiminde saptandığını bildirmiştir. Bu çalışmada ise *C. crinita* türünün maksimum yağ oranı ($0,70 \pm 0,09$) sonbaharda bulunmuş, fakat mevsimler arası farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Nitekim, birçok araştırma sonucunda lipit içeriğinin tür, habitat koşulları, mevsim ve genetik farklılıklardan etkilendiği rapor edilmektedir (Nelson ve ark. 2002; Kostetsky ve ark., 2004).

Cystoseira crinita türü ile yapılan analizler sonucunda elde edilen mevsimsel verilerin yıllık ortalamaları incelendiğinde; $79,98 \pm 1,01$ su, $16,19 \pm 1,40$ kül,

%8,15±1,02 protein, %0,61±0,03 yağ ve %75,07±2,19 oranında N'siz öz madde içerdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Ivanova ve ark. (2013) da bu algin toplam yağ miktarının yaş ağırlıkta ortalama %0,72±0,16 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Bundan başka, Mwalugha ve ark. (2015) tarafından Kenya sahillerinde seçilen üç istasyonda (Mkomani, Kibuyuni ve Mtwapa) 34 makroalgin ham yağ, ham protein, ham lif ve ham kül içeriklerini araştırılmış, bunlardan *Polycladia myrica* (S.G.Gmelin) Draima, Ballesteros, F.Rousseau & T.Thibaut'nın kuru ağırlıkta ortalama %41,38±2,99 oranında kül, %8,16±0,55 oranında ham protein, %1,58±0,11 oranında yağ, %17,15±1,33 lif içerdiğini ve geriye kalan madde miktarı olarak belirttiği, azotsuz madde miktarının %31,75±3,60 olduğunu rapor edilmiştir. Orhon (2009)'un Çeşme Yarımadası kıyılarından topladığı *C. barbata* türünün %81,75 oranında toplam su, %14,89 oramında kül ve %6,42 oranında total protein içerdiğini saptamıştır. Munda (1990) ise kimyasal içeriğini araştırdığı Adriyatik Denizi kahverengi alglerinde protein miktarının %2,7 ile %16,1 arasında değiştiğini belirtmiştir. Bunlardan başka, Cirik ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada Çanakkale Boğazı Dardanos mevkiinden topladıkları *C. barbata* türünün ortalama %9,12±0,09 nem, %26,32±0,34 kül, %5,18±0,28 protein, %1,44±0,12 ham yağ ve %55,94±0,54 karbonhidrat içerdiğini bulmuşlardır. İrkin ve Erduğan (2014) Çanakkale Boğazı'ndan elde edilen *C. barbata* türünün ortalama protein miktarının maksimum değerini ilkbaharda %17,42±0,92, minimum değerini ise yine ilkbaharda fakat başka bir istasyonda %6,77±0,42 tespit etmişlerdir. Aynı türün en yüksek ortalama yağ miktarı (%5,05±0,23) kış mevsiminde, en düşük (%0,79±0,54) ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir. İnorganik maddenin ise maksimum miktarı sonbaharda %38,3±0,52 ve mimimum miktarı farklı bir istasyonda %15,43±0,77 oranıyla yaz mevsiminde bulunmuştur.

Kodalak (2008) yaptığı çalışmasında Sinop ili Karakum ve Akliman mevkiinden 12 ay boyunca topladığı *C. barbata*'nın kimyasal kompozisyonundaki mevsimsel değişimleri incelemiştir. Buna göre maksimum ham protein değerleri (Akliman %10,45±1,11 ve Karakum %11,69±0,99) kışın, minimum değerler (Akliman %5,61±0,20 ve Karakum %5,47±0,08) yazın tespit edilmiş ve yıllık ortalama ham protein miktarı %8,19±1,16 olarak bulunmuştur. Ham yağ miktarının maksimumu değeri şubat ayında %1,79±0,11 (Akliman), minimum değeri haziranda %0,82±0,15 (Akliman) olarak saptanmıştır. Genel olarak kış ve ilkbahar mevsiminde ham yağ miktarının yüksek olduğu görülmüş ve yıllık ortalama ham yağ miktarı %1,20±0,06 olarak bulunmuştur. *C. barbata*'nın ham kül içeriğinin her iki istasyonda da sonbahar ve kış mevsiminde arttığı

tespit edilmiştir. En yüksek ham kül değerleri $16,43 \pm 0,04$ (Aklıman-Mayıs) ile $24,43 \pm 0,18$ (Karakum-Şubat) ve yıllık ortalama ham kül miktarı $20,78 \pm 0,25$ olarak bulunmuştur. Bu türün ham selüloz miktarı $11,46 \pm 0,23$ (Karakum-Mart) ile $15,93 \pm 0,20$ (Karakum-Haziran) arasında değişmiş ve yıllık ortalama değer $13,58 \pm 0,02$ olarak tespit edilmiştir. Toplam karbonhidrat miktarının ise $34,50 \pm 0,58$ (Karakum-Şubat) ile $48,89 \pm 0,53$ (Karakum-Kasım) arasında değiştiği ve ortalama $44,31 \pm 0,21$ oranında olduğu saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler, Kodalak (2008)'ın Karadeniz'in Sinop kıyılarından topladığı *Cystoseira barbata* türüne ait verileri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 6.1.). Elde edilen bilgiler ışığında iki türün inorganik madde ve ortalama protein miktarları yakın oranda olmakla birlikte, bunların mevsimsel değişimlerinin de benzer olduğu söylenebilir. Fakat *C. crinita* türünün hem daha düşük yağ oranına sahip olduğu hem de en yüksek yağ oranını elde ettiği mevsimin farklı oluşu göze çarpmaktadır. Levring ve ark. (1969) yaptıkları çalışmalar ile alglerin kimyasal içeriklerinin biyolojik gelişimlerine ve yaşama ortamlarına göre büyük farklılıklar gösterdiği sonucuna varmışlardır. Bu bakımdan iki tür arasında ortaya çıkan farkın lokasyon, zaman ve tür farkından kaynaklanmış olması güçlü bir ihtimal ve doğal bir sonuç olarak düşünülmektedir.



Şekil 6.1. Kodalak (2008)'ın yapmış olduğu çalışmadaki *Cystoseira barbata* türüne ait ortalama veriler ile *Cystoseira crinita* türüne ait elde edilen ortalama verilerinin karşılaştırması

Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışmada yeşil alglerden (Chlorophyta) *Ulva intestinalis* türüne sonbaharda hiçbir istasyonda analiz yapılabilecek uygunluk ve miktarda rastlanmadığından, ortalama veriler üç mevsim üzerinden ele alınmıştır. Yapılan araştırma sonucunda *Ulva intestinalis*'in ortalama su miktarı $91,44 \pm 0,76$ (ilkbahar) ile $88,83 \pm 0,31$ (yaz) arasında değişmiş ve ilkbahar ile yaz mevsimi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Bununla birlikte inorganik madde miktarı bakımından kış ($20,77 \pm 0,32$) ile yaz ($19,36 \pm 0,2$)

mevsimi arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer çalışmalar incelendiğinde, Zavodnik (1987), *U. rigida* türünün kül içeriğinde düzensiz değişimler olduğunu ve kül miktarının büyüme sırasında arttığını belirtmektedir. Ayrıca Çetingül (1993) kirli veya kirli sayılabilecek istasyonlarda yeşil alglerin kül içeriklerinde değişken değerler elde edildiğini, ayrıca çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer olarak yeşil alglerden *Ulva intestinalis*, *Ulva rigida*, *Enteromorpha linza* ve *Codium tomentosum* Stackhouse'nin kül oranlarının ilkbahar ve yaz mevsiminde artıp sonbahar ve kış mevsiminde azaldığını bildirmiştir. İrkin (2009) ise *Ulva rigida* türünün kül içeriğinde en düşük miktarın yazın, en yüksek miktarının ise kışın tespit edildiğini bildirmektedir. Kaykaç ve ark. (2008)'nin çalışmasında da benzer şekilde *U. rigida*'nın minimum kül içeriği yaz mevsiminde saptanmış fakat İrkin (200)'nin çalışmasından farklı olarak maksimum değeri ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması sırasında *Ulva intestinalis*'in en yüksek ortalama protein miktarı $\%11,63\pm0,93$ ile kış mevsiminde, en yüksek yağ miktarı ise $\%0,54\pm0,08$ ile yaz mevsiminde elde edilmiş, protein miktarı bakımından ilkbahar ($\%20,11\pm0,25$) ile yaz ($\%19,36\pm0,2$) mevsimi arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0,05$), yağ miktarı açısından ise mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Murthy ve Radin (1978) *U. lactuca* türünün maksimum protein içeriğini ocak ile şubat, minimum protein içeriğini ise aralık ayında; Zavodnik (1987) *U. rigida*'nın maksimum protein içeriğini şubat sonunda, minimum protein içeriğini ise mart ayında tespit ettiği saptanmıştır. Kaykaç ve ark. (2008) da çalışmasında *U. rigida*'nın protein içeriğinin en yüksek değerini kış mevsiminde, en düşük değerini ise ilkbahar mevsiminde saptamıştır. Round (1973) *Ulva* türlerinin nitrofil (azot seven) algler olduğunu bildirmiş ayrıca Cirik ve Cirik (1999) kış aylarında sudaki nütrient seviyesinin maksimum olmasından dolayı bu türlerin bünyelerinde azot birikimi, dolayısıyla protein miktarının artışının meydana geldiğini rapor etmiştir. Munda (1990) çalışmasında kuzey Adriyatik kıyılarından elde edilen *U. intestinalis*'in kuru ağırlıkta $\%5$ ile $\%18,2$ toplam protein içerdiğini belirtmektedir. Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda *Ulva intestinalis*'in maksimum protein miktarının bulunduğu mevsimin kış olması literatürle benzerlik göstermiş fakat minimum değerin bulunduğu mevsimin yaz olması farklı bir sonuç olarak tespit edilmiştir.

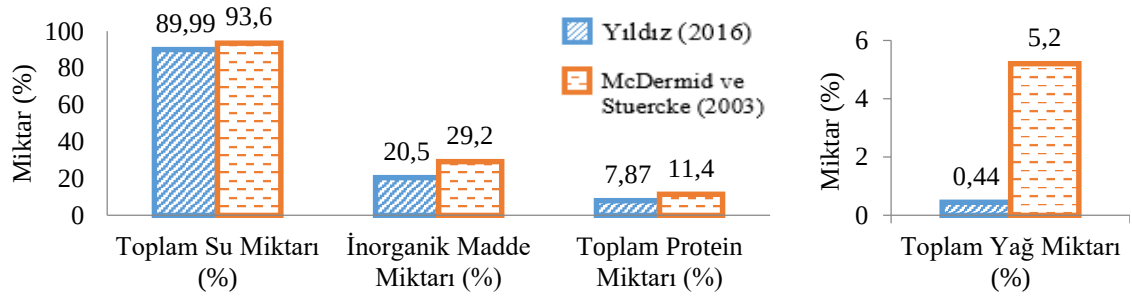
Kaykaç ve ark. (2008) *Ulva rigida*'nın maksimum yağ içeriğinin sonbaharda, minimum yağ içeriğini ise yazın tespit edildiğini bildirmektedir. İrkin (2009) tarafından ise *U. rigida*'nın yağ içeriğinin maksimum değeri aynı şekilde sonbaharda tespit

edilirken, minimum değer ise kışın saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada *Ulva intestinalis*'in minimum yağ içeriğinin kış mevsiminde saptanmasına karşın, maksimum değerin yaz mevsiminde bulunması ve sonbaharda uygun örnek bulunamaması Kaykaç ve ark. (2008) ve İrkin (2009)'nin sonuçları ile örtüşmemektedir. Nitekim, makroalglerdeki lipit içeriğinin türler arasında değişim göstermekle birlikte ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre değişim gösterdiği rapor edilmektedir (Mishra ve ark.,1993; Chakraborty ve Santra,2008) Bu nedenle farklı periyod ve lokasyonlardan temin edilen alglerin tür bazında da farklı olmasının, elde edilen sonuçların değişik bulunmasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışma sonunda *Ulva intestinalis* 'in yıllık ortalama su miktarının $89,99 \pm 0,77$ kül miktarının $20,08 \pm 0,41$, protein miktarının $7,87 \pm 1,96$, yağ miktarının $0,44 \pm 0,06$ ve N'siz öz madde miktarının $71,19 \pm 1,73$ oranında olduğu saptanmıştır. Benzer alışmalarda, Metin (2014) Muğla bölgesinden toplanan *U. intestinalis*'in en yüksek ham protein ve ham yağ miktarını yaz mevsiminde sırasıyla $13,42 \pm 1,31$ ve $1,31 \pm 0,57$, en yüksek ham kül miktarını ilkbahar mevsiminde $17,35 \pm 1,47$ olarak bulmuştur ($p < 0,05$). Ito ve Hori (1989) Japonya'da gıda olarak tüketilen makroalglerden *Ulva* spp,'nin ortalama %15,2 nem, %22,1 protein, %18,7 kül %0,6 yağ ve %43,2 karbonhidrat içerdiğini bildirmiştir. Benjama ve Masniyom (2011) tarafından yapılan diğer bir çalışma sonucunda Pattani Körfezi kıyılarından (Güney Tayland) toplanan *U. intestinalis*'de ortalama %6,3 $\pm$ 1,1 nem, %27,6 $\pm$ 0,9 kl, %17,9 $\pm$ 1,7 toplam protein, %8,0 $\pm$ 0,9 toplam yağ ve %56,7 $\pm$ 6,1 oranında toplam karbonhidrat içerdiği saptanmıştır. etingl (1993)'n İzmir Körfezi'ne ait 6 istasyonda gerçekleştirdiği çalışma sonucunda *U. intestinalis*'in yaş ağırlıktaki ortalama su miktarı %79,78, kül %32,98 ve total protein %22,53 olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada bu değerler *U. rigida*'nın sırasıyla %79,17 oranında su %19,84 oranında kül ve %11,83 total protein içerdiği bildirilmiştir. Gümüş (2007) tarafından yapılan derleme bir çalışmada ise kuru *U. lactuca*'nın %14,9 ham protein, %0,04 yağ ve %0,2 lif içerdiği rapor edilmiştir. Bunlardan başka, Kaykaç ve ark. (2008) tarafından İzmir Karşıya sahili boyunca toplanan *U. rigida*'nın protein içeriğinin $7,64 \pm 0,22$ (ilkbahar) ile $24,67 \pm 0,37$ (kış), yağ miktarının $0,40 \pm 0,01$ (yaz) ile $1,20 \pm 0,32$ (sonbahar), kül miktarının $14,71 \pm 0,07$ (yaz) ile $20,01 \pm 0,18$ (sonbahar) ve N'siz öz madde miktarının %45,05 (kış) ile %64,27 (yaz) arasında bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca, Banerjee ve ark. (2009) Bengal Körfezi'nin Hindistan ve Bangladeş kıyılarına ait 6 istasyonda, *U. intestinalis* ve *U. lactuca*'nın kimyasal özelliklerini incelemiş ve sonuçlar istasyonlar için ayrı ayrı ele

alınmıştır. Buna göre *U. intestinalis*'in kimyasal içerikleri bölgesel olarak farklı bulunmuş ve sonuçlar incelendiğinde toplam protein miktarı $5,18 \pm 0,52$ ile $13,84 \pm 0,17$, toplam yağ miktarı $0,07 \pm 0,02$ ile $0,30 \pm 0,01$ ve karbonhidrat miktarı $33,53 \pm 0,03$ ile $57,03 \pm 1,63$ arasında saptanmıştır. *U. lactuca*'nın ise protein miktarı $4,15 \pm 0,02$ ile $14,19 \pm 0,09$, yağ miktarı $0,17 \pm 0,02$ ile $0,25 \pm 0,02$ ve karbonhidrat miktarı $24,33 \pm 0,08$ ile $8,34 \pm 1,00$ arasında bulunmuştur.

McDermid ve Stuercke (2003) Hawaii adalarından 22 makroalgde protein, yağ, karbonhidrat, kül, mineral ve vitamin içeriğini araştırmışlardır. Bunlardan *U. intestinalis*'in ortalama; %93,6 su, $29,2 \pm 0,1$ kül, $11,4 \pm 0,8$ total protein ve $5,2 \pm 0,5$ oranında toplam yağ içerdiği bulunmuştur. McDermid ve Stuercke (2003)'nin çalışmasından elde edilen veriler ile bu çalışmadan çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında, Hawaii adalarından toplanan *U. intestinalis*'in toplam yağ, protein ve kül içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 6.2.)



Şekil 6.2. *Ulva intestinalis* türüne ait McDermid ve Stuercke (2003)'nin yapmış olduğu çalışma ile bu çalışmadan elde edilen ortalama verilerin karşılaştırılması

Pîrjol ve ark. (2011) tarafından Karadeniz'in Romanya kıyıları makroalglerinden *Ulva* spp.'de %18,38 oranında kül, %14,5 oranında total protein ve %0,69 oranında yağ olduğu bildirilmiştir. McDermid ve Stuercke (2003)'nin sonuçlarına kıyasla Pîrjol ve ark. (2011)'nin verilerinin bu çalışmadan çıkan sonuçlar ile daha çok benzerlik gösterdiği ve sadece protein oranları arasında büyük fark olduğu görülmektedir. Saranya ve ark. (2013) protein içeriğinin farklı cinslere, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve bu değişimlerde en büyük payın su kalitesine ait olduğunu bildirmiştir. Marinho-Soriano ve ark. (2006) kırmızı ve kahverengi makroalg örnekleri ile yaptıkları çalışma sonucunda, alglerin protein düzeyi ile sıcaklık ve tuzluluk arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Sinop kıyılarında yapılan bu araştırmada da yeşil alglerden *U. intestinalis* için de bu negatif

ilişkiye rastlanmıştır. Kavuk (2013) yaptığı çalışma ile makroalgler arasında organik madde miktarlarının farklı bulunmasını; alg türlerinin, habitatlarının ve analiz yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği şeklinde açıklamaktadır.

Kırmızı alglerden (Rhodophyta); *Laurencia obtusa* ile ilgili yapılan analiz sonuçlarına göre; ortalama su miktarı kış ve ilkbaharda yüksek iken ($90,99 \pm 0,27$ - $91,50 \pm 0,97$) yaz ve sonbahar mevsiminde daha düşük ($83,25 \pm 1,65$ - $84,96 \pm 1,51$) bulunmuş ayrıca sadece kış ile ilkbahar ve yaz ile sonbahar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür ($p > 0,05$). *Laurencia obtusa*'nın maksimum inorganik madde miktarı sonbaharda $22,93 \pm 0,78$ minimum miktar ise ilkbaharda $9,44 \pm 1,06$ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kül miktarı bakımından sadece kış ile ilkbahar ve kış ile yaz mevsimleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$). Sinop kıyılarında yapılan bu araştırmanın aksine Çetingül (1993), *L. obtusa*'nın kül içeriğinin yaz ve sonbahar mevsiminde azaldığını saptamıştır. Bununla beraber Munda ve Gubensek (1986) kanalizasyon sularından etkilenen bölgedeki *L. obtusa* türlerinin, temiz alanlarda bulunanlardan daha yüksek kül içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. Fakat elde edilen sonuçlara göre istasyonlarda yazın artan nüfus artışıyla birlikte ortaya çıkması beklenen kirliliğin bu tür bir etkisine rastlanmamıştır.

L. obtusa'nın ortalama ham protein ve ham yağ miktarı açısından mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Protein miktarının $12,01 \pm 0,73$ (kış) ile $8,88 \pm 0,67$ (ilkbahar) arasında olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Orhon (2009), Çeşme Yarımadası makroalglerinden *L. obtusa*'nın protein miktarının mevsimsel olarak fazla değişiklik göstermediğini, yaz mevsiminden itibaren değerlerin nispeten arttığını saptamıştır. Çetingül (1993) ise İzmir Körfezinde yayılım gösteren *L. obtusa*'nın protein içeriğine ait en düşük değeri sonbaharda, en yüksek değeri ise ilkbaharda tespit etmiş ancak bu sonuçların bu çalışmadan elde edilen veriler ile örtüşmediği görülmüştür. Deniz alglerinin azot bileşiklerindeki farklılıklar, alglerin fizyolojik aktivitelerinden, yaşama koşulları ve anatomik yapılarındaki değişikliklerden dolayı meydana geldiği şeklinde açıklanmaktadır (Munda ve Gubensek, 1976).

L. obtusa'nın ortalama yağ içeriğinin maksimum miktarı yazın ($0,54 \pm 0,08$), minimum miktarı ($0,38 \pm 0,06$) ise kışın tespit edilmiştir. Yağ içeriği bakımından mevsimler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Benzer şekilde Kaliaperumal ve ark. (2002) *Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam'nın protein, karbonhidrat ve yağ içeriğinde çok fazla mevsimsel değişikliğin bulunmadığını saptamışlardır. Ayrıca Gür (2015) de başka bir kırmızı alg olan *J. rubens*'in lipit

içeriğinde mevsimsel varyasyonun çok az olduğunu bildirmiştir. Fleurence (1999) ise makroalglerin protein ve lipit içeriklerinin dönemsel farklılıklar gösterebildiği gibi türler arasında da değişimin olduğunu bildirmektedir.

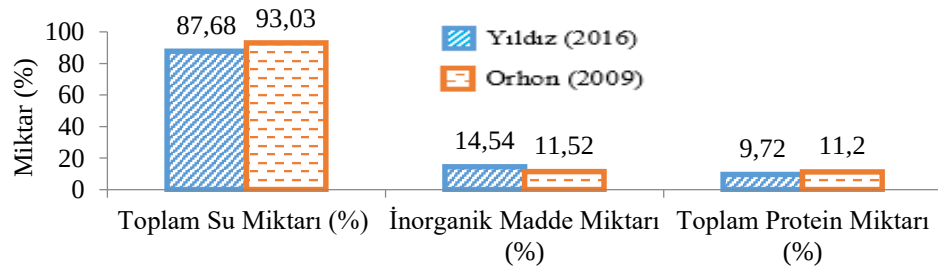
Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu araştırmada *Laurencia obtusa* 'ya ait verilerin yıllık ortalaması incelendiğinde ortalama %87,68±2,09 su, %14,54±2,93 kül, %9,72±0,77 protein, %0,44±0,04 yağ ve %75,31±2,83 oranında N'siz öz madde içerdiği bulunmuştur. Çetingül (1993) *L. obtusa*'da ortalama %87,68 toplam su, %22,78 kül ve %14,88 total protein olduğunu saptamıştır. Munda (1990)'nın bildirdiğine göre kuzey Adriyatik kıyılarından elde edilen *L. obtusa* materyalinde kuru ağırlıkta %5 ile %18,2 toplam protein bulunmaktadır. Yapılan diğer bir çalışmada ise Turan ve ark. (2015) tarafından İskenderun Körfezi alglerinden *L. obtusa* nın %29,28±0,27 kuru madde, %20,25±0,36 oranında kül ve 142,94±3,24 mg/g total protein içerdiği, *Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam'da ise protein miktarının çok daha düşük bulunmakla birlikte kül miktarının %23,33±0,45 olduğu rapor edilmiştir.

Laurencia cinsine ait başka türlerle yapılan analiz sonuçları incelendiğinde; Sumile ve ark. (2015)'na göre Iligan Körfezi (Filipinler) alglerinden *Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam'nın %8,28 nem, %7,91 oranında protein ve %78,95 oranında karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir. Kaliaperumal ve ark. (2002) Hindistan kıyılarından topladıkları *Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam'nın protein içeriğinin yıllık ortalama değerini %12,3 olarak bulmuşlardır. Mehdi-pour (2015) Hazar Denizi kırmızı alglerinden *Laurencia caspica* A.D.Zinova & Zaberzhinskaya'nın yüksek oranda karbonhidrat (%25,5±0,20), protein (%22,22±0,4) ve kül (%26,82±0,31) içerdiğini yağ miktarının ise düşük (%0,03±0,05) olduğunu bildirmiştir. Mwalugha ve ark. (2015) tarafından yapılan diğer bir çalışma sonucunda *Laurencia intermedia*'nın %30,32±1,65 oranında kül, %12,40±1,16 oranında ham protein, %1,51±0,15 oranında yağ, %21,73±3,47 oranında toplam lif ve %34,04±6,13 oranında N'siz öz madde içerdiği tespit edilmiştir. McDermid ve Stuercke (2003) *Laurencia mcdermidiae*'nin ortalama; %90,7±0,1 su, %31,0±0,2 kül, %3,7±0,2 toplam protein ve %2,1±0,1 toplam yağ içerdiğini bildirmişlerdir. Gür (2015) ise başka bir kırmızı alg olan *Jania rubens*'te lipit değerlerinin %0,78 ile %0,25 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir.

Orhon (2009) Çeşme Yarımadası'nda gerçekleştirdiği çalışmasında bazı makroalglerin kimyasal bileşimini aylık olarak bir yıl boyunca incelemiştir. Bunlardan *L. obtusa*'nın toplam su miktarında aylar arasında fazla bir farkın olmadığını, inorganik madde miktarının ilkbahar ve yaz aylarında azalırken sonbahar ve kış aylarında arttığını,

total protein miktarının ise; nisan ve mayıs aylarında en yüksek seviyesine ulaştığını bildirmiştir. Sinop kıyılarındaki gerçekleştirilen bu çalışmada *L. obtusa*'nın kimyasal içeriğine ait ortalama değerleri incelendiğinde toplam su miktarının $93,03 \pm 0,43$ kül miktarının $11,52 \pm 0,67$ total protein miktarının $11,20 \pm 0,30$ oranında olduğu görülmektedir. Orhon'un 2009 yılında yapmış olduğu çalışma ile bu tez çalışması sırasında elde edilen sonuçların karşılaştırması Şekil 6.3'te gösterilmiştir. Buna göre sonuçların birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Orhon (2009)'nun analiz sonuçlarına göre yapılan bu çalışmasının aksine toplam su miktarında mevsimsel olarak fazla bir farklılığın olmadığı, buna karşın iki çalışmada da bu türün organik madde sentezini ilkbahar ve yaz mevsiminde arttırıp, sonbahar ve kış mevsiminde azalttığı tespit edilmiştir. Fakat protein miktarının en yüksek değere ulaştığı mevsimin bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile örtüşmediği belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalar alglerin kimyasal içeriklerinin habitat, sıcaklık, tuzluluk, ışık, besleyici elementler ve genetik farklılıklar gibi faktörlerden etkilendiğini ve koşullardaki değişikliklerin alglerin besin bileşenlerinin oluşumunu hızlandırabildiği gibi sınırlandırabildiğini de ortaya koymaktadır. (Levring ve ark.,1969; Munda, 1972; Benjama ve Masniyom, 2011; Gür, 2015).



Şekil 6.3. *Laurencia obtusa* türüne ait ortalama veriler ile Orhon (2009)'un yapmış olduğu çalışması sonuçlarının karşılaştırılması

7. SONUÇ

Ülkemizi çevreleyen denizlerin farklı özelliklerde olması biyoçeşitliliğin farklılaşmasını sağlarken, sahip olduğu coğrafik ve ekolojik konumdan dolayı da ülkemiz, su ürünleri potansiyelinin yüksek olduğu ülkeler arasında yer almaktadır. Uzun kıyıları bulunan denizlerimize ait biyolojik kaynakların tespit edilmesi ve bunların korunması, tür ve ekosistem çeşitliliğimiz açısından önemlidir. Hem ülke ekonomisine katkı sağlamak hem de bu ülke mirasının gelecek nesillere aktarılmasına yardımcı olmak için, bu kaynakların kullanım alanlarının belirlenmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Her ne kadar su ürünleri dendiğinde algler, balık ve diğer hayvansal organizmalardan sonra akla gelse de, algler canlılar için yaşam alanı oluşturmaları, sucul sistemlerin izlenmesinde kullanılmalarının yanında besin, kozmetik, ilaç, gübre ve hayvan yemi gibi birçok sanayi alanında değerlendirilmelerinden ötürü ekolojik ve ekonomik olarak önemli bir yere sahiptir.

Hem ülkemizde hem de dünyada alglerle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, sistematik ağırlıklı alg araştırmalarının yerini ekolojik çalışmaların aldığı, daha sonra da alglerden ekonomik değeri olanların tespit edilmesi için kimyasal araştırmalara yönelim olduğu gözlenmektedir. Yapılan bu araştırmada bir yandan bölge alglerinin mevsimsel olarak hangi oranda bulunduğu incelerken, diğer yandan baskın olan bazı türlerin ne derece ekonomik değeri olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla araştırmada Karadeniz'in Sinop kıyılarında bulunan 4 istasyondan mevsimsel olarak biyomas örneklemeleri yapılmış ve bazı baskın türlerin kimyasal içeriğinin mevsimsel değişimini belirlemek için materyaller toplanarak analizler uygulanmıştır. Bölgedeki deniz yosunlarına ait biyomas ve kimyasal madde miktarının mevsimsel değişimleri çizelgeler ve grafikler ile açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

Çalışma sonunda 17 familyaya ait toplam 30 takson tespit edilmiş ve bunların alg gruplarına göre sıralaması Rhodophyta 16, Ochrophyta 8 ve Chlorophyta 6 şeklinde olmuştur. Sıcaklıkların artması ile birlikte atmosfer ile temas halinde olan deniz yüzey suyu sıcaklığı da artmış ve paralel olarak kışın minimum olan takson sayısı ilkbaharda yükselerek yaz mevsiminde maksimum değerini almıştır. Yapılan çeşitlilik indeksine göre ilkbahar, (Karakum istasyonu hariç) en yüksek değerlerin saptandığı mevsim olarak tespit edilmiştir.

Cystoseira grubu algler istasyonlarda her mevsim yoğun olarak tespit edilirken özellikle *Cystoseira crinita* ve *Cystoseira barbata* türlerinin büyük yapıda olmalarından dolayı toplam biyomas miktarı bu alglerin mevsimsel gelişimlerinden büyük ölçüde etkilenmiştir. Buna göre hem esmer alglerin hem de toplam biyomasın en yüksek değerlerine kış mevsiminde rastlanmıştır. Ayrıca *Cystoseira* grubu alglerin soğuk sularda daha iyi geliştiği, pek çok araştırmada olduğu gibi bu çalışmada da ortaya çıkmış ve doğal olarak toplam biyomas miktarı yaz mevsiminde minimum seviyede bulunmuştur.

Esmer alglerin aksine kırmızı ve yeşil alglerin toplam biyomas miktarı kışın en düşük değerde tespit edilmiş ve bu grupların ortalama biyomas miktarlarının ilkbaharda sıcaklıkların artmaya başlaması ile yükseldiği, yazın azaldığı ve sonbaharda tekrar artış gösterdiği saptanmıştır.

İstasyonların toplam biyomas miktarının alg gruplarına göre dağılımında, kahverengi alglerin her istasyonda her dönem yüksek yoğunluğa sahip olduğu, bunu kırmızı alglerin takip ettiği ve yeşil alg miktarının DSİ istasyonu dışında çok düşük seviyelerde kaldığı dikkat çekmektedir.

DSİ istasyonu yeşil alg miktarı açısından ilk sırada yer almasına karşın kahverengi ve kırmızı alg biyomasının azlığı, bu bölgenin yıllık biyokütle değerlerinin diğer istasyonlardan daha düşük bulunmasına neden olmuştur. Genel olarak Sinop kıyılarında önemli bir kirlenmenin olmadığı söylenebilir. Ancak DSİ istasyonunda daha çok kirli sularda görülen *U. lactuca*'nın varlığı, temiz sularda yayılış gösteren *L. obtusa* türünün bulunmayışı ve düşük miktarda esmer alg bulunması nedeniyle, bu bölgenin nispeten kirli sulara sahip olduğu düşünülmektedir. Kuşkusuz bölgede gerçekleştirilecek biyomas çalışmalarının artması ile hem alg biyomasının değişimi daha iyi anlaşılabilir hem de ileride meydana gelebilecek olumsuzlukların önüne geçme fırsatı sağlanmış olacaktır.

Ekonomik değere sahip olduğu bildirilen alglerden *Cystoseira crinita*, *Ulva intestinalis* ve *Laurencia obtusa* türlerinin bazı kimyasal içerikleri incelenmiş bunlardan su içeriğinin ilkbaharda maksimum, yazın minimum oranda olduğu tespit edilmiştir.

İnorganik madde miktarı açısından ilkbahar ve yaz mevsiminde *C. crinita* ve *L. obtusa*'ya ait değerler düşük bulunurken en yüksek değerler sonbaharda saptanmıştır. *Ulva intestinalis*'e sonbaharda hiçbir mevsimde rastlanmamış ve kül değerleri açısından maksimum miktarın bulunduğu kış ile minimum miktarın bulunduğu yaz arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur.

Kimyasal içeriği araştırılan üç algin de protein içeriği ile sıcaklık ve tuzluluk arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Örneklerin protein miktarının kış mevsiminde

maksimum seviyeye ulaştığı, *C. crinita* ve *U. intestinalis*'in özellikle yaz mevsiminde minimum protein içeriğine sahip olduğu görülmüştür. *L. obtusa*'nın ise protein miktarında istatistiksel olarak mevsimsel farka rastlanmamıştır. Yağ miktarı açısından ise daha önceden yapılan çalışmaların sonuçların ile örtüşmediği ve üç örnek için de mevsimler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

Bölgesel, dönemsel ve türsel farklılıkların alglerin kimyasal içeriklerinin oluşumunu etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle alglerin kimyasal içeriklerinde meydana gelen dönemsel değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi için, daha geniş alanda ve daha sık periyodlarla yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kimyasal bileşimi incelenen alglerden *U. intestinalis* ve *L. obtusa*'nın Sinop kıyılarında düşük miktarda bulunduğu, *C. crinita*'nın ise mevcut alg potansiyelinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak *C. crinita*'nın değerlendirilebilmesi için üreme organlarının bulundurduğu mevsimlerin dışında toplanması gerekmektedir. Ayrıca doğal dengenin tahrip edilmemesine dikkat edilmeli ve bu amaçla deniz yosunlarının yetiştiriciliğine önem verilmelidir.

Günümüzde birçok ülkede algler doğal ortamlarından toplanırken bir yandan yetiştiriciliği yapılmakta, hatta daha fazla verim elde edilmek adına genetik çalışmalara önem verilmektedir. Ülkemizin sahip olduğu deniz alglerini en iyi şekilde değerlendirerek ülke ekonomisine katkı sağlanmalı ve istihdam arttırılmalıdır. Bu nedenle kıyılarımızın yeterince korunması, ekonomik alglerin tespit edilmesi ve bunların toplanma ve yetiştirilme tekniklerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırma sonunda elde edilen verilerin daha verimli kullanılabilmesi için bu konudaki çalışmaların arttırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, yapılan bu çalışmanın bundan sonraki araştırmalar için bir altyapı oluşturacağı düşünülmektedir

KAYNAKLAR

- Abbott, I.A., Hollenberg, G.J. 1976. Marine algae of California. Stanford University Pres, California. Isbn:0-8047-2152-1.
- Akyurt, İ., Şahin, Y., Koç, H. 2011. deniz marulunun (*Ulva* sp.) sıvı organik gübre olarak değerlendirilmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2 (1) :55-62
- Alkan, A., Zengin, B., Yıldırım, C., Serdar, S. 2004. Trabzon açıklarında deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Anonim, 2015a. http://tr.wikipedia.org/wiki/Su_yosunlar%C4%B1 (Erişim tarihi: 18.01.2015).
- Anonim, 2015b. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/canlilar/protista/Ochrophyta.htm> (Erişim tarihi: 12.09.2015).
- Anonim, 2015c. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/canlilar/protista/Chlorophyta.htm> (Erişim tarihi: 12.10.2015).
- Anonim, 2015d. https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1_algler (Erişim tarihi: 12.10.2015).
- Anonim, 2015e. <http://www.sinopkulturturizm.gov.tr/TR,74775/genel-bilgiler.html> (Erişim tarihi: 26.10.2015)
- Anonim, 2015f. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sinop> (Erişim tarihi: 28.10.2015).
- Anonim, 2015g. <http://ziyagiller.com/hamsilos-koyu-turkiyenin-tek-fiyordu/> (Erişim tarihi: 01.11.2015).
- Anonim, 2015h. https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1_algler (Erişim tarihi: 03.11.2015).
- AOAC, 1975. Official methods of analysis, 12th ed. Association Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC, 1984. Official methods of analysis 14th. ed. Association Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC, 1995. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Artüz, M.L. 1991. Petrol kirlenmesi açısından denizlerimizde durum. M.B.B. Natural Resources 12/1.
- Atay, D. 1968. *Cystoseira barbata* deniz yosununda alginik asidin mevsimlere ve bölgelere göre gösterdiği değişimler. Ankara Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, 2: 165-171.
- Atay, D. 1978. Deniz Yosunları ve Değerlendirme Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 3: 123-142.
- Aysel, V., Çetingül, V., Güner, H., ve Dural, B., 1992. Bazı Kahverengi Alglerin Suda Eriyebilir Karbonhidrat ve Protein Miktarının Tayini. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 9 (33-36): 114-123.

- Aysel, V., Erduğan H., Dural-Tarakçı B., Okudan E. Ş., Şenkardeşler, A. ve Aysel F. 2004. Marine flora of Sinop (Black Sea, Turkey), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21 (1-2): 59-68.
- Banerjee, K., Ghosh, R., Homechaudhuri, S., Mitra, A. 2009. Biochemical composition of marine macroalgae from Gangetic Delta at the apex of Bay of Bengal. African Journal of Basic & Applied Sciences, 1 (5-6): 96-104
- Bat, L. Akbulut, M., Sezgin, M., 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.
- Benjama, O., Masniyom, P. 2011. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. Songklanakarin J. Sci. Technol, 33 (5): 575-583.
- Bling, E.G., Dyer, W.J. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Phiys, 37: 911-917.
- Bressan, G., Babbini-Benussi, L. 1995. Inventario delle Corallinales del Mar Mediterraneo: Considerazioni tassonomiche. Giorn. Bot. Ital. 129: 367-390.
- Burrows, E.M., 1991. Seaweeds of the British Isles. 2. Chlorophyta. Natural History Museum, London, 238.
- Chakraborty, S., Santra, S.C. 2008. Biochemical composition of eight benthic algae collected from Sunderban. Indian Journal of Marine Science, 37: 329-332.
- Challen, S.B., Hemingway, J.C. 1965. Growth of higher plants in response to feeding with seaweed extracts. Proc. 5th Ind. Seaweed Symp. 25-28 August, Canada.
- Cirik, Ş., Cirik, S. 1999. Aquatic Plants (The biology, ecology and aquaculture techniques of seaweeds), (in Turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 58, 188
- Cirik, Ş., Cirik, S. 2004. Su bitkileri (deniz bitkilerinin biyolojisi, ekolojisi yetiştirme teknikleri). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 58, Ders Kitabı, Bornova-İzmir, 188 s.
- Cirik, Ş., Şen, E., Ak, İ. 2010. Esmer alglerden *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh'nın yetiştiriciliği ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler. Journal of FisheriesSciences.com, 4(4): 354-361
- Çakı, Z. 2009. Ege Denizi kıyılarında bulunan bazı makro alg türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin saptanması. Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 131 s.
- Çetingül, V. 1993. Ekonomik değerdeki bazı deniz alglerinin kimyasal içeriklerinin saptanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 159 s.
- Çetingül, V. 2001. *Cladophora glomerata* (L.) Kutz. (Chlorophyta)'nın amino asit içeriklerinin saptanması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 18 (1-2):107-109.
- Çetingül, V., Aysel, V., Kurumlu, Y. 1996. *Cystoseira barbata* (Good Et Woodw) C. Agardh (Fucales, Fucophyceae)'nın aminoasit içeriklerinin saptanması. E.Ü. Su Ürün. Derg. 13 (1-2): 119-121.

- Cirik, Ş., Cihangir, B.1987. Karadeniz İnceburun (Sinop) çevresi bentik denizel bitkiler üzerine ilk notlar, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu. Su Ürünleri Dergisi, 4 (13-16): 106-111.
- Çulha, M., Bat, L., Türk, Ç.S., Gargacı, A. 2007. Sinop Yarımadası (Orta Karadeniz) sert substratlarında yer alan bazı mollusk türleri (Some mollusk species on the hard-bottom of Sinop peninsula (central Black Sea). Ulusal Su Günleri 2007, Antalya. Türk Sucul Yaşam Dergisi, 3(5): 242-250.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G., Dere, E., Dere, Ş. 2002. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası'ndaki bazı Chlorophyta üyelerinin toplam protein, toplam çözünmüş karbonhidrat ve pigment içeriklerinin saptanması. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı. 22-24 Kasım 2002, İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi, Bildiriler Kitabı, 88-95.
- Dere, Ş., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G., Dere, E., 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): 43-471.
- Dimitar, N.B. 2012. Structure of *Cystoseira* spp. macroalgal communities and the influence of anthropogenic factors on their distribution. Macroalgae as an indicator of the ecological state of coastal marine ecosystems in the Black Sea. Bulgarian Academy of Sciences Institute for biodiversity and ecosystem research, Sofia.
- Drum R. 2003. Sea Vegetables for Food and Medicine, 123-128.
- Dural, B., Aysel, V., Demir, N., Erdurağan, H., Okudan, Ş.E., Karaçuha, A., Yazıcı, I., Atalay, G. 2011. Sinop Limanı (Karadeniz, Türkiye) çiçekli bitkileri ve birlik oluşturan algler. Samsun Sempozyumu, 13-16 Ekim, Samsun.
- Dural, B., Aysel, V., Lök, A., Güner, H. 1997. Benthic Algal Flora of the Natural and Artificial Substrate of Hekim Island (Izmir, Turkey). Arc. für Hydrobiol. Suppl. 119, Algological Studies 85, 31-48.
- Durmaz, Y., Duyar H.A., Gökpınar Ş., Öğretmen Y.Ö, Bandarra N. 2008. *Ulva* spp. (Sinop, Karadeniz) türünün yağ asitleri, α - tokoferol ve toplam pigment miktarının araştırılması, Journal of Fisheries Sciences.com, 2(3): 350-356.
- Durucan, F. 2011. Antalya batı kıyıları (Antalya- Kalkan)'nın makrobentik deniz florası. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 72s.
- Elliot, W., Stoching, C.R., Barbour, M.G., Rost, T.L. 1982. Botany, an introduction to plant biology, 6 nd. ed., John Wiley and Sons, Singapore.
- FAO (2004). The State of World Fisheries And Aquaculture 2014, Rome, 223 p. <http://www.fao.org/3/a-i3720e/index.html> (Erişim tarihi: 20.04.2016).
- Filho, G.M.A., Karez, C.S., Andrade, L.R., Yoneshigue-Valentin Y., Pfeiffer, W.C. 1997. Effects on growth and accumulation of zinc in six seaweed species. Ecotoxicology and Environmental Safety, 37: 223-228.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science and Technology, 10: 25-28.

- Gallardo, T., Gomez Garreta, A., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G., Boudouresque, Ch.F. (1993). Check-list of Mediterranean Seaweeds. II. Chlorophyceae Wille s.I. Bot. Mar. 36 (5): 399 - 421.
- Gomez Garreta, A., Gallardo, T., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G., Boudouresque, Ch.F. (2001). Check-list of Mediterranean Seaweeds. III. Rhodophyceae Rabenh. I. Ceramiales Oltm. Bot. Mar. 44 : 425 – 460
- Gökkurt Baki, O. 2011. Sinop il merkezinde kıyı yönetimi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 287 s.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2016. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; (19.03.2016).
- Gümüş, G. 2007. Deniz marulunun kimyasal kompozisyonunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 70 s.
- Güner, H. ve Aysel, V. 1978. Ege ve Marmara Denizi'ndeki alg toplulukları üzerinde kalitatif ve kantitatif çalışmalar 2. Dictyopteris membranacea (Stackh.) Batt. topluluğu. E.Ü.Fen Fak. Dergisi S.B. 3 (1-4), 85-93.
- Güner, H., Aysel, V. 1999. Tohumuz Bitkiler Sistematığı I. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi no 108. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 251 s.
- Gür, İ. 2015. İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren bazı makroalg türlerinin pigment, antioksidan ve besin bileşenlerinin mevsimsel olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 84 s.
- Hoek, C. Van den., Mann, D.G., Jahns, H.M. 1995. An introduction to phycology. Cambridge Univ. Press, 1-627.
- Hong, D.D., Hien H.M., Son, P.N. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. J Appl Phycol 19:817-826
- Ito, K., Hori, K. 1989. Seaweed: Chemical composition and potential food uses. Food Reviews International, 5 (1): 101-144
- Ivanova, V., Stancheva, M., Petrova, D. 2013. Fatty acid composition of Black Sea *Ulva rigida* and *Cystoseira crinita*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (1): 42-47
- İrkin, L.C. 2009. Çanakkale Boğazı'nda yayılış gösteren bazı makroalglerin kimyasal kompozisyonunun araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- İrkin, L.C., Erduğan, H. 2014. Çanakkale Boğazı'nda yayılış gösteren *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh'nın kimyasal kompozisyonunun mevsimsel olarak incelenmesi. Ege J Fish Aqua Sci 31(4): 209-213
- Jeon, Y.H., Lee, K.O., Ryu, H.S. 1980. Studies on the Extraction of Seaweed Proteins. Extraction of Water Soluble Proteins in Unexploited Seaweeds. J.Kor.Soc.Food & Nut. 9 (1): 15-22.
- Kaba, N., Çağlak, E. 2006. Deniz alglerinin insan beslenmesinde kullanılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 (1/2): 243-246.

- Kaliaperumal, N., Ramalingam, J.R., Kalimuthu, S., Ezhilvalavan, R. 2002. Seasonal changes in growth, biochemical constituents and phycocolloid of some marine algae of Mandapam coast. *Seaweed Res. Utiln.*, 24 (1): 73-77.
- Karaçuha, A., Ersoy Karaçuha, M.. 2013. Changes of Macroalgae Biomass in Sinop Peninsula Coast of the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 725-736. DOI: 10.4194/1303-2712-v13_4_18
- Karaçuha, A., Gönüloğlu A. 2007. Sinop-Ayancık kıyıları üst-infralittoralinin alg florası. *Journal Of Fisheriesciences.Com*, 1 (1): 1-12.
- Kavuk, E. 2013. Bazı deniz makroalglerinden (*Ulva* sp., *Cystoseira* sp., *Corallina* sp.) süspanse organik gübre ve biyodeneyle etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 85 s.
- Kaykaç, G.O., Çirik, Ş., Tekinay, A.A. 2008. Yeşil deniz alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın besin kompozisyonu ve aminoasit içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(1): 9-12.
- Kim, D.H. 1970. Economically important seaweeds in Chile. - I. Gracilaria. *Botanica Marina*, 13: 140-162.
- Kodalak, N. 2008. Sinop kıyılarındaki “*Cystoseira barbata*” deniz yosunundan alginat üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 74 s.
- Kostetsky, E.Y., Goncharova, S.N., Sanina N.M., Shnyrov V.L. 2004. Season influence on lipid composition of marine macrophytes, *Botanica Marina*, 47: 134-139.
- Koyuncu, H., Berber, İ., Avşar, C. 2014. Sinop Yarımadası deniz kıyılarından toplanan *Cystoseira crinita* ve *Ulva intestinalis* türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 22. Ulusal Biyoloji Kongresi Kitapçığı, Eskişehir, 275 s.
- Levring, T., Hoppe, H.A., Schmid, O.J. 1969. “Marine Algae, A Survey of Research and Utilization” Cram, de Gruyter and CO., Hamburg, 421p.
- Lüning, K., 1990, *Seaweeds, Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*, John Wiley & Sons Inc., USA, 531p.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P.C., Carneiro, M.A.A., Moreira, W.S.C. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*, 97 (18): 2402-2406.
- McDermid, K.J., Stuercke, B. 2003. Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 1: 513-524.
- Mehdipour, N.2015. Biochemical composition of the Caspian Sea red macroalga, *Laurencia caspica*. 3th International Conference on Oceanography, June 22-24, Philadelphia, USA. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9910.S1.011>
- Metin, C. 2014. Akyaka Kadın Azmağı (Muğla-Türkiye)'ndan toplanan *Enteromorpha intestinalis*'in besinsel kompozisyonunun belirlenmesi ve gıda amaçlı kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 117 s.

- Milkova, T., Talev, G., Christov, R., Konaklieva, D.S., ve Popov, S. 1997. Sterols and volatiles in *Cystoseira barbata* and *Cystoseira crinita* from the Black Sea. *Phytochemistry*, 45(1): 93-95.
- Mishra, V.K., Temelli, F., Ooraikul, B., Shacklock, P.F., Craigie, J.S. 1993. Lipids of the red alga *Palmaria palmata*, *Botanica Marina*, 36 (2): 169-174.
- Montesanto, B., Panayotidis, P., 2000, The *Cystoseira* spp. communities from the Aegean Sea (north-east Mediterranean), *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 357-358.
- Munda, I.M. 1972. On the chemical composition, distribution and ecology of some common benthic marine algae from Iceland. *Botanica Marina*, 15: 1-45.
- Munda, I.M. 1990. Resources and possibilities for exploitation of North Adriatic seaweeds. Thirteenth International Seaweed Symposium, 309-315.
- Munda, I.M., Gubensek, F. 1976. The amino acid composition of some common marine algae from Iceland. *Bot. Mar.* 19: 85-92.
- Munda, I.M., Gubensek, F. 1986. Amino acid contents of some benthic marine algae from the Northern Adriatic. *Bot. Mar.* 29: 367-372.
- Murthy, M.S., Radin, P. 1978. Eco-biochemical studies on some economically important intertidal algae from Port Okha (India). *Bot. Mar.* 21: 417-422.
- Mwalugha1, H.M., Wakibia, J.G., Kenji, G.M., Mwasaru, M.A. 2015. Chemical Composition of Common Seaweeds from the Kenya Coast. *Journal of Food Research*, 4(6).
- Nelson, M.M., Phleger, C.F., Nichols, P.D. 2002. Seasonal lipid composition in macroalgae of the Northeastern Pacific Ocean, *Botanica Marina*, 45:58–65
- Orhon, O. 2009. Çeşme Yarımadası bazı denizel alg türlerinin kimyasal içerikleri ve besin değerleri. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 75 s.
- Özsöz, M.E.S., Altıniğne N. ve Aysel V. 1988. *Jania rubens*'in amino asit içeriğinin saptanması. IV. Kimya Ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu. Ankara Üniversitesi, 21-23 Eylül, Ankara. Sempozyum Bildiri Kitabı, s: 86-87.
- Özsöz, M.E.S., Altıniğne N., Aysel V., Kandemir F. ve Damcı, K. 1989. Esmer alglerden *Cystoseira barbata*'nın amino asit içeriği. VI. Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu. Ege Üniversitesi Mühendislik ve Fen Fakültesi, İzmir. Kimya Özet Kitabı, 235 s.
- Öztürk, M. 1984. Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarındaki Phaeophyta (Kahverengi Algler) üyelerinin yayılımı ve taksonomisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 118 s.
- Öztürk, M., Öztürk, M. 1988. Akliman ve Hamsaroz Körfezi üst-infralittoralinde yer alan bitkisel organizmalar üzerine bir araştırma. Tübitak IX. Ulusal Biyoloji Kongresi. 21-23 Eylül, 3: 329-342.
- Özvarol, Y. 2009. Kuzeydoğu Akdeniz kıyıları (Gazipaşa-İskenderun)'nın makrobentik deniz florasının belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 141s.

- Özyurt, N.N., Bayarı, C.S., Doğdu, M.Ş., Arıkan, A. 2001. Akkuyu Körfezi (Mersin) deniz suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen süreçler. *Yerbilimleri* 24: 119-120.
- Padua, M., Fontoura, G.P.S., Mathias, L.A. 2004. Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) Bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47 (1): 49-55.
- Pankow, H. 1990. Ostsee-Algenflora. Jena, Gustav Fischer Verlag, 648 p.
- Pal, D., Parakash D. ve Amla D. V. 1998. Chemical composition of green seaweeds of Caurashtra coast. *Botanica Marina*, 20: 359-362.
- Piazzzi, L., Pardi, G., Balata, D., Cecchi, E. Ve Cinelli, F. 2002. Seasonal dynamics of a subtidal North-Western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Botanica Marina*, 45: 243-252.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. Wiley-InterScience Publ., London.
- Pinchetti, J.L.G., Fernández, E.C., Diez, P.M., Reina, G.G. 1998. Nitrogen availability influences the biochemical composition and photosynthesis of tank-cultivated *Ulva rigida* (Chlophyta), *Journal of Applied Phycology*, 10: 383-389.
- Pîrjol, B.N., Pîrjol, T.N., Paraschiv, G., Bratu, M., Sîrbu, R., Roncea, F., Meghea, A. 2011. Physical-chemical characterization of some green and red macrophyte algae from the romanian black sea littoral. *Scientific Study & Research*, 12(2): 173-184.
- Polat, S., Özoğul, Y., Boğa, E. 2012. İskenderun Körfezi (Kuzeydoğu Akdeniz) kıyısında dağılım gösteren bazı kahverengi ve kırmızı makroalg türlerinin protein, lipid ve yağ asiti içerikleri. *Journal Of Fisheriesciences.Com* 6(2): 107-113.
- Ribera, M.A., Gomez Garreta, A., Gallardo, T., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. (1992). Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884). *Bot. Mar.*, 36: 109-130.
- Round, F. E., 1973. The Biology of Algae, 2 nd. Ed., Edward Arnold, London.
- C. Chinnadurai, S., Kalyanasundaram, G. 2013. Estimation of major pigment content in seaweeds collected from Pondicherry coast. *The Experiment*, 9 (1): 522-525.
- Schramm, W. 1999. Factors influencing seaweed responses to eutrophication: some results from EU-project EUMAC. *J. Appl. Phycol.* 11: 69-78.
- Shannon, C.E., Weaver, V. 1949. A mathematical theory of communication, Univ. Press. Illinois, Urbana.
- Sharma, O.P. 1986. Text Book of Algae, New Delhi, 395 s.
- Silva, P.C., Basson, P.W., Moe, R.L. (1996). Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean, California pres., 1259 pp.
- Soeder, C.J. 1976. Zur Verwendung von Mikroalgen für Ernährungszwecke. *Naturwissenschaften*, 63: 131-138

- Southgate, D., A., T., 1990. Dietary fiber and health. In D. A. T. Southgate, K. Waldron, I. T. Johnson, & G. R. Fen-wick, Dietary fiber: Chemical and biological aspects (pp. 10-19). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Sukatar, A. 1992. Güney Ege (Çeşme- Marmaris arası) kıyılarındaki ekonomik değeri olan alglerin ekolojisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 142 s.
- Sukatar, A. 2002. Alg kültür yöntemleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.184, İzmir.
- Sumile, K.C., Orbita, M.L.S., Mag-aso, A.V., Orbita, R.R. 2015. Proximate composition and agar content of selected red seaweeds in Initao, Misamis Oriental, Mindanao, Philippines. AAB Bioflux, 7(2). <http://www.aab.bioflux.com.ro>
- Şerbetçioğlu, S. 1988. Kırmızı deniz yosunlarından agar ekstraksiyonunun koşullarının incelenmesi ve endüstriyel üretime yönelik sistem seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 67 s.
- Taşkın, E, Öztürk, M., Kurt, O., Öztürk, M. 2008. The Check-list of the marine flora of Turkey. Manisa Ecem Kırtasiye, 87 pp.
- Teramoto T. 1992. Seaweeds, Their Chemistry and Uses. Sciences of Processing Marine Food Products 1: 142-156.
- Turan, F., Özgün, S., Sayın, S., Özyılmaz, G. 2015. Biochemical composition of some red and green seaweeds from Iskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey. J. Black Sea/Mediterranean Environment 21 (3): 239-249.
- Turna, İ.İ. 1997. Antalya Körfezi'nin makroskobik deniz florası üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 191 s.
- Turna, İ.İ., Durucan, F., Kuşat, M. 2012. Çayağzı Deresi'nin (Antalya) ekonomik yeşil algleri konusunda bir ön çalışma. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8(1): 57-62
- Ulukardeşler, A.H., Ulusoy, Y. 2012. Üçüncü nesil biyoyakıt teknolojisi olan alglerin Türkiye'de üretilebilirlik potansiyeli. Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 3-6 Eylül 2012, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- Ünüböl, H.A. 2008. Gemlik Körfezi makro alglerinin bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 67 s.
- Van den Hoek, C., Mann, D.G., Jahns, H.M. (1997). Algae An Introduction to Phycology, Camb. Uni. pres. 627 p.
- Venugopal, V. 2009. Marine Products for Healthcare CRC Pres Taylor & Francis Group. Printed in the United States of America on acid-free paper, USA, 527 p.
- Yalçın, H., Gürü, M. 2002. Su Teknolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 504 s.
- Yazıcı, K., Kaynak, L. 2001. Deniz yosunlarının organik tarımda kullanım olanakları. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu Bildirileri 14-16 Kasım 2001.

- Yenigül, M.,1993. Seasonal changes in chemical and gelling characteristics at Agar from *Gracilaria verrucosa* collected in Turkey, *Hydrobiologia*, 260/261: 627-631.
- Yeşilova, K. 2014. Karadeniz'in batı kıyılarındaki baskın makroalglerde protein, karbonhidrat ve yağ içeriklerinin mevsimsel araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 73 s.
- Yıldırım, Z.D. 2010. Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde gelişen *Cystoseira* cinsine ait türlerin ve bazı diğer ekonomik değeri olan kahverengi alglerin biyokimyasal içeriklerinin mevsimsel ve lokasyonel değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 61s.
- Yıldız, G. 2004. Gemlik Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası'ndaki bazı Chlorophyta türlerinde biyokimyasal parametrelerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Bursa, 65 s.
- Yurdakulol, E., ve Cansaran, D. 2004. Tohumuz Bitkiler Sistematığı-I Laboratuvar Kılavuzu, Ankara, 11 s.
- Zavodnik, N. 1987. Seasonal Variations in the rate of photosynthetic activity and chemical composition of the littoral seaweeds *Ulva rigida* and *Porphyra leucosticta* from the North Adriatic. *Botanica Marina* 30: 71-82.
- Zeki, S. 2006. Gökova Özel Çevre Koruma Bölgesi güneyi üst infralittoral makroalgleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 61 s.
- Zhuang, S.H. and Zhang, M. 2001. Biodiversity investigation. II. The biodiversity in intertidals of Yantai littoral regions. Shandong Map Publisher, Jinan.
- Zinova, A. D. 1964. Algae nonnulae e mari nigro e collectione Profersoris Hausknetschii. Akad. Nauk CCP Bot. Inst. V.L. Komarova. Nov. Syst. Plant. Non Vssc. I (9): 127-132.

ÖZGEÇMİŞ

Gökhan YILDIZ, 1984 yılında Kocaeli’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kocaeli’de tamamladı. 2009 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nden mezun oldu. 2013 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

