

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mersin İli Sahil Şeridinde Dağılım Gösteren Bazı Makroalg
Türlerinde Besinsel Kompozisyonun Mevsimsel Değişimi**

Berna Nur KODAZ

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Mayıs, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

**Mersin İli Sahil Şeridinde Dağılım Gösteren Bazı Makroalg
Türlerinde Besinsel Kompozisyonun Mevsimsel Değişimi**

Berna Nur KODAZ

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi...../..../.... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Sevim POLAT (Danışman)

: Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL

: Dr.Öğretim Üyesi Hilal KARGIN ERÖRS

**Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalında
Hazırlanmıştır.**

Tez No:

Prof.Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2022-14396

Not:Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
1. GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1.Materyal	13
3.1.1.Makroalgler	13
3.1.1.a. <i>Ulva rigida</i> C.Agardh 1823	13
3.1.1.b. <i>Ulva compressa</i> Linnaeus 1753	14
3.1.1.c. <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux 1813	14
3.1.1.d. <i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis&Solander) K.R.Hind&G.W. Saunders 2013 ...	14
3.1.2. Çalışma Alanı	15
3.2. Metot	15
3.2.1. Makroalg Örneklerinin Toplanması ve Analizler için Hazırlanması	15
3.2.2. Ham Kül Analizi	17
3.2. 3. Ham Protein Analizi	17
3.2.4. Lipit Analizi	19
3.2.5. Yağ Asitleri Analizleri	19
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. <i>Ulva rigida</i> Makroalginin Besinsel İçeriği	21
4.2. <i>Ulva rigida</i> Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği	24
4.3. <i>Ulva compressa</i> Makroalginin Besinsel İçeriği	26
4.4. <i>Ulva compressa</i> Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği	28
4.5. <i>Hypnea musciformis</i> Makroalginin Besinsel İçeriği	30
4.6. <i>Hypnea musciformis</i> Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği	32
4.7. <i>Ellisolandia elongata</i> Makroalginin Besinsel İçeriği	34
4.8. <i>Ellisolandia elongata</i> Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği	36
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	51

Mersin İli Sahil Şeridinde Dağılım Gösteren Bazı Makroalg Türlerinde Besinsel Kompozisyonun Mevsimsel Değişimi

Berna Nur KODAZ

Danışman: Prof. Dr. Sevim POLAT

Temel Bilimler Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışma, Mersin İli sahilinde dağılım gösteren farklı makroalg türlerindeki (*Ulva compressa*, *Ulva rigida*, *Hypnea musciformis* ve *Ellisolandia elongata*) besinsel içeriğin mevsimsel değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Mersin İli sahil şeridinden mevsimsel olarak makroalg örneklemesi yapılmış ve *U. compressa*, *U. rigida*, *H. musciformis* ve *E. elongata* türleri analizler için seçilmiştir. Besinsel içeriklerden ham kül, lipit ve protein analizleri yapılmıştır. Ayrıca yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda besin içerikleri ve yağ asidi kompozisyonlarının türe ve mevsimlere göre değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Çalışmada *U. rigida* türünün protein değeri en düşük $20,26 \pm 0,34$, en yüksek $25,43 \pm 0,26$; *U. compressa* türünün protein içeriği en düşük $14,25 \pm 0,41$, en yüksek $23,32 \pm 0,31$; *H. musciformis* türünün protein içeriği en düşük $21,62 \pm 0,08$, en yüksek $23,77 \pm 0,14$; *E. elongata* türünün protein içeriği en düşük $2,61 \pm 0,09$, en yüksek $4,38 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur. Çalışmada en düşük protein içeriği *E. elongata*'da, en yüksek *U. rigida*'da bulunmuştur. Çalışmada *U. rigida* türünün lipit içeriği en düşük $0,49 \pm 0,03$, en yüksek $1,67 \pm 0,27$; *U. compressa* türünün lipit içeriği en düşük $0,89 \pm 0,05$, en yüksek $7,24 \pm 0,14$; *H. musciformis* türünün en düşük değeri $0,54 \pm 0,1$, en yüksek $1,74 \pm 0,27$; *E. elongata* türünün lipit içeriği en düşük $1,53 \pm 0,07$, en yüksek $2,52 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur. Lipit içeriği en düşük *U. rigida*'da, en yüksek *U. compressa*'da bulunmuştur. Çalışmada *U. rigida* türünün kül içeriği en düşük $13,70 \pm 0,33$, en yüksek $29,81 \pm 5,51$; *U. compressa* türünün kül içeriği en düşük $22,37 \pm 0,92$, en yüksek $43,93 \pm 1,06$; *H. musciformis* türünün kül içeriği en düşük $17,40 \pm 0,38$, en yüksek $22,09 \pm 1,14$; *E. elongata* türünün kül içeriği en düşük $77,03 \pm 0,19$, en yüksek $83,5 \pm 0,23$ olarak bulunmuştur. Kül içeriği *U. rigida*'da en düşük düzeyde bulunurken, en yüksek *E. elongata*'da bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asitleri içerikleri *U. compressa*'da en düşük düzeylerde bulunurken, en yüksek içerik *E. elongata*'da ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre makroalglerin biyokimyasal içeriğinin çevresel koşullarla birlikte türe bağlı olarak da belirgin farklılıklar gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makroalg, Besinsel içerik, Yağ asitleri, Mersin, Akdeniz.

Seasonal Changes in Nutrient Composition of Some Macroalgae Species Distributed in Mersin Coastline

Berna Nur KODAZ

Advisor: Prof. Dr. Sevim POLAT

Department of Basic Sciences

ABSTRACT

This study aimed to examine the seasonal changes in the nutritional content of different macroalgae species (*Ulva compressa*, *Ulva rigida*, *Hypnea musciformis* and *Ellisolandia elongata*) distributed on the coast of Mersin Province. Seasonal macroalgae sampling was carried out from the coastline of Mersin Province and *U. compressa*, *U. rigida*, *H. musciformis* and *E. elongata* species were selected for analysis. Crude ash, lipid and protein analyzes were made from nutritional contents. Additionally, fatty acid composition was determined. As a result of the study, it was determined that nutritional contents and fatty acid compositions varied according to species and seasons. In the study, the lowest protein value of *U. rigida* was 20.26 ± 0.34 and the highest was 25.43 ± 0.26 ; the lowest protein content of *U. compressa* is 14.25 ± 0.41 , the highest is 23.32 ± 0.31 ; the lowest protein content of *H. musciformis* is 21.62 ± 0.08 , the highest is 23.77 ± 0.14 ; the lowest protein content of *E. elongata* was 2.61 ± 0.09 and the highest was 4.38 ± 0.09 . In the study, the lowest protein content was found in *E. elongata* and the highest in *U. rigida*. In the study, the lipid content of *U. rigida* was lowest 0.49 ± 0.03 and highest 1.67 ± 0.27 ; the lipid content of *U. compressa* is lowest 0.89 ± 0.05 , highest 7.24 ± 0.14 ; the lowest value of *H. musciformis* is 0.54 ± 0.1 , the highest is 1.74 ± 0.27 ; the lipid content of *E. elongata* was found to be the lowest 1.53 ± 0.07 and the highest 2.52 ± 0.04 . The lowest lipid content was found in *U. rigida* and the highest in *U. compressa*. In the study, the lowest ash content of *U. rigida* was 13.70 ± 0.33 and the highest was 29.81 ± 5.51 ; the lowest ash content of *U. compressa* is 22.37 ± 0.92 , the highest is 43.93 ± 1.06 ; the lowest ash content of *H. musciformis* is 17.40 ± 0.38 , the highest is 22.09 ± 1.14 ; the lowest ash content of *E. elongata* was 77.03 ± 0.19 and the highest was 83.5 ± 0.23 . While the ash content was lowest in *U. rigida*, it was highest in *E. elongata*. While total saturated fatty acids contents were at the lowest levels in *U. compressa*, the highest content was found in *E. elongata*. According to the data obtained, it was concluded that the biochemical content of macroalgae showed significant differences depending on the species as well as environmental conditions.

Keywords: Macroalgae, Proximate content, Fatty acids, Mersin, Mediterranean.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca her zaman bana destek olan, yanımda olan, yol gösteren, bilgilerinden faydalandığım danışman hocam Prof. Dr. Sevim POLAT'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yol gösteren ve bilimsel katkılar sunan Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL'a, tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa DURMUŞ'a, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Prof. Dr. Sinan MAVRUK'a, laboratuvar çalışmalarımda yardımını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Yetkin SAKARYA'ya, tez çalışmam boyunca her zaman yanımda olan Doktora Öğrencisi Sevgili Fethiye TAKADAŞ'a, tüm çalışmam boyunca yardımını hiç esirgemeyen Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Gürkan AKBULUT'a, örnekleme çalışmalarım sırasında bana yardım eden Eşim Burak KODAZ'a, eğitim hayatım boyunca her daim arkamda olan Sevgili Annem Leyla İNAN ve Babam Yakup İNAN'a, varlıklarından her zaman güç alıp mutluluk duyduğum kızlarım Miray KODAZ ve Beril KODAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Analiz için seçilen makroalg türlerinin sistematik özellikleri.....	13
Çizelge 4.1. <i>Ulva rigida</i> makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları	22
Çizelge 4.2. <i>Ulva rigida</i> makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları	25
Çizelge 4.3. <i>Ulva compressa</i> makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları	27
Çizelge 4.4. <i>Ulva compressa</i> makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları	29
Çizelge 4.5. <i>Hypnea musciformis</i> makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları	31
Çizelge 4.6. <i>Hypnea musciformis</i> makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları	33
Çizelge 4.7. <i>Ellisolandia elongata</i> makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları	35
Çizelge 4.8. <i>Ellisolandia elongata</i> makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Akdeniz Kıyısı Mersin İli Sahili Örnekleme Alanı	15
Şekil 3.2. Mersin İli Sahilinde Örnekleme Yapılan Alandan Bir Görüntü	16
Şekil 3.3. Mersin İli Sahilinde Örnekleme Yapılan Alandan Bir Görüntü	16
Şekil 3.4. Yakma fırınından çıkarılan örnekler	17
Şekil 3.5. Protein analizinde örneklerin titrasyon için hazırlanması	18
Şekil 3.6. Protein analizinde titrasyon sonrası örneklerin görseli	18
Şekil 3.7. Lipit analizinde kullanılan klasik soxhlet ekstraktörü	19
Şekil 3.8. Yağ asitleri analizinde kullanılan gaz kromatografisi	20
Şekil 4.1. <i>Ulva rigida</i> makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi	23
Şekil 4.2. <i>Ulva rigida</i> makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi	23
Şekil 4.3. <i>Ulva rigida</i> makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi	23
Şekil 4.4. <i>Ulva compressa</i> makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi	27
Şekil 4.5. <i>Ulva compressa</i> makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi	27
Şekil 4.6. <i>Ulva compressa</i> makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi	28
Şekil 4.7. <i>Hypnea musciformis</i> makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi	31
Şekil 4.8. <i>Hypnea musciformis</i> makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi	31
Şekil 4.9. <i>Hypnea musciformis</i> makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi	32
Şekil 4.10. <i>Ellisolandia elongata</i> makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi	35
Şekil 4.11. <i>Ellisolandia elongata</i> makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi	35
Şekil 4.12. <i>Ellisolandia elongata</i> makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	:Santigrat Derece
AOAC	:Association of Official Analytical Chemist
FAME	:Yağ Asidi Metil Esterlerinin Analizi
FID	:Alev iyonizasyon dedektörü
GC	:Gaz Kromatografisi
H ₂ SO ₄	:Sülfirik asit
H ₃ BO ₃	:Borik asit
HCl	:Hidroklorik asit
KOH	:Potasyum Hidroksit
m	:Metre
M	:Molarite
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
MUFA	:Tekli Doymamış Yağ Asitleri
NaOH	:Sodyum hidroksit
ps	:Sabit fazdaki sıvının yoğunluğu
PUFA	:Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA	:Toplam Doymuş Yağ Asitleri
µm	:Mikrometre

1. GİRİŞ

Makroalgler, denizel kıyı ekosistemlerinde dağılım gösteren, renk, biçim, boyut ve yaşam şekillerinde büyük bir çeşitliliğe sahip olan, kayalık substratların en önemli floristik (Bir bölgenin florasında yayılış gösteren taksonların familya, cins, tür, alt tür, varyete) gruplarından biridir (Chapman, 1980; Qari, 2017). Makroalgler, denize veya okyanusa kıyısı olan bölgelere insanların yerleşmesinden itibaren önem kazanmış olan bitkisel su canlılarıdır. Monte Verde (Şili) bölgesinde yapılan arkeolojik kazılarda Güney Amerika yerlilerinin (yaklaşık 14000 yıl önce) Pasifik kıyıları boyunca dağılım gösteren makroalgleri topladıkları, yiyecek ve ilaç olarak kullandıkları tespit edilmiştir (Dillehay ve ark. 2008). Uzakdoğu ülkelerinden Çin, Kore ve Japonya’da ise makroalglerin binlerce yıldır gıda olarak tüketildiği bilinmektedir. Çayın mucidi olarak da bilinen Çin İmparatoru Shen Nung 5000 yıl önce kaleme aldığı “Materia Medica” adlı eserinde deniz yosunlarının aromatik özellikleri sebebiyle yatıştırıcı, kas gevşetici ve ödem giderici olarak kullanılabilecek potansiyellerinin olduğunu yazmıştır (Mouritsen, 2013).

Makroalgler, sucul ekosistemde littoral bölgede güneş ışığının %0.01 oranında ulaşabildiği derinliğe kadar dağılım gösterebilmektedir (Cheong-Xin ve ark., 2006). Su yosunları olarak da bilinen algler diğer bitkisel organizmalarla birlikte, sucul ortamın özellikle de denizel ortamların birincil üretiminde önemli rol oynadıklarından denizel ekosistemde hem ekolojik hem de biyolojik açıdan son derece önemlidirler (Hegazi ve ark., 1998). Bu canlılar birincil üretimdeki rollerinin yanı sıra, sucul ortamda yaşayan diğer canlılar için beslenme, üreme ve korunma ortamı oluşturmakta, dolayısıyla kayalık sığ suların genel biyoçeşitliliği üzerinde de etkili canlı toplulukları arasında yer almaktadırlar (Wahbeh, 1997; Terawaki, 2001; Satheesh, 2012). Nitekim kıyısız bölgelerdeki makroalg toplulukları bentik canlı topluluklarının yapısını ve işleyişini kontrol eden temel koşulları belirleyebilmek için önemli göstergeler arasında değerlendirilmektedir (Sabri, 2017).

Makroalgler, içerdikleri pigment maddelerine göre yeşil algler (Chlorophyceae), kahverengi algler (Phaeophyceae) ve kırmızı algler (Rhodophyceae) grupları altında toplanmıştır. (Gamal, 2010). Kahverengi algler, sığ sularda veya kıyı şeridinde kayalıkların üzerinde yaşamaktadırlar ve dalgaların sürekli çarpma etkisine dayanmalarını sağlayan çok esnek gövdeleri bulunmaktadır (Ghosh ve ark., 2012). İpliksi yapıda basit ve dallanmış yapıda olanların yanı sıra, ağaçsı ve yapraksı yapıda oldukça büyük talluslara sahip olan türleri de bulunmaktadır. Kahverengi alglerin tamamı çok hücrelidir. Büyük çoğunluğu denizel olup, kayalıklara, iskele gibi sabit objelere, deniz çayırları, hatta diğer alglere bağlı olarak bulunabilirler (Van den Hoek ve ark., 1995). Kahverengi algler çok değişken boyutlara sahip olan algler olup, bazı türlerinin uzunluğu 35-45 m’ye ulaşabilmektedir. En yaygın görülen cinsleri *Ascophyllum*, *Laminaria*, *Saccharina*, *Macrocystis*, *Nereocystis* ve *Sargassum*’dur (Murty ve Banerjee, 2012). Hücre çeperleri selüloz ve pektinden meydana gelmektedir. Genellikle kloroplastlar klorofil-a, azmiktarda klorofil-c, β

karoten, ksantofillerden olan fukoksantin içermektedir. Bu pigmentlerden fukoksantin klorofile baskın gelmesinden ötürü renkleri altın-kahverengi renkte görünmektedir (Van den Hoek ve ark., 1995). Kahverengi deniz algleri genel olarak biyolojik aktiviteye sahip önemli biyoaktif bileşik kaynakları olarak kabul edilmektedirler (Gupta ve Abu-Ghannam, 2011). Bu biyoaktif bileşikler; polisakkaritler, polifenoller (florotanninler) ve karotenoidler (fukoksantin) gibi maddelerdir. Kahverengi algler laminarin, fukoidan ve alginik asit gibi polisakkaritler yönünden zengin olup, kahverengi alglerden elde edilen bu polisakkaritler gıda, kozmetik, eczacılık gibi farklı endüstrilerde birçok farklı kullanım alanları bulmaktadır (Choudhary ve ark., 2021). Kahverengi algler aynı zamanda omega 3 (çoklu doymamış yağ asitleri) içerirler (Holdt ve Kraan, 2011). Bu biyoaktif bileşiklerin özellikle antioksidan, prebiyotik, antibakteriyel, antidiyabetik, kanser önleyici ve antikoagülan gibi etkilerinden ötürü deniz algleriyle ilgili araştırmalara son yıllarda ağırlık verilmiştir (O'sullivan ve ark., 2010).

Kırmızı algler kırmızı, menekşe rengi, esmer pembe, kırmızımsı kahve renkte görünmektedirler ve kromotoforları rodoplastlardır (Çolakoğlu, 1999). Kromotoforlarında klorofil-a,β-karoten ve çok az miktarda α-karoten bulunur, klorofil-b ve klorofil-c içermezler. Ksantofillerden lutein ve zeaksantin, fikobilinlerden de kırmızı renkli fikoeritrin ve mavi renkli fikosiyanin bulunmaktadır. Bu alglerin kırmızı renkte görünmesinin nedeni klorofilin fikoeritrin pigmenti tarafından maskelenmesinden ileri gelmektedir (Van den Hoek ve ark., 1995).

Kırmızı alglerin çoğunluğu denizeldir ve diğer fotosentetik organizmaların yaşadığı derinliklerden daha derinde yaşayabilirler (Van den Hoek ve ark., 1995). Tallusları ipliksi, silindirik, yapraksı veya disk şeklinde yassı olup etli bir yapıları vardır. Hücre çeperi iki tabakadan meydana gelmektedir ve iç tabaka selüloz, dış tabaka musilaj yapısı oluşturan pektinden oluşmaktadır. Bazı türlerinde çeperlerinde CaCO₃ birikimi gözlenmektedir. Kırmızı algler fotosentez ürünü olarak nişasta ile glikojen arasında bir yapı gösteren ve bir polisakkarit olan floridan nişastası oluştururlar (Çolakoğlu, 1999; Yurdakulol ve ark. 2004). Kırmızı alg cinslerinden *Kappaphycus* ve *Betaphycus* gıdalarda, özellikle yoğurt, çikolatalı süt ve pudinglerde yoğun olarak kullanılan bileşen karragenin önemli kaynağını oluşturmaktadırlar. Başta *Gracilaria*, *Gelidium* ve *Pterocladia* olmak üzere diğer kırmızı alglerden de elde edilebilen agar-agar pektin yapılı hücre duvarından elde edilmektedir. Mikrobiyolojide kültür elde etmek için kullanılan agar-agar diğer yandan tıp, eczacılık ve endüstri alanlarında da geniş çapta kullanıma sahiptir (El Gamal, 2009). Kırmızı alglerden olan *Porphyra* cinsi de Japonya'da nori olarak bilinen gıda maddesi olarak tüketilmektedir.

Yeşil algler hem tatlı sularda hem de denizlerde dağılım göstermektedir. Çok az sayıda tür denizlerin sığ bölgelerinde yaşamaktadırlar, çoğu tatlı sularda, bir kısmı da rutubetli topraklar üzerinde dağılım göstermektedirler. Ayrıca yüksek bitkiler üzerinde epifit (Bazı bitkiler diğer bazı bitkileri sadece konak olarak kullanırlar ve onlara zarar vermeden konum ve destek sağlamak için üzerlerinde büyür ve gelişirler. Toprakta kök yapmazlar. Böyle hayatını devam ettiren bitkilere

"epifit" adı verilir.) yaşayanları olduğu gibi mantarlar ile simbiyoz oluşturarak likenlerin yapısına katılan türleri de bulunmaktadır. Bu alglerin hücre çeperleri selülozdan oluşmaktadır ve depo besin ürünleri nişastadır. Tek veya çok hücreli yapıya sahiptirler, çok hücreli olanlar iplikli veya çeşitli şekillerde dallanmış yapılarda gözlemlenmektedirler. Fotosentetik pigmentleri klorofil-a, klorofil-b, yardımcı pigment olarak ksantofillerden lutein, zeaksantin, viplaksantin, neoksantin gibi pigmentleri bulundururlar (Van den Hoek ve ark., 1995). Bentik yeşil algler denizlerin kayalık kıyısız alanlarında özellikle intertidal zonun üst kısımlarında yoğun bulunurlar. Bu bölgelerde özellikle *Ulva*, *Enteromorpha* ve *Ulothrix* türleri yoğun bulunur. Bunlardan *Ulva* ve *Enteromorpha* Japonya'da gıda amaçlı kullanmak üzere yetiştirilmektedir (Van den Hoek ve ark. 1995).

Makroalglerin kimyasal kompozisyonu tür, hasat mevsimi, yetiştirme ortamı ve çevresel şartlara bağlı olarak önemli düzeyde çeşitlilik göstermektedir. Küçük bir coğrafi bölgede bile alglerin büyüme hızı ve kimyasal bileşimi hasat mevsimi, güneş ışığı, tuzluluk, denizin derinliği, bölgesel su akıntıları veya akuakültür tesislerine yakınlık gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Øverland ve ark., 2019).

Deniz yosunları çok değerli, yenilenebilir denizel kaynaklardır. Deniz yosunlarının potansiyel olarak değerli besinsel içerik yönünden zengin kaynaklar olduğu ve hidrokolloid ekstraksiyonu, gübreler, kozmetik ve farmasötik ekstraktlar, biyoyakıtlar gibi birçok farklı endüstriyel alanda kullanılabildiği bilinmektedir. Makroalglerde bulunan başlıca biyoaktif bileşikler polisakkaritler, proteinler, çoklu doymamış yağ asitleri, pigmentler, polifenoller ve mineraller gibi maddelerdir (Yalçın ve ark. 2020; Choudhary ve ark., 2021).

Makroalgler tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermelerine rağmen yağ içerikleri oldukça düşüktür. Makroalgler, karbonhidrat ve protein açısından oldukça zengindirler ve sağlıklı gıda kaynakları olarak bilinmektedirler. Makroalgler, tüm esansiyel amino asitleri; A, C, E ve B-kompleksi vitaminleri ve Na, Mg, P, K, I, Fe, Zn gibi mineral maddeleri bünyelerinde bulundurarak karada yetişen sebzelerden büyük ölçüde farklılık göstermektedir (Osman ve ark., 2011; Circuncisão ve ark., 2018).

Makroalgler genellikle, deniz suyu ile benzer mineral düzeylerine sahiptirler ve deniz suyundaki mineral içeriğine göre bu değerler de farklılık gösterebilmektedir (Cotas ve ark., 2020). Makroalglerin kalsiyum, magnezyum, sodyum, fosfor, potasyum gibi makroelement içerikleri ile çinko, demir, manganez, iyot, molibden, selenyum ve bakır gibi mikro element içeriklerini belirlemek için birçok çalışma (Ruperez, 2002; Polat ve Özoğul, 2009; Khairy ve El Sheikh, 2013) yapılmış olup, bu çalışmalar makroalglerin özellikle başta demir ve iyot olmak üzere zengin bir mikroelement kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Makroalglerin mineral içeriğinin birçok meyve ve sebzeye kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Zaragoza, 2015; Cabrita ve ark., 2016).

Makroalgler mükemmel bir protein kaynağı olarak düşünüldüğünden, protein ihtiyacını karşılamada makroalglerin zamanla hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarına alternatif oluşturabileceği düşünülmektedir (Garcia-Vaquero ve Hayes, 2016; Øverland ve ark., 2019). Diğer

tarafından, gelecekte üretilmesinde en çok sıkıntı yaşanacak besin kaynaklarının başında proteinlerin olabileceği öngörüldüğünden, bu açıdan da alglerin alternatif kaynaklar olarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bazı makro ve mikroalg türlerinin protein düzeylerinin, geleneksel protein kaynakları olan et, süt, yumurta ve soyadaki protein düzeylerine benzer olduğu bildirilmiştir (Bleakley ve Hayes, 2017). Kahverengi makroalglerin protein içeriğinin genel olarak düşük olduğu (kuru bazda %15'den düşük), yeşil algler ve özellikle de kırmızı alglerin (örneğin; *Porphyra* spp., *Pyropia* spp., *Palmaria palmata*, *Ulva* spp.) protein içeriğinin ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Wells ve ark., 2017; Øverland ve ark., 2019). Ayrıca makro ve mikroalglerin esansiyel aminoasit içeriklerinin de geleneksel kaynaklarla karşılaştırılabilir düzeyde olduğu, hatta daha üstün seviyede olduğu ortaya konulmuştur (Barka ve Blecker, 2016; Wells ve ark., 2017; Øverland ve ark., 2019). Protein üretiminde alglerin kullanılmasının verimlilik ve besin değeri açısından bazı avantajları da bulunmaktadır. Alglerin birim alan başına protein veriminin buğday ve baklagiller gibi kara bitkilerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiş olup, ayrıca alglerin tatlı suya ve ekilebilir alana ihtiyaç duymaması önemli bir avantaj olarak görülmektedir (Bleakley ve Hayes, 2017).

Makroalglerin lipid içerikleri düşüktür (%5-10, kuru ağırlık) buna rağmen (Maghraby ve Fakhry, 2015), çoklu doymamış yağ asitleri içeriği kara bitkileri ile benzer düzeyde veya daha yüksektir (Ragonese ve ark., 2014). Makro ve mikroalgler, yağ içerikleri nedeniyle biyoyakıt üretiminde de kullanılmaktadır (Maghraby ve Fakhry, 2015; Aratboni ve ark., 2019).

Dünyada artan nüfus için gerekli olan yaşam alanları ile besin üretimi için gerekli olan tarımsal alan ihtiyacı arasında rekabetin oluşacağı öngörülmektedir. Gelecekte endüstriyel üretimin daha da artmasının ormanların azalması, CO₂ salınımının ve çevresel zararlıların artması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkaracağı öngörülmektedir (Gerbers ve ark., 2013). Tüm bu sorunlar düşünüldüğünde toprağa bağımlı olmadan tatlı veya tuzlu sularda üretilebilen ve biyokütlesi çok büyük olan alglerin alternatif bir gıda kaynağı olabileceği düşünülmektedir. Birçok metaboliti sentezleyebilme yetenekleri ile doğal reaktörler olarak değerlendirilen algler, sahip oldukları yüksek besin içeriği ve biyoaktif bileşenler sayesinde fonksiyonel gıda olarak tanımlanmaktadır ve geleceğin gıdası olarak görülmektedir. Biyoaktif bileşenlerin sağladığı üstün özellikler, birçok kronik hastalık ve fonksiyonel bozukluğun önlenmesi ve hatta iyileştirilmesi açısından önemli avantajlar sağlayabilmektedir. Algler gıda veya gıda bileşeni olarak tüketildiğinde sağlığa olumlu etki gösterebildiği gibi alg kökenli biyoaktif bileşenler, tıp alanında da doğrudan değerlendirilebilmektedir (Holdt ve Kraan, 2011; Penalver ve ark., 2020). Algler gıda sektörü dışında tıp, eczacılık, tarım, hayvancılık, atık arıtma, kozmetik, biyodizel üretimi gibi birçok alanda kullanım imkânı bulmaktadır. Ülkemizde alglerin gıda olarak tüketimi yaygın olmamakla birlikte, denizlerimizde yenilebilir alg türleri bolca bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, ülkemiz Akdeniz kıyısında Mersin sahil şeridinde dağılım gösteren bazı makroalg türlerinin besinsel bileşimlerini belirlemek amacıyla makroalg örnekleri toplanmış ve elde edilen türlerde toplam protein, toplam lipid ve toplam kül miktarı ile yağ asidi analizleri yapılarak bu içeriklerin mevsimlere bağlı değişimleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada ve ülkemizde denizel makroalglerin biyokimyasal içerikleri konusuna çeşitli çalışmalar yapılmış olup, bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Wahbeh (1997), Ürdün'ün Akabe Körfezi'nde *Ulva lactuca*, *Enteromorpha compressa*, *Padina pavonica*, *Laurencia obtusa* türleri üzerinde yapmış olduğu lipid ve protein analizleri sonucunda lipid içeriği için en düşük ve en yüksek sırasıyla %2,4 ve %6,6, protein içeriği için sırasıyla %13,6 ve %24,5 sonucuna ulaşmıştır. Aynı türler üzerinde yapılan nem ve ham kül analizi sonucunda nem için en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla %78,5 ve %90,2, ham kül için en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla %23,1 ve %38,2 olarak bulunmuştur.

Norziah ve Ching (2000), Malezya'nın batı kısmında yer alan Balıkçılık Enstitüsünde kültüre alınan deniz yosunu *Gracilaria changgi* üzerinde yaptıkları bazı besin analizleri sonucunda bu tür için protein değerini %6,9, lipid değerini %3,3, ham kül değerini ise %22,7 şeklinde tespit etmişlerdir.

Cheung ve Wong (2000), Hong Kong'un kuzey kısmında yer alan Ma Wan, Lung Lok Shui ve Tung Ping Chau kıyısız kesimlerinden toplanan farklı makroalg türleri üzerinde gerçekleştirdikleri besinsel analizlerde protein değerleri %19,0 – %7,06 aralığında bulunmuştur. Aynı türler için lipid değerleri %1,42 - %1,64 arasında bulunurken, nem değerleri %9,95 - %10,9 arasında, ham kül değerleri ise %21,3 – %22,8 arasında bulunmuştur.

Smith ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada ticari olarak temin edilebilen dört makroalg türünün (*Macrocystis pyrifera*, *Undaria pinnatifida*, *Porphyra* ve *Ecklonia radiata*) besin bileşimi, doğadan toplanan altı tür (*Ulva stenophylla*, *Porphyra*, *Ecklonia radiata*, *Durvillaea antarctica*, *Hormosira banksii* ve *Undaria pinnatifida*) ile karşılaştırmıştır. Protein içeriği %6,1 ila %32,7 arasında değişirken, lipid içeriği %1,24-%3,3, kül içeriği ise %19,8-%28,43 arasında bulunmuştur. Ticari türlerde ise protein içeriği %9,78-%26,36, lipid içeriği %0,80- %3,13, kül içeriği ise %20,62-%42,87 aralıklarında bulunmuştur. Farklı zamanlarda veya yerlerde toplanan türler arasında ve farklı türler arasında besinsel bileşenler ve mineral içeriğindeki varyasyonun yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Abirami ve ark. (2011) Hindistan'ın Ramanath Apuram bölgesi ile Mandapan bölgesinden topladıkları *Kappaphycus alvarezii* ve *Ulva lactuca* ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu makroalglerde makro ve mikro besin, ağır metal, vitamin, fitokimyasal, antioksidan analizleri ile antimikrobiyal ve antibakteriyel etkinlik analizleri yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda *Ulva lactuca* türünün protein değerini %12,9; türünün lipid değerini %1,2; kül değerini %10,5 olarak bulmuşlardır.

Siddique ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Bangladeş St. Martin adasından toplanan iki subtropikal kırmızı deniz yosununun (*Hypnea pannosa* ve *Hypnea musciformis*) besinsel bileşimi ve aminoasit profili araştırılmıştır. Toplam protein (*H. pannosa* için

%16,31±0,72 (kuru ağı.) ve *H. musciformis* için %18,64±1,12) ve diyet lifi (*H. pannosa* için %40,59±0,95 (kuru ağı.) ve *H. musciformis* için %37,92±1,44) bu iki deniz yosununda en fazla bulunan besinsel bileşenler olarak bulunmuştur. Ham lipit, karbonhidrat ve külün ortalama değerleri (kuru ağırlık bazında) *H. pannosa* için sırasıyla %1,56±0,22; %22,89±1,26 ve 18,65±0,54 ve *H. musciformis* için sırasıyla %1,27±0,41; %20,60±1,68 ve %21,57±1,04 olarak bulunmuştur.

Ahmad ve ark. (2013) Malezya Sabah bölgesinde gerçekleştirdikleri çalışmada 15 makroalg ekstraktının besinsel bileşenleri ve toplam fenolik içeriklerini belirlemiştir. Taze makroalg örneklerinin nem içeriği %75,95 ile %96,03 arasında değişmiş ve en yüksek nem içeriği kırmızı alglerden *Laurencia* sp. de bulunmuştur. Protein içeriği kırmızı makroalg türlerinde %5,22 ile %17,28 (kuru ağı.) arasında değişmiş, bunu yeşil algler (%10,52 ile %13,24 kuru ağı.) ve kahverengi algler (%5,93 ile %7,78 kuru ağı.) takip etmiştir. Ham lif içeriği kahverengi alglerde %21,66 ile %34,71 (kuru ağı.) arasında değişirken, yeşil alglerde %11,29 ile %19,04 (kuru ağı.) ve kırmızı alglerde %5,23 ile %7,84 (kuru ağı.) aralıklarında bulunmuştur. Tüm makroalg örneklerinde toplam lipit içeriği çok düşük düzeylerde bulunmuştur (%0,15 ile %0,84 kuru ağı.). Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar, kahverengi alglerin (%0,51 ile %0,89 kuru ağı.) kırmızı (%0,18 ile %0,54 kuru ağı.) ve yeşil alglere (%0,15 ile %0,17 kuru ağı.) göre daha yüksek lipit içerdiğini göstermiştir.

Polat ve Özoğul (2013), Ülkemizin kuzeydoğu Akdeniz kıyılarından toplanan Kırmızı (*Jania rubens*, *Laurencia papillosa*, *Spyridia filamentosa* ve *Dasya rigidula*) ve kahverengi makroalglerin (*Padina pavonia* ve *Styopodium schimperi*) mevsimsel besinsel bileşenleri ve yağ asidi profillerini incelemiştir. Protein içeriği en düşük *L. papillosa* türünde %0,80 (yaş ağırlık) ile en yüksek %3,41 olarak *J. rubens* türünde (yaş ağırlık) bulunmuş olup, kışın enyüksek değere ulaşmıştır. En yüksek lipit düzeyleri *S. schimperi*; türünde (ilkbaharda %2,03, yazın %2,16), en düşük ise *S. filamentosa* türünde (ilkbaharda %0,08) bulunmuştur. En yüksek kül miktarı *J. rubens* türünde (%46,11–51,63) bulunmuştur. Diğer türlerde ise kül miktarı %2,28–16,57 aralığında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan makroalg türlerinin n-3 yağ asitleri açısından çok zengin olduğu sonucuna varılmıştır.

Balamurugan ve ark. (2013) Hindistan'ın Tamil Nadu kentinin güneydoğu kıyısında bulunan Pudumadam kıyı bölgesinden kırmızı alg çeşitliliğinin hâkim olduğu 2013 yılının Ocak ayında *Hypnea musciformis* örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda *H. musciformis* için protein değerini %12,15±1,34, yağ değerini %0,61±0,08; kül değerini %11,72±2,10 olarak bulmuşlardır. Balamurugan ve ark. (2013) *H. musciformis*'in yağ asidi bileşenlerinin en yüksek değerlerinin n-Heksadekanoik asit, miristik asit, oleik asit, 9-Oktadesenoik asit, 6-Oktadesenoik asit, heksadekanoik asit, etil ester, etil trikanoat ve oktadekanoik asit olduğunu tespit etmişlerdir.

Turan ve ark. (2015), Türkiye'nin kuzeydoğu Akdeniz kıyısındaki İskenderun Körfezi'nden topladıkları kırmızı (*Jania rubens*, *Laurencia papillosa*, *Laurencia obtusa*) ve yeşil (*Ulva lactuca*, *Codium fragile*) algleri analiz etmiştir. En yüksek protein içeriği *L. obtusa* (142,94±3,24 mg g⁻¹),

en düşük protein içeriği ise *J. rubens* türünde ($13,82 \pm 0,58$ mg g⁻¹) bulunmuştur. Makroalglerde maksimum karbonhidrat konsantrasyonu yeşil alg, *C. fragile* ($643,93 \pm 4,68$ mg g⁻¹), ardından yeşil alg, *U. lactuca* türünde ($506,69 \pm 9,19$ mg g⁻¹) bulunmuştur. Makroalgler içinde en yüksek kül içeriği *J. rubens* (%26.50) türünde, en düşük kül içeriği *Ulva lactuca* türünde (%12.37) saptanmıştır. Toplam fenolik içeriği ise $0,053 \pm 0,01$ ile $0,529 \pm 0,11$ mg g⁻¹ arasında değişmiş, maksimum fenolik madde içeriği *L. obtusa* türünde ($0,529 \pm 0,11$ mg g⁻¹) saptanmıştır. En yüksek klorofil-a ve karoten içeriği (sırasıyla $2,905 \pm 0,12$ ve $0,941 \pm 0,04$ mg g⁻¹) yeşil alg, *U. lactuca* türünde bulunmuştur.

Özgün ve Turan (2015), Türkiye'nin kuzeydoğu Akdeniz kıyısındaki İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren kahverengi alglerin toplam protein, toplam karbonhidrat, toplam fenolik madde ve pigment içeriklerini araştırmıştır. Toplam sekiz kahverengi alg türü (*Cystoseira barbata*, *Cystoseira corniculata*, *Cystoseira compressa*, *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonia*, *Sargassum vulgare*, *Stypocaulon scoparium*, *Stypopodium schimperi*) analiz edilmiştir. En yüksek protein içeriği *S. schimperi* türünde ($65,19 \pm 4,32$ mg g⁻¹), en düşük protein içeriği ise *C. compressa* türünde ($28,97 \pm 3,73$ mg g⁻¹) bulunmuştur. Makroalglerin karbonhidrat düzeyleri $12,25 \pm 1,60$ ila $47,92 \pm 5,66$ mg g⁻¹ arasında değişmiş, maksimum karbonhidrat düzeyi *D. dichotoma* türünde ($47,92 \pm 5,66$ mg g⁻¹) saptanmıştır. Toplam fenolik içerikleri $0,364 \pm 0,04$ ila $1,312 \pm 0,03$ mg g⁻¹ arasında değişmiş, maksimum fenolik madde içeriği *S. schimperi* türünde ($1,312 \pm 0,03$ mg g⁻¹) kaydedilmiştir. En yüksek klorofil-a ve karoten içeriği *S. schimperi* türünde (sırasıyla $4,09 \pm 0,60$ ve $0,536 \pm 0,05$ mg g⁻¹) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre incelenen makroalg türlerinin gıda, kozmetik vb. endüstrileri için potansiyel bir kaynak olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Arunkumar ve ark. (2015), 16 kırmızı ve 7 yeşil deniz yosununun kuru ağırlık, kül içeriği, toplam klorofil, yardımcı pigmentler, toplam karbonhidrat, toplam protein, toplam aminoasitler, toplam fenol gibi biyokimyasal içeriğini araştırmıştır. Kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa*, *G. edulis*, *Hypnea musciformis*, *H. valentiae*, *Gratelou pifilicina* ile, yeşil alglerden *Ulva lactuca* ve *Chaeto morphalinum* türlerinin yalnızca geleneksel hücre duvarı polisakaritlerinin ekstraksiyonu için değil, aynı zamanda gıda ve yemdeki diyet lifi, pigmentler, karbonhidratlar, protein ve amino asit takviyeleri gibi spesifik besinsel öğelerin kaynağı olarak da umut verici olduğu belirtilmiştir. Özellikle *Gracilaria verrucosa*, *G. corticata* var. *corticata*, *Acanthophora spicifera* ve *Chaeto morphalinum*, yalnızca besinsel takviyesi olmanın yanında aynı zamanda yağ asitleri ve biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. İncelenen türlerde protein içeriği % 9,2-37,7, lipid içeriği 27,42-78,76 (mg/g yaş ağı.), 9,4-39,6 (mg/g kuru ağı.) aralığında bulunmuştur.

İrkin ve Erdogan (2015) Çanakkale Boğazı'nda dağılım gösteren iki makroalg türündeki lipid ve protein içeriğinin mevsimsel ve coğrafik olarak gösterdiği değişimlerini araştırmıştır. Sonuçlara göre *Scystosiphonlo mentaria* türü için en yüksek protein düzeyi ($23,56 \pm 0,54$) Gelibolu'da, minimum protein düzeyi ($9,87 \pm 0,52\%$) Eceabat'ta bulunmuştur. Aynı türde en düşük

kül miktarı (%20,40±0,44) Eceabat'ta, en yüksek kül miktarı (%53,05±0,13) Gelibolu'da, en yüksek lipit miktarı (3,53±0,87%) Eceabat'ta, en düşük lipit miktarı (1,19±0,28%) ise İntepe'de bulunmuştur. *Palisada perforata* için en yüksek protein (%14,81 ± 0,73) ve lipit miktarı (%5,59±0,11) Eceabat'ta kış mevsiminde kaydedilmiştir. *P. perforata* türünde en düşük protein düzeyinin Yapıldak'ta (%7,74±0,34) yaz aylarında, en yüksek kül miktarının (%33,52±0,66) yine Yapıldak'ta kış mevsiminde, en düşük kül miktarının ise (22,47±0,86%) yaz aylarında Eceabat'ta bulunduğu bildirilmiştir.

Rasyid (2017) Endonezya'nın Pameungpeuk sularından toplayarak *Ulva lactuca*'nın besinsel bileşimi, vitaminleri, mineralleri ve ağır metal içeriği hakkında çalışma yapmıştır. Bu çalışmada *U. lactuca* türünün protein değerini %13,6, lipit değerini %0,19, kül değerini %11,2 olarak bulmuştur.

İsmail ve ark. (2017) İskenderiye'nin Doğu Limanı'ndan topladıkları dört *Ulva* türündeki morfolojik, genetik ve biyokimyasal çeşitliliği araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda *U. compressa* makroalginin protein değerlerini %22,056±1,01, lipit değerini %2,646±0,66, kül değerlerini %20,135±0,21 olarak tespit etmişlerdir.

Radha (2018) Hindistan Manamelkudi kıyılarında 2016-2017 döneminde gerçekleştirdiği çalışmada *Gracilaria salicornia* ve *Gracilaria edulis* türlerinin besinsel bileşimini belirlemiştir. Çalışmada Mart, Temmuz ve Kasım gibi farklı zaman aralıklarında makroalg örnekleri toplanmış ve tanımlanan deniz yosunları standart yöntemler kullanılarak besin ve mineral bileşimleri açısından analiz edilmiştir. Analizler sonucunda *G. Edulis* türünün karbonhidrat (%86,58), protein (%1,98), lipit (%0,86) ve lif içeriği (%1,49) yönünden *G. salicornia* türünden (karbohidrat: %76,18; protein: %1,86; lipit: %0,51; lif: %1,41) zengin olduğu bulunmuştur. Kül içeriği ise *G. salicornia* türünde daha yüksek (%19,2) bulunmuştur.

Metin ve Baygar (2018) yaptıkları çalışmada Muğla Akyaka Kadın Azmağı'ndan toplanan yeşil makroalg *Enteromorpha intestinalis*'in besinsel kompozisyonunu mevsimsel olarak belirlemiş ve gıda amaçlı kullanımını araştırmıştır. Kurutma işleminden sonra, *E. intestinalis* çay, çorba ve baharat şeklinde hazırlanmış ve duyu analizi için değerlendirilmiştir. Kuru materyalin besin kompozisyonu analizi sonucunda; yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında protein içeriği sırasıyla %13,42±1,31, %4,67±0,81, %6,29±0,99 ve %12,34±2,92 olarak bulunmuştur. Ham lipit içeriği mevsimsel olarak %0,02±0,01-%1,31±0,57 değerleri arasında belirlenmiş olup, en yüksek içerik yaz aylarında elde edilmiştir. Mevsimsel olarak incelenen nem değerleri %10,74±0,11-%12,15±0,18 arasında tespit edilmiştir. En yüksek kül içeriği ise ilkbaharda (%17,35±1,47) elde edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre elde edilen makroalg ürünlerinin Türk damak tadına çok yakın olmasa da, farklı içeriklerle çeşitlendirilmesinin kabul edilebilirlik düzeylerini arttırdığı bildirilmiştir.

El-Shenody ve ark. (2019), Mısır kıyılarından topladıkları üç makroalg türünün (*Dictyota dichotoma*, *Turbinaria decurrens* and *Laurencia obtusa*) kimyasal içeriklerini analiz etmişlerdir.

Analizler sonucunda her üç türde de karbonhidrat miktarının protein ve lipid miktarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Türler içinde *D. dichotoma*'nın nispeten yüksek protein içeriği (7.28 ± 0.25), orta düzeylerdeki karbonhidrat içeriği (25.35 ± 0.32) ve en yüksek antioksidant ve pigment içeriğinden dolayı besinsel içerik olarak diğer türlere göre daha değerli olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, özellikle *D. dichotoma* türünün potansiyel olarak besinsel ve farmasötik değeri olan ilginç bir kimyasal bileşime sahip olduğu bildirilmiştir.

Aras ve Sayın (2020) kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi'nden topladıkları makroalgler ile yaptıkları çalışmada, gelecekte geliştirilecek fonksiyonel ürünler için dört farklı makroalg türüne ait biyokimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite, yağ asidi kompozisyonu, besin maddesi bileşenleri ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) görüntülerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda *Ellisolandia elongata*'nın protein değerini 6.05 ± 0.03 ; lipid değerini 0.43 ± 0.09 ; kül değerini 76.75 ± 0.20 olarak tespit etmişlerdir.

Naz ve ark. (2022), İskenderun Körfezi'nden toplanan beş farklı makroalg türünün (*Chaetomorpha linum*, *Caulerpa prolifera*, *Pterocladia capillacea*, *Sargassum vulgare* ve *Ericaria amentacea*) ile deniz çayırlarından bir türün (*Halophila stipulacea*) biyokimyasal bileşimlerini (kül, lipid ve protein) incelenmiştir. Beş makroalgin en düşük ve en yüksek kül değerleri 12.19 ± 1.15 - 21.38 ± 1.53 olarak *C. prolifera* ve *E. amentacea* türlerinde bulunmuştur. En düşük ve en yüksek lipid değerleri 1.74 ± 0.19 ve 5.83 ± 0.68 olarak *C. prolifera* ve *E. amentacea* türlerinde bulunmuştur. Makroalg türlerinde en düşük ve en yüksek protein değerleri ise 5.56 ± 0.06 - 11.45 ± 0.53 (*C. linum* ve *S. vulgare* türlerinde bulunmuştur. Deniz çayırının (*H. stipulacea*) kül, lipid ve protein değerleri sırasıyla 14.56 ± 2.08 , 3.16 ± 0.48 , 8.11 ± 0.07 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, beş farklı makroalg ve bir deniz çayırı türünün biyokimyasal bileşimlerinin insan tüketimi için ticari olarak potansiyel kaynakların değerlendirilmesi açısından önemli olduğu, incelenen makroalglerin ve deniz çayırının biyokimyasal bileşimlerinin gelecekte hayvan yemi ve fonksiyonel gıdalara önemli katkılar sağlayabileceği bildirilmiştir.

Berik ve ark. (2022), Çanakkale Boğazı'ndan mevsimsel olarak toplanan deniz marulunun (*Ulva rigida*) besin içeriğinde meydana gelen mevsimsel değişimleri incelemiştir. Ayrıca, her mevsim toplanan örneklerden hazırlanan besinlerle farklı tüketim tercihlerine göre duyu özellikler belirlenmiştir. Çalışmada *U. rigida* türünde hem yaş hem de kuru örneklerinin ham besinsel bileşimi, amino asit ve yağ asidi içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulardan *U. rigida* türünün yüksek protein ve amino asit içeriğine sahip olduğu, protein içeriğinin yaş örnekte 8.55 - 13.60 , kuru örneklerde ise 15.78 - 25.98 arasında değiştiği bulunmuştur. Bununla birlikte türün düşük ham yağ oranına sahip olduğu, yağ oranının yaş örneklerde 0.46 - 0.85 , kuru örneklerde ise 1.81 - 4.53 arasında değiştiği saptanmıştır. Makroalg örneklerinden elde edilen besinlerden en beğenilen ürünün alg salatası olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta, *Ulva rigida* türünün besin içeriğinin ilkbaharda daha yüksek bulunduğu ve tüketiciler tarafından beğenilen ve bir gıda kaynağı olduğu bildirilmiştir.

Saygılı ve ark. (2022) Çanakkale, Muğla ve Antalya kıyılarından topladıkları sekiz makroalg türü (*Codium fragile*, *Ulva intestinalis*, *Chaetomorpha linum*, *Codium bursa*, *Ellisolandia elongata*, *Jania rubens*, *Amphiroa rigida* ve *Padina pavonica*) ile yaptıkları çalışmada *Ellisolandia elongata* 'nın protein değerini $5,218 \pm 0,082$; lipit değerini $0,190 \pm 0,063$; kül değerini $76,442 \pm 0,094$ olarak bulmuşlardır.

Neto ve ark. (2018) çalışmaları için kullandıkları makroalglerden *Gracilaria* sp., *Fucus vesiculosus*, *Ulva rigida* ve *Saccharina latissima* örneklerini Portekiz'in Aveiro bölgesinde bulunan ve karada su ürünleri yetiştiriciliğinde deniz yosunu üretimi ve bunların gıda ve kozmetik pazarlarında ticarileştirilmesi konusunda uzmanlaşmış bir şirket olan ALGAplus Lda'dan sağlamışlardır. İlk üç alg türü, tesiste karada yerleşik Entegre Çoklu Trofik Su Ürünleri Yetiştiriciliği altında üretilmiştir ve toplama sırasıyla Mart, Temmuz ve Ocak 2016'da yapılmıştır; *Saccharina latissima* ise Kuzey Fransa'da (Brittany) deniz yosunu yetiştiriciliğinde yetiştirilmiş, deniz altı paraketelerle 2015 yılının Nisan ayında hasat edilmiştir. Bu çalışmada *U. rigida* türünde protein değerini $\%9,3 \pm 0,5$, lipit değerini $\%0,9 \pm 0,1$, kül değerini $\%31,7 \pm 0,6$ olarak bulmuşlardır. *U. rigida* türünün doymuş yağ asitlerini mg/kg cinsinden $758,8 \pm 119,5$; doymamış yağ asitlerini $855,9 \pm 153,3$ olarak bulmuşlardır. Palmitik asit değerini $595,3 \pm 67,8$; Oleik asit değerini $410,2 \pm 60,7$; Linolenik asit değerini ise $261,9 \pm 31,3$ olarak tespit etmişlerdir.

Oucif ve ark. (2020) 2016 yılının Mayıs ayında Batı Cezayir'in Oran kıyısından gerçekleştirdikleri örneklemede *Cytoseira stricta*, *Cytoseira compressa*, *Corallina elongata*, *Enteromorpha compressa* ve *Ulva lactuca* türlerini toplayarak protein, lipit, yağ asitleri ve mineral analizleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda *C. elongata* türünün protein değerlerini $\%58,5 \pm 0,6$ (g/kg); makroalginin lipit değerlerini $\%6,4 \pm 0,3$ (g/kg); kül değerlerini $764,2 \pm 2,2$ (g/kg) olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar *C. elongata* türünde palmitik asit (C16:0) $\%40,17 \pm 0,16$, eikosapentaenoik asit (C20:5n-3) $\%15,82 \pm 0,16$, araşidonik asit (C20:4n-6) $\%11,95 \pm 0,14$ olarak bulmuşlardır.

Yüce tepe ve ark. (2023), ülkemizin Akdeniz ve Ege kıyılarından topladıkları kahverengi alglardan *Halopteris scoparia*, *Padina pavonica*, *Zanardinia typus*, *Cladostephus spongiosum*, *Sargassum vulgare* ve *Sargassum acinarium* türlerinin yağ asidi, karbonhidrat ve mineral profilleri ve besinsel bileşenlerini incelemiştir. Sonuçlara göre, tüm makroalglerin kül ve toplam karbonhidrat içerikleri kuru ağırlık olarak sırasıyla $\%20,79$ ila $\%53,49$ ve $\%15,32$ ila $\%55,13$ arasında değişmiştir. Protein, lipit ve ham lif içerikleri sırasıyla $\%4,22$ ile $\%9,89$ ka, $\%0,25$ ile $\%0,90$ ve $\%12,28$ ile $\%16,01$ (kuru ağırlık) arasında değişmiştir. En yüksek protein içeriği *C. spongiosum* türünde bulunurken, en düşük protein içeriği *Z. typus* türünde saptanmıştır. En yüksek lipit içeriği *P. pavonica* türünde bulunurken, en düşük lipit içeriği *S. vulgare* türünde bulunmuştur. Palmitik asit ($\%29,36$ - $48,55$ kuru ağırlık) ve oleik asit ($\%8,92$ - $20,92$ kuru ağırlık) tüm kahverengi alglarda yüksek düzeylerde bulunmuş, ayrıca, önemli düzeyde (toplam yağ asidi içeriğinin $\%51,87$ - $69,56$ 'sı) doymuş yağ asitleri de içerdikleri de belirtilmiştir.

Hayee-Memon ve ark. (1992) 1986 ve 1987'nin ekim-mart ayları arasında Pakistan'ın Karachi kıyılarından topladıkları *Hypnea musciformis*, *H. pannosa* ve *H. valentiae* makroalgleri ile yaptıkları çalışmada *H. musciformis* için toplam doymuş yağ asidi miktarını (total SFA) %89,54; toplam doymamış yağ asidi miktarını ise %10,40 olarak bulmuşlardır.

Awad ve ark. (2003) İskenderiye'deki Stanly sahilinden Aralık, Mart ve Temmuz aylarında topladıkları *Corallina officinalis* örnekleri ile yaptıkları çalışmada türün doymuş yağ asitleri (total SFA) oranlarını %50,29, %42,56 ve %41,77 olarak bulmuşlardır. Tekli doymamış yağ asitleri (total MUFA) oranlarını %9,99, %12,52 ve %21,9 olarak belirtmişler; çoklu doymamış yağ asitlerini (total PUFA) ise %29,22, %36,42 ve %32,04 olarak belirtmişlerdir.

Trigui ve ark. (2013) Tunus'un Sidi Mansour Sfax bölgesinden 2008 Eylül ile 2009 Ağustos ayı arasında 12 ay boyunca aylık olarak makroalg *Ulva rigida* örnekleri toplamışlardır. Çalışma sonunda *U. rigida* türünde en çok bulunan yağ asitleri palmitik asit, oleik asit ve linolenik asit olduğunu bulmuş, tespit edilen yağ asitleri arasında doymamış asitlerinin toplam bileşimin %40,18'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Caf ve ark. (2015), Antalya kıyılarından topladıkları yeşil alglerden *Ulva lactuca* ile kahverengi alglerden *Taonia atomaria* ve *Padina pavonica* türlerinin antioksidan aktivitelerini, vitamin ve yağ asidi (FA) kompozisyonunu belirlemişlerdir. Palmitik asit (C16:0) en bol bulunan doymuş yağ asidi olmuş (%21-41), yeşil algler palmitik asit (C16:0) (%41.68) açısından zengin bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA'lar) ana bileşenler olarak bulunmuş (%39,81-42,89), *U. lactuca* için toplam MUFA içeriği %40,63, *P. pavonica* için %42,89 ve *T. atomaria* için %38,81 olarak belirlenmiştir. Oleik asit (C18:1 n-9), analiz edilen tüm türlerde en bol bulunan MUFA olmuştur. *T. atomaria* türünde eikosapentaenoik asit (C20:5 n-3) ve araşidonik asit (C20:4 n-6) önemli düzeylerde bulunmuştur. *P. pavonica* ve *T. atomaria* türlerinde benzer miktarlarda C18 ve C20 PUFA içeriği bulunmuştur. *T. atomaria* türünde PUFA/SFA oranı %1.10, *U. lactuca* türünde %0,26 ve *P. pavonica* için %0,68 olarak belirlenmiştir. İncelenen her üç türde de α - tokoferol miktarının diğer lipofilik vitaminlerden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, bu makroalg türlerinin gıda endüstrisinde besin kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Kamal ve ark. (2023), Mısır'da El Qusier, Marsa Alam ve Safaga olmak üzere üç bölgeden 2017 yazından 2018 baharına kadar olan zaman aralığında makroalg örnekleme yapmıştır. Toplanan tüm makroalgler arasında *Caulerpa prolifera* (yeşil makroalg), *Acanthophora spicifera* (kırmızı makroalg) ve *Cystoseira myrica*, *Cystoseira trinodis* ve *Turbinaria ornata* (kahverengi makroalg) en baskın makroalg türleri olarak bildirilmiştir. Bu makroalgler morfolojik ve moleküler (18s rRNA) seviyelerde tanımlanmış, daha sonra makroalg mineralleri ve biyokimyasal bileşimdeki mevsimsel değişimler belirlenmiştir. İncelenen beş makroalg türünde sekiz doymuş yağ asidi (SFA), altı tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve iki çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) dâhil olmak üzere toplam 16 ayrı yağ asidi tanımlanmış ve ölçülmüştür. Palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitler, tüm makroalg türlerinde en bol bulunan doymuş yağ asitleri olmuş ve yaz

mevsiminde yüksek konsantrasyonlar ölçülmüştür. *T. ornata* türü hariç, incelenen tüm makroalglerinde yaz mevsiminde en fazla MUFA içeriği oleik asit (C18:1) için kaydedilmiştir. Mineraller kış mevsiminde makroalglerden *C. prolifera*, *A. spicifera* ve *T. ornata*'da daha fazla birikirken, yaz mevsiminde hem *C. myrica* hem de *C. trinodis*'te birikmiştir. Yaz mevsiminde toplam şeker, amino asit, yağ asitleri ve fenolik içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yaz aylarında toplanan makroalglerin besinsel içeriğinin kış mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmiş, farklı besin maddeleri ve metabolitlerin elde edilebilmesi için makroalglerin ilgili mevsimlerde toplanması önerilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Makroalgler

Çalışmamızda Mersin İlinin Tömük-Silifke arasındaki sahil bölgesinde dağılım gösteren yeşil alglerden *Ulva rigida* ve *Ulva compressa*, kırmızı alglerden *Hypnea musciformis* ve *Ellisolandia (Corallina) elongata* olmak üzere dört farklı makroalg türü kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Analiz için seçilen makroalg türlerinin sistematik özellikleri

				
Şube	Chlorophyta	Chlorophyta	Rhodophyta	Rhodophyta
Sınıf	Ulvophyceae	Ulvophyceae	Florideophyceae	Florideophyceae
Takım	Ulvales	Ulvales	Gigartinales	Corallinales
Familya	Ulvaceae	Ulvaceae	Cystocloniaceae	Corallinaceae
Tür	<i>Ulva rigida</i>	<i>Ulva compressa</i>	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Ellisolandia elongata</i>

3.1.1.a. *Ulva rigida* C.Agardh 1823

Yeşil algler grubunda yer alan *Ulva* farklı ortam şartlarına adapte olabilen bir makroalgdir. *Ulva rigida* ülkemiz kıyılarında özellikle sığ ve kayalık bölgelerde besleyici elementlerin bol olduğu kesimlerde doğal olarak bulunan kozmopolit bir türdür (Cirik ve Cirik, 1999; Cirik, 2001). Stresli koşullara toleransları yüksektir. Sap şeklindeki kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmı oldukça geniştir. Tallusları yassılaştırmış olup, şekil ve boyut olarak değişkenlik gösterebilir. Sağlam bir dokuya sahip olan canlı yeşil renkteki tallus, iki hücre katmanlı kalınlığındadır (Faria ve ark., 2020). Tuzluluğa dayanıklı bir tür olup, hem tuzlu hem de acı sularda görülebilir. Kayalıklara, ahşap materyallere ya da diğer alglerin üzerine tutunmuş halde bulunurlar ve geniş bir dağılım gösterirler (Abbott ve Hollenberg, 1976). *Ulva* türlerinin dünyada toplanan yeşil alglerin % 25'ini oluşturduğu tespit edilmiştir (Padua ve ark. 2004). Değerli besinsel içeriğinden dolayı besin olarak tüketilebilmektedir. *Ulva* türleri yüksek miktarlarda yağ asitleri, B₁₂ vitamini, iz elementler ve ulvan adı verilen karbohidratları içermektedir. Bundan dolayı taze ya da kurutulmuş halde gıda olarak kullanılabilir (Berik ve ark. 2022).

3.1.1.b. *Ulva compressa* Linnaeus 1753

Ulva compressa, Ulvaceae familyasından olup, Kuzey Amerika, Akdeniz, Afrika ve Avustralya'da bulunabilen bir makroalg türüdür. Tallusları boru şeklinde, ana eksenin üst kısmı sıkıştırılmış, tabana doğru sivrilmiş bir yapıya sahiptir ve tallus genellikle dallanmıştır. Dallar sıkıştırılmış, tabanda daralmış ve distale doğru genişleme gösterir (Abbott ve Hollenberg, 1976). Bu tür deniz ve nehir ağzı ekosistemlerinde geniş bir coğrafik dağılım göstermekte olup, ötrofik koşullarda hızlı çoğalır. *U. Compressa* sıcaklık, tuzluluk, ışık miktarı, dalga etkileri ve besin içeriğindeki değişimlere bağlı olarak büyük morfolojik çeşitlilik göstermektedir (Liu ve ark., 2020). Bu tür zengin bir protein kaynağıdır. Başta kalsiyum ve potasyum olmak üzere mineraller, esansiyel aminoasitler ve yağ asitleri içermektedir (Hyderali ve ark. 2019).

3.1.1.c. *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux 1813

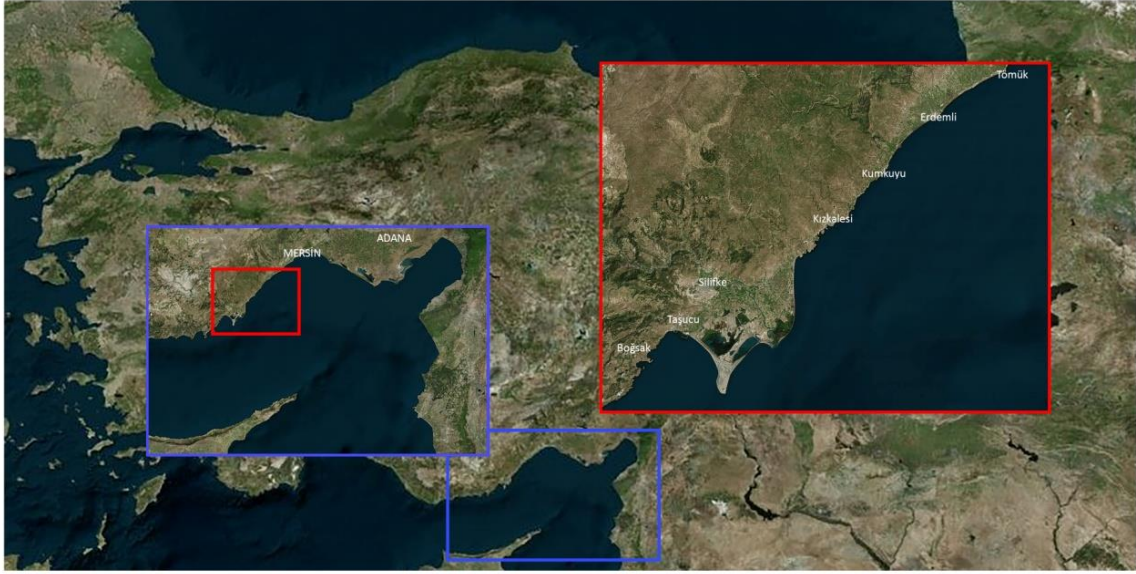
Uçlara doğru giderek daha incelen ince silindirik dallardan oluşan 30 cm'ye kadar uzayabilen kümeler halinde bulunan bir türdür. Bu alglerin en karakteristik özelliği, dal uçlarının çoğunun yassılaştırmış kancalarla bitmesi ve dış kıvrımlarından küçük dalcıkların ortaya çıkmasıdır (Littler ve ark., 1989). Genellikle kırmızı renktedirler, ancak yüksek ışıklı ortamlarda veya besin açısından fakir sularda sarımsı kahverengi olabilir. Bu tür, çoğunlukla sığ bölgelerdeki kayalara yapışık veya diğer algler üzerinde epifitik olarak bulunur. *H. musciformis*, tüm dünyada coğrafik olarak geniş bir dağılım gösterir. *H. musciformis*, Akdeniz, Filipinler, Hint Okyanusu, Karayipler ve Uruguay'ı kapsayan oldukça geniş bir yayılım alanı bulunmaktadır. Karrageenan üretimi için kullanılan ekonomik değere sahip bir türdür (Nauer ve ark. 2014). Yüksek κ -karrageenan verimi, hızlı büyüme oranı ve farklı çevre koşullarına toleransı nedeniyle potansiyel olarak elverişli bir tür olarak kabul edilmektedir (Vázquez-Delfin ve ark. 2013).

3.1.1.d. *Ellisolandia elongata* (J.Ellis&Solander) K.R.Hind&G.W. Saunders 2013

Beyazımsı pembe ile kırmızımsı leylak arası renkte, kalsifiye olmuş, yapraksı yapıları eklemlili, balık kılçığı benzeri düzenlenmiş yapıda olup, 50 mm yüksekliğe kadar uzayabilen bir türdür. *E. elongata* türü *Corallina officinalis* türüne göre daha bol ve düzenli dallanma gösterir (Guiry ve Guiry, 2017). *E. elongata* türünün yapraksı yapıları termal stres, kuruma, buruşma ve otlatma gibi fiziksel etkilere kabuklu kısımlara göre daha az dirençlidir (Nannini ve ark. 2015). Sığ kıyı sularında yüksek kalsiyum karbonat üretimi ile karbon ve karbonat döngüsü açısından önem arz etmektedir (Martin ve ark. 2007). Hücre duvarlarında kalsit biriktirebildikleri gözlemlenmiştir (Borowitzka, 1989). Kayalıklarda, açıkta kalan kıyılarda, intertidal bölgenin altlarında bulunur ve geniş bir dağılım gösterirler (Guiry ve Guiry, 2017; Aleem, 1993). *E. elongata*, Kuzey-Batı Üremeleri Şubat-Mart-Haziran ayları arasında görülür (Nannini ve ark. 2015).

3.1.2. Çalışma Alanı

Örneklemler, Mersin İli, Tömük-Silifke arasındaki sahil şeridinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Mersin İli ülkemizin kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer almakta olup, 321 km'lik uzun bir sahil şeridine sahiptir. Mersin Körfezi çevresi yerleşimin ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak bulunduğu bölgelerdir. Mersin Körfezi kıyısında büyük kapasiteli bir liman, çeşitli endüstriler ve yoğun yazlık siteler bulunmaktadır. Körfezden batıya doğru gidildikçe karasal etkilerin azalması ve kıyı açık etkileşiminin fazla olması nedeniyle ekolojik su kalitesi artmaktadır.

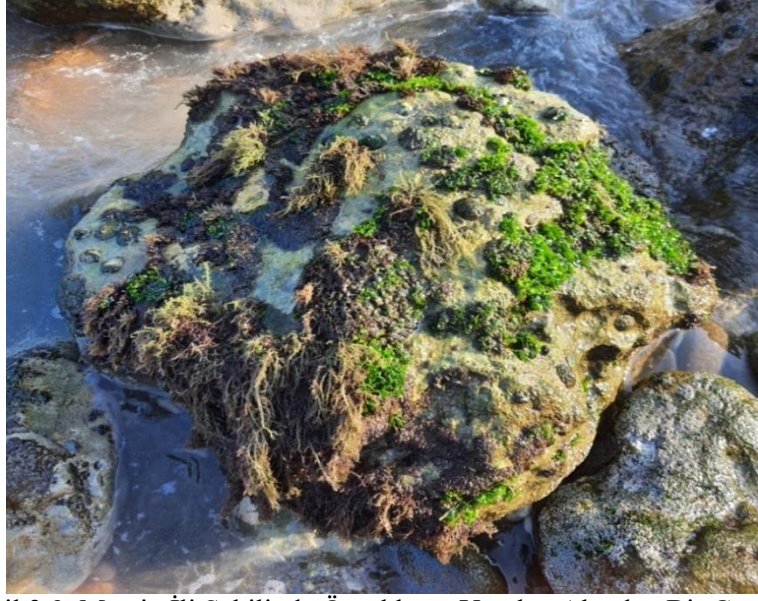


Şekil 3.1 Akdeniz Kıyısı Mersin İli Sahili Örnekleme Alanı

3.2. Metot

3.2.1. Makroalg Örneklerinin Toplanması ve Analizler için Hazırlanması

Makroalg örneklemeleri ülkemizin kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan Mersin İli sahil şeridinde 2021 yaz ve 2022 ilkbahar dönemleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklemeler için Tömük-Silifke arasındaki sahil şeridi taranmış, örnekler bu hat üzerinde üst infralittoral bölgeden makroalglerin yoğun bulunduğu kayalık alanlardan yapılmıştır (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Toplanan makroalg örnekleri önce deniz suyu ile yıkanarak üzerindeki yabancı maddelerden arındırılmış, plastik poşetlere konulan örnekler herhangi bir kimyasal madde eklenmeden laboratuvar ortamına taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler, üzerinde bulunan olası kalıntılardan ve içerdiği tuzdan arındırılmak için saf su ile yıkanmış ve kurutma kâğıdı üzerinde bekletilerek fazla suyu uzaklaştırılmıştır. Makroalg örnekler analizleri yapılincaya kadar -18°C de saklanmıştır. Makroalg örnekleri etüvde 45°C'de kurutulup, öğütülerek analizlere hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Mersin İli Sahilinde Örnekleme Yapılan Alandan Bir Görüntü



Şekil 3.3. Mersin İli Sahilinde Örnekleme Yapılan Alandan Bir Görüntü

3.2.2. Ham Kül Analizi

Makroalg örneklerinin ham kül tayini AOAC (935.47,1998) metoduna göre yapılmıştır. Örnekler, yakma fırınına yerleştirilerek 550°C’de, 5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa ulaşınca kadar) yakılmıştır. Daha sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartımları gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Analiz sonucunda makroalgörneklerine ait ham kül (%) oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham kül miktarı (\%)} = \frac{[\text{Son tartım (g)}] - [\text{İlk tartım (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$



Şekil 3.4. Yakma fırınından çıkarılan örnekler

3.2.3. Ham Protein Analizi

Makroalg örneklerindeki ham protein oranı Kjeldahl metoduna (AOAC 981.10, 1998) göre analiz edilmiştir. Homojenize edilen örnekten Kjeldahl tüpleri içerisine 1’er g koyularak, üzerine 2 adet kjeldahl tablet ve 20 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Tüplerin içerisindeki örnek yeşil-sarı saydam bir renk oluşturuncaya kadar 420 °C’de 3 saat süreyle yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve soğuma gerçekleştikten sonramakroalgörneğinin bulunduğu tüpün içerisine 75 ml su eklenmiştir. Kjeldahl cihazına kjeldahl tüpleri ile destilat yakalama kısmına da 25 ml % 40’lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen yerleştirilmiş % 40’lık NaOH ile 6 dakika destilasyon işlemi yapılmıştır (Şekil 3.5). Destilasyon sonunda erlen içerisindeki destilat 0.1 M HCl ile açık mor renk alana kadar titre edilmiştir (Şekil 3.6). Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla makroalg örneklerindeki protein miktarları hesaplanmıştır.

$$\%N = \frac{14.1 \times (A-B) \times M}{g \times 10} \times 100$$

% Protein=%N x 6.25

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g: Örnek miktarı



Şekil 3.5. Protein analizinde örneklerin titrasyon için hazırlanması



Şekil 3.6. Protein analizinde titrasyon sonrası örneklerin görseli

3.2.4. Lipit Analizi

Makroalg örneklerinde lipit analizi klasik soxhlet ekstraktöründe (Şekil 3.7) gerçekleştirilmiştir. Örneklerden 5'er gram tartılarak düzeneğe gerekli miktarda çözücü eklenmiştir. Ekstraksiyon işlemi 3-5 saat süreyle devam etmiştir. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak dietil eter kullanılmıştır. İşlem tamamlandıktan sonra çözücü su banyosunda uçurulmuş; daha sonra 30 dakika etüvde bekletilmiştir. Makroalg örneklerindeki yağ verimi kuru madde bazında hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Lipit analizinde kullanılan klasik soxhlet ekstraktörü

3.2.5. Yağ Asitleri Analizleri

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4 mL 2M'lık KOH ve 2 mL n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası gaz kromatografisi (GC)'inde (Şekil 3.8) analiz için alınmıştır. Yağ asidi analizi, bir gaz kromatografi (GC) Clarus 500 cihazı (Perkin–Elmer, USA), bir adet alev iyonizasyon detektörü ve SGE (60 m Length x 0.32 mm I.D. x 0.25 Film BPX70, USA) kapillar kolonu kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220 °C 'ye sonra 260 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 8 dakika 140°C'de tutulmuştur. Sonrasında her dakika 4 °C arttırılarak 220 °C'ye kadar, 220 °C'den 230 °C'ye de her dakika 4°C arttırılarak getirilmiştir ve burada 15 dakika tutularak analiz 45.50 dakikada tamamlanmıştır. Numune ölçüsü 1 µl ve taşıyıcı gazda 26.9 psi'de kontrol edilmiştir. Split 1:40 oranında kullanılmıştır. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME mix (Supelco) karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.



Şekil 3.8. Yağ asitleri analizinde kullanılan gaz kromatografisi

3.2.6. İstatistiksel analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz öncesinde varyans homojenliği varsayımını kontrol etmek amacıyla Levene test kullanılmış, normallik varsayımı ise Shapiro-Wilk Test kullanılarak analiz edilmiştir. Varyans homojenliği varsayımının karşılanmaması halinde Welch düzeltmesi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler R hesaplama ortamında “onewaytest” isimli paket kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi ile t testi kullanılmıştır. (Dag ve ark., 2018; R Core Team, 2024).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan makroalg örneklerinde protein, lipit, kül ve yağ asidi içeriklerinin mevsimsel değişimi belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.1-Tablo 4.8 'de verilmiştir. Ayrıca her bir tür için çalışılan parametrelerin mevsimlere göre değişimi Şekil 4.1- Şekil 4.12 de verilmiştir.

4.1. *Ulva rigida* Makroalginin Besinsel İçeriği

Ulva rigida türünde protein değerleri sonbahar döneminde $20,26 \pm 0,34$; kış döneminde $24,55 \pm 0,34$ olarak bulunmuştur. İlkbahar döneminde ise $25,43 \pm 0,26$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.1). Yaz döneminde *Ulva rigida* türüne rastlanmamıştır (Çizelge 4.1). Kış ve ilkbahar döneminde birbirine yakın değerler bulunurken, sonbahar döneminde protein oranının düştüğü gözlemlenmiştir. Protein değerleri yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Berik ve ark. (2022) Çanakkale Boğazı'ndan toplanan *U. rigida* makroalginde besinsel içeriğin mevsimsel değişimini araştırmış, kış mevsiminde protein değerlerini $15,78 \pm 0,63$; ilkbahar mevsiminde $25,98 \pm 0,12$; yaz mevsiminde $20,65 \pm 1,03$ ve sonbahar mevsiminde $17,93 \pm 0,15$ olarak tespit etmişlerdir. Neto ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada *U. rigida* türünde protein değerini $9,3 \pm 0,5$ olarak bulmuşlardır. İrkin ve Erduğan (2014) Çanakkale Boğazı'nın farklı lokasyonlarından farklı mevsimlerde toplanan *U. rigida*'nın protein içeriğini $4,81$ ila $21,21$ arasında bulmuş, protein değerinin yaz döneminde en yüksek seviyeye ulaştığını bildirmişlerdir. Rasyid (2017) yaptığı çalışmada *Ulva lactuca* türünün protein değerini $13,6$ olarak bulmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında *U. rigida* türünün protein değerinin Berik ve ark. (2022) tarafından bulunan sonuçlar ile benzer bulunduğu Neto ve ark. (2018) ve Rasyid (2017) 'in sonuçlarına göre ise daha yüksek bulunduğu gözlenmiştir.

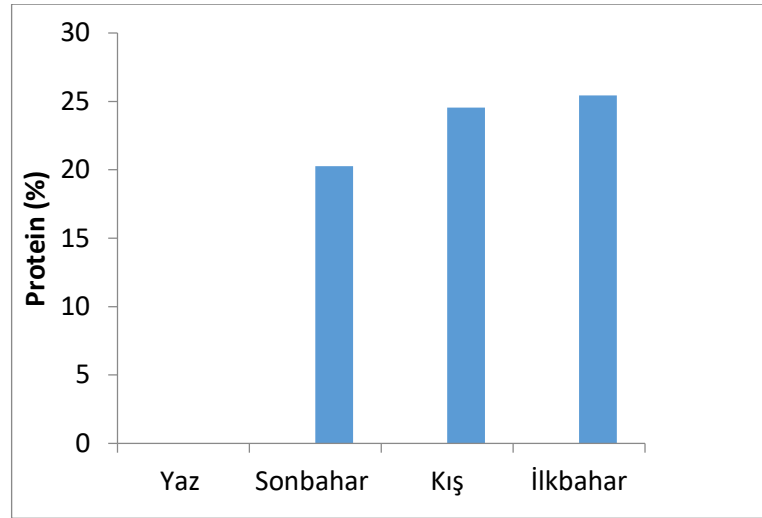
Ulva rigida türünde lipit değerleri sonbahar mevsiminde $0,78 \pm 0,11$; kış mevsiminde $1,67 \pm 0,27$ ilkbahar döneminde ise $0,49 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.2). Mevsimlere göre elde edilen değerler dikkate alındığında kış mevsiminde lipit değerinin en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Berik ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *U. rigida* makroalginin lipit değerlerini kış mevsiminde $1,81 \pm 0,21$; ilkbahar mevsiminde $4,53 \pm 0,60$; yaz mevsiminde $3,32 \pm 0,04$ ve sonbahar mevsiminde $2,19 \pm 0,03$ olarak bulmuşlardır. Berik ve ark. (2022) en yüksek lipit değerini ilkbahar mevsiminde bulmuşlardır. İrkin ve Erduğan (2014) Çanakkale Boğazı'nın farklı lokasyonlarından farklı mevsimlerde toplanan *U. rigida*'nın yağ içeriklerinin mevsimsel olarak $0,1$ ile $5,9$ arasında değiştiğini, kışın en düşük, sonbaharda ise en yüksek yağ değerlerinin elde edildiğini bildirmiştir. Neto ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *U. rigida* türünün lipit değerini $0,9 \pm 0,1$ olarak bulmuşlardır. Rasyid (2017) yaptığı çalışmada *Ulva lactuca* makroalginin lipit değerini $0,19$ olarak tespit etmiştir. Araştırmamızda *U. rigida* için bulduğumuz mevsimsel lipit değerleri daha önce yapılmış çalışmalarla kıyaslandığında ise bazı çalışmalara göre daha düşük

değerler bulunurken, bazı çalışmalarda bulunan sonuçlara benzer olduğu görülmüştür. Farklı çalışmalarda lipit içeriğinde görülen farklılıkların türün fizyolojik durumuyla ilgili olabileceği gibi, su kalitesine, lokaliteye ve iklimsel özelliklere göre de farklılık gösterebileceği görülmektedir.

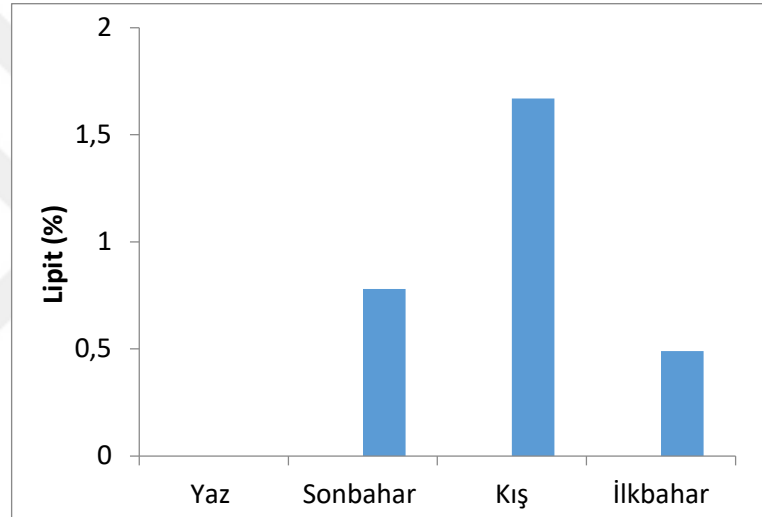
Ulva rigida türünün kül değeri sonbahar döneminde $29,81 \pm 5,51$; kış döneminde $16,63 \pm 0,6$ ve ilkbaharda $13,70 \pm 0,33$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.3). Mevsimlere göre elde edilen değerler incelendiğinde en yüksek kül içeriğinin sonbahar döneminde bulunduğu tespit edilmiştir. Kül değerleri yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Tablo 4.1). Berik ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *U. rigida* makroalginin kül değerlerini kış mevsiminde $24,36 \pm 0,64$; ilkbahar mevsiminde $28,54 \pm 0,06$; yaz mevsiminde $21,63 \pm 1,01$ ve sonbahar mevsiminde $25,88 \pm 0,09$ olarak bulmuşlardır. Neto ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *U. rigida* makroalginin kül değerini $31,7 \pm 0,6$ olarak tespit etmişlerdir. Rasyid (2017) yaptığı çalışmada *Ulva lactuca* makroalginin kül değerini $11,2$ olarak bulmuştur. *Ulva rigida* için bulunan kül değerleri daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, Rasyid (2017) tarafından bildirilen kül değeri daha düşük iken, diğer çalışmalarda bulunan sonuçların bu çalışmada bulunan değerlere benzerlik gösterdiği görülmüştür. Berik ve ark. (2022) kül değerlerinin ilkbaharda artış sebebini karların erimesi ve yağışların başlamasıyla denizdeki besin tuzu miktarının artması ve alglerin besin tuzlarını vakuollerinde depolamasından kaynaklandığı şeklinde değerlendirmişlerdir. Neto ve ark. (2018) ham lipit ekstraksiyonunda farklı ekstraksiyon solventlerinin kullanılması (örn. hafif petrol yerine kloroform/metanol) ve/veya mevsimsel ve coğrafi faktörlere ilişkin farklılıklar nedeniyle sonuçların farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Rasyid (2017) türe özgü farklılıkların yanı sıra, coğrafi konum ve çevre koşullarının makroalgin besin bileşimlerini etkilediği sonucuna varmıştır.

Çizelge 4.1. *Ulva rigida* makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları

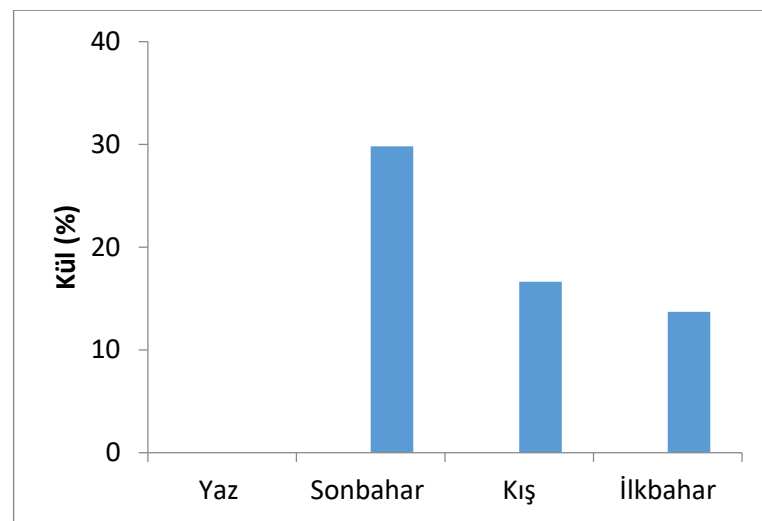
<i>Ulva rigida</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Protein (% , kuru ağı.)	-	$20,26 \pm 0,34^a$	$24,55 \pm 0,34^b$	$25,43 \pm 0,26^b$
Lipit (% , kuru ağı.)	-	$0,78 \pm 0,11^a$	$1,67 \pm 0,27^a$	$0,49 \pm 0,03^a$
Kül (% , kuru ağı.)	-	$29,81 \pm 5,51^{ab}$	$16,63 \pm 0,6^a$	$13,70 \pm 0,33^b$



Şekil 4.1. *Ulva rigida* makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.2. *Ulva rigida* makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.3. *Ulva rigida* makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi

4.2. *Ulva rigida* Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği

Ulva rigida türünün yağ asidi içeriği SFA>MUFA>PUFA şeklinde bulunmuştur. En yüksek içerikler olarak palmitik asit (C16:0), miristik asit (C14:0), stearik asit (C18:0) ve laurik asit (C12:0) bulunmuştur. En yüksek palmitik asit değeri kış mevsiminde $25,14 \pm 1,29$ olarak bulunmuştur. En yüksek miristik asit değeri ise sonbaharda toplanan örneklerden $20,47 \pm 0,47$ olarak bulunmuştur. En yüksek stearik asit değeri kış mevsiminde $14,68 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur. En yüksek laurik asit değeri ise ilkbahar mevsiminde $9,32 \pm 0,11$ olarak bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asidi (total SFA) miktarı ilkbaharda %64,54; sonbaharda %65,34 ve kış mevsiminde ise %53,91 olarak belirlenmiştir. En yüksek tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı %11,94 olarak kış mevsiminde bulunurken, en yüksek çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı % 9,31 olarak ilkbaharda tespit edilmiştir. Toplam n6 ve n3 miktarları sırasıyla % 5,42 ve % 3,9 olarak ilkbahar mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur.

Berik ve ark. (2022) *U. rigida* makroalginin yağ asitlerinden 14 adedinin doymuş yağ asitleri (SFA), 18 adedinin ise doymamış yağ asitleri (UFA) olduğunu bulmuşlardır. Palmitik asitin (C16:0) doymuş yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asidi olduğunu ve doymuş yağ asitleri toplamının %60-70'ini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Alg örneklerinin tekli doymamış yağ asitleri toplamının ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek, ilkbaharda ise en düşük miktarlarda olduğunu belirtmişlerdir. *Ulva rigida* örneklerinde en yüksek miktarda bulunan tekli doymamış yağ asidinin palmitoleik asit (C16:1) olduğunu, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) kompozisyonunun ise; yaz mevsiminde en yüksek oranda, kış mevsiminde ise en düşük oranlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Neto ve ark. (2018) yaptığı bir çalışmada *U. rigida* türünün doymuş yağ asitlerini mg/kg cinsinden $758,8 \pm 119,5$; doymamış yağ asitlerini $855,9 \pm 153,3$ olarak bulmuşlardır. Ayrıca, palmitik asit değerini $595,3 \pm 67,8$; oleik asit değerini $410,2 \pm 60,7$; linolenik asiti ise $261,9 \pm 31,3$ olarak tespit etmişlerdir. Trigui ve ark. (2013) *U. rigida* türünde en çok bulunan yağ asitlerinin palmitik asit, oleik asit ve linolenik asit olduğunu bulmuş, tespit edilen yağ asitleri arasında doymamış asitlerinin toplam bileşimin %40,18'ini oluşturduğunu bildirmiştir. Bütün sonuçlar kıyaslandığında doymuş yağ asidi oranının *U. rigida* türünde genellikle %60-70 seviyelerinde görüldüğü tespit edilmiştir.

Berik ve ark. (2022) yağ makroalg örneklerinde doymuş yağ asitlerinin toplamının, deniz suyu sıcaklığının arttığı yaz aylarında azaldığı; kış mevsiminde ise arttığını bildirmiştir. Neto ve ark. (2018) ham lipid ekstraksiyonunda farklı ekstraksiyon solventlerinin kullanılması (örn. hafif petrol yerine kloroform/metanol) ve/veya mevsimsel ve coğrafi faktörlere ilişkin farklılıklar nedeniyle sonuçların farklılık gösterdiğini belirtmiştir.

Çizelge 4.2. *Ulva rigida* makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları

<i>Ulva rigida</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
C12:0		7,54±0,39	8,07±0,35	9,32±0,11
C14:0		20,47±0,47	5,35±0,64	19,66±0,47
C16:0		24,61±0,65	25,14±1,29	24,82±0,78
C17:0		-	-	-
C18:0		12,14±0,96	14,68±0,05	9,44±0,07
C20:0		0,59±0,06	0,68±0,04	0,84±0,01
C22: 0				0,48±0,02
Total SFA		65,34	53,91	64,54
C14:1		4,42±0,26	6,24±0,52	3,66±0,21
C16:1		1,88±0,05	1,89±0,02	2,35±0,14
C17:1		-	-	-
C18:1n9		3,24±0,04	2,82±0,26	2,72±0,16
C18:1n7		-	-	-
C20:1n9		-	-	-
C22:1n9		0,94±0,18	1,00±0,03	1,23±0,05
C24:1n9		-	-	-
Total MUFA		10,47	11,94	9,96
C18:2 n6		2,49±0,05	2,50±0,17	5,12±0,08
C18:3 n6				
C18:3 n3		1,14±0,11	1,22±0,06	2,02±0,13
C20:2		-	-	-
C20:4n6		-	-	0,30± 0,02
C20:3n6		0,22±0,04		-
C20:5n3 (EPA)		0,71±0,08	0,65± 0,07	0,74±0,05
C22:6n3 (DHA)		0,46±0,02	0,48±0,04	1,14±0,01
Total PUFA		5,0	4,85	9,31
PUFA/SFA		0,08	0,09	0,14
Total n6		2,70	2,50	5,42
Total n3		2,30	2,35	3,90
n6/n3		1,18	1,07	1,39

4.3. *Ulva compressa* Makroalginin Besinsel İeriği

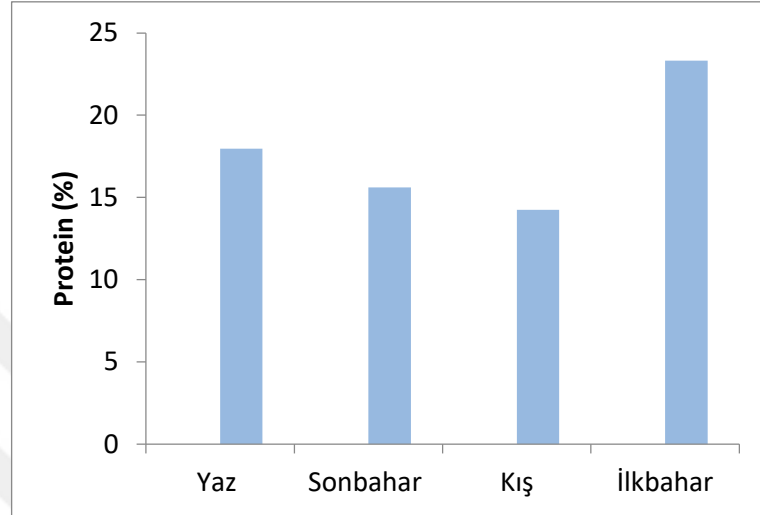
Ulva compressa türünün protein değerleri yaz döneminde $17,97 \pm 0,54$; sonbahar döneminde $15,61 \pm 0,82$; kış döneminde $14,25 \pm 0,41$ ve ilkbahar döneminde $23,32 \pm 0,31$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.4). En yüksek protein oranlarının ilkbahar döneminde olduğu tespit edilmiştir. Protein içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Rodriguez ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada üç farklı üretim ortamından alınan *Ulva clathrata* türünün protein değerlerini $21,9 \pm 0,1$; $25,9 \pm 0,1$; $23,0 \pm 0,1$ olarak bulmuşlardır. İsmail ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada *U. compressa* makroalginin protein değerlerini $22,056 \pm 1,01$ olarak tespit etmişlerdir. Abirami ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada *Ulva lactuca* türünün protein değerini $12,9$ olarak bulmuşlardır. *Ulva* türünde yapılan çalışmalar kıyaslandığında hemen hemen benzer değerler gösterdikleri gözlenmiştir. İsmail ve ark. (2017) ve Rodriguez ve ark. (2011)'nın çalışmasında sonuçlar bu çalışmanın ilkbahar ve kış dönemleri ile benzerlik gösterdiği, Abirami ve ark. (2011)'nın sonuçlarının bu çalışmanın sonbahar ve yaz dönemleri sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ulva compressa türünün lipit değerleri yaz döneminde $7,24 \pm 0,14$; sonbahar döneminde $2,61 \pm 0,52$; kış döneminde $2,64 \pm 0,77$ ve ilkbahar döneminde $0,89 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.5). En yüksek lipit değerinin yaz döneminde görüldüğü tespit edilmiştir. Lipit değerleri yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (izelge 4.3). Rodriguez ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada üç farklı üretim ortamından alınan *Ulva clathrata* türünün lipit değerlerini $2,5 \pm 0,1$; $3,0 \pm 0,1$; $3,5 \pm 0,3$ olarak bulmuşlardır. İsmail ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada *Ulva compressa* makroalginin lipit değerini $2,646 \pm 0,66$ olarak bulmuşlardır. Abirami ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada *Ulva lactuca* türünün lipit değerini $1,2$ olarak tespit etmişlerdir. Diğer çalışmaların sonuçları ile kıyaslandığında bu çalışmanın sonbahar, kış ve ilkbahar dönemi sonuçları ile benzerlik gösterdiği gözlenmektedir. Yaz mevsimi sonucunun ise yapılan çalışmaların sonuçlarından daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

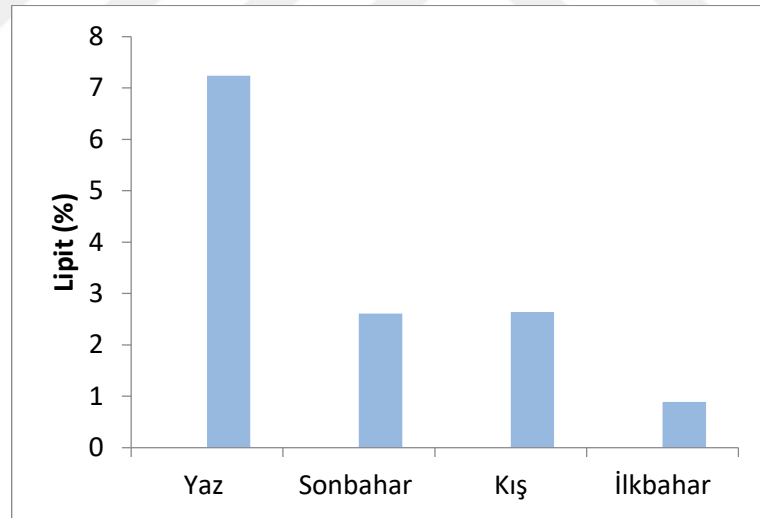
Ulva compressa türünün kül değerleri ise yaz döneminde $22,37 \pm 0,92$; sonbahar döneminde $43,07 \pm 1,1$; kış döneminde $43,93 \pm 1,06$ ve ilkbahar döneminde $22,66 \pm 0,89$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.6). Bu türün en yüksek kül içeriğine sonbahar ve kış döneminde sahip olduğu tespit edilmiştir. Kül değerleri yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Rodriguez ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada üç farklı üretim ortamından alınan *Ulva clathrata* makroalginin kl değerlerini $49,6 \pm 0,2$; $44,8 \pm 0,2$; $45,8 \pm 0,3$ olarak bulmuşlardır. İsmail ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada *U. compressa* türünün kl değerlerini $20,135 \pm 0,21$ olarak bulmuşlardır. Abirami ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada $10,5$ olarak bulmuşlardır. *U. compressa*'nın kül değerleri sonuçları kıyaslandığında sonbahar ve kış dönemi sonuçları ile Rodriguez ve ark. (2011)'nın çalışma sonuçlarının çok benzer olduğu gözlenmiştir. İlkbahar ve yaz dönemi sonuçları ise İsmail ve ark. (2017)'nin bulduğu sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.3. *Ulva compressa* makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları

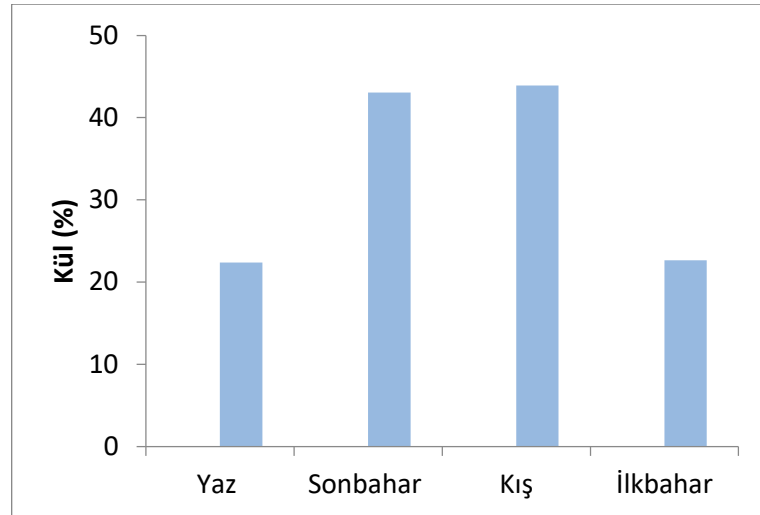
<i>Ulva compressa</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Protein (% kuru ağı.)	17,97±0,54 ^a	15,61±0,82 ^b	14,25±0,41 ^b	23,32±0,31 ^c
Lipit (% kuru ağı.)	7,24±0,14 ^a	2,61±0,52 ^{ab}	2,64±0,77 ^{ab}	0,89±0,05 ^b
Kül (% kuru ağı.)	22,37±0,92 ^a	43,07±1,1 ^b	43,93±1,06 ^b	22,66±0,89 ^a



Şekil 4.4. *Ulva compressa* makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.5. *Ulva compressa* makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.6. *Ulva compressa* makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi

4.4. *Ulva compressa* Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği

Ulva compressa türünün yağ asidi içeriği SFA>PUFA>MUFA olarak bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri olarak en yüksek içerikler olarak palmitik asit (C16:0) ve miristik asit (C14:0) ön plana çıkmıştır. En yüksek palmitik asit değeri %21,86±2,11 olarak ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. En yüksek miristik asit değeri yaz mevsiminde %16,95±0,17 olarak yaz mevsiminde bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek miktar %7,79±0,44 olarak oleik asit (C18:1n9) oranında tespit edilirken, en yüksek çoklu doymamış yağ asiti alfa-linolenik asit (C18:3n3) olmuş ve %11,02±0,31 olarak ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asidi (total SFA) içeriği ilkbaharda %43,54; yaz mevsiminde %52,75; sonbaharda %44,51 ve kış mevsiminde %40,46 olarak bulunmuş; en yüksek değerin yaz mevsiminde görüldüğü tespit edilmiştir. En yüksek tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı %17,37 olarak sonbaharda bulunurken, en yüksek çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı % 23,75 olarak ilkbaharda tespit edilmiştir. Toplam n6 ve n3 miktarları sırasıyla % 9,55 ve % 14,20 olarak ilkbahar mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur. İnsan sağlığı açısından son derece önemli olan n3 yağ asitlerinin özellikle ilkbahar mevsiminde yüksek düzeylerde olması dikkat çekmektedir (Çizelge 4.4).

İlkbahar mevsiminde analiz edilen *Ulva compressa* örneklerinde insan sağlığı açısından önemli yağ asitleri olan linolenik asit, oleik asit, EPA ve DHA içerikleri diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Rodriguez ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada üç farklı üretim ortamından alınan *Ulva clathrata* örneklerinde total PUFA değerlerini %34,32±0,38, %33,75±0,70, %30,43±0,72; total SFA değerlerini %33,09±0,14, %29,64±0,10, %31,33±0,10; total MUFA değerlerini %10,15±0,21, %11,49±0,12, %12,41±0,10 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.4. *Ulva compressa* makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları

<i>Ulva compressa</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
C12:0	7,35±0,21	4,39±0,16	4,31±0,67	1,38±0,25
C14:0	16,95±0,17	15,14±0,68	12,38±0,13	11,77±0,83
C16:0	19,79±1,35	19,11±0,66	16,26±0,69	21,86±2,11
C17:0	-	-	1,58±0,11	1,16±0,10
C18:0	7,86± 0,25	5,88±0,65	4,90±0,47	6,10± 0,83
C20:0	0,80± 0,01		0,53±0,10	0,27±0,08
C22: 0	-	-	0,51±0,47	1,02±0,01
Total SFA	52,75	44,51	40,46	43,54
C14:1	2,37± 0,09	2,89±0,22	1,40±0,58	0,74±0,14
C16:1	0,76± 0,08	4,90±0,13	1,50±0,19	4,52±0,11
C17:1			0,62±0,17	0,37±0,02
C18:1n9	3,05±0,14	5,70±0,46	5,68±0,15	7,79±0,44
C18:1n7	2,56±0,06	2,38±0,35	0,51±0,05	2,60±0,51
C20:1n9	1,71±0,14	1,52±0,02	1,31±0,05	0,38±0,04
C22:1n9	-	-	0,33±0,26	0,85±0,05
C24:1n9	-	-	-	-
Total MUFA	10,44	17,37	11,35	17,24
C18:2n6	6,16±0,33	5,76±0,33	5,75±0,20	8,27±0,29
C18:3n6	-	-	-	-
C18:3n3	4,34±0,20	5,55±0,33	8,89±0,54	11,02±0,31
C20:2	-	-	-	-
C20:4n6	0,66±0,06	0,43±0,04	0,47±0,02	1,28±0,01
C20:3n6	-	-	-	-
C20:5n3 (EPA)	1,01±0,06	0,98± -	0,70±0,05	1,88±0,09
C22:6n3(DHA)	0,74±0,05	1,12± 0,11	1,28±0,06	1,31±0,01
Total PUFA	12,90	13,83	17,08	23,75
PUFA/SFA	0,24	0,31	0,42	0,54
Total n6	6,82	6,18	6,21	9,55
Total n3	6,09	7,65	10,87	14,20
n6/n3	1,12	0,81	0,57	0,67

Sonuçlar karşılaştırıldığında araştırmamızdaki tüm mevsimsel toplam doymuş yağ asidi içeriklerinin Rodriguez ve ark. (2011)'nın sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Rodriguez ve ark. (2011) makroalglerin kimyasal bileşiminin coğrafi dağılıma ve mevsime bağlı olarak değiştiği, temel çevresel faktörlerin su sıcaklığı, tuzluluk, ışık, besin ve minerallerin mevcudiyeti olduğu fikrini desteklemişlerdir.

4.5. *Hypnea musciformis* Makroalginin Besinsel İçeriği

Hypnea musciformis türünde protein değerleri yaz döneminde $21,62 \pm 0,08$; kış döneminde $23,77 \pm 0,14$ ve ilkbahar döneminde $21,62 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.7). Sonbahar döneminde *H. musciformis* türüne rastlanmamıştır (Çizelge 4.5). Protein içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Siddique ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Bangladeş St. Martin adasından toplanan *H. musciformis* için; toplam protein $18,64 \pm 1,12$ olarak bulunmuştur. Durako ve ark. (1980) yaptıkları çalışmada *H. musciformis* için protein değerini $19-37$ aralığında bulmuşlardır. Delfin ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada *H. musciformis* için protein değerini $15,1 \pm 3,8$ olarak bulmuşlardır. Balamurugan ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *H. musciformis* için protein değeri $12,15 \pm 1,34$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar diğer çalışmaların sonuçları ile kıyaslandığında Durako ve ark. (1980) ve Siddique ve ark. (2013) 'nın sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

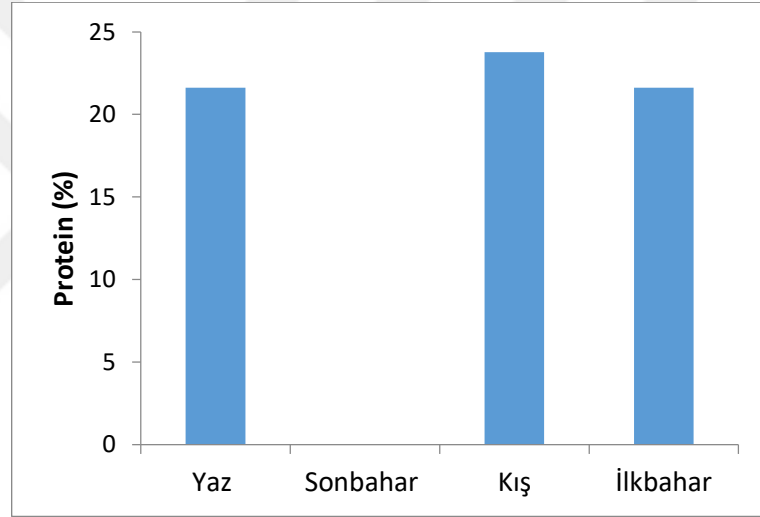
Hypnea musciformis türünde lipit değerleri yaz döneminde $1,45 \pm 0,61$; kış döneminde $0,54 \pm 0,1$ ve ilkbahar döneminde $1,74 \pm 0,27$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.8). Lipit değerinin ilkbahar ve yaz döneminde arttığı tespit edilmiştir. Siddique ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada *H. musciformis* için lipit değeri $1,27 \pm 0,41$ olarak bulunmuştur. Balamurugan ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *H. musciformis* için yağ değeri $0,61 \pm 0,08$ olarak tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarda bulunan lipit değerlerinin bu çalışmada bulunan sonuçlara benzerlik gösterdiği ve benzer aralıklarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Kül değerleri ise yaz döneminde $22,09 \pm 1,14$; kış döneminde $17,40 \pm 0,38$ ve ilkbahar döneminde ise $19,01 \pm 0,47$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.9). En yüksek kül içeriğinin yaz döneminde olduğu tespit edilmiştir. Kül içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Siddique ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada *H. musciformis* türünün kül değeri $21,57 \pm 1,04$ olarak tespit edilmiştir. Durako ve ark. (1980) yaptıkları çalışmada *H. musciformis* için kül değerini $11-55,5$ aralığında bulmuşlardır. Delfin ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada *H. musciformis* için kül değerini $32,4 \pm 3,9$ olarak tespit etmişlerdir. Balamurugan ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *H. musciformis* için kül değeri $11,72 \pm 2,10$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmaların sonuçları diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında Siddique ve ark. (2013) tarafından bulunan sonuçlara benzer olduğu, Delfin ve ark. (2023) tarafından bulunan değerlerden daha düşük olduğu buna karşın, Balamurugan ve ark. (2013) tarafından bulunan değerlerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

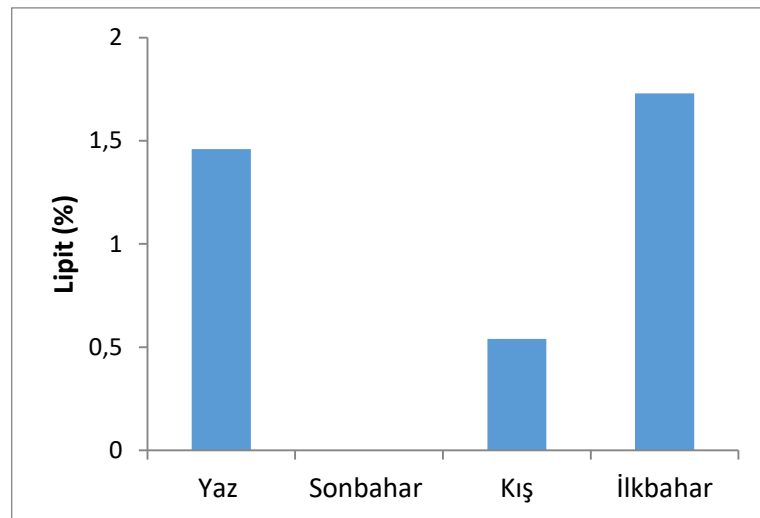
Siddique ve ark. (2013) makroalglerdeki kül içeriğindeki değişikliklerin türe, coğrafik özelliklere ve mineralizasyon yöntemlerine bağlı olduğunu bildirmiştir. Balamurugan ve ark. (2013) sonuçların farklılık sebeplerinin farklı coğrafi bölge, gelişim aşamaları veya mevsimsel değişiklikler olduğunu bildirmişlerdir. Delfin ve ark. (2023) ortamdaki mekânsal ve mevsimsel farklılıkların tallusun kimyasal bileşimine yansıdığı sonucuna varmışlardır.

Çizelge 4.5. *Hypnea musciformis* makroalginin mevsimlere göre protein, lipid ve kül analiz sonuçları

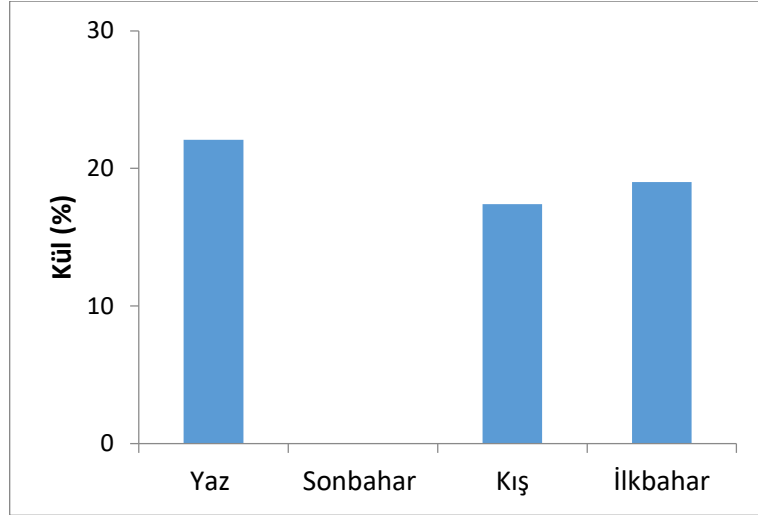
<i>Hypnea musciformis</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Protein(%, kuru ağı.)	21,62±0,08 ^a	-	23,77±0,14 ^b	21,62±0,09 ^a
Lipit (%, kuru ağı.)	1,45±0,61 ^a	-	0,54±0,1 ^a	1,74±0,27 ^a
Kül (%, kuru ağı.)	22,09±1,14 ^a	-	17,40±0,38 ^b	19,01±0,47 ^c



Şekil 4.7. *Hypnea musciformis* makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.8. *Hypnea musciformis* makroalginin lipid içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.9. *Hypnea musciformis* makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi

4.6. *Hypnea musciformis* Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği

Hypnea musciformis türünde yağ asidi içeriği SFA>MUFA>PUFA olarak bulunmuştur. En yüksek palmitik asit değeri kış mevsiminde $24,82 \pm 0,63$ olarak bulunmuştur. En yüksek laurik asit değeri ilkbahar ve kış mevsiminde yaklaşık olarak aynı değerlerde, sırasıyla $15,77 \pm 0,47$ ve $15,77 \pm 0,27$ olarak bulunmuştur. En yüksek stearik asit değeri ise kış mevsiminde $10,92 \pm 0,45$ olarak tespit edilmiştir. Toplam doymuş yağ asidi (total SFA) içeriği ilkbaharda %48,73, yaz mevsiminde %54,12 ve kış mevsiminde %56,20 olarak bulunmuştur. Bu türde en yüksek doymuş yağ asidi içeriğinin kış mevsiminde görüldüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Tüm mevsimlerin sonuçlarına bakıldığında doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit ve stearik asitin yanında yüksek oranlarda laurik asit bulunması dikkati çekmiştir. *H.musciformis*'in laurik asit içeriği, bu çalışmada incelenen diğer türlere göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur. En yüksek tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı %18,73 olarak ve en yüksek çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı % 8,10 olarak kış mevsiminde tespit edilmiştir.

Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda bulunan oleik asit (C18:1 n9) yaz mevsiminde %8,16, kış mevsiminde %9,88, ilkbahar mevsiminde ise %8,02 olarak bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda (% $3,44 \pm 0,11$) bulunan yağ asidi EPA olmuş ve ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Toplam n6 ve n3 miktarları sırasıyla % 2,38 ve % 5,72 olarak kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek oranlarda bulunmuştur.

Balamurugan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada *H. musciformis*'in yağ asidi bileşenlerinin en yüksek değerlerinin n-heksadekanoik asit, miristik asit, oleik asit, 9-oktadesenoik asit, 6-oktadesenoik asit, heksadekanoik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Hayee-Memon ve ark. (1992) yaptıkları bir çalışmada *H. musciformis* için toplam doymuş yağ asidi miktarını (total SFA) %89,54; toplam doymamış yağ asidi miktarını ise %10,40 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.6. *Hypnea musciformis* makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları

<i>Hypnea musciformis</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
C12:0	14,31±0,93	-	15,77±0,27	15,77±0,47
C14:0	4,65±0,34	-	4,18±0,02	4,99± -
C16:0	24,45±0,52	-	24,82±0,63	20,61±0,45
C17:0	0,23±0,04	-	-	-
C18:0	10,49±0,23	-	10,92±0,45	6,92±0,46
C20:0	-	-	0,53±0,02	0,45± -
C22: 0	-	-	-	-
Total SFA	54,12	-	56,20	48,73
C14:1	4,36±0,32	-	3,57±0,09	3,58±0,16
C16:1	2,52±0,10	-	4,46±0,07	3,98±0,05
C17:1	0,21±0,01	-	-	-
C18:1 n9	8,36±0,23	-	9,88±0,54	8,02±0,23
C18:1 n7	0,88±0,01	-	-	-
C20:1n9	-	-	-	-
C22:1n9	0,34±0,04	-	0,83±0,05	0,44±0,08
C24:1n9	-	-	-	-
Total MUFA	16,66	-	18,73	16,01
C18:2 n6	1,28±0,12	-	1,53±0,04	0,95±0,08
C18:3 n6	0,15± -	-	0,55±0,01	0,29±0,01
C18:3 n3	0,55±0,04	-	3,30±0,16	0,44±0,08
C20:2	-	-	-	-
C20:4n6	0,42±0,02	-	0,30±0,01	0,63±0,02
C20:3n6	-	-	-	-
C20:5 n3 (EPA)	1,20±0,10	-	2,13±0,01	3,44±0,11
C22:6 n3 (DHA)	0,30±0,06	-	0,30± -	0,20± -
Total PUFA	3,89	-	8,10	5,94
PUFA/SFA	0,072	-	0,14	0,121
Total n6	1,73	-	2,38	1,87
Total n3	2,04	-	5,72	4,07
n6/n3	0,85	-	0,42	0,46

Balamurugan ve ark. (2013) makroalge ait sonuçların farklılık göstermesinin sebeplerinin farklı coğrafi bölge, gelişim aşamaları veya mevsimsel değişiklikler olduğunu bildirmişlerdir.

4.7. *Ellisolandia elongata* Makroalginin Besinsel İçeriği

Ellisolandia elongata türünün protein değerleri yaz döneminde $4,38 \pm 0,09$; sonbahar döneminde $3,15 \pm 0,21$ ve kış döneminde $2,61 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.10). İlkbahar döneminde *E. Elongata* türüne rastlanmamıştır. Protein içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Oucif ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada *Corallina (Ellisolandia) elongata* türünün protein değerlerini 58.5 ± 0.6 (g/kg) (%5.85) olarak bulmuşlardır. Saygılı ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *E.elongata*'nın protein değerini 5.218 ± 0.082 olarak bulmuşlardır. Aras ve Sayın (2020) yaptıkları çalışmada *E. elongata*'nın protein değerini 6.05 ± 0.03 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslandığında özellikle yaz dönemi sonucu ile benzer değerlerin bulunduğu tespit edilmiştir.

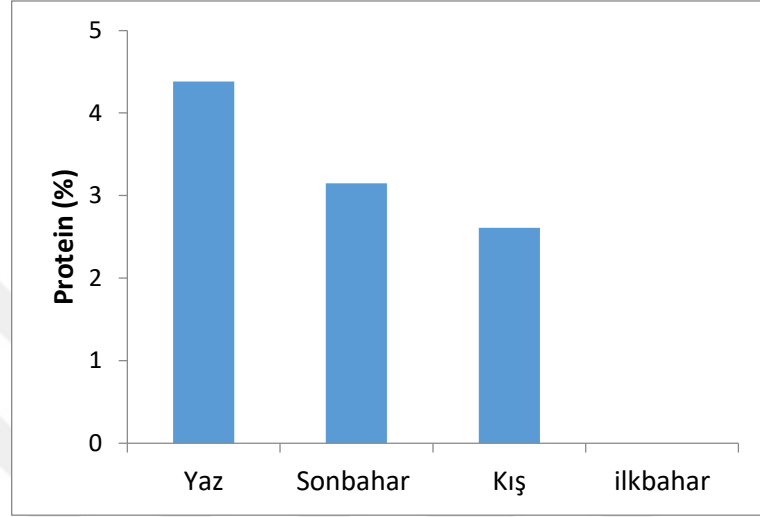
Ellisolandia elongata türünün lipit değerlerinin yaz döneminde $2,46 \pm 0,2$; sonbahar döneminde $2,52 \pm 0,04$ ve kış döneminde $1,53 \pm 0,07$ olduğu bulunmuştur (Şekil 4.11). Kış döneminde en düşük lipit seviyesinin gözlemlendiği tespit edilmiştir. Lipit içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Oucif ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada *C. Elongata* makroalginin lipit değerlerini $6,4 \pm 0,3$ (g/kg) (%0.64) olarak tespit etmişlerdir. Saygılı ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *E.elongata*'nın lipit değerini $0,190 \pm 0,063$ olarak bulmuşlardır. Aras ve Sayın (2020) yaptıkları çalışmada *E. elongata* türünün lipit değerini $0,43 \pm 0,09$ olarak tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında bulunan lipit değerlerinin ise bu çalışmada bulunan değerlerden daha düşük düzeylerde olduğu grlmştir.

Ellisolandia elongata türündeki kl değerlerinin ise yaz döneminde $77,03 \pm 0,19$; sonbahar döneminde $82,6 \pm 0,23$ ve kış döneminde $83,5 \pm 0,23$ olduğu bulunmuştur (Şekil 4.12). Kl içeriği yönünden mevsimler arası fark önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (izelge 4.7). Oucif ve ark. (2020) farklı gruplara ait beş makroalg türünde yaptıkları çalışmada en yüksek kül değerini 764.2 ± 2.2 (g/kg) (%76,4) olarak *C. Elongata* türünde bulmuşlardır. Saygılı ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *E.elongata*'nın kl değerini 76.442 ± 0.094 olarak bulmuşlardır. Aras ve Sayın (2020) yaptıkları çalışmada *E. elongata*'nın kl değerini 76.75 ± 0.20 olarak bildirmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bulunan kl değerlerinin bu çalışmada bulunan kl değerlerine benzer olduğu tespit edilmiştir.

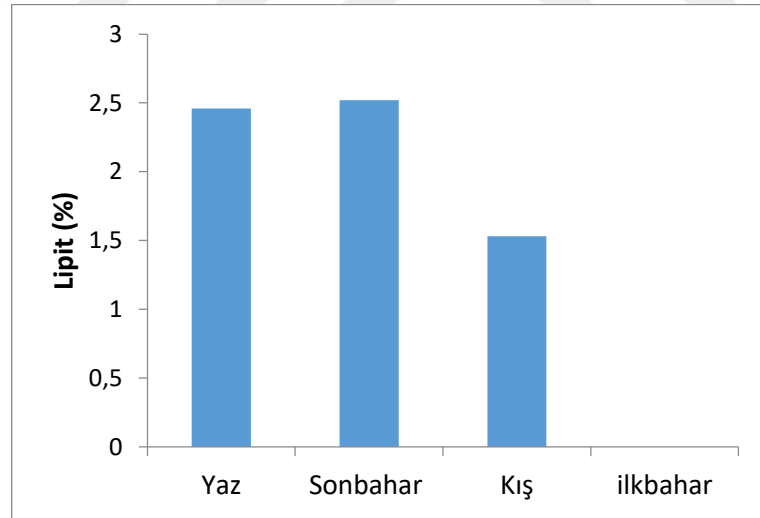
Oucif ve ark. (2022) makroalglerde kimyasal bileşimin türlere, olgunluğa, habitatlara ve evre koşullarına göre değişiklik gösterebildiğini belirtmiştir. Aras ve Sayın (2020) alglerin protein içeriklerinin alg cinsine, aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, bu değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve değişimlerde su kalitesinin önemli olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırıcılar lipit içeriklerinin ise mevsimlere, besleyici element çeşidi ve düzeyine göre değişebileceğini bildirmiştir.

Çizelge 4.7. *Ellisolandia elongata* makroalginin mevsimlere göre protein, lipit ve kül analiz sonuçları

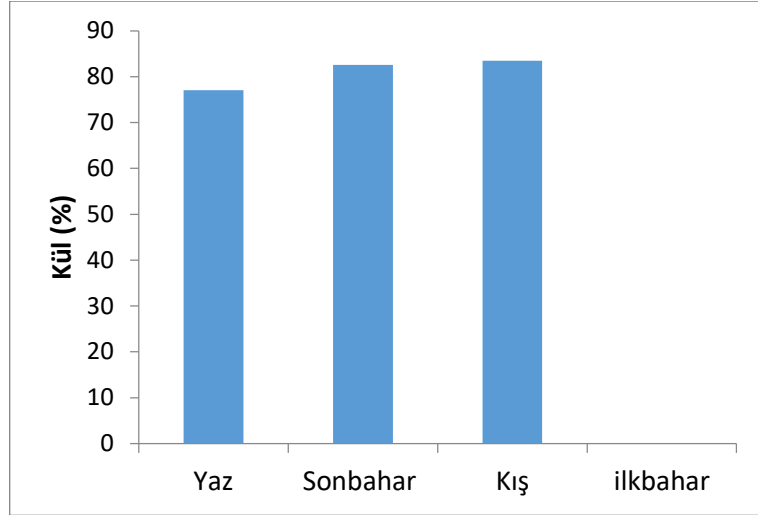
<i>Ellisolandia elongata</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Protein (% , kuru ağı.)	4,38±0,09 ^a	3,15±0,21 ^b	2,61±0,09 ^b	-
Lipit (% , kuru ağı.)	2,46±0,2 ^{ab}	2,52±0,04 ^a	1,53±0,07 ^b	-
Kül (% , kuru ağı.)	77,03±0,19 ^a	82,6±0,23 ^b	83,5±0,23 ^c	-



Şekil 4.10. *Ellisolandia elongata* makroalginin protein içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.11. *Ellisolandia elongata* makroalginin lipit içeriğinin mevsimsel değişimi



Şekil 4.12. *Ellisolandia elongata* makroalginin kül içeriğinin mevsimsel değişimi

4.8. *Ellisolandia elongata* Makroalginin Yağ Asitleri İçeriği

Ellisolandia elongata türünün yağ asidi içeriği SFA>MUFA>PUFA olarak bulunmuştur. Araştırmada incelenen diğer türlerden farklı olarak *E. elongata* da bulunan en yüksek doymuş yağ asidinin miristik asit (C14:0) olduğu bulunmuştur. Miristik asitten sonra en yüksek oranda bulunan yağ asitleri sırasıyla palmitik asit ve stearik asit olarak bulunmuştur. En yüksek miristik asit (C14:0) değeri yaz mevsiminde $30,40 \pm 0,42$ olarak bulunmuştur. En yüksek palmitik asit (C16:0) değeri $21,47 \pm 0,47$ olarak sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. En yüksek stearik asit değeri ise $12,73 \pm 0,51$ olarak sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asidi (total SFA) değerleri yaz mevsiminde %62,94; sonbaharda %65,81 ve kış mevsiminde ise %54,96 olarak tespit edilmiştir. Bu türün en yüksek doymuş yağ asidi oranına sonbaharda sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.8). En yüksek tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı %14,64 olarak kışın bulunurken, en yüksek çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı % 6,47 olarak sonbaharda tespit edilmiştir. En yüksek tekli doymamış yağ asitleri ise sırasıyla palmitoleik asit ve oleik asit olarak bulunmuştur. Toplam n6 açısından en yüksek miktar %3,68 olarak kış mevsiminde, en yüksek n3 ise % 4,83 olarak yaz mevsiminde bulunmuştur.

Awad ve arkadaşları (2003) yaptıkları bir çalışmada *Corallina officinalis* türünün doymuş yağ asitleri (total SFA) oranlarını kış mevsiminde %50,29, ilkbahar mevsiminde %42,56 ve yaz mevsiminde %41,77 olarak bulmuşlardır. Tekli doymamış yağ asitleri (total MUFA) oranlarını kış mevsiminde %9,99, ilkbahar mevsiminde %12,52 ve yaz mevsiminde %21,9 olarak belirtmişler, çoklu doymamış yağ asitlerini (total PUFA) ise kış mevsiminde %29,22, ilkbahar mevsiminde %36,42 ve yaz mevsiminde %32,04 olarak bildirmişlerdir.

Caf ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada *Corallina (Ellisolandia) elongata* türünün toplam doymuş yağ asidi içeriğini $54,90 \pm 0,22$ olarak tespit etmişlerdir. Oucif ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada *C. elongata* türünün palmitik asit (C16:0) içeriğini $40,17 \pm 0,16$, eikosapentaenoik asiti (C20:5n-3) $15,82 \pm 0,16$ ve araşidonik asiti ise (C20:4n-6) $11,95 \pm 0,14$ olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.8. *Ellisolandia elongata* makroalginin mevsimlere göre yağ asitleri analiz sonuçları

<i>Ellisolandia elongata</i>	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
C12:0	4,60±0,27	3,57±0,39	6,22±0,56	-
C14:0	30,40±0,42	28,04±0,59	29,95±0,87	-
C16:0	17,43±0,40	21,47±0,47	9,59±0,83	-
C17:0	-	-	-	-
C18:0	10,51±0,45	12,73±0,51	9,22±0,04	-
C20:0	-	-	-	-
C22: 0	-	-	-	-
Total SFA	62,94	65,81	54,96	-
C14:1	1,36±0,11	3,12±0,16	6,96±0,64	-
C16:1	7,42±0,59	6,05±0,15	5,26±0,58	-
C17:1	-	-	-	-
C18:1n9	2,68±0,41	2,02±0,11	1,92±0,13	-
C18:1n7	-	-	-	-
C20:1n9	-	-	-	-
C22:1n9	-	-	0,50±0,06	-
C24:1n9	-	-	-	-
Total MUFA	11,45	11,18	14,64	-
C18:2n6	1,56±0,33	1,93±0,16	2,59±0,13	-
C18:3n6	-	-	-	-
C18:3n3	1,91±0,01	1,22±0,11	0,55±0,07	-
C20:2	-	-	-	-
C20:4n6	-	-	1,09±0,14	-
C20:3n6	-	-	-	-
C20:5n3 (EPA)	1,41±0,23	1,85±0,07	0,74±0,09	-
C22:6n3 (DHA)	1,51±0,11	1,48±0,04	1,20±0,04	-
Total PUFA	6,39	6,47	6,17	-
PUFA/SFA	0,10	0,098	0,11	-
Total n6	1,56	1,93	3,68	-
Total n3	4,83	4,55	2,49	-
n6/n3	0,32	0,42	1,48	-

Daha önce yapılan çalışmalar kıyaslandığında, özellikle Awad ve ark. (2003) tarafından *Corallina officinalis* türünde tespit edilen PUFA oranları, bu araştırmada bulunan değerlerden daha yüksek bulunurken, toplam doymuş yağ asitlerinin oranları genelde tüm araştırmacılar tarafından benzer şekilde yüksek oranlarda kaydedilmiştir.

Oucif ve ark. (2022) yağ asidi bileşiminin türlere, olgunluğa, habitatlara ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterebildiğini bildirmiştir. Awad ve arkadaşları (2003) yağ asidi bileşiminin mevsimlere bağlı değişim gösterdiği sonucuna varmışlardır. Caf ve ark. (2016) ise biyokimyasal içeriğin türe, ışık ve sıcaklık gibi faktörlere göre değişebildiğini bildirmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ülkemizin Akdeniz kıyısında yer alan Mersin İli sahilinde dağılım gösteren dört makroalg türünün (*Ulva rigida*, *Ulva compressa*, *Hypnea musciformis* ve *Ellisolandia elongata*) bazı besin bileşenleri ile yağ asidi içeriği gibi biyokimyasal içeriklerinin mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışmada seçilen makroalg türlerinde analiz edilen parametrelerin düzeyleri tespit edilerek, bu parametrelerin türlere ve mevsime göre değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda incelenen parametrelerin türlere göre önemli farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıkların mevsimsel olarak da değişimlerinin belirgin düzeyde olduğu görülmüştür.

Protein içeriği *Ulva rigida* ve *Ulva compressa* türlerinde en yüksek ilkbaharda bulunmuştur. *Hypnea musciformis* türünün en yüksek protein oranı kış mevsiminde bulunurken, *Ellisolandia elongata* türünde yaz mevsiminde bulunmuştur. Protein içeriği yönünden mevsimler arasında en az değişim gösteren tür *H.musciformis* olmuştur.

Lipit içeriği *U. rigida* türünde en yüksek kış mevsiminde bulunurken, *U. compressa* türünde en yüksek değer yaz mevsiminde bulunmuştur. *H. musciformis* türünün en yüksek lipit oranı ilkbahar mevsiminde bulunurken; *E. elongata* türünde en yüksek değer sonbaharda bulunmuştur.

Kül içeriği *U. rigida* türünde en yüksek sonbahar mevsiminde bulunurken, *U. compressa* türünde en yüksek değer kış mevsiminde bulunmuştur. *H. musciformis* türünün en yüksek kül oranı yaz mevsiminde bulunmuş; *E. elongata* türünün en yüksek değeri ise kış mevsiminde tespit edilmiştir.

Toplam doymuş yağ asidi (total SFA) içeriği *Ulva rigida* türünde en yüksek sonbahar mevsiminde bulunurken, *U. compressa* 'nın en yüksek değeri yaz mevsiminde bulunmuştur. *H. musciformis* türünün en yüksek total SFA değeri kış mevsiminde bulunurken; *E. elongata* türünün en yüksek SFA değeri sonbaharda bulunmuştur. Toplam MUFA içeriği *Ulva rigida*, *H. musciformis* ve *E. elongata* türünde en yüksek kış mevsiminde bulunurken, *U. compressa* türünde ise sonbaharda mevsiminde bulunmuştur. Toplam PUFA içeriği *Ulva rigida* ve *U. compressa* türlerinde ilkbahar, *H. musciformis* türünde kış, *E. elongata* türünde ise sonbaharda en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Elde edilen değerler incelendiğinde protein içeriği *H. musciformis* türünde kış mevsiminde en yüksek iken, *U. rigida* ve *U. compressa* türlerinde ilkbaharda en yüksek bulunmuştur. En yüksek lipit içeriklerinin ise her bir türde farklı mevsimlerde bulunduğu belirlenmiştir. Kül değerleri de *U. compressa* ve *E. elongata* türlerinde kış mevsiminde, *U. rigida* türünde sonbaharda, *H. musciformis* türünde ise yaz mevsiminde en yüksek bulunmuştur.

Yaz mevsiminde gözlenen biyokimyasal içerikteki değer artışlarının sebebinin biyolojik aktivitenin artışı olabileceği düşünülürken, kış mevsiminde gözlenen artışların sebeplerinin ise sıcaklığın düşmesi, denize taşınan karasal materyal artışı gibi faktörlerin etkili olabileceği

düşünülmüştür. İlkbahar mevsiminde gözlenen artışların nedeninin kar sularının erimesiyle besin elementi girdisinin artışı ve sıcaklığın artması olabileceği değerlendirilmiştir. Sonbahar mevsiminde artış yaşanmasının sebebinin türe özgü uygun ortam koşullarının bu mevsimde ortaya çıkmasıyla ilişkili olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

Tüm bu sonuçlardan bu çalışmada incelenen makroalg türlerinin biyokimyasal içeriklerinin türlere göre farklılıklar gösterdiği, her bir türdeki içeriklerin de mevsimlere göre değişebildiği, mevsimsel değişimlerin de her tür için aynı olmayıp, türler arasında farklılıklar sergilediği tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan farklı çalışmalar makroalglerde biyokimyasal içeriğin, tür, türün fizyolojik durumu, iklimsel özellikler, su kalitesi gibi faktörlere bağlı olarak değişimler gösterebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada da makroalg türlerinde mevsimler arasında görülen farklılıklar yukarıda belirtilen koşulların etkilerinden ileri gelmiş olabilir.

Yapılan analiz ve ölçümler sonucu protein içeriği yönünden en zengin tür *Ulva rigida* olarak bulunmuş, bunu *H. musciformis* ve *U. compressa* türleri takip etmiştir. Elde edilen sonuçlar bu türlerin önemli bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir. Buna karşın *E. elongata* ise protein içeriği yönünden en fakir tür olarak bulunmuştur. Lipit içeriği en zengin tür *U. compressa* olmuş, bu türü *E. elongata* takip etmiştir. En düşük lipit içeriğinin saptandığı tür ise *U. rigida* olmuştur. Kül içeriği bakımından en zengin olan tür *E. elongata* olarak bulunmuş, *U. compressa* kül içeriği yönünden ikinci sırada yer almıştır. Elde edilen sonuçlar özellikle *E. elongata* türünün potansiyel olarak önemli bir mineral kaynağı olabileceğini göstermektedir. Toplam doymuş yağ asidi içeriği en zengin olan tür yine *E. elongata* olarak tespit edilmiş, *U. rigida* toplam SFA yönünden ikinci sırada yer almıştır. *U. compressa* toplam SFA içeriğinin en düşük bulunduğu tür olmuştur. Lipit değerleri oldukça düşük olmasına karşın, özellikle doymuş yağ asitleri bakımından zengin olan makroalglerin ekstraktlarının çeşitli endüstri kollarında kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Toplam MUFA içeriği yönünden en zengin tür *H. musciformis* olarak bulunmuş, bunu *U. compressa* türünün takip ettiği belirlenmiştir. Toplam PUFA içeriği ise en yüksek *U. compressa* türünde bulunmuş olup, *U. rigida* PUFA içeriği yönünden ikinci sırada bulunmuştur. İncelenen makroalg türlerinin MUFA ve PUFA içerikleri, gelecekte insan sağlığı açısından alternatif gıda kaynağı olarak önemli potansiyelleri olabileceğini göstermektedir.

İklimsel değişimler ve artan dünya nüfusuna bağlı olarak gelecekte yaşanması muhtemel görünen gıda kıtlığı, su problemleri ve tarımsal üretim sorunlarına karşı bir alternatif olarak görülebilecek olan makroalglerin besinsel içeriklerinin araştırılması son derece önem arz etmektedir. Makroalglerin yetiştirme koşulları itibarıyla sulama suyuna ve toprağa ihtiyaç duymaması, aynı zamanda besleyici değerinin yüksek olması geleceğin gıdası olarak görülmesini sağlamaktadır. Ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği henüz başlamamış olan ve tüketim alanı olmayan makroalglerle ilgili çalışmaların artırılması, kıyılarımızda dağılım gösteren türlerin içeriklerinin analiz edilerek besin içeriği yönünden zengin türlerin tespit edilerek yetiştiriciliği yönünde çalışmaların başlatılması oldukça önem arz etmektedir. Bu şekilde hem doğrudan gıda

olarak tüketilebilen hem de takviye edici gıdalar için önemli bir kaynak olan makroalglerin tüketimimizde yer alması mümkün olabilecektir. Ayrıca, kıyılarımızda dağılım gösteren makroalglerin pigment, fenolik madde, agar, alginat, karragen gibi biyoaktif madde içeriklerinin tespiti ve bu maddelerin elde edilmesi bu ürünlerin gıda, ilaç, kozmetik sanayinde kullanımına olanak sağlayacaktır. Mersin İli sahilindeki makroalg türlerinin bazı biyokimyasal içeriklerini ortaya konmasına amaçlayan bu çalışma ülkemizde bu konuda yapılacak çalışmalara katkı sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki yıllarda yapılacak çalışmalarda makroalg içeriklerinin daha kapsamlı analizlerinin yapılması, besinsel içerik ve biyoaktif maddelerce zengin türlerin tespiti, bu türlerin değerlendirme olanaklarının araştırılması ve üretimleri ile ilgili çalışmalara öncelik verilmesi önerilmektedir.





KAYNAKLAR

- About, I.A. Hollenberg, G.J. 1976. Marine Algae of California, Stanford University Press, 827 p.
- Abirami, R. G., & Kowsalya, S. (2011). Nutrient and nutraceutical potentials of seaweed biomass *Ulva lactuca* and *Kappaphycus alvarezii*. *Nong Ye Ke Xue Yu Ji Shu*, 5(1). Radha, P. 2018. Proximate Analysis and Mineral Composition of Seaweeds of Manamelkudi Coast, Pudukkottai District, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(8): 3121-3128.
- Ahmad, F., Sulaiman, M.R., Saimon, W., Yee, C.F., Matanjun, P. 2012. Proximate Compositions and Total Phenolic Contents of Selected Edible Seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science* 31: 85-96.
- Aleem, A. A. 1993. The Marine Algae of Alexandria, Egypt. Alexandria, 138 pp, 55pl.
- Aras, A., Sayın, S. 2020. Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi *MedFAR.*, 3(1): 22-35
- Aratboni, H.A., Rafiei, N., Garcia-Granados, R., Alemzadeh, A., Morones-Ramírez, J.R. 2019. Biomass and lipid induction strategies in microalgae for biofuel production and other applications. *Microbial Cell Factories*, 18: 178-194.
- Awad, N. E., Selim, M. A., Saleh M. M., and Matloub, A. A. 2003. Seasonal Variation of the Lipoidal Matters and Hypolipidaemic Activity of the Red Alga *Corallina officinalis* L., *Phytother. Res.* 17 (1): 19–25. doi: 10.1002/ptr.1005. PMID: 12557241.
- Balamurugan M., Govindarasu Ganapathy Selvam, Thillaikkannu Thinakaran and Kathiresan Sivakumar. 2013. Biochemical Study and GC-MS Analysis of *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamouroux, *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 8 (3): 117-123, ISSN 1818-6785
- Barka, A., Blecker, C. 2016. Microalgae as a potential source of single-cell proteins. A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 20(3): 427-436.
- Berik, N., Çankırılıgil, E.C., Ormanlı, H. B., Akyıldız, A. 2022. Çanakkale Boğazı'ndan toplanan deniz marulu (*Ulva rigida*)'nın mevsimsel besin içeriğinin belirlenerek salata ve çorba olarak değerlendirilmesi. *Food and Health*, 8(2), 127-140. <https://doi.org/10.3153/FH22013>
- Bleakley, S., Hayes M. (2017). Algal Proteins: extraction, application, and challenges concerning production. *Foods*, 6(5): 33-66.
- Borowitzka, M.A. 1989. Carbonate calcification in algae inhibition and control. In 583 *Biomineralization: Chemical and Biochemical Perspectives* (Mann, S., Webb, J., & 584 Williams, R.J.P., editors), 65-94.
- Cabrita, A.R.J., Mai, M.R.G., Oliveira, H.M., Sousa-Pinto, I., Almeida, A.A., Edgar Pinto, E., Fonseca, A.J.M. 2016. Tracing seaweeds as mineral sources for farm-animals. *Journal of Applied Phycologia*, 28, 3135-3150.

- Caf, F., Yılmaz, Ö., Özdemir, N.Ş., Durucan, F. 2016 2. *Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Laurencia obtusa* (Antalya, Akdeniz) Türlerinin Yağ Asitleri, A-Tokoferol, Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarının Araştırılması. Alg Teknolojisi Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2016, Seferihisar, İzmir.
- Caf, F., Yılmaz, Ö., Durucan, F., Özdemir, N.Ş. 2015. Biochemical components of three marine macroalgae (*Padinapavonica*, *Ulva lactuca* and *Taoniaatomaria*) from the Levantine Sea coast of Antalya, Turkey. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 6, 4: 401-411.
- Chapman VJ, Chapman DJ, 1980. Seaweed and their uses. Chapman and Hall London. New York.
- Cheong-Xin Chan., Chai-Ling Ho., Siew-Moi Phang. 2006. Trends in seaweed research. *Trends in Plant Science*. 2006; 11(4): 165-166
- Choudhary, B., Chauhan, O.P., Mishra, A, 2021, Edible Seaweeds: A Potential Novel Source of Bioactive Metabolites and Nutraceuticals With Human Health Benefits. *Front Mar Sci*. 8: 740054. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.740054>
- Circuncisão, A.R., Catarino, M.D., Cardoso, S.M., Silva, A.M.S. 2018. Minerals from macroalgae origin: health benefits and risks for consumers. *Marine Drugs*, 16(11): 400-429.
- Cirik, Ş. 2001. Gökova Körfezi Deniz Bitkileri. D.E.U. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Piri Reis Yayınları No: 3 İzmir.
- Cirik, Ş. ve Cirik, S. 1999. Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:58.
- Cotas J., Leandro A., Pacheco D., Gonçalves A.M.M., Pe-reira L. 2020. A comprehensive review of the nutraceutical and therapeutic applications of red seaweeds (Rhodophyta). *Life*, 10(19), 1-23.
- Çolakoğlu, G., 1999, Tohumuz Bitkiler Sistematigi, Marmara Üniversitesi, yayın no 648.
- Dag, O., Dolgun, A., & Konar, N. M. 2018. Onewaytests: An R Package for One-Way Tests in Independent Groups Designs. *R Journal*, 10(1).
- Dillehay, T.D., Ramirez, C., Pino, M., Collins, M.B., Rossen, J., Pino-Navarro, 2008. Monte Verde: Seaweed, food, medicine, and Peopling of South America. *Science*. 320(5877):784-786.
- El Gamal, A. A., 2010, Biological importance of marine algae, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18(1), 1–25.
- El-Shenody, R. A., Ashour, M., & Ghobara, M. M. E. 2019. Evaluating the chemical composition and antioxidant activity of three Egyptian seaweeds: *Dictyota dichotoma*, *Turbinaria decurrens*, and *Laurencia obtusa*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018203.
- Faria, J., Navas, D., Prestes, A., Cacabelos, E., Moreu, I., Martins, G.M., Pereira, L. & Neto, A.I. (2020) A guide for harvesting practices of macroalgae in Azores (NE Atlantic):

- theproject ASPAZOR andthecasestudy of Asparagopsisspp.. AzoreanBiodiversityGroup-CentreforEcology, Evolution and Environmental Changes. 47 pp., DOI:10.13140/RG.2.2.29603.48167.
- Garcia-Vaquero, M., Hayes, M. 2016. Red and green macro-algae for fish and animal feed and human functional food development. *Food Reviews International*, 32(1): 15-45.
- Gerbers P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., et al. 2013. Tackling climate change through livestock – a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Erişim Tarihi 02.09.2020, <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
- Guiry, M.D. Guiry, G.M. 2017. *AlgaeBase*. World-wideelectronic publication, NationalUniversity of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 19 April 2024
- Gupta, S., Abu-ghannam, N., 2011, Bioactive potential and possible health effects of edible Brown seaweeds, *Trends in Food Sciense technology*, 22(6),315-326.
- Hayee-Memon, A. Mustafa Shameel, K. Usmanghani and Viquar Uddin Ahmad, 1992. Fatty Acid Composition Of Three Species Of *Hypnea*(Gigartinales, Rhodophyta) From Karachi Coast Pakistan Journal of Marine Sciences, Vol.1(1), 7-10.
- Hegazi, M.M., Perez-Rufaraz, A., Almela, L., Candela, M.E. 1998.Seperation and identification of chlorophylls and carotenoids from *Caulerpeprolifera*, *Jania rubens* and *Padina pavonica* by reserved-phase highperformance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 829(1998) 153-159.
- Holdt SL, Kraan S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *J Appl Phycol*. 23: 543-597. <http://doi.10.1007/s10811-010-9632-5>
- Hyderali, N. M., Ganesan, M., Eswaran, K. 2019. Seasonality in Nutrient Contents of Edible Green Algae *Ulva compressa* and *Ulva fasciata* from Southeast Coast of India, *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, 8 (1), 60-66.
- Irkin, L.C., Erdugan, H. 2015. Seasonalvariation in ash, lipid and protein contents of *Scytosiphonlomentaria* Lyngbyeand *Palisada perforata* Bory de Saint-Vincent alongÇanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *Mar. Sci. Tech. Bull.* 4(2):1-4.
- Ismail, M.M.M., Mohamed, S. E. 2017. Differentiation between some *Ulva* spp.by morphological, genetic and biochemical analyses.
- Kamal, M., Abdel-Raouf, N., Alwutayd, K., AbdElgawad, H., Abdelhameed, M.S.,Hammouda, O., Elsayed, K.N.M. 2023. SeasonalChanges in theBiochemicalComposition of Dominant MacroalgalSpeciesal longtheEgyptianRedSeaShore.*Biology*, 12, 411. <https://doi.org/10.3390/biology12030411>.
- Khairy, H.M., El-Sheikh, M.A. (2013). Antioxidant activity and mineral composition of three Mediterranean common seaweeds from Abu-Qir Bay, Egypt. *Saudi Journal of Biolo-gical Sciences*, 22, 623-630.

- Litter, D.S., Litter M.M., Bucer K.E., Norris J.N. 1989. Marine Plants of the Caribbean, A Field Guide
- Liu, F, Melton, J.T. III, Lopez-Bautista, J.M. Chen, N. 2020. Multiple Intraspecific Variations of Mitochondrial Genomes in the Green-Tide Forming Alga, *Ulva compressa* Linnaeus (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Front. Mar. Sci.* 7:714. doi: 10.3389/fmars.2020.00714
- Maghraby, D.M.E., Fakhry, E.M. (2015). Lipid content and fatty acid composition of Mediterranean macro-algae as dynamic factors for biodiesel production. *Oceanologia*, 57(1): 86-92.
- Martin, S., Clavier, J., Chauvaud, L., and Thouzeau, G. 2007. Community metabolism in temperate maerl beds. I. carbon and carbonate fluxes. *Marine Ecology Progress Series*, 335: 19-29.
- Metin, C., Baygar, M. 2018. Determination of nutritional composition of Enteromorpha intestinalis and investigation of its usage as food. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1): 7-14. doi:10.12714/egejfas.2018.35.1.02
- Mouritsen, O.G., 2013. Seaweeds: Edible, Available, and Sustainable. University of Chicago Press. Chicago. pp:272.
- Nannini, M., Marchi, L.D., Lombardi, C., Ragazzola, F. 2015. Effects of thermal stress on the growth of an intertidal population of *Ellisolandia elongata* (Rhodophyta) from N–W Mediterranean Sea, *Marine Environmental Research*, Volume 112, Part B, 11-19.
- Nauer, F., Guimarães, N. R., Cassano, V., Yokoya, N. S., Oliveira, M. C. (2014). Hypnea species (Gigartinales, Rhodophyta) from the southeastern coast of Brazil based on molecular studies complemented with morphological analyses, including descriptions of *Hypnea edeniana* sp. nov. and *H. flava* sp. nov. *European Journal of Phycology*. 49(4): 550-575.
- Naz, M., Sayın, S., Cetin, Z., Saygılı, E.İ., Taskin, E., Soyler, O. 2022. The Changes in Biochemical Compositions of Five Different Macroalgae and Seagrass (*Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson 1867) Collected from Iskenderun Bay. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*. 8, 4:796-804.
- Neto, R. T., Marçal, C., Queirós, A. S., Abreu, H., Silva, A. M., & Cardoso, S. M. 2018. Screening of *Ulva rigida*, *Gracilaria* sp., *Fucus vesiculosus* and *Saccharina latissima* as Functional Ingredients. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 2987.
- O'Sullivan, L., Murphy, B., McLoughlin, P., Duggan, P., Lawlor, P.G., Hughes, H., Gardiner, G.E., 2010. Prebiotics from Marine Macroalgae for Human and Animal Health Applications, *Marine Drugs*, 8(7), 2038–2064.
- Osman, N.A., El-Manawy, I.M., Amin, A.S. 2011. Nutritional composition and mineral content of five macroalgae from red sea. *Egyptian Journal of Phycology*, 12: 89-102.
- Oucif, H., Miloud Benaissa, Smail Ali Mehidi, Ricardo Prego, Santiago P. Aubourg & Sidi-Mohammed El-Amine Abi-Ayad, 2020. Chemical Composition and Nutritional Value of

- Different Seaweeds from the West Algerian Coast. *Journal Of Aquatic Food Product Technology* 2020, VOL. 29, NO. 1, 90–104
<https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1695305>
- Øverland, M., Mydland, L.T., Skrede, A. 2019. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99: 13-24.
- Özgün, S., Turan, F. 2015. Biochemical composition of some brown algae from Iskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*. 21, 2: 125-134.
- Peñalver R, Lorenzo JM, Ros G, Amarowicz R, Pateiro M, Nieto G. 2020. Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. *Marine Drugs*. 18(6):301.
<https://doi.org/10.3390/md18060301>
- Polat, S. ve Özoğul, Y. 2009. Fatty acid, mineral and proximate composition of some seaweeds from the Northeastern Mediterranean Coast. *Italian Journal of Food Science*, 21(3), 317-324.
- Polat, S. ve Özoğul, Y. 2013. Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the north eastern Mediterranean coast, *Oceanologia*, 55, 375-391.
doi.org/10.5697/oc.55-2.375
- Qari R, 2017. An assessment of seaweeds Diversity and Distribution at the Bench of Nathia Gali, Karachi, Pakistan. *J. Marine Sci. Res. and Dev.*, 7(3): 2-11.
- R CoreTeam 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>
- Radha, P. (2018). Proximate analysis and mineral composition of seaweeds of Manamalkudi Coast, Pudukkottai District, India. *Intl J Curr Microbiol Appl Sci*, 7(8), 3121-3128.
- Ragonese, C., Tedone, L., Beccari, M., Torre, G., Cichello, F., Cacciola, F., Dugo, P., Mondello, L. 2014. Characterization of lipid fraction of marine macroalgae by means of chromatography techniques coupled to mass spectrometry. *Food Chemistry*, 145: 932-940.
- Rasyid, A., 2017. Evaluation of nutritional composition of the dried seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk waters, Indonesia. *Tropical Life Sciences Research* 28(2):119–125.
<http://doi.org/10.21315/tlsr2017.28.2.9>
- Rodríguez, A. P., Thomas P. Mawhinney, Denis Ricque-Marie, L. Elizabeth Cruz-Suárez 2011. Chemical composition of cultivated seaweed *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*, 79, 23-26.
- Sabri H, Cherifi O, Maarouf A, Cheggour M, Bertrand M, Mandi L, 2017. Wastewater impact on macroalgae biodiversity in Essaouira coast (Morocco). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(3): 857-862.

- Satheesh S, Godwin-Wesley S, 2012. Diversity and distribution of seaweeds in the Kudankulam coastal waters, South-Eastern coast of India. *Biodiversity journal*, 3(1): 79-84.
- Saygili, E. I., Naz, M., Okudan, E. S., Cetin, Z., Benlier, N., Ogut, E., ... & Sayin, S. 2022. The determination of the molecular weight profiles and biochemical compositions eight macroalgae species from Turkey. *International Aquatic Research*, 14(2), 117-125.
- Siddique, M.A.M., Aktar, M., Khatib, M.A.M. 2013. Proximate chemical composition and amino acid profile of two red seaweeds (*Hypnea pannosa* and *Hypnea musciformis*) collected from St. Martin's Island, Bangladesh. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 7(2): 178-186.
- Smith, J.L., Summers, G., Wong, R. 2010. Nutrient and heavy metal content of edible seaweeds in New Zealand, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 38:1, 19-28, DOI: 10.1080/01140671003619290.
- Terawaki T, Hasegawa H, Arai S, Ohno M, 2001. Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *J. Appl. Phycol.* 13: 13-17.
- Trigui m., Leila Gasmi, Imen Zouari, Slim Tounsi, 2013. Seasonal variation in phenolic composition, antibacterial and antioxidant activities of *Ulva rigida* (Chlorophyta) and assessment of antiacetylcholinesterase potential *J Appl Phycol* 25:319–328 DOI 10.1007/s10811-012-9866-5
- Turan, F., Ozgun, S., Sayin, 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.
- University Press, 627 p.
- Vázquez-Delfín, E., Daniel Robledo, Román Manuel Vázquez-Elizondo, Yolanda Freile-Pelegriñ Seasonal variation in the biomass, reproduction and biochemical composition of *Hypnea musciformis* (Cystocloniaceae, Rhodophyta) from Playa Xcalacoco, Quintana Roo, Mexico
- Van den Hoek, C., Mann, D.G., Jahns. H.M. 1995. *Algae, An Introduction to Phycology*, Cambridge
- Wahbeh, M. I., 1997. Amino acid and fatty acid profiles of four species of macroalgae from Aqaba and their suitability for use in fish diets, *Aquaculture*, 159, 101–109.
- Wells, M.L., Potin, P., Craigie, J.S., Raven, J.A., Merchant, S.S., Helliwell, K.E., Smith, A.G., Camire, M.E., Brawley, S.H. 2017. Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29: 949-982.
- Yalçın, S., Uzun, M., Karakaş, Ö., Başkan, K.S., Okudan, E.Ş., Apak, M.R. 2021. Determination of Total Antioxidant Capacities of Algal Pigments in Seaweed by the Combination of High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) with A Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) Assay, *Analytical Letters*, 54:14.

- Yurdakulol, E., Cansaran D., 2004, Tohumuz Bitkiler-I Laboratuvar Kılavuzu, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Yüçetepe, A., Aydar, E.F., Okudan, E.Ş., Özçelik, B., Durmaz, G. 2023. Proximate analysis and fatty acid, mineral and soluble carbohydrate profiles of some Brown macroalgae collected from Türkiye coasts. *Z. Naturforsch*, 78(7–8)c: 261–269.
- Zaragoza, F.T. (2015). Classification of fruits proximate and mineral content: Principal component, cluster, meta-analysis. *Nereis*, 7, 39-50.





ÖZGEÇMİŞ

Berna Nur KODAZ. İlköğrenimini Sadık Eliyeşil İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Abdülkerim Bengi Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği'nde üniversite öğrenimine başladı. 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı'nda Lisans Üstü eğitimine başladı.

