



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

DİSİPLİNLERARASI SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ÇANAKKALE BOĞAZI, GEMLİK KÖRFEZİ VE İZMİT KÖRFEZİ'NİN
FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN *Ulva rigida* C. Agardh, 1823' NİN
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE VE YETİŞTİRİCİLİK
POTANSİYELİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ TAŞCI

DANIŞMAN: PROF. DR. BETÜL GÜROY

**YALOVA
TEMMUZ 2022**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DİSİPLİNLERARASI SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ÇANAKKALE BOĞAZI, GEMLİK KÖRFEZİ VE İZMİT KÖRFEZİ'NİN FİZİKO-
KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN *Ulva rigida* C. Agardh, 1823' NİN
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE VE YETİŞTİRİCİLİK POTANSİYELİNE
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ TAŞÇI
195117002

DANIŞMAN: PROF. DR. BETÜL GÜROY

YALOVA
TEMMUZ 2022

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım “Çanakkale Boğazı, Gemlik Körfezi ve İzmit Körfezi’nin fizikokimyasal özelliklerinin *Ulva rigida* C.Agardh, 1823 ’nın biyokimyasal özelliklerine ve yetiştiricilik potansiyeline etkisi” başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Deniz TAŞÇI



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan ve doğru yolu gösteren danışmanım Sayın **Prof. Dr. Betül GÜROY**'a, akademik kariyerimde bana her zaman destek olan Sayın **Prof. Dr. Derya GÜROY**'a, laboratuvar uygulamalarında kıymetli katkıları ve her konuda desteği için Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Serhan MANTOĞLU**'na, her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen **Öğr. Gör. İzzet ŞAHİN**'e, her konuda ve her zaman yanımda olan desteklerini esirgemeyen Sevgili **Gamze KIŞÇI**'ya ve aileme çok teşekkür ederim. Ve bu tez çalışmasının desteklenmesine olanak sağlayan Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimine (Proje No: 2021/YL/0012) teşekkür ederim.

Temmuz– 2022

DENİZ TAŞÇI





İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Makro Alglerin Ekolojik ve Ekonomik Önemi	2
1.3. Makro Algler	4
1.4. <i>Ulva</i> spp.	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. <i>Ulva rigida</i> 'nın morfolojik ve ekolojik özellikleri	11
3.1.2. Örnekleme istasyonlarının oşinografik ve coğrafi özellikleri	12
3.2. Metot	14
3.2.1. Örneklerin toplanması ve analiz öncesi hazırlık aşamaları	14
3.2.1.1. Örneklerin toplanması	14
3.2.1.2. Analiz öncesi hazırlık aşamaları	15
3.2.2. Besin kompozisyonu analizleri	15
3.2.2.1. Kuru madde analizi	15
3.2.2.2. Protein analizi	16
3.2.2.3. Yağ analizi	17
3.2.2.4. Kül analizi	18
3.2.2.5. Klorofil- <i>a</i> analizi	18
3.2.3. Deniz suyu fiziko-kimyasal analizleri	19
3.2.3.1. Nitrit	19
3.2.3.2. Amonyum	19
3.2.3.3. Fosfat	20
3.2.3.4. Nitrat	21



3.2.4. İstatistiksel analiz.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. Bulgular	23
4.1.1. Besin kompozisyonu analiz bulguları.....	23
4.1.2. Deniz suyu fiziko-kimyasal analiz bulguları	26
4.1.2.1. Kimyasal analiz bulguları	26
4.1.2.2. Fiziksel analiz bulguları.....	29
4.1.2.3. Suyun fiziko-kimyasal yapısının <i>Ulva rigida</i> 'nın biyokimyasal içeriği üzerine etkisi	30
4.2. Tartışma.....	33
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	39
KAYNAKÇA	43
ÖZGEÇMİŞ	51
TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER.....	51



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER

CO ₂	: Karbondioksit
°C	: Santigrat
°F	: Fahrenheit
g	: Gram
gm ⁻²	: Gram/ metrekare
HCl	: Hidroklorik asit
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
mg L ⁻¹	: Miligram / litre
mL	: Mililitre
m ³	: Metreküp
mmol	: Litrede milimol
N	: Azot
NO ₂ -N	: Nitrit
NO ₃ -N	: Nitrat
NH ₄ -N	: Amonyum
NaOH	: Sodyum Hidroksit
psu	: Tuzluluk
P	: Fosfor
PO ₄ -P	: Fosfat
%	: Yüzde

KISALTMALAR

FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
IMTA	: Entegre Multitrofik Su Ürünleri Yetiştiriciliği
M.Ö	: Milattan önce
yy	: Yüzyıl



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. <i>Ulva rigida</i>	11
Şekil 3.2. Çanakkale boğazı istasyonu	12
Şekil 3.3. İzmit körfezi istasyonu	13
Şekil 3.4. Gemlik körfezi istasyonu	13
Şekil 3.5. <i>Ulva rigida</i> ve deniz suyu numunesi alımı, Armutlu (A), Güzelyalı (B), Değirmendere (C) istasyonları	14
Şekil 3.6. Yaş <i>Ulva rigida</i> tartım ve kurutma aşaması	15
Şekil 3.7. Kurutulmuş <i>Ulva rigida</i> tartım aşaması ve <i>Ulva</i> unu	16
Şekil 3.8. Yaş yakma ünitesi, distilasyon aşaması ve titrasyon aşaması	17
Şekil 3.9. Yağ analiz aşamaları	17
Şekil 3.10. Kül analizi aşamaları	18
Şekil 3.11. Klorofil- <i>a</i> analiz aşaması	18
Şekil 3.12. Nitrit analiz prosedürü	19
Şekil 3.13. Amonyum analiz prosedürü	20
Şekil 3.14. Fosfat analiz prosedürü	20
Şekil 3.15. Nitrat analiz prosedürü	21
Şekil 4.16. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki kuru madde içeriği değişim grafiği	24
Şekil 4.17. Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki <i>Ulva rigida</i> örneklerinin mevsimsel protein değişimi	24
Şekil 4.18. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki yağ değerleri değişim grafiği	25
Şekil 4.19. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki kül değerleri değişim grafiği	25
Şekil 4.20. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki klorofil- <i>a</i> değerleri değişim grafiği	26
Şekil 4.21. Mevsimsel Nitrit Analiz Sonuçları	28
Şekil 4.22. Mevsimsel Amonyum Analiz Sonuçları	28
Şekil 4.23. Mevsimsel Nitrat Analiz Sonuçları	28
Şekil 4.24. Mevsimsel Fosfat Analiz Sonuçları	29



TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. 2020-2021 yılları arasında örnekleme istasyonlarına göre mevsimsel olarak protein (%), kül (%), yağ (%), klorofil- <i>a</i> ve kuru madde (%) sonuçları	23
Tablo 4.2. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki nitrit, amonyum, fosfor ve nitrat değerleri.....	27
Tablo 4.3. 2020-2021 yılları arasında örnekleme istasyonlarına göre mevsimsel olarak sıcaklık, tuzluluk, pH değerleri	30
Tablo 4.4. İstasyonlar arası fiziko-kimyasal yapının <i>Ulva rigida</i> 'nın biyokimyasal içeriği üzerine etkileri	31
Tablo 4.5. Deniz suyunun fiziko-kimyasal faktörlerine bağlı biyokimyasal bileşenlerin üzerinde baskın olan parametrelerin korelasyon analizi.....	31
Tablo 4.6. Korelasyon Aralığı.....	32



**ÇANAKKALE BOĞAZI, GEMLİK KÖRFEZİ VE İZMİT KÖRFEZİ'NİN
FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN *Ulva rigida* C.Agardh, 1823 ' NİN
BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE VE YETİŞTİRİCİLİK
POTANSİYELİNE ETKİSİ**

ÖZET

Makroalgler, gelecek için yeni biyokütle kaynağıdır. Yeşil makroalglerden biri olan *Ulva rigida*, 100'e yakın alg türünü içeren Ulvaceae familyasında sınıflandırılan bir türdür. Deniz ekosisteminde fosfat ve azot bakımından zengin sublittoral bölgelerde yayılım göstermektedir. Bu çalışmada *Ulva rigida* yetiştiriciliği için gerekli olan deniz suyunun fiziko-kimyasal analizleri ve makroalg örneklerinin besin kompozisyonundaki değişimler mevsimsel olarak incelenmiştir. Belirlenen üç istasyondan toplanan *Ulva rigida*'nın protein içeriği kış mevsimi örneklemelerinde %15,01 ile %25,97 arasında değiştiği tespit edilmiştir. İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi'nde deniz suyu sıcaklıkları yazın 22 °C ve 23 °C iken, *Ulva*'nın kuru madde içeriği diğer mevsimlere göre daha düşük bulunmuş olup sırasıyla %8,62 ve %8,78 kuru madde içermektedir. *Ulva*'nın en yüksek kuru madde içeriği, İzmit Körfezi'nde kış örneklemesi sırasında %18,34 ve 9,3 °C'de belirlenmiştir. Çanakkale Boğazı istasyonundan sonbahar mevsiminde alınan *Ulva* numunelerinde kül değeri %25,87 iken, diğer istasyonlara ve mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur. Sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinin kül değerleri üzerinde zayıf ancak olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarında kış mevsiminde klorofil-*a* miktarı %0,7 ile %0,9 arasında iken ($p>0,05$) tüm istasyonlarda yaz aylarında klorofil-*a* miktarının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Korelasyon analizine göre deniz suyundaki nitrat miktarı ile klorofil-*a* içeriği arasında ters orantı tespit edilmiştir. 0,7 mg L⁻¹ ile 1,2 mg L⁻¹ arasındaki nitratın yüksek miktarda klorofil-*a* sentezlemek için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Nitrat eksikliğinin lipid miktarını arttırdığı ortaya çıkarılmış olup kuru madde, klorofil-*a* ve protein değerleri için belirlenen istasyonlarda kış mevsiminde tespit edilen nitratın yeterli olduğu tespit edilmiştir. Antropolojik etkilerle denizlere karışan nitrat ve fosfat gibi bileşiklerin aşırı miktarda olması kirlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Numune alınan istasyonlarda besin maddesi olarak fosfat ve nitrat kullanan *Ulva rigida*'nın yetiştirilmesi halinde bu kirletici faktörlerin olumsuz etkilerinin azaltılması ve endüstriyel verimliliğe katkı sağlayacak organik ve inorganik bileşiklere dönüştürülmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Bu araştırma projesi, Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından 2021/YL/0012 numaralı proje bütçesi ile desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Ulva rigida*, Akuakültür, Makroalg, Biyokimyasal kompozisyon, Marmara Denizi



**EFFECTS OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF ÇANAKKALE
STRAIT, GEMLİK BAY AND İZMİT BAY ON BIOCHEMICAL
PROPERTIES AND AQUACULTURE POTENTIAL OF *Ulva rigida* C.
Agardh, 1823**

ABSTRACT

Macroalgae are the new source of biomass for the next future. *Ulva rigida*, one of the green macroalgae, is a species classified in the Ulvaceae family, which includes nearly 100 algae species. It spreads in sublittoral regions rich in phosphate and nitrogen in the marine ecosystem. In this study, physico-chemical analyzes of marine water required for cultivation of *Ulva rigida* and changes in nutrient composition of macroalgae samples were investigated seasonally. The protein content of *Ulva rigida* collected from the three designated stations was found to be between 15.01% and 25.97% in winter. While sea water temperatures in Izmit Bay and Gemlik Bay are 22 °C and 23 °C in summer, the dry matter content of *Ulva* is lower than other seasons and contains 8.62% and 8.78% dry matter, respectively. The highest dry matter content of *Ulva* was determined at 18.34% ($p < 0.005$) and 9.3 °C during winter sampling in the Gulf of Izmit. The ash value of 25.87% was determined in the *Ulva* samples collected from the Çanakkale Strait station in the autumn season, and it was found to be higher compared to other stations and seasons. It has been determined that temperature, salinity and pH values have weak and positive effects on ash values. While the amount of chlorophyll-a was between 0.7% and 0.9% in the winter season at Çanakkale Strait, İzmit Bay and Gemlik Bay stations ($p > 0.05$), it was determined that the chlorophyll-a amount decreased significantly in summer at all stations. According to the correlation analysis, an inverse proportion was determined between the nitrate amount in sea water and the chlorophyll-a content. It was concluded that nitrate between 0.7 mg L⁻¹ and 1.2 mg L⁻¹ is sufficient to synthesize high amounts of chlorophyll-a. While it was concluded that nitrate deficiency increased the amount of lipid, it was found that the nitrate detected in the winter season at the stations determined for dry matter, chlorophyll-a and protein values was sufficient. The excessive amount of compounds such as nitrate and phosphate mixed with the seas with anthropological effects is an indicator of pollution. It has been concluded that if *Ulva rigida*, which uses phosphate and nitrate as nutrients, is grown at sampling stations, it is possible to reduce the negative effects of these polluting factors and to convert them into organic and inorganic compounds that will contribute to industrial efficiency. This research project was supported by the Yalova University Scientific Research Projects (BAP) Coordination Unit with the project budget numbered 2021/YL/0012.

Keywords: *Ulva rigida*, Aquaculture, Macroalgae, Biochemical Composition, Marmara Sea



1. GİRİŞ

Makro algler ökaryotik organizmalar olup fotosentez yetenekleri ile karbondioksit, nitrat, fosfat gibi çözülmüş besin tuzlarını besin kaynağı olarak kullanan sürdürülebilir sucul bitkisel canlılardır (Ak, 2015). Sucul ekosistemlerde kirlenmeye neden olan besin tuzlarının kirletici etkileri, alglerin absorpsiyon ve adsorpsiyon özellikleri sayesinde giderilebilmektedir (Cohen ve Neori, 1991). Deniz suyunda fitoplankton patlamasına neden olabilen ve antropolojik etkilerle suya karışan aşırı miktarda nitrat, fosfat gibi bileşikler kirliliğe sebep olan sonuçlar doğurabilir. *Ulva* cinsi türler kirliliği belirleyici özelliğe sahiptir (Caliceti ve diğ., 2002).

Kültür balığı yetiştiriciliğinde, balık yemlerinden kaynaklanan aşırı amonyak üretimi nedeniyle su kalitesinin bozulması ve ötrofikasyonun ortaya çıkması söz konusudur. Ekonomik potansiyeli olan algler hem doğada hem de kültür balıkçılığında su kalitesinin artmasında ve dengelenmesinde anahtar bir role sahiptir. Sanayi devrimi sonrasında artan CO₂ salınımı ile birlikte deniz suyunun asitleşmesinin söz konusu olması, potansiyel iklim değişikliği tehlikesinin artması ve türlerin dirençsiz hale gelmesi gibi riskler, ekosistemle uyumlu olabilen hızlı ve doğru uygulamalar ile önlenilebilecektir. Su kaynaklarının korunması küresel bir etkiye sahip olduğu için, küresel kirlenmenin birincil çözümleri arasında ‘kontrollü alg yetiştiriciliği’ görülmektedir (Ak, 2015).

Dünya genelinde 43 ülkede deniz yosunu üretilmekte olup, 2015 yılında elde edilen 28 milyon ton deniz yosunundan %94’ lük kısmı yetiştiricilik yoluyla karşılanmıştır. 2018 yılında ise dünya çapında toplam 32,4 milyon tonluk dikkat çekici ölçekte alg üretimi gerçekleşmiştir (FAO, 2020). Makro algler çeşitli endüstri kollarında hammadde olarak kullanılmakta ve yüksek oranda da gıda olarak tüketilmektedir. Hawai adalarında *Ulva spp.* türlerine “Limu palahalaha” ismi verilmekte olup Japonya ve Kore Cumhuriyet’inde de “Aonori” veya “Yeşil Laver” adlı gıda ürünleri *Ulva* türü ile elde edilmektedir (MacArtain ve diğ., 2007). *Laurencia*, *Porphyra*, *Rhodomenia*, *Ulva*, *Gelidium*, türleri ise Türkiye karasularında yayılım gösteren ve gıda olarak tüketilebilen makro algler arasındadır (Cirik ve Cirik, 1999). Alternatif gıda kaynağı olan makro algler, denizel gıda kaynakları arasında ön planda yer almaktadır (Berik ve Çankırılı, 2019). Algler insan vücudunda üretilemeyen amino asitlerin ve yağ asitlerinin en zengin kaynaklarından. Ayrıca lif, magnezyum,

potasyum, çinko gibi mineraller ile K, E, B grupları vitaminlerini de içermektedir (Alçay ve diğ, 2017).

1.1. Tezin Amacı

Makro algler Dünya genelinde doğadan yoğun olarak karşılanabilmesine rağmen, alglerin birçok sektörde ticari olarak kullanımına başlanmasından sonra alg yetiştiriciliğine olan ilgi artmıştır. Bu nedenle, *Ulva rigida* türünün yaygın olarak bulunduğu denizlerimizde doğal ortamlarından toplanmasına ek olarak yetiştiricilik yoluyla kültüre alınması da büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, Çanakkale Boğazı-Güzelyalı, Gemlik Körfezi-Armutlu ve İzmit Körfezi-Değirmendere istasyonlarının biyokimyasal kompozisyonlarını belirlemek üzere *Ulva rigida* toplanmış ve fiziko-kimyasal analizlerin yapılabilmesi için istasyonlardan su numuneleri alınmıştır. Bu projede, elde edilen veriler ışığında *Ulva rigida*'nın ülkemizdeki yetiştiricilik potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

1.2. Makro Alglerin Ekolojik ve Ekonomik Önemi

Makro algler hem ekolojik hem de ekonomik açıdan önemli canlılardır. Ekosistemde birincil üretici olarak adlandırılan algler, fotosentez sürecinde su ortamına çözünmüş oksijen salınımı yaparak canlılığın devamını temin etmektedir. Ayrıca sucul ortamda diğer canlılara besin kaynağı olmakla birlikte üreme, barınma ve korunma ortamı olarak görev almaktadırlar (İrkin, 2020). Algler, endüstriyel uygulamalarda esansiyel yağ asidi, esansiyel amino asit, pigment, biyoaktif bileşikler, mineral ve vitamin kaynağı olmasının yanı sıra kıvam verici ve antioksidan bileşikleri ile önemli hammaddeler sınıfında bulunmaktadır. Ayrıca makro algler, yenilenebilir kaynaklar arasında yer almakta ve insan yaşamında önemli yere sahip olan karbonhidrat, lipid, protein ve mineraller bakımından endüstriyel açıdan kullanılmaktadır (Kasimalla ve diğ., 2015).

Makro alglerin besin içerikleri; türüne, coğrafi konumuna, mevsim ve sıcaklığa göre değişkenlik göstermektedir (Kaehler ve Kennish, 1996). Doğal ortamında bol miktarda bulunabildiği gibi, yetiştiriciliğe açık türlerin kültür ile çoğaltılması sayesinde alg üretimi su ürünleri ekonomisinin önemli bir kolu haline gelmiştir. Makro algler, anti-tümör, anti-oksidan ve anti-fungal özellikleri sayesinde sağlık alanında önemli potansiyel faydalar içermektedir (Gerasimenko ve diğ., 2010).

Teknolojik ilerlemeler ile birlikte makro alglerin kullanım alanlarının arasında gıda, yem, kimya, boya, tekstil, biyokütle enerjisi, biyomedikal ürün, kozmetik ve suların arıtımı gibi farklı alanlar da yer almaktadır (Aras, 2020). Algler, Japonya’da dördüncü ve Çin’de altıncı yüzyıldan beri kullanılmaktadır. Yosunların besin içerikleri, kokusu, lezzeti ve renginden yararlanılarak çeşitli işleme teknikleri ile gıda olarak tüketilmektedir (Haque ve diğ., 2009). Uzak doğu ülkelerinde (Japonya, Çin, Kore) yeşil makro alglerin yaklaşık olarak %5, kahverengi makro alglerin %66,5 ve kırmızı makro alglerin %33’ü günlük besin olarak kullanılmaktadır (Gade ve diğ., 2013).

Su ürünleri yetiştiriciliğindeki gelişmeler, üretim ve gelir miktarında artış sağlarken, biyoçeşitlilikte değişime ve yemlerin olumsuz çevresel etkilerini de beraberinde getirebilmektedir (Tovar ve diğ., 2000). Su ürünleri yetiştiriciliği, tuzlu, tatlı ve acı sularda kontrollü şartlar altında, balıklar, yumuşakçalar, algler vb. deniz canlılarının beslenme, büyüme, stoklama, üretme gibi amaçlar için belirli bir zaman dilimi içerisinde yetiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Dünya çapındaki su ürünleri yetiştiriciliği üretim miktarı 2018 yılında toplam 114,5 milyon ton ile en yüksek seviyelere ulaşmıştır. 2018 yılındaki verilere göre 32,4 milyon ton yosunun üretimi ile 13,3 milyar \$ gelir elde edilmiştir. 2018 yılında çiftlikte yetiştirilen 32,4 milyon tonluk yosun miktarı doğadan toplanan su yosununun %97,1’ini temsil etmektedir. Dünya denizel makro alg üretimi 2000’de 10,6 milyon ton iken 2018’de 32,4 milyon tona çıkarak üç kat artmıştır. Deniz yosunlarının üretiminde tropikal yosunların yavaş büyümesi ve üretiminin azalması yüzünden 2018 yılında küresel yosun üretimi %0,7 düşmüştür. Fakat Güney Asya soğuk ve ılıman deniz yosunlarının yetiştiricilik üretimi yükseliş göstermiştir (FAO, 2018). Türkiye’nin üç tarafı denizlerle çevrili olması, alg çeşitliliğinin ve yayılımının fazla olması sebebiyle alg yetiştiricilik potansiyeli yüksektir ancak yeterli ve önemli ölçüde yetiştiricilik sağlanamamaktadır. Akdeniz ülkeleri ile karşılaştırma yapıldığında Türkiye’nin Akdeniz’e kıyı uzunluğu daha fazla olmasına rağmen, makro algler ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Karadeniz kıyılarında makro alg türleri arasında 140 *Rhodophyceae* sınıfı, 53 *Phaeophyceae* sınıfı ve 50 *Chlorophyceae* sınıfına ait tür bildirilmiştir (Cirik ve Cirik, 1999). Türkiye genelinde yapılan çalışmalarda 780 adet makro alg türünün varlığı saptanmıştır (Taşkın ve diğ., 2001). Ülkemiz kara sularında *Chlorophyceae*

üyesi *Ulva spp.* ve diğer makro alg türleri denizel kirliliğin yüksek olduğu bölgelerde yayılım ve yüksek biyokütle özelliği gösterebilmektedir (Topcuoğlu ve diğ., 2003).

Akuakültür sistemlerinin çevresel etkileri, stok yoğunluğuna, yem içeriğine, yetiştiricilik alanının su kalitesine bağlı olarak değişiklik gösterir (Wu, 1995). Akuakültürün çevresel yönden neden olduğu olumsuz etkiler, hastalıklar, parazitler, atıklar, kullanılan kimyasallar, antibiyotikler ve yemler olarak sıralanabilir (Weber, 2003). Akuakültürü de kapsamı içine alan entegre yetiştiricilik sistemleri, en az iki deniz canlısının, farklı canlı kombinasyonlarıyla aynı anda ya da ardışık zaman diliminde, ortak yaşam alanı içerisinde yetiştirilmesidir (Little ve Edwards, 2003).

Ulva rigida entegre multitrofik sisteme (EMT) dahil edilerek yetiştirildiğinde, balık üretimi yapılan su koşullarını makro alg biyokütlesinde artış sağlayıcı etkisi ile beraber düzenlediği gözlenmiştir (Califano ve diğ., 2020). EMT sistemiyle yetiştirilen *Ulva spp.* makroalgleri, doğadan toplananlar ile karşılaştırıldığında daha yüksek biyokütle seviyeleri göstermiş ve su kalitesi bakımından ideal biyolojik bir filtre görevi görmüştür (Ghaderiadekani ve diğ., 2019). Ülkemiz sularında EMT sisteminin kullanılması monokültürün meydana getirdiği olumsuz etkileri ortadan kaldıracak ve ikinci bir ekonomik kaynak sağlayarak katkıda bulunacaktır (Yabanlı, 2009).

1.3. Makro Algler

Dünya yüz ölçümünün büyük çoğunluğunu denizler ve okyanuslar oluşturmakta ve yeryüzündeki yaşamın denizlerde başladığı bilinmektedir (Cirik ve Cirik, 1999). Algler boyutlarına göre değerlendirildiğinde mikroskobik olanlar mikro alg, makroskobik olanlar ise makro alg olarak adlandırılmaktadır. Makro algler karmaşık dokuları olan ve hücresel yapısında farklılaşmanın çok az ya da hiç olmadığı ototrofik canlılardır. Taksonomik olarak ise Chlorophyta (Yeşil algler) pigmentasyonu sarı, yeşilimsi ve koyu yeşil renklerini içermektedir. Rhodophyta (Kırmızı algler) farklı ortamlarda yayılım gösterebilen en büyük alg grubunu oluşturmaktadır. Phaeophyceae (Kahverengi algler) ise en fazla tür sayısına sahip alg grubunu oluşturmakta ve pigmentasyonu sarıdan koyu kahverengiye kadar değişiklik göstermektedir (Sze, 1993; Swamy, 2011). Alglerin besin içeriği değerlendirildiğinde selüloz ve dirençli nişastanın yanı sıra inülin gibi polisakkaritler ve oligosakkaritler olmak üzere birçok karbonhidrat içeren bileşiklerden oluştuğu söylenebilir (Elleuch

ve diğ., 2011). Deniz yosunları tuzlu ortamda yaşamlarını sürdürür bu nedenle ozmotik dengeyi sağlamak için hücrelerinde sodyum, potasyum ve klor birikimine ihtiyaç duyarlar (Reed ve diğ., 1995). Makro algler kuru ağırlıklarının %8-40'ı oranında mineralleri depolayabilirler (FAO,2016). Alglerin içeriğinde magnezyum, potasyum, kalsiyum, sodyum, demir, bakır, selenyum, çinko, florür gibi minerallerin bol miktarda bulunduğu bilinmektedir (Lorenzo ve diğ., 2017). Minerallerin miktarındaki değişikliklerin bağlı olduğu etkenler taksonomik gruba, coğrafi bölgeye ve mevsime göre değişkenlik göstermektedir (Mabeau ve Fleurence, 1993). İnsanlar tarafından vücudun günlük ihtiyacı olan minerallerin ve eser miktardaki elementlerin karşılanabilmesi için besin takviyesi olarak tüketilebilir. Algler antioksidan özelliklerinin yanı sıra, birçok vitamin ve koruyucu pigmentler içermektedir (McDermid ve Stuercke, 2003; Finglas ve diğ., 2015).

1.4. *Ulva* spp.

Ulva spp., kum ve kaya üzerine tutunarak denizel ortamda yaşayan Chlorophyceae sınıfı üyesi sucul bitkilerdir (Steneck, ve Dethier, 1994). Dünya genelinde gelgit bölgeleri ve kaya havuzlarında yaygın olarak konumlanmıştır (Koeman, 1985). Bu türler, ötrofikasyon ve fiziko-kimyasal özelliklerdeki değişimlere yüksek tolerans göstermektedir (Amaral ve diğ., 2018). Bu özellikleri kapsamında genellikle kentsel ve endüstriyel atıkların etkilediği su kütlelerinin kıyı kesimlerinde kozmopolit olarak yayılmaktadır (Guiry ve diğ., 2014).

Biyolojik yapısında genellikle bir kloroplast ve bir çekirdek bulunan *Ulva* spp. kısa bir kök ile substrata bağlı, tallusu kalın ve geniştir (Çirik ve Çirik 1999). *Ulva* spp. yüksek oranda polisakkarite sahiptir (Stiger-Pouvreau ve diğ., 2016). Dünya genelinde farklı yetiştiricilik yöntemleri ile büyüme olanağı olan, yenilebilir makro algler arasındadır (Taboada ve diğ., 2010).

Ulva spp. içeriğinde ulvan bulunduran bir makro alg olup, ulvan değerleri tür farklılıkları ve büyüme şartlarına göre de değişmektedir. Bundan dolayı ortalama ulvan miktarı kuru ağırlığın %8'i ila %29'u aralığında bir değere sahiptir (Kaeffer, ve diğ., 1999). Ulvanın antioksidan, antitümör ve antikoagulan özellikleri bilinmektedir. Bunların yanı sıra ağır metal yüklerine karşı kuvvetli bir elektron ilgisine sahiptir (Lahaye ve Robic, 2007). Ayrıca kıyı kesimlerinde hızlı çoğalmasıyla yeşil gelgitlerin oluşmasına neden olan makro algdir (Smetacek ve

Zingone, 2013). Yeşil gelgite sebebiyet veren algler kirlilik indikatörü olarak görülmektedir. (Robic ve diğ., 2009). Alglerin pek çok kullanım alanı olmasına rağmen geçmişten günümüze en bilindik kullanım şekli gübredir (Challen ve Hemingway, 1966). Alglerden elde edilen kompost ya da katı organik gübrelerin nem emici özelliği vardır ayrıca mineral ve doğal madde miktarı açısından zengindir. Bu nedenle kimyevi gübrelerle kıyasla daha verimli görülerek üstünlüğü tespit edilmiştir (Wallen Kemp, 1955).



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasının konusunu oluşturan *Ulva rigida* türü üzerine ülkemiz kıyı sularında ve farklı ülkelerde çeşitli çalışmalar yürütülmüştür.

Makro algler, tıpta ve gıda alanında ekonomik olarak kullanılmaktadır. Algler kozmetik malzemelerinde renk pigmenti olarak ilk defa Antik Roma'da kullanılmıştır. Gübre olarak ilk Kuzey Asya'da, 21. yüzyıldan sonra ise denizlere kıyısı bulunan ve kıyı uzunluğu geniş olan batı ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Güner ve Aysel, 1999). Algler gıda sanayi, tarım sanayi, kimya sanayi ve tıp başta olmak üzere çok farklı sanayilerde kullanılmaktadır. Alglerin kullanım alanları alglerin türüne, besin içeriğine ve bulundukları ortama göre değişmektedir.

Fransa, Norveç, Amerika, İrlanda gibi kıyı uzunluğu fazla olan ve alglerin doğal ve konsantre yayılım gösterdiği ülkelerde, algleri işleyip kullanım yeri aramaya yönelmeleri üzerine, kimyasal element içeriği düşük olan topraklarda gübre olarak kullanılmıştır.

Algler içerdikleri zengin protein miktarı sebebiyle besin olarak kullanılmaktadır. Alglerin Batı Avrupa'da kuru veya yaş olarak direkt tüketimi yapılmaktadır (Lahaye, 1991). Japonya'da ortalama olarak yıllık birey başına düşen alg tüketim miktarı 1,6 kg' dan fazladır (Fleurence, 1999). Alglerin genelde kurutulup aroma vericiler eklenerek veya pişirilip salata çorba gibi ana yemeklerde gıda olarak kullanılması tercih edilen tüketim seçenekleri arasındadır. Gıda olarak tüketimleri ya da yem sanayinde kullanımlarının yanı sıra alglerden endüstriyel hammadde elde edilmektedir. Alglerden yoğun olarak temin edilen maddelerin başında agar agar, alginat ve karragen gelmektedir (Jimenez-Escrig ve Sanchez-Muniz, 2000). Ayrıca, yeşil, kırmızı ve kahverengi deniz algleri, karasal bitkilerde bulunamayan "aljinat", "fukoidan", "karragenan", "laminarin", "ulvan", "galaktan" ve "agar" gibi sülfatlı polisakkaritler bakımından zengindir. Sülfatlı polisakkaritler arasında antiviral, antibakteriyel, antiinflamatuvar, antihelmintik, antioksidan, immünomodülatör ve antikoagülan etkiler gibi sağlık açısından yararlı nutrasötik etki sergilerler (Wijesekara ve diğ., 2011). Bu polisakkaritler prebiyotik (bağırsakta faydalı bakterilerin büyümesini uyaran maddeler) olarak hareket edebilir ve büyümeyi teşvik edici ve sağlığı iyileştirici etkiler uygulayabilirler (Vidanarachchi ve diğ, 2009). *Ulva*

spp. türünden ekstrakte edilen sülfatlanmış polisakkarit “ulvan” olarak isimlendirilmektedir (Joel ve diğ., 2019). Bu bileşik, balıklarda sindirim enzim aktivitesi ve antioksidan kapasitesi arttırmakta ve doğal bağışıklık uyarıcı olarak kullanılabilmektedir (Akbari ve Aminikhoie, 2018).

Berik ve diğ., (2022) Çanakkale Boğazı mevkiinden mevsimsel olarak topladıkları *Ulva rigida* makro algin duyusal özelliklerini, amino asit, yağ asidi ve besin bileşimi içeriklerini hem kuru hem de yaş olarak incelemişlerdir. Protein miktarı yaş örneklerde en yüksek ilkbahar ayında %13,6 en düşük kış ayında %8,55 bulmuşlardır. Kuru *Ulva rigida* örneklerindeki protein miktarı en yüksek değeri ilkbahar ayında %25,98 en düşük protein değerini kış ayında %15,78 bulmuşlardır.5

Karaçuha ve diğ., (2018) tarafından, Karadeniz Sinop Yarımadası’nda belirlenen istasyonlardan Chlorophyta sınıfından 6 tür, Rhodophyta sınıfından 18 tür ve Phaeophyceae sınıfından 6 tür belirlenerek mevsimsel biyokütle değişimleri incelenmiştir. Türler arasında en yoğun tür *Cystoseira crinita* olup en yüksek biyokütle değeri 10947,2 gm⁻² ile ilkbaharda ve en düşük biyokütle değeri yaz mevsiminde 2150,6 gm⁻² bulunmuştur.

Ova Kaykaç (2007) tarafından, iki farklı istasyon olarak belirlenen Çanakkale Dardanos mevkiinde *Cystoseira barbata* ile *Ulva rigida* örnekleri ve İzmir Karşıyaka mevkiinde ise *Gracilaria verrucosa* örnekleri mevsimsel olarak toplanarak besin içerikleri tespit edilmiştir. İzmir Körfezi’nde protein değeri tüm türlerde kış mevsiminde yüksek bulunmuş olup, *Gracilaria verrucosa* ‘nın; %27,38, *Cystoseira barbata* ‘nın %18,73 ve *Ulva rigida* ‘nın %21,20 oranında protein içerdiği tespit edilmiştir. Analizi yapılan makro alglerde her mevsim yüksek oranlarda aspartik ve glutamik asit bulunduğu bildirilmektedir.

Choi ve diğ., (2010) tarafından, Kore’nin güneybatı kıyılarının yılan balığının bol olduğu sulardan *Ulva pertusa* toplanarak tuzluluk değişimlerinin biyokütle artışı ve besin bileşimine etkileri değerlendirilmiştir. En yüksek büyüme oranı %20 tuzluluk oranı ile sağlandığı bildirilmektedir.

Taylor ve diğ., (2001) tarafından, İngiltere’nin güneyinde Langstone Limanı’nın ötrafik sularında, *Rhizoclonium tortuosum*, *Cladophora dalmatica*, *Enteromorpha kompresi*, *Ulva curvata*, *Enteromorpha linza*, *Chaetomorpha linum*, *Percursaria percursa*, ve *Ulva ridiga* makro alglerinin sıcaklık, tuzluluk ve N ve P

konsantrasyonlarını incelenmiştir. 10 ve 20 °C sıcaklık arasında ve ‰6,8 ile 27,2 tuzluluk oranları aralığında en yüksek büyüme oranı tespit edilmiştir.

Yiğitkurt ve diğ., (2020) tarafından, İzmir Körfezi'nde Karşıyaka, İnciraltı ve Urla istasyonlarından toplanan makro alglerde klorofil-*a* ve toplam karotenoid miktarları belirlenmiştir. 12 adet makroalg türü tespit edilmiş olup, *Ulva lactuca* ve *Chaetomorpha linum* türlerinin tüm istasyon örneklemelerinde bulunduğu bildirilmektedir. Karşıyaka ve İnciraltı istasyonlarında *Ulva rigida* ve *Ulva compressa* makroalg türleri bulunmuş olup, Urla istasyonunda bu makro alg türlerine rastlanmamıştır. En yüksek klorofil-*a* miktarı *Chaetomorpha linum*' da 0,319 mg g⁻¹ olarak belirlenmiştir. *Ulva rigida* türünde klorofil-*a* miktarı 0,185 mg g⁻¹ bulunmuştur.

Ivanova ve diğ., (2013) tarafından Bulgaristan'ın Varvara kıyılarından toplanan *Cystoseira crinita* ve *Ulva rigida* türlerin lipid bileşimini ve yağ asidi oranı belirlemiş ve karşılaştırılmıştır. Türlerde toplam lipid içeriği yağ ağırlıkta 0,72 g g⁻¹ ile 0,79 g g⁻¹ değerleri arasında değişmiştir. *Ulva rigida*'da toplam çoklu doymamış yağ asitleri yüksek bulunurken, *Cystoseira crinita*'da tekli doymamış yağ asitleri miktarı benzer bulmuştur.

Turan ve diğ., (2015) tarafından İskenderun Körfezi'nden toplanan *Codium fragile*, *Ulva lactuca* ile *Laurensia obtusa*, *Laurensia papillosa*, *Jania rubens* türleri arasında toplam protein, karbonhidrat, fenolik madde ve pigment içeriklerini belirlemiş olup türler arasında istatistiksel fark bulmuştur. Makro algler arasında en yüksek klorofil-*a* ve karoten miktarını (sırasıyla, 2,905±0,12 ve 0,941±0,04 mg g⁻¹) *Ulva lactuca* bulmuştur.

Neori ve diğ., (2003) balık havuzu atıklarının arıtılmasında alg üretiminin faydalı olduğunu ve sudaki toplam amonyak miktarının *Ulva lactuca* tarafından verimli şekilde kuru madde ve protein içeriğine dönüşmesi için aşamalı biyofiltre sistemlerinin faydalı olduğunu önermektedir. Çipura balık havuzundan çıkan atık amonyak akışının azaltılma prensibine dayalı seyreltilerek alg havuzlarına verilmesi ile metrekarede 189 g yağ ağırlıkta ve % 44 proteinli *Ulva lactuca* üretildiği bildirilmektedir.

Ulva'nın karbonu bikarbonat formunda olduğu kadar CO₂ formunda da kullanabildiği rapor edilmiştir. Nicolaisen ve Næss (2011) tarafından ‰25 ve ‰28,5 tuzlulukta ve

7-23 °C su sıcaklığında Danimarka’da (56 °N) dakikada 5 L su döngüsü ile her gün 15µM NO₃ ve 5 µM NH₄ ve 2.5 µM PO₄ eklendiğinde, metrekarede 4 kg taze alg stoklandığında hektar başına yılda 45 ton biomass üretiminin gerçekleşebileceğini bildirilmektedir. Bu araştırmada birim alanda üretilen *Ulva* miktarının karasal bitkilerden 20 kata kadar daha fazla ve kahverengi alglerden de 3 kat daha fazla ürün üretilebileceği ortaya konulmuştur.

Makroalgler ile yapılan uygulama çalışmaları arasında ise Engin ve diğ. (2019) tarafından fasulye bitkisinin (*Phaseolus vulgaris*) üretiminde gübre olarak *Ulva rigida* ile ithal deniz yosunu gübresi karşılaştırmıştır. Verimli fasulye üretimi için kuru *Ulva rigida* ‘nın optimum 150 g⁻¹ değerinde katılması gerektiğini tespit etmiştir.

Geçgel (2009) tarafından, Reactive Blue 4 ve bakır (II) iyonları bakımından *Ulva rigida*’nın endüstriyel atık sularında boyar madde ve ağır metal kirliliğinin giderilmesinde kullanılabileceğini önerilmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. *Ulva rigida*'nın morfolojik ve ekolojik özellikleri

Ulva rigida (Şekil 3.1.), *Chlorophyceae* sınıfına ait, deniz marulu olarak bilinen yeşil makro alg türüdür. Türkiye kıyılarında kayalık ve sığ bölgelerde, azot ve fosfat yönünden zengin sularda yayılım gösterir (Cirik ve Cirik, 1999). Değişen deniz suyu sıcaklık ve tuzluluk miktarlarına toleransı yüksektir (Ak ve diğ., 2015). *Ulva spp.* denizlerde, acı sularda yaşayabilme özelliğine sahiptir. Denizlerin; sublittoral bölgelerinde yayılım göstermektedir.

Tüketim şekli olarak taze ve kurutulmuş olmalarının yanı sıra ekstraktları da biyostimülant olarak kullanılmaktadır (Castellanos-Barriga ve diğ., 2017). Entegre multi-trofik su ürünleri yetiştiriciliğine uyum sağlaması ve biyokütlesinin ticari değeri nedeniyle kullanımı artmaktadır (Marinho ve diğ., 2013). *Ulva* türlerinin taze biyokütlesinin %70-80'i sudan oluşur (Dominguez ve Loret, 2019). İnsan tüketimi için önemli besin içeriklerini bünyelerinde bulundurur (Vazquez-Rodríguez ve Amaya-Guerra, 2016). Beslenme için gerekli olan mikro element bağlayıcı özellikleri ile oligosakkaritler için değerli bir kaynak oldukları bilinmektedir (Berri ve diğ., 2016).

Bu çalışmada kullanılan *Ulva rigida*'nın sistematikteki yeri

Alem: Cryptogamae

Şube: Thallophyta

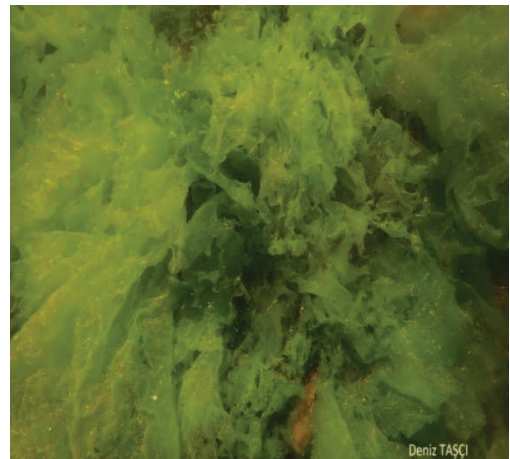
Sınıf: Chlorophyceae

Takım: Ulvales

Aile: Ulvaceae

Cins: *Ulva*

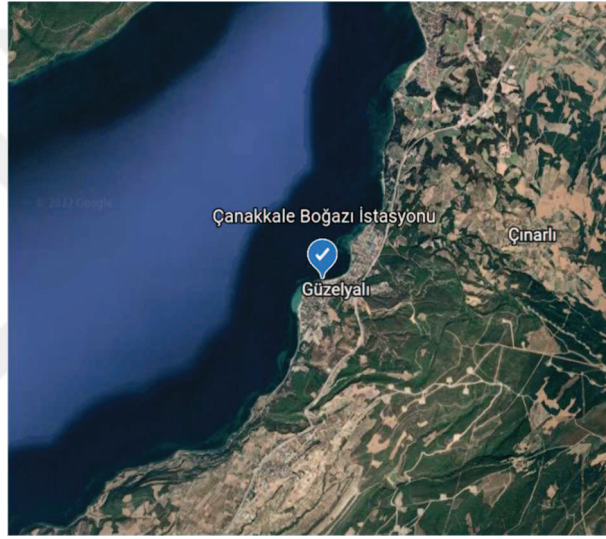
Tür: *Ulva rigida* (Agardh 1822)



Şekil 3.1. *Ulva rigida*

3.1.2. Örnekleme istasyonlarının oşinografik ve coğrafi özellikleri

Çanakkale Boğazı istasyonu; coğrafi olarak Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır ve boğazın en derin noktası 113 metredir (Gökaşan ve diğ., 2007). Akdeniz kökenli yoğunluğu yüksek dip akıntısı Marmara Denizi'ne doğru hareket ederken, Karadeniz kökenli yoğunluğu az olan sular Ege Denizi'ne doğru hareket eder. Çanakkale Boğazı'nda tuzluluk yoğunlukları farklı olan iki su kütlesi ters yönlere geçiş yapmaktadır. Boğazın bu özelliğinden dolayı su kütlesinin düşey kalınlığında farklı sıcaklık ve tuzluluk değerleri mevcuttur (Eryılmaz ve diğ., 2001). (Şekil 3.2.)



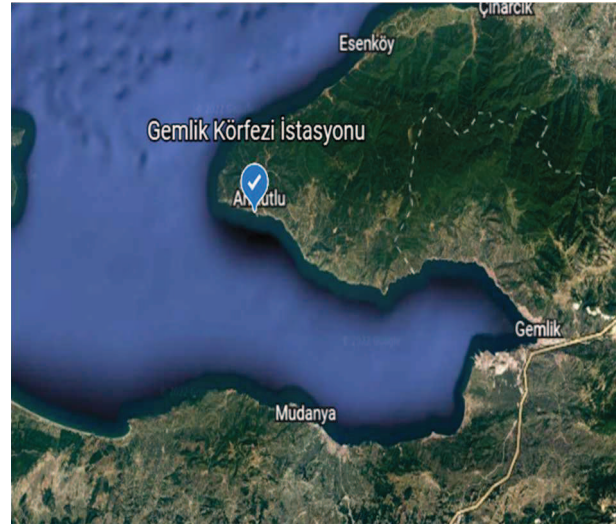
Şekil 3.2. Çanakkale boğazı istasyonu

İzmit Körfezi istasyonu; Marmara Bölgesi'nin doğusunda bulunan 50 km kıyı uzunluğuna sahip İzmit Körfezi, yarı kapalı olup kara içine doğru girmiştir (Uzun ve Garipağaoğlu, 2014). Körfezin kuzey bölgesinin en derin noktası 60 metre, güney bölgesinin ise yaklaşık olarak 180 metredir. Marmara Denizi'nin oşinografik özelliklerini taşır. Kuvvetli kuzeydoğu rüzgârlarının etkisi ile sonbahar ve kış mevsimlerinde Marmara Denizi'nin suları körfeze giriş yapmakta olup ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise Karadeniz'in az tuzlu suları yüzeyden körfeze akmaktadır. İki yönlü deniz suyu hareketleri sonucu mevsimsel olarak sıcaklık ve tuzluluk değerleri değişiklik gösterebilir (Çoban, 1997). (Şekil 3.3.)



Şekil 3.3. İzmit körfezi istasyonu

Gemlik Körfezi istasyonu; Marmara Denizi'nin güneydoğusunda yer alan Gemlik Körfezi'nin uzunluğu 36 km ve en derin noktası 113 metredir (Babayev, 2015). Gemlik Körfezi hem Ege Denizi'ne, hem de Karadeniz'e bağlanmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1999). Karadeniz'den gelen yüzey akıntısı ve kıyı yapısının etkisi ile ters akıntılara sahiptir (Artüz, 2002). Marmara denizinden gelen akıntı nedeniyle hidrodinamik ve biyokimyasal yönden etki altındadır. Düşük tuzluluk oranına sahip Karadeniz suları yüzeyden geçerek Ege denizine, dipten geçen yüksek tuzluluk oranına sahip Akdeniz suları ise Karadeniz'e ulaşır (Peker, 2007). (Şekil 3.4.)



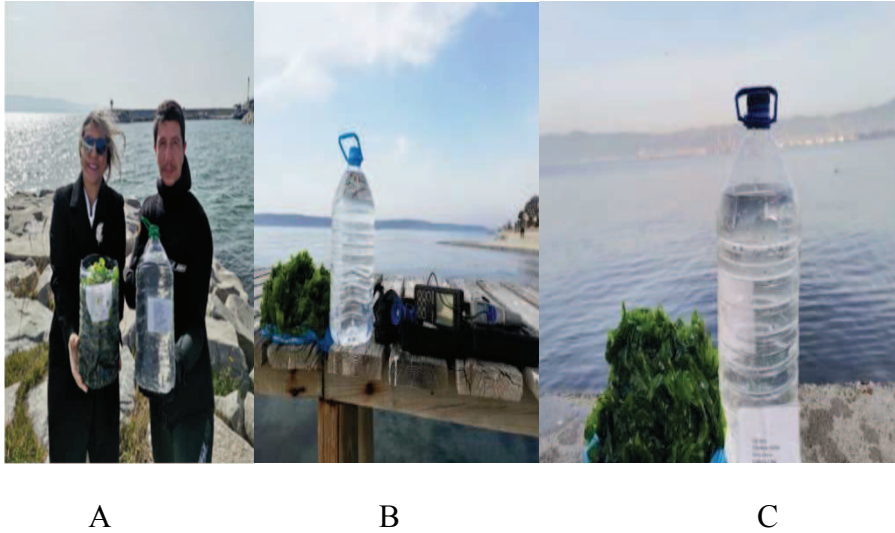
Şekil 3.4. Gemlik körfezi istasyonu

3.2. Metot

3.2.1. Örneklerin toplanması ve analiz öncesi hazırlık aşamaları

3.2.1.1. Örneklerin toplanması

Araştırmada ana materyal olarak bilimsel adı *Ulva rigida* (C. Agardh, 1823) olan deniz marulu olarak bilinen makro alg türü kullanılmıştır. Üç farklı istasyondan *Ulva rigida* örnekleri ve deniz suyu numuneleri alınmıştır. Belirtilen üç istasyon, Çanakkale Boğazı-Güzelyalı, Gemlik Körfezi-Armutlu, İzmit Körfezi-Değirmendere' dir. *Ulva rigida* örnekleri, 2021-2022 yılları arasında dört mevsim olmak üzere (yaz, sonbahar, kış, ilkbahar) serbest dalış malzemesi ile kıyı kesiminden toplanmış olup örneklemeler ağustos, kasım, şubat ve mayıs aylarında gerçekleştirilmiştir. İstasyonlardan alınan numuneler, Yalova Üniversitesi Armutlu Meslek Yüksekokulu Gıda Analiz Laboratuvarı'na uygun koşullarda getirilmiş ve *Ulva rigida* tazeliğini kaybetmeden çalışmalara başlanmıştır. Her istasyonda dört mevsim, pH, sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri yapılmış ve veriler değerlendirilmek üzere kaydedilmiştir. Ayrıca amonyum, nitrit, nitrat ve fosfat tayini için su numuneleri alınarak laboratuvara sevki sağlanmıştır. (Şekil 3.5.)



Şekil 3.5. *Ulva rigida* ve deniz suyu numunesi alımı, Armutlu (A), Güzelyalı (B), Değirmendere (C) istasyonları

3.2.1.2. Analiz öncesi hazırlık aşamaları

Her bir istasyondan alınan alg örnekleri önceliklere temiz su ile yıkanmıştır. Algler üzerinde taşıdıkları sucul organizmalar, kum tanecikleri ve epifit bitkiler gibi istenmeyen canlılardan temizlenmiştir. Temizlenen algler üzerindeki kalan su kurutma kâğıdı ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Belirlenen istasyonlardaki yaş *Ulva rigida* örnekleri ayrı ayrı hassas terazide tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıkları bilinen ve istasyon isimlerine göre ayrılan yaş makro alg örnekleri kurutma işlemi için sabit hava ve sıcaklık değerlerini koruyabilen bir etüvde ağırlığı değişkenlik göstermeyen duruma varana kadar 40 °C’de 24 saat boyunca kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutulmuş *Ulva rigida* örnekleri hassas terazide tartım işlemi yapılarak sabit ağırlıkları belirlenmiştir. Analizlerde kullanılmak üzere kurutulmuş bütün istasyonlardaki *Ulva rigida* örnekleri karıştırıcı yardımı ile un haline getirilmiştir. Un haline gelen örnekler mevsimsel ve mevki isimlerine göre ayrımı yapılarak etiketlenmiştir. Daha sonra analizlerde kullanılmak üzere -18°C saklama koşullarında muhafaza edilmiştir. (Şekil 3.6.)



Şekil 3.6. Yaş *Ulva rigida* tartım ve kurutma aşaması

3.2.2. Besin kompozisyonu analizleri

3.2.2.1. Kuru madde analizi

Kuru madde analizi için istasyonlardan alınan *Ulva rigida* örnekleri laboratuvara getirilmiştir. Örnekler tatlı su ile yıkanarak deniz suyundan ve diğer canlılardan temizlenmiştir. Temizlenmiş *Ulva rigida* örnekleri kurutma kâğıdı üzerine yayılıp bir süre bekletilerek fazla suyun alınması sağlanmıştır. Yaş ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüştür. Ağırlıkları bilinen örnekler kurutma tepsisine alınarak 40 °C’deki fan destekli etüvde 24 saat boyunca numuneler sabit ağırlığa gelene kadar kurutma işlemi uygulanmıştır. Sabit ağırlığa ulaşan *Ulva rigida* örnekleri hassas terazide kuru

ağırlıkları ölçülmüştür. Yaş ve kuru ağırlıkları farkları alınmıştır. Kuru madde değeri hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılmıştır (AOAC, 2000) (Şekil 3.7.).

$$\text{Kuru madde değeri (\%)} = (\text{İlk tarım-Son tartım}) / \text{Örnek ağırlığı} \times 100$$



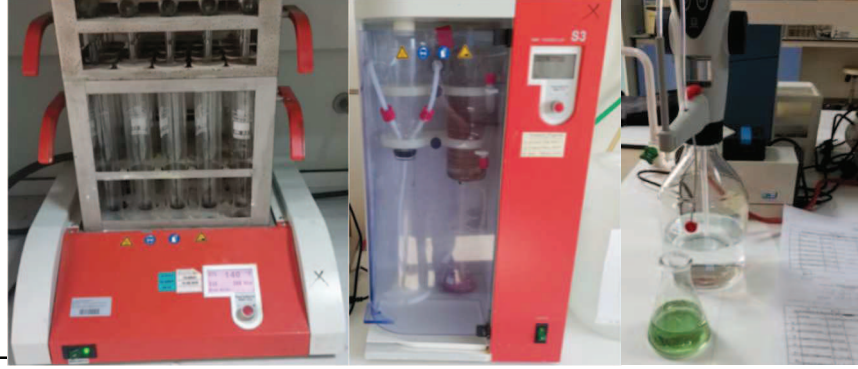
Şekil 3.7. Kurutulmuş *Ulva rigida* tartım aşaması ve Ulva unu

3.2.2.2. Protein analizi

Numunelerin ham protein değeri Kjeldahl yöntemi ile ölçülmüştür. Analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Protein içeriğinin tespiti Kjeldahl metoduna uygun olarak yaş yakma, distilasyon ve titrasyon aşamaları uygulanmıştır. Kurutma işleminden sonra *Ulva rigida* örnekleri un haline getirilmiştir. Hassas terazide 0,5 g *Ulva rigida* örnekleri tartılarak, 1 adet Kjeldahl tableti ile 15 mL H₂SO₄ kjeldahl tüpleri içerisine konmuştur. Numune tüpleriyle birlikte kör örnek için numune içermeyen tüplere aynı miktarlarda tablet ve sülfürik asit ilavesi yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri 275°C’de 60 dakika ardından da 380°C’de 150 dakika yakılmıştır. Yakma işleminden sonra tüpler soğumaya bırakılmıştır. Distilasyon ünitesinin girişine kjeldahl tüpü, çıkışına 25 mL doymuş borik asit çözeltisi bulunan erlene numune toplanması için yerleştirilmiştir. Distilasyon ünitesinde örnekler saf su ve nötralize edilmiş %40’lık Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi ile seyreltilmiş ve distilasyon işlemi sonrasında 0,1 mollük HCl ile titre edilmiştir. Titrasyon işlemi erlendeki renk dönüşümü pembe oluncaya kadar devam etmiş ve hidroklorik asit (HCl) sarfiyatı belirlenerek not edilmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak ham protein oranı hesaplanmıştır (AOAC, 2000) (Şekil 3.8.).

Ham Protein = [titrasyonda harcanan – kör örnek] x 0,1 x 14,007 x 6,25 / örnek ağırlığı x 100) hesaplanmıştır.

Formülde; 0,1 = HCl mol olarak değerini, 14,007 = Nitrojenin molekül kütlesi ve 6,25 = örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayıdır.



Şekil 3.8. Yağ yakma ünitesi, distilasyon aşaması ve titrasyon aşaması

3.2.2.3. Yağ analizi

Numunelerin yağ içeriği soksalet ekstrasyon yöntemiyle otomatik yağ tavin cihazında tespit edilmiştir. Numune 3 g tartılarak soksalet kartuşuna yerleştirilmiş ve 60 mL petrol eteri ile yaklaşık 120 dakika boyunca ekstraksiyon ve sifonlama işlemi uygulanmıştır. Yağ baloncuğunda toplanan eter, buharlaşma yoluyla uzaklaştırılmıştır. (Şekil 3.9.)

% Ham yağ = Yağ balonunda biriken yağ miktarı (g) / Örnek ağırlığı (g) x 100 olarak hesaplanacaktır.



Şekil 3.9. Yağ analiz aşamaları

3.2.2.4. Kül analizi

Numune bir kroze içine yaklaşık (0,5 g) tartılarak ve 525°C’de 8 saat kül fırınında yakma işlemi uygulanmıştır. (AOAC, 2000) (Şekil 3.10)

% Ham kül içeriği = Porselen kaptaki ağırlık değişimi (g) / Örnek ağırlığı (g) x 100)



Şekil 3.10. Kül analizi aşamaları

3.2.2.5. Klorofil-*a* analizi

Kurutulmuş *Ulva rigida* makro alginin klorofil-*a* analizi spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. 5 mg örnek tartılmış ve üzerine 5 mL metanol ilave edilerek homojenizatör ile homojenize edilmiştir. Daha sonra 70°C’de ultrasonik su banyosunda 10 dakika işleme alınmıştır. Su banyosunda işlem bittikten sonra örnekler 3500 rpm’de santrifüjlenmiş ve süpernatant spektrofotometrede 666 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneklerin klorofil-*a* miktarları aşağıda yer alan formüle göre tespit edilmiştir. (Şekil 3.11)

Klorofil-*a* (mg g⁻¹) = 13,9 x A₆₆₆ (Macías-Sanchez ve diğ., 2005)

A₆₆₆: 666 nm okunan absorbans değeri



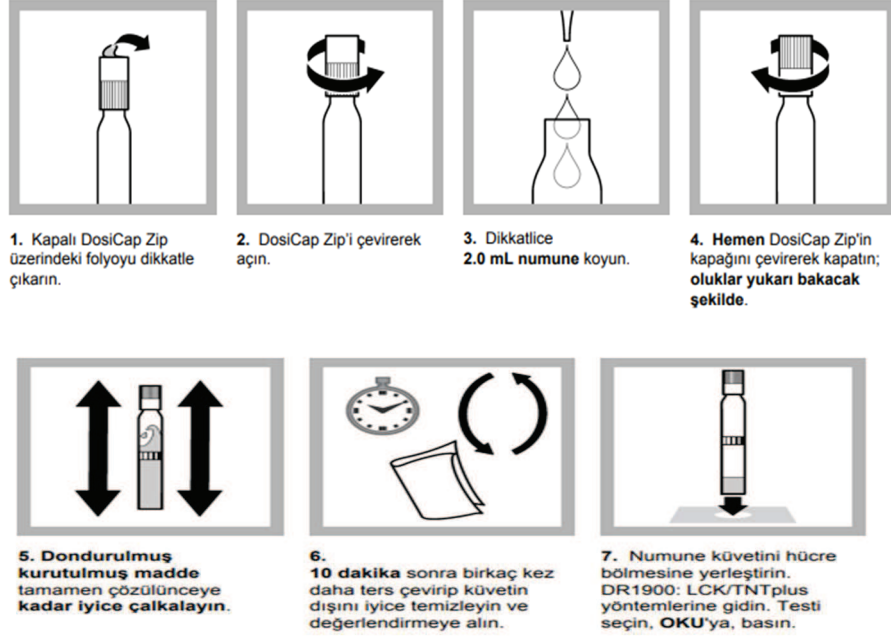
Şekil 3.11. Klorofil-*a* analiz aşaması

3.2.3. Deniz suyu fiziko-kimyasal analizleri

3.2.3.1. Nitrit

Hach lange cihazı ile birlikte Nitrit küvet testi, 0,015-0,6 mg L⁻¹ NO₂-N kullanılmıştır. Laboratuvara getirilen su numunelerinden cihazın analiz metodunda belirtilen yöntem aşamaları uygulanmıştır. Test kitleri temin edildikten sonra saklama ortam sıcaklığı: 15–25 °C (59–77 °F) olan uygun ortamda muhafaza edilmiştir. Ayrıca su numunesi ve reaktiflerin sıcaklığı 15–25 °C (59–77 °F) olacak şekilde laboratuvara getirilmiş ve muhafaza edilmiştir. Ölçüm esnasında su numunesinin pH'ı 3–10 arasında olması gerektiğinden önceden pH ölçümü yapılmıştır. (Şekil 3.12.)

Prosedür



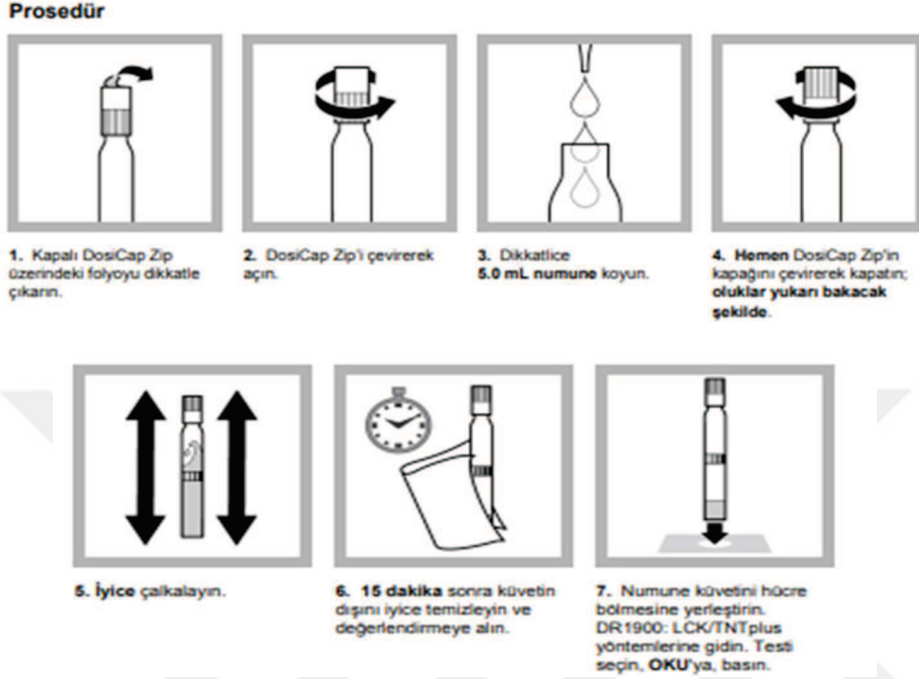
Şekil 3.12. Nitrit analiz prosedürü

İlgili prosedür uygulanarak nitrit analizi ölçümleri Çanakkale Boğazı-Güzelyalı mevki, Gemlik Körfezi-Armutlu istasyonu, İzmit Körfezi-Değirmendere istasyonlarında tüm mevsimlerde yapılmıştır.

3.2.3.2. Amonyum

Hach lange cihazı ile amonyum küvet testi, 0,015-2,0 mg L⁻¹ NH₄-N kullanılmıştır. Test kitleri için uygulanan saklama koşulları 15–25 °C (59–77 °F) dir. Şekil 3.13. de ki aşama uygulanarak ölçümü sağlanmıştır. Su numunesi ve reaktiflerin sıcaklığı ise

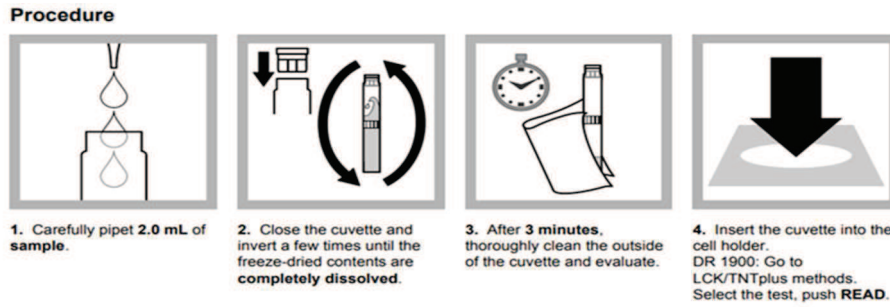
15–25 °C (59–77 °F) olacak şekilde muhafaza edilmiştir. Ölçüm esnasında pH'ı 3–10 arasında olacak şekilde ölçümü sağlanmıştır. Bütün istasyonlarda dört mevsim örnekler için uygulanmıştır.



Şekil 3.13. Amonyum analiz prosedürü

3.2.3.3. Fosfat

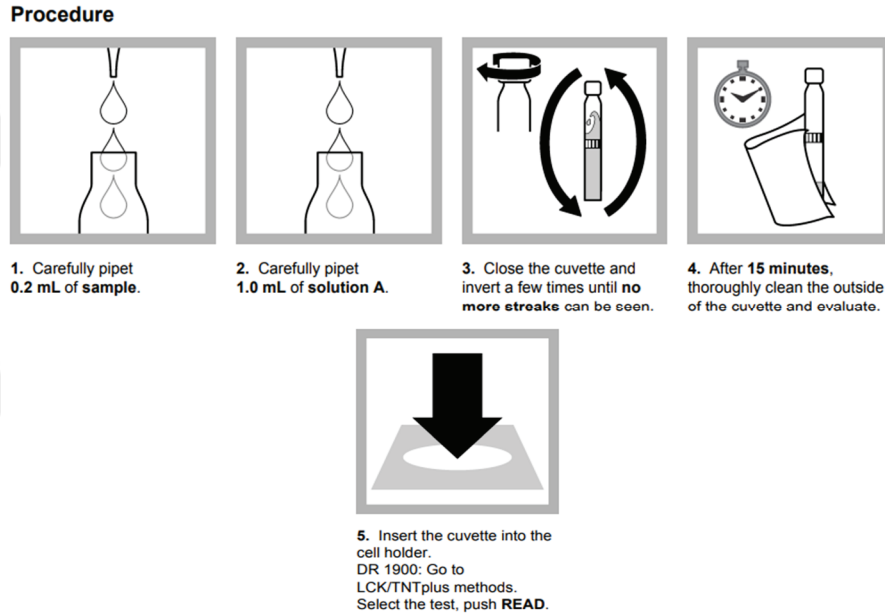
Hach lange cihazı ile fosfat küvet testi, 0,05-1,5 mg L⁻¹ PO₄-P kullanılmış ve Şekil 3.14.' da belirtilen aşamalar takip edilmiştir. Kitleri saklama ortam sıcaklığı: 15–25 °C (59–77 °F) olan ortamda saklanmıştır. Ayrıca su numunesi ve reaktiflerin sıcaklığı 15–25 °C (59–77 °F) olacak şekilde sevki ve muhafazası sağlanmıştır. Ölçüm esnasında su numunesinin pH'ı 3–10 arasında olmasına özen gösterilmiştir. Bütün istasyonlarda dört mevsim örnekler için uygulanmıştır.



Şekil 3.14. Fosfat analiz prosedürü

3.2.3.4. Nitrat

Hach lange cihazı ile birlikte nitrat küvet testi, 0,23-13,50 mg L⁻¹ NO₃-N kullanılmıştır. Su numunelerinden cihazın analiz Şekil 3.15.' de ki yöntem aşamaları kullanılmıştır. Test kitlerinin saklama ortam sıcaklığı: 15–25 °C (59–77 °F) olan uygun ortamda tutulmuştur. Ayrıca su numunesi ve reaktiflerin sıcaklığı 15–25 °C (59–77 °F) olarak laboratuvara getirilmiştir. Ölçüm esnasında su numunesinin pH'ı 3–10 arasında olması için pH ölçümü yapılmıştır. Çanakkale Boğazı-Güzelyalı mevki, Gemlik Körfezi-Armutlu istasyonu, İzmit Körfezi-Değirmendere istasyonlarında tüm mevsimler için uygulanmıştır.



Şekil 3.15. Nitrat analiz prosedürü

3.2.4. İstatistiksel analiz

Araştırmada kullanılan *Ulva rigida* örneklerinin protein, yağ, kuru madde, kül ve klorofil-*a* analizleri Statgraphics 16.0 (Manugistics Incorporated, Rockville MD, USA) istatistik programı yardımıyla önceden varyans analizine (ANOVA), sonra ise Tukey'in Multiple Range Testine tabi tutulmuştur (Zar, 2001). Yapılan tüm testlerde, önem düzeyi $P < 0,05$ olarak (%95) olarak alınmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Besin kompozisyonu analiz bulguları

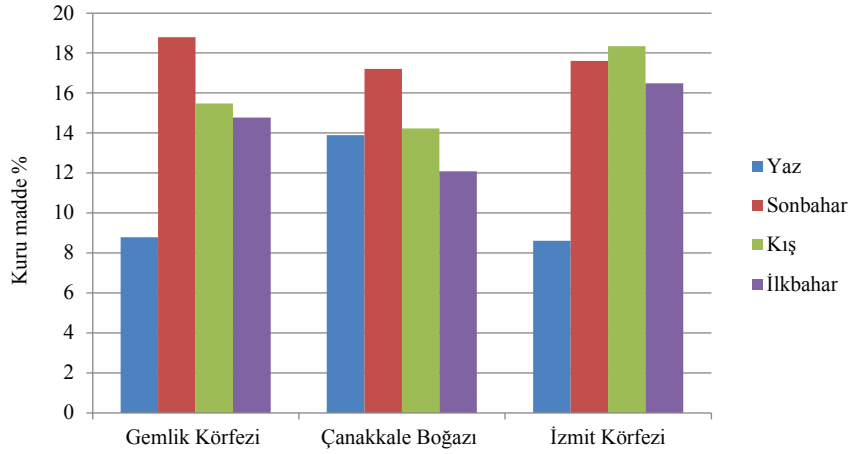
Bu bölümde makro alglerin besin içerikleri için elde edilen araştırma bulguları sunulmuştur. Araştırmada *Ulva rigida* yeşil makro algin her mevsim ve her bir istasyondan kuru madde, protein, yağ, kül, klorofil-*a* analiz sonuçları Tablo 4.1.'de verilmektedir.

Tablo 4.1. 2020-2021 yılları arasında örnekleme istasyonlarına göre mevsimsel olarak protein (%), kül (%), yağ (%), klorofil-*a* ve kuru madde (%) sonuçları

İstasyon	Mevsim	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Kuru madde (%)	Klorofil- <i>a</i> (%)
İzmit Körfezi	Yaz	12,88±0,21 ^{a,B}	0,18±0,02 ^a	15,34±0,57 ^{a,A}	8,62±0,21 ^{a,A}	0,51±0,05 ^{a,B}
	Sonbahar	13,18±0,48 ^b	0,38±0,04 ^{ab}	13,48±0,10 ^{a,A}	17,60±0,30 ^{b,A}	0,38±0,02 ^a
	Kış	25,97±0,18 ^{c,C}	0,54±0,02 ^b	16,45±0,08 ^{a,A}	18,34±0,32 ^{c,C}	0,90±0,07 ^b
	İlkbahar	9,41±0,71 ^a	0,42±0,01 ^b	14,76±0,15 ^a	16,48±0,31 ^{b,C}	0,33±0,06 ^a
Çanakkale Boğazı	Yaz	13,76±0,11 ^{a,B}	0,21±0,04 ^a	19,83±0,32 ^{b,B}	13,89±0,60 ^{a,B}	0,08±0,02 ^{a,A}
	Sonbahar	12,67±0,65 ^{ab}	0,24±0,01 ^a	25,88±0,63 ^{b,B}	17,20±0,40 ^{b,A}	0,31±0,02 ^a
	Kış	15,01±0,09 ^{b,A}	0,47±0,02 ^a	16,44±0,13 ^{a,A}	14,23±0,20 ^{b,A}	0,72±0,03 ^b
	İlkbahar	9,22±0,5 ^a	0,37±0,02 ^a	19,03±0,14 ^b	12,08±0,52 ^{a,A}	0,44±0,02 ^b
Gemlik Körfezi	Yaz	11,45±0,44 ^{a,A}	0,17±0,02 ^a	15,89±0,30 ^{a,A}	8,78 ±0,46 ^{a,A}	0,11±0,00 ^{a,A}
	Sonbahar	10,89±0,12 ^a	0,43±0,05 ^b	15,98±1,45 ^{a,A}	18,78±0,70 ^{b,B}	0,31±0,03 ^a
	Kış	21,07±0,94 ^{b,B}	0,48±0,03 ^b	17,70±0,30 ^{b,B}	15,47±0,12 ^{b,B}	0,80±0,06 ^b
	İlkbahar	9,78±0,23 ^a	0,42±0,01 ^b	17,79±0,07 ^b	14,77±0,26 ^{b,B}	0,31±0,03 ^a

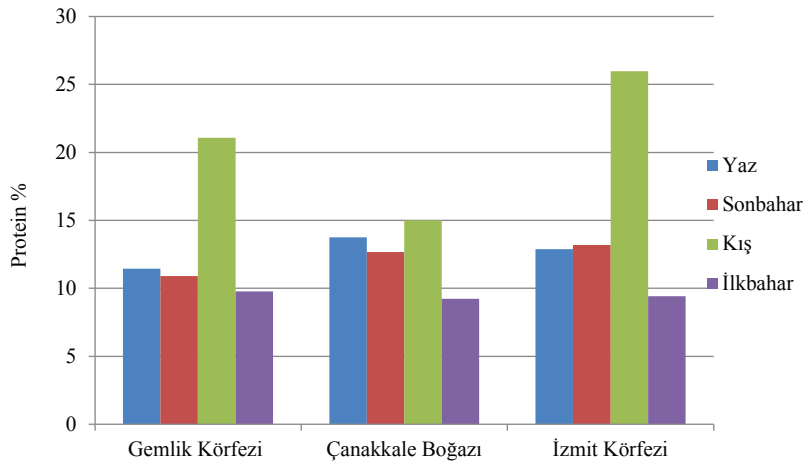
İstasyonlardan toplanan *Ulva rigida*'dan elde edilen kuru madde miktarı mevsimsel olarak değişiklik göstermiştir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde kuru madde miktarları %14,23 ile %18,78 arasında değişmekle birlikte, İzmit Körfezi'nde ilkbahar numunesi hariç diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.1). Tüm istasyonlarda yaz aylarında elde edilen kuru madde miktarı (Şekil 4.16) sonbahar ve kış mevsimlerine göre önemli ölçüde düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Çanakkale ve İzmit istasyonlarında sonbahar mevsiminde kuru madde bulguları benzer iken ($p>0.05$), Gemlik Körfezi örneklerinde elde edilen kuru madde miktarı diğer istasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Yaz sezonunda İzmit ve Gemlik istasyonları arasında benzerlik bulunurken ($p>0.05$), Çanakkale istasyonundaki değer bu iki istasyondaki değerlerden daha yüksektir ($p<0.05$). İzmit

Körfezi ve Gemlik Körfezi'nde deniz suyu sıcaklıkları yazın 22 °C ve 23 °C iken, Ulva'nın kuru madde içeriği diğer mevsimlere göre daha düşüktür ve sırasıyla %8,62 ve %8,78 kuru madde içerir. Ulva'nın en yüksek kuru madde içeriği, İzmit Körfezi'nde kış örnekleme sırasında %18,34 ($p<0.05$) ve 9,3 °C'de belirlenmiştir.



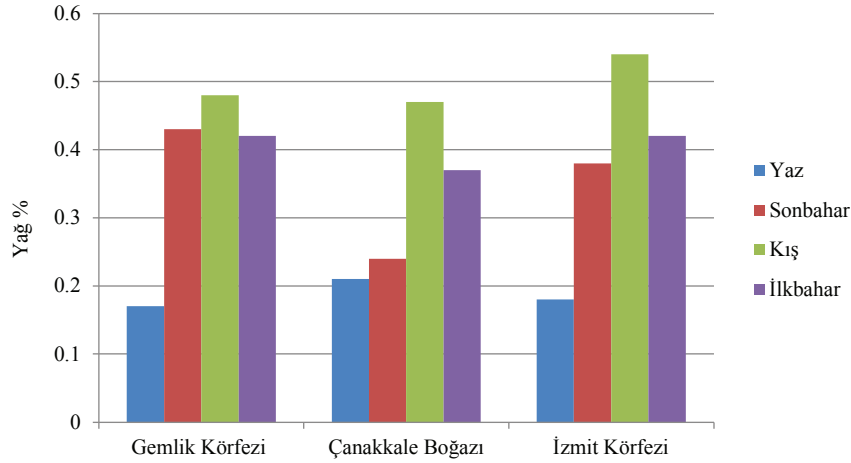
Şekil 4.16. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki kuru madde içeriği değişim grafiği

Çanakkale Boğazı ve İzmit Körfezi istasyonlarından yaz mevsiminde toplanan örneklerin protein değerleri ($p>0.05$) benzer ($p>0.05$) ve Gemlik Körfezi'nden yaz mevsimi örneklerine (Tablo 4.1) göre daha yüksektir ($p<0.05$). En yüksek protein (Şekil 4.17) İzmit Körfezi'nde kış mevsiminde saptanmıştır ($p<0.05$). Tüm istasyonlarda *Ulva rigida*'nın kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek protein içerdiği belirlendi.



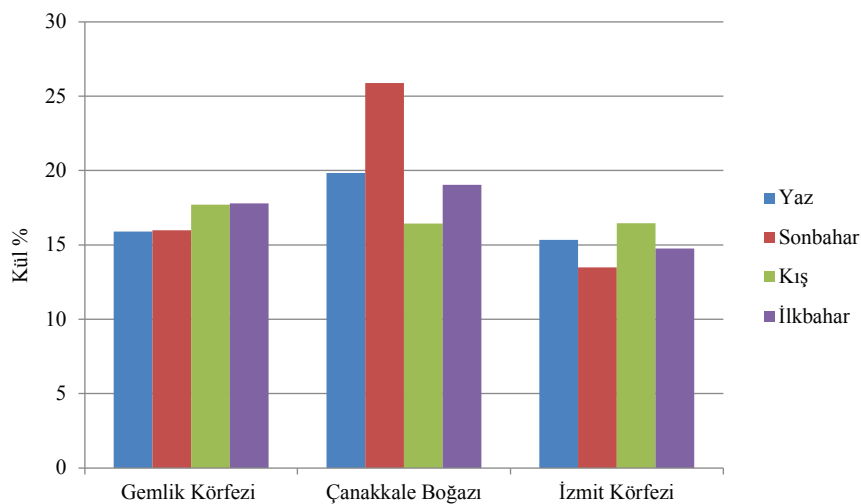
Şekil 4.17. Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki *Ulva rigida* örneklerinin mevsimsel protein değişimi

Gemlik Körfezi'nde mevsimler arasında en düşük yağ içeriği yaz mevsiminde belirlenmiştir ($p<0.05$). Çanakkale Boğazı örneklerinde mevsimler arasında lipid içeriği açısından fark bulunmamıştır ($p>0.05$). İzmit Körfezi'nin yaz mevsimi örneklerindeki lipid içeriği, ilkbahar ve kış mevsimindeki lipid içeriğinden daha düşük bulundu ($p<0.05$) (Şekil 4.18.) Mevsimlere bağlı olarak istasyonların lipid içeriğinde istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır.



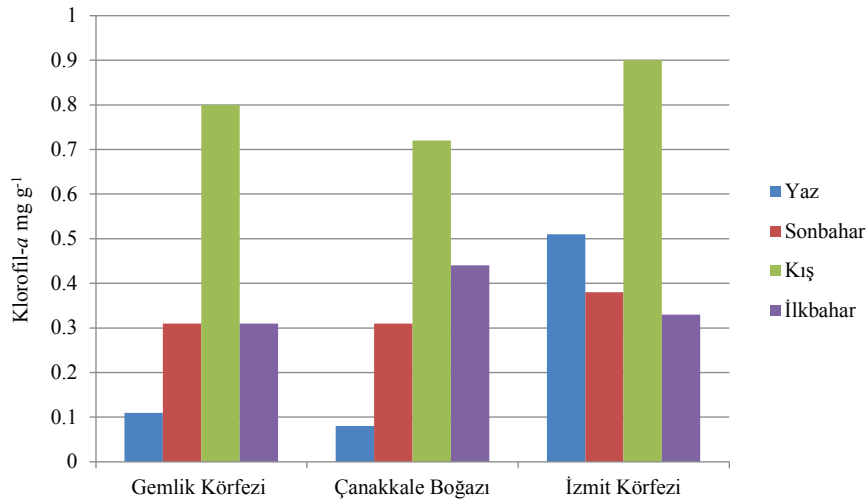
Şekil 4.18. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki yağ değerleri değişim grafiği

Çanakkale Boğazı yaz ve sonbahar numunelerinde kül değeri diğer istasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 4.19.)



Şekil 4.19. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki kül değerleri değişim grafiği

Hem İzmit ve hem de Gemlik Körfezlerinde en yüksek klorofil-*a* kış mevsiminde tespit edilmiştir. Çanakkale Boğazı'nda yaz ve sonbahar örneklemelerinde kış ve ilkbahar örneklerine göre daha düşük klorofil-*a* bulunmuştur ($p<0.05$). Yaz mevsimi örnekleri açısından incelendiğinde İzmit Körfezi'nden toplanan *Ulva*'nın klorofil-*a* değerleri Çanakkale Boğazı ve Gemlik Körfezi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.1) ($p<0.05$). Diğer mevsimler arasında istasyonlar arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki klorofil-*a* değerleri değişim grafiği

4.1.2. Deniz suyu fiziko-kimyasal analiz bulguları

4.1.2.1. Kimyasal analiz bulguları

Üç farklı istasyondan, dört mevsimde alınan su numunelerinin (nitrit, amonyum, fosfat, nitrat) analiz sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre; nitrit değerleri sonbahar mevsiminde üç istasyonda da en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük nitrit değerleri ise Gemlik ve İzmit istasyonu için ilkbahar, Çanakkale istasyonu için sonbahar mevsiminde gözlenmiştir. (Şekil 4.21.)

Amonyum değerleri Gemlik Körfezi istasyonunda, İzmit Körfezi'ne göre daha yüksek belirlenmiş olup her mevsim aynı değerde ölçülmüştür. Çanakkale istasyonunda sıcaklık artışı ile amonyum miktarında artış eğilimi görülmektedir.

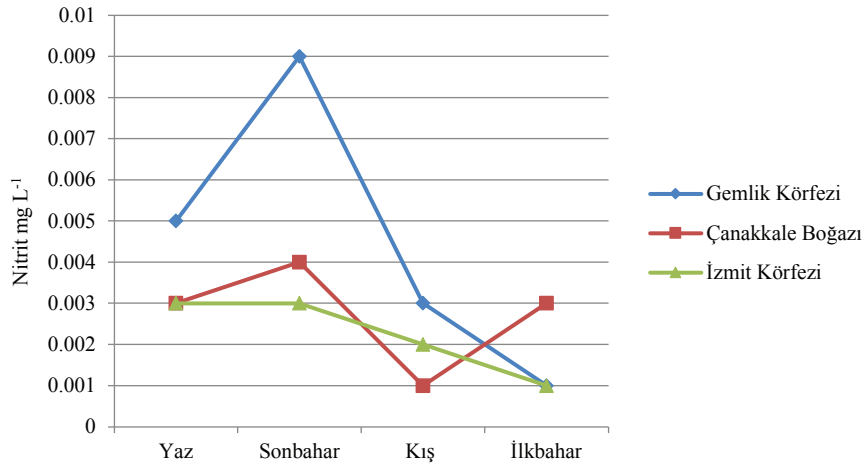
İzmit Körfezi’de amonyum değerleri diğer istasyonlara göre daha düşük miktarda tespit edilmiştir. (Şekil 4.22.)

Gemlik ve İzmit Körfezi istasyonları için yaz mevsiminde fosfat değeri yüksek bulunmuştur. Çanakkale istasyonunda en yüksek fosfat değeri ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür. En düşük fosfat değerleri istasyonlara göre mevsimsel olarak farklılık göstermektedir. Gemlik Körfezi’nde ilkbaharda fosfat düşük bulunurken, Çanakkale istasyonunda sonbahar da ve İzmit Körfezi istasyonunda kış mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 4.24).

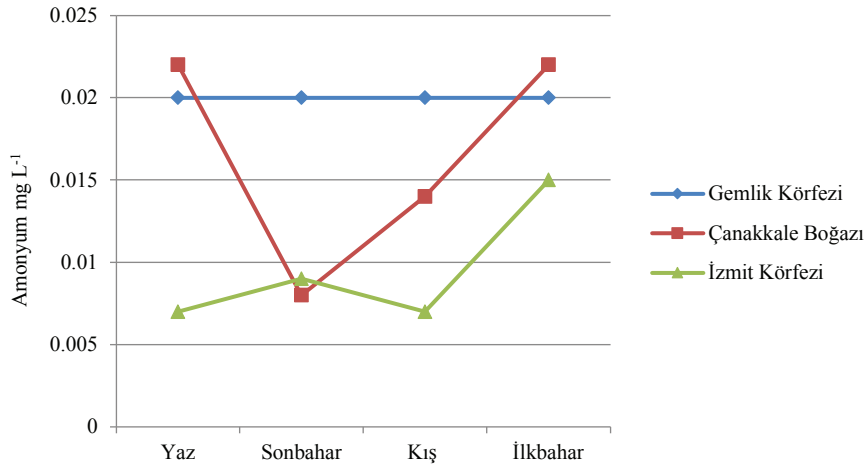
Nitrat değerleri tüm istasyonlarda yaz mevsiminde daha yüksek bulunmuştur. Kış mevsiminde Gemlik ve Çanakkale istasyonlarında en düşük değer bulunurken, İzmit istasyonu için ise bu değer sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. (Şekil 4.23.)

Tablo 4.2. Mevsimler arasında yapılan Çanakkale Boğazı, İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi istasyonlarındaki nitrit, amonyum, fosfor ve nitrat değerleri

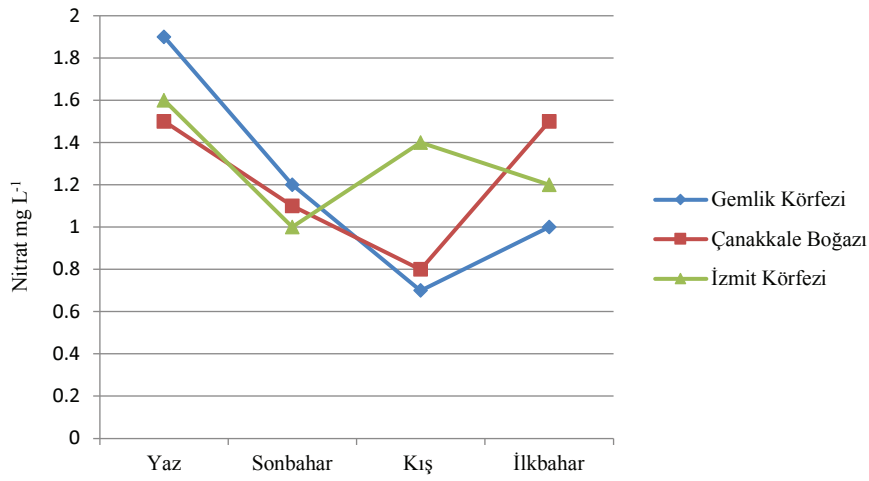
İstasyon	Mevsim	Nitrit mg L ⁻¹	Amonyum mg L ⁻¹	Fosfat mg L ⁻¹	Nitrat mg L ⁻¹
Gemlik Körfezi	Yaz	0,005	0,020	0,097	1,9
	Sonbahar	0,009	0,020	0,095	1,2
	Kış	0,003	0,020	0,085	0,7
	İlkbahar	0,001	0,020	0,077	1
Çanakkale Boğazı	Yaz	0,003	0,022	0,091	1,5
	Sonbahar	0,004	0,008	0,079	1,1
	Kış	0,001	0,014	0,082	0,8
	İlkbahar	0,003	0,022	0,097	1,5
İzmit Körfezi	Yaz	0,003	0,007	0,096	1,6
	Sonbahar	0,003	0,009	0,094	1
	Kış	0,002	0,007	0,087	1,4
	İlkbahar	0,001	0,015	0,094	1,2



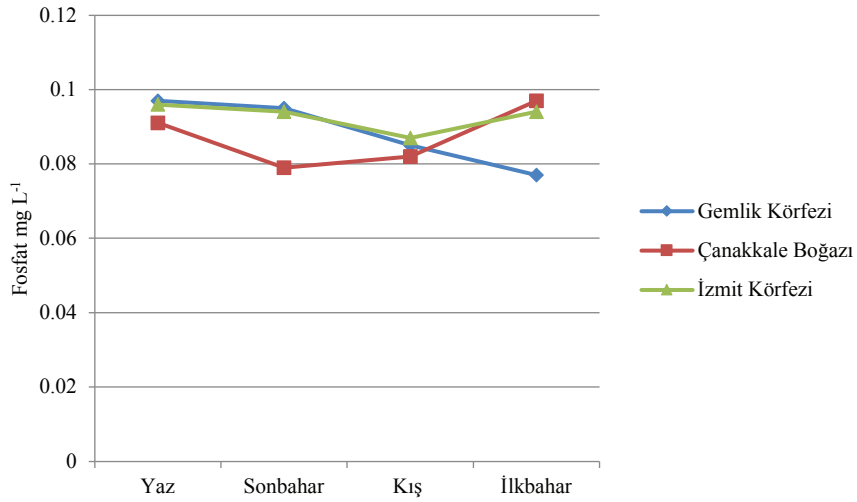
Şekil 4.21. Mevsimsel Nitrit Analiz Sonuçları



Şekil 4.22. Mevsimsel Amonyum Analiz Sonuçları



Şekil 4.23. Mevsimsel Nitrat Analiz Sonuçları



Şekil 4.24. Mevsimsel Fosfat Analiz Sonuçları

4.1.2.2. Fiziksel analiz bulguları

Fiziksel analiz bulgularının her istasyon ve mevsim için sayısal değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Kış mevsimi deniz suyu örneklemelerinde sıcaklık değerleri diğer mevsimlere göre daha düşük bulunmuştur. Kış örneklemelerinde, Çanakkale>İzmit>Gemlik istasyonlarında sırası ile 11 > 9,3 > 9 °C sıcaklık belirlenmiştir. Yaz örneklemelerinde Gemlik>İzmit=Çanakkale istasyonlarında sırası ile sıcaklık 23>22=22 olarak ölçülmüştür. Çanakkale Boğazı istasyonu fiziksel analiz bulguları incelendiğinde en yüksek değerler, sıcaklık için yaz, tuzluluk için kış, pH için kış mevsiminde ölçülmüş olup mevsimsel olarak sadece sıcaklık değerlerinde ciddi değişimler gözlenip, tuzluluk ve pH değerleri yakın seyretmiştir.

Gemlik Körfezi istasyonu deniz suyu analiz bulguları incelendiğinde tuzluluğun ‰25 ile ‰31 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek tuzluluk değerleri kış mevsiminde belirlenmiştir. pH değerleri 8,22 ile 8,31 arasında değişim gösterirken en düşük pH yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak sıcaklık değerlerinde ciddi değişimler gözlenmiştir ancak, tuzluluk ve pH değerleri yakın bulunmuştur.

İzmit Körfezi istasyonu deniz suyu analiz bulguları incelendiğinde en düşük tuzluluk ilkbahar mevsiminde belirlenmiş olup ‰25 ile ‰36 arasında mevsimsel değişim görülmektedir. pH değerleri mevsimlere arasında 8,14 ile 8,20 arasında değişmiştir.

Çanakkale Boğazı istasyonu deniz suyu analiz bulguları incelendiğinde en düşük tuzluluk ilkbahar mevsiminde belirlenmiş olup ‰30 ile ‰40 arasında mevsimsel değişim görülmektedir. pH değerleri mevsimlere arsında 8,17 ile 8,37 arasında değişmiştir.

Tablo 4.3. 2020-2021 yılları arasında örnekleme istasyonlarına göre mevsimsel olarak sıcaklık, tuzluluk, pH değerleri

İstasyon	Mevsim	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	pH
Gemlik Körfezi	Yaz	23	0,30	8,22
	Sonbahar	13,50	0,30	8,31
	Kış	9	0,31	8,30
	İlkbahar	19,5	0,25	8,30
Çanakkale Boğazı	Yaz	22	0,35	8,17
	Sonbahar	15	0,37	8,35
	Kış	11	0,40	8,37
	İlkbahar	21,2	0,30	8,20
İzmit Körfezi	Yaz	22	0,30	8,19
	Sonbahar	13,40	0,36	8,16
	Kış	9,3	0,35	8,20
	İlkbahar	19,3	0,25	8,14

4.1.2.3. Suyun fiziko-kimyasal yapısının *Ulva rigida*'nın biyokimyasal içeriği üzerine etkisi

Türkiye'nin iç denizi olan Marmara Denizi'nde *Ulva rigida* türü bol miktarda bulunmakta olup mevsimsel ve bölgesel değişimlerin etkisi altında biyokimyasal kompozisyonu açısından farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 3 farklı istasyonda 4 mevsim boyunca analiz edilen deniz suyundaki fosfat, nitrat, nitrit ve amonyum bileşikler gibi kimyasal etmenlerin ve sıcaklık, pH ve tuzluluk gibi fiziksel faktörlerin *Ulva*'nın kuru madde miktarı, protein, yağ, kül ve klorofil-a içeriği üzerine etkileri belirlenerek Tablo 4.4 'de sunulmuştur. Tablo 4.5.'de ise korelasyon analizi yapılarak fiziko-kimyasal faktörler arasında biyokimyasal bileşenler üzerinde baskın olan parametreler incelenmiştir.

Tablo 4.4. İstasyonlar arası fiziko-kimyasal yapının *Ulva rigida*'nın biyokimyasal içeriği üzerine etkileri

İstasyon	Mevsim	Kuru madde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Klorofil-a (%)	Fosfat (mg L ⁻¹)	Nitrat (mg L ⁻¹)	Nitrit (mg L ⁻¹)	Amonyum (mg L ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk
İzmit Boğazı	Yaz	8,61	12,88	0,17	15,34	0,51	0,096	1,6	0,003	0,007	22	8,19	0,03
	Sonbahar	17,6	13,18	0,37	13,47	0,37	0,094	1	0,003	0,009	13,4	8,16	0,036
	Kış	18,33	25,96	0,54	16,45	0,89	0,097	1,4	0,002	0,007	9,3	8,2	0,035
	İlkbahar	16,47	9,4	0,42	14,75	0,33	0,094	1,2	0,001	0,015	19,3	8,14	0,025
Çanakkale Boğazı	Yaz	13,89	13,76	0,2	19,82	0,11	0,091	1,5	0,003	0,022	22	8,17	0,035
	Sonbahar	17,2	12,66	0,24	25,87	0,31	0,079	1,1	0,004	0,008	15	8,35	0,037
	Kış	14,23	15	0,46	16,43	0,8	0,082	0,8	0,001	0,014	11	8,37	0,04
	İlkbahar	12,07	9,21	0,36	19,03	0,31	0,097	1,5	0,003	0,022	21,2	8,2	0,03
Gemlik Körfezi	Yaz	8,77	11,45	0,16	15,89	0,11	0,097	1,9	0,005	0,02	23	8,22	0,03
	Sonbahar	18,78	10,89	0,42	15,97	0,31	0,095	1,2	0,009	0,02	13,5	8,31	0,03
	Kış	15,47	21,06	0,48	17,69	0,8	0,085	0,7	0,003	0,02	9	8,3	0,031
	İlkbahar	14,76	9,78	0,42	17,78	0,31	0,077	1	0,001	0,02	19,5	8,3	0,025

Tablo 4.5. Deniz suyunun fiziko-kimyasal faktörlerine bağlı biyokimyasal bileşenlerin üzerinde baskın olan parametrelerin korelasyon analizi

Fiziko-kimyasal Faktörler	Kuru Madde	Protein	Yağ	Kül	Klorofil-a
Fosfat	-0,42	-0,27	-0,34	-0,41	-0,43
Nitrat	-0,65	-0,57	-0,82	-0,07	-0,85
Nitrit	0,32	-0,2	-0,18	-0,13	-0,36
Amonyum	-0,9	-0,37	-0,05	-0,58	-0,39
Sıcaklık	-0,7	-0,7	-0,76	0,04	-0,79
Tuzluluk	-0,7	0,38	0,18	0,35	0,42
pH	0,2	0,07	0,23	0,45	0,29

Korelasyon analizi; değişkenler arasındaki ilişki ve bu ilişkinin yönü ve şiddeti ile ilgili bilgiler sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Korelasyon katsayısı iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin ölçüsü olup incelenen değişkenlerin birimlerinden bağımsızdır ve $-1 \leq r \leq 1$ arasındadır. Korelasyon katsayısının 0'a yaklaşması değişkenler arasında zayıf ilişkinin varlığını gösterir. Değişkenler birlikte artıyor veya azalıyorsa pozitif yönde, değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa ise negatif yönde bir ilişki vardır.

Tablo 4.6. Korelasyon Aralığı (Ersöz ve Ersöz, 2022)

Korelasyon Aralığı	İlişki Düzeyi
(-0,25) - 0,00 ve 0,00 - 0,25	Çok Zayıf
(-0,49) - (-0,26) ve 0,26 - 0,49	Zayıf
(-0,69) - (-0,50) ve 0,50 - 0,69	Orta
(-0,89)-(-0,70) ve (0,70)-0,89	Yüksek
(-1,00)-(-0,90) ve 0,90-1,00	Çok Yüksek

Tablo 4.6'daki referans aralığı göz önünde tutularak Tablo 4.5 verileri yorumlandığında, deniz suyundaki amonyum miktarının azalması ile Ulva'nın kuru madde içeriğinin artması arasında çok yüksek derecede ters orantılı bir ilişki bulunmuştur. Sıcaklık ve tuzluluk ile yüksek derecede, nitrat miktarı ile orta derecede ters orantılı bir ilişkide olduğu belirlenmiştir. Sonbahar mevsiminde Çanakkale ve İzmit istasyonlarında diğer mevsimlere göre düşük amonyum miktarı belirlenmiş olup kuru madde miktarında yüksek miktarlar tespit edilmiştir.

Ulva'nın protein içeriği nitrat ve sıcaklık ile orta derecede ters orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ulva'nın klorofil-*a* ve yağ içeriği, nitrat ve sıcaklık ile yüksek derecede ters orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Sıcaklık ve pH değerleri Ulva'nın kül içeriğine pozitif yönde ancak zayıf derecede etkisi bulunmuştur.

4.2. Tartışma

Bu tez çalışmasında, Marmara Bölgesi'nin farklı bölgelerinden toplanan *Ulva rigida* örneklerinin mevsimsel besin kompozisyonu incelenmiş ve mevsimsel olarak deniz suyunun farklı istasyonlardaki belirli fiziko-kimyasal özellikleri tespit edilmiştir.

Ulva, farklı koşullara kolaylıkla uyum sağlayan tuzluluğa toleransı olan sık ve kayalık alanlarda dağılım göstermektedir (Cirik ve diğ., 2001). Yeşil makro alglerden *Ulva rigida*, 100'e yakın alg türü içeren Ulvaceae ailesinde sınıflandırılan bir türdür. *Ulva* cinsi, Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika, Afrika, Asya ve Avustralya kıyıları dahil olmak üzere dünyanın kıyı habitatlarında yaygın olarak bulunmaktadır (Shimada ve diğ., 2003).

Ulva rigida gıda, yem, kozmetik, eczacılık, enerji ve tıp alanlarında kullanılmak üzere birçok bileşen içermektedir. *Ulva rigida*, fenolik bileşikler, antioksidan aktivitesi ve serbest radikalleri temizleme özelliğine sahip denizel yeşil makroalg türüdür (Ak ve Türker, 2019). Bu nedenle tıpta, fonksiyonel gıdalarda ve tarımda değerlendirilmek üzere hammadde özelliği taşımaktadır. *Ulva rigida* karasal kökenli kaynaklar ile kıyaslandığında gıda ve yem sektörlerinde kullanılabilecek düzeyde protein içermektedir. *Ulva*, bazı su ürünleri yetiştiriciliği yöntemlerinde balıklar ve kültür hayvanları için yem olarak kullanılmaktadır (Güroy ve diğ., 2013; Upreti ve diğ., 2021). *Ulva*, tarım arazilerinin toprak yapısını ve kalitesini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Meland ve Rebours, 2012). Dünya'da toplam yeşil alg üretiminin yaklaşık %25'i *Ulva* cinsine ait türlerden elde edilmiştir (Padua ve diğ., 2004).

Ulva rigida organik madde ve inorganik madde ihtiyaçlarını deniz suyunda bulunan çözülmüş inorganik bileşikler ile karşılamaktadır. Deniz suyunda bulunan nitrat ve fosfat, sucul ekosistemlerde alg büyümesinin ana sınırlayıcı faktörleri arasındadır. Bu çalışmada mevsimlere bağlı değişiklik gösteren ve farklı konsantrasyonlarda deniz suyunda bulunduğu tespit edilen nitrat, fosfat, amonyum ve nitrit bileşiklerinin *Ulva rigida*'nın kuru madde, protein, yağ, kül ve klorofil-*a* içeriğini etkilediği belirlenmiştir.

Ulva rigida'nın kuru madde miktarı sonbahar ve kış mevsimlerinde %14,23 ile %18,78 arasında değişmekle (Tablo 4.1.) birlikte tüm istasyonlarda daha düşük ($p < 0.05$) kuru madde yaz mevsiminde belirlenmiştir. Deniz suyundaki amonyum

miktarındaki azalma ile *Ulva*'nın kuru madde içeriğindeki artış arasında çok yüksek oranda ters bir korelasyon saptanmıştır. Sonbahar mevsiminde Çanakkale ve İzmit istasyonlarında diğer mevsimlere göre düşük amonyum içeriği belirlenirken, kuru madde içeriğinde artış tespit edilmiştir. Sıcaklığın 9-15 °C arasında, %30 ve 40 arası tuzlulukta, 0,009 ve 0,02 mg L⁻¹ amonyum varlığında ve 0,7-1,4 mg L⁻¹ nitrat içeren deniz suyu ortamında kuru madde miktarında artış olduğu sonucuna varılmıştır. İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi'nde deniz suyu sıcaklıkları yazın 22 °C ve 23 °C iken, sırasıyla %8,62 ve %8,78 oranları ile en düşük kuru madde içeriğinin tespit edilmesinin yanı sıra ilkbahar mevsiminde İzmit Körfezi kuru madde değerleri de dikkate alındığında 19 °C'nin üzerindeki su sıcaklığının kuru madde miktarında azalma eğilimi yaratacağına işaret etmektedir. Tüm istasyonlar arasında *Ulva*'nın en yüksek kuru madde içeriği, İzmit Körfezi'nde kış örnekleme sırasında %18,34 (p<0.05) ve 9,3 °C'de belirlenmiştir. Bu çalışmada, Çanakkale Boğazı-Güzelyalı istasyonunda toplanan *Ulva rigida* türünün en yüksek kuru madde içeriği sonbahar mevsiminde %17,20 belirlenirken, en düşük kuru madde içeriği %12,08 olarak ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Ova Kaykaç (2007) ise Çanakkale Boğazı'nda yapmış olduğu çalışmada Dardanos istasyonundan toplanan *Ulva rigida* içinde sonbahar mevsiminde kuru madde miktarı %11,87 olarak belirlemiştir. İki çalışmada da yakın mevkilerde örnekleme yapılmasına rağmen, iki çalışmanın yapıldığı yıl farkının etkisi olabileceği gibi yıllar içerisinde değişen fiziksel, çevresel ve kimyasal nedenler olarak açıklanmaktadır.

Ulva'nın protein içeriği nitrat ve sıcaklık ile orta derecede ters orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. En yüksek protein (Şekil 4.17) İzmit Körfezi'nde kış mevsiminde saptanmıştır (p<0.05). Ayrıca tüm istasyonlarda *Ulva rigida*'nın kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek protein içerdiği ve İzmit Körfezi, Gemlik Körfezi ve Çanakkale Boğazı kış ayı su sıcaklıkları 9 < 9,3 < 11 °C iken protein değerlerinin %25,96 > 21.06 > 15 olarak sıralanması düşük sıcaklığın yüksek protein miktarına neden olan korelasyonunu desteklemektedir. Benzer ilişki nitrat ve protein arasında da saptanmış olup 9 °C sıcaklıkta ve 0,07 mg L⁻¹ nitrat içeren deniz suyundaki *Ulva*'nın %21,06 protein içermesi mümkün iken 1,9 mg L⁻¹ nitrat ve 23°C deniz suyunda ise %11,45 protein elde edilmiş olması (p<0.05), sıcaklık ve nitrat değerlerindeki artışın olumsuz etkilerini ortaya koyan bir gösterge olarak kabul edilebilirliğin dayanağı olarak görülmektedir. Ova Kaykaç (2007) yaz mevsiminde

Ulva rigida için %11,87 protein değeri ve kış mevsiminde %21,20 protein tespit etmiş olup bu çalışma ile karşılaştırıldığında en yüksek protein değerinin benzer sonuçlar kış mevsiminde elde edildiği ortaya çıkmıştır. Diğer bit taraftan ise, Gemlik Körfezi istasyonunda deniz suyunun nitrat içeriği yaz döneminde 1,9 mg L⁻¹ olmasına karşın, kış mevsimine kıyasla %46 oranında azalma ile %11,45 protein tespit edilmesi, aşırı miktardaki nitratin protein değerlerine olumlu etki yapmadığının göstergesi olarak kabul edilmiştir. Nitrat miktarının 1,1 mg L⁻¹ ve 1,4 mg L⁻¹ arasında olduğu istasyonlarda protein içeriği yüksek bulunurken 1,5 mg L⁻¹'den daha yüksek konsantrasyonlarda nitrat içeren istasyonlardaki *Ulva* örneklerinin protein içeriği düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar uygun çevre koşulları sağlandığında 1,1 mg L⁻¹ ve 1,4 mg L⁻¹ nitrat içeriğinin protein sentezi için yeterli konsantrasyon aralığı olduğunu ancak daha yüksek konsantrasyonların kirlilik indikatörü olarak tanımlanabileceğini düşündürmektedir. Kitle üretimi yapılarak bu ortamlardan aşırı olan besin tuzlarının uzaklaştırılması potansiyel görülmektedir. Gezegenimizin yüzleşmek zorunda kaldığı çevresel kaygılar göz önüne alındığında, sürdürülebilir uygulamaların gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca günümüzde, deniz ürünleri yetiştiriciliğinde algler, suya karışan aşırı miktardaki atık besinleri uzaklaştırmasının yanı sıra balık çiftliklerinin ürün çeşitliliğini sürdürülebilir bir teknoloji ile arttırmalarına olanak sağlamaktadır (Neori ve diğ., 2003). Bu nedenle algler biyofiltrasyon yetenekleri sayesinde balık havuzlarından gelen suyun kalite seviyelerini arttırarak ekosisteme salınmasına izin veren yöntemler olarak tanımlanmaktadır.

Yağ miktarı sıcaklık ve nitrat değerleri ile negatif yönde ve yüksek derecede ilişkiye sahiptir. Gemlik Körfezi'nde mevsimler arasında en düşük yağ içeriği yaz mevsiminde belirlenmiştir ($p<0.05$). Gemlik ve İzmit Körfezi'nde yaz mevsimi örneklerindeki lipid içeriği, ilkbahar ve kış mevsimindeki lipid içeriğinden daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Nitrat seviyeleri 1,5 mg L⁻¹ ve 1,9 mg L⁻¹ olan deniz suyundaki *Ulva*'nın yağ içeriği %0,16 ile %0,2 arasında belirlenmiştir. Gemlik Körfezi ve Çanakkale Boğazı istasyonlarında ise kış mevsiminde deniz suyunun nitrat içeriği sırasıyla 0,7 mg L⁻¹ ve 0,8 mg L⁻¹ iken yağ miktarında artış gözlenerek %0,48 ile %0,46 oranına yükseldiği belirlenmiştir. Bu sonuçlardan nitrat noksanlığının yağ miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Berik ve diğ. (2022) tarafından, Çanakkale Boğazı (Kepez) istasyonunda *Ulva rigida*'nın en yüksek yağ

oranı ilkbahar mevsiminde ve en düşük yağ oranını ise kış mevsiminde tespit edilmiş olup yağ değerlerinin mevsimsel olarak %0,46, %0,85, %0,64, %0,60 arasında değiştiği bildirilmektedir. Çanakkale Boğazı-Güzelyalı istasyonunda ise, yaz mevsiminde %0,21 yağ belirlenirken, sonbahar mevsiminde %0,24 kış mevsiminde %0,47 ve ilkbahar mevsiminde ise %0,37 değerlerinde yağ içerdiği bulunmuştur. Bu tez çalışmasında Çanakkale Boğazı kış mevsimi örneklemelerindeki Ulva'nın yağ içeriği ile Berik ve diğ. (2022) tarafından bildirilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

İzmit Körfezi, Gemlik Körfezi ve Çanakkale Boğazı istasyonlarında kış mevsimindeki sıcaklık ve nitrat değerleri Ulva'nın klorofil-*a* miktarını önemli derecede etkilediği görülmektedir. Yaz mevsiminde Çanakkale Boğazı ve Gemlik Körfezi örneklerinde en düşük klorofil-*a* içeriği belirlenmiş olup bu değerler yaz mevsimi İzmit Körfezi'ndeki Ulva'nın klorofil-*a* değerinden düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Deniz suyundaki nitrat miktarı Ulva'nın klorofil -*a* miktarı üzerinde negatif yönde baskın bir etkiye sahip olduğu görülmekle birlikte $0,7 \text{ mg L}^{-1}$ ile $1,2 \text{ mg L}^{-1}$ arasında nitratin yüksek miktarda klorofil-*a* sentezlenmesi için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada mevsimsel parametreler değerlendirildiği için optimum kontrollü koşullardan ziyade Ulva'nın doğal ortamındaki biyokimyasal değerleri ortaya çıkarılmıştır. Fotosentez için gerekli pigment sentezi, ışığın şiddeti ve dalga boyu ile birlikte sıcaklık değerlerine bağlı değiştiği için sıcaklık, ışık ve besin ortamının kontrollü kültür koşullarında optimize edilmesi öngörülmektedir.

Kül değerleri üzerine sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinin zayıf derecede ve pozitif yönde etkisi bulunmuştur. Çanakkale Boğazı istasyonundan sonbahar mevsiminde %37 tuzluluk ve 8,37 pH değerine sahip deniz suyundan toplanan Ulva örneklerinde %25,87 oranında kül değeri belirlenmiş olup diğer istasyonlara ve mevsimlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kül değerleri üzerine deniz suyundaki amonyum miktarının orta derecede negatif yönde etkisi bulunduğu görülmektedir (Tablo 4.5). Çanakkale Boğazı'nda en düşük amonyum miktarı sonbahar mevsiminde $0,007 \text{ mg L}^{-1}$ miktarında olması kül değerlerinin yüksek olmasını açıklamaktadır. Aynı etki İzmit Körfezi istasyonundan toplanan Ulva örneklerinde de belirlenmiş olup amonyum miktarının $0,007 \text{ mg L}^{-1}$ olduğu kış ve yaz dönemlerinde diğer mevsimlere göre daha yüksek kül değerine (sırasıyla %16,45

ve %15,34) yol açmıştır. Kül değerlerinin daha düşük olması ile birlikte kuru madde verimi, protein, yağ ve klorofil-*a* miktarlarının yüksek olması endüstriyel ölçekte gıda, yem, tıp ve eczacılık alanlarında hammadde kaynağı olarak değerlendirilme potansiyelini artırıcı faktörler olarak görülmektedir. Alglerin organik ve inorganik madde sentezleme süreçlerine ortamdan besin olarak absorbe ettikleri inorganik çözülmüş bileşiklerin etkisi olduğu kadar pH, tuzluluk ve sıcaklık gibi parametrelerinde etkili olabildiği sonucuna varılmıştır. Berik ve diğ. (2022), Çanakkale Boğazı Kepez istasyonundan toplanan *Ulva rigida*'nın ilkbahar mevsiminde %28,54 kül içeriğine sahip olduğunu bildirmekte olup bu tez çalışmasında ilkbahar mevsiminde kül değeri %19,03 bulunmuştur. Analizin yapıldığı istasyon farklılığının kül değerleri arasında değişime neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

Endüstriyel faaliyetlerin artması ile nitrat, fosfat, amonyum ve nitrit gibi bileşikler su ekosistemlerine salınmakta ve alıcı ortamda fazla miktarda olduğunda ekolojik sürdürülebilirliğin bozulma riski artmaktadır. Algler amonyum gibi toksik ve fosfat, nitrat gibi toksik olmayan besinleri absorbe ederek suların karbondioksit ve atık besin tuzu içeriğini azaltma yetenekleri sayesinde ekosistemlerin stabilitesine yardımcı olmaktadır (Ale ve diğ., 2011). Rabiei ve diğ., (2014) tarafından *Ulva*'nın deniz suyundaki nitrat, fosfat ve amonyum gibi bazı besin maddelerini uzaklaştırmak için kullanılabileceğini önermektedir. Kumari ve diğ., (2014) farklı nitrat ve fosfat konsantrasyonlarında *Ulva lactuca*'nın büyüme hızının değiştiğini bildirmektedir. Rabiei ve diğ., (2014) *Ulva reticulata*'nın besin emilimindeki yüksek kabiliyeti nedeniyle karides çiftliklerinden salınan azot bileşiklerinin biyolojik bir filtresi olarak kullanılabileceğini öne sürmüştür. *Ulva rigida*'nın yetiştiricilik potansiyeli açısından, kitle kültürü yapılarak biyolojik ve ticari olarak faydalı olabileceği görülmektedir. Alglerin büyüme koşullarının optimizasyonu için bölgesel olarak incelemelerin yapılması önemli bir gerekliliktir.

Bu tez çalışmasında kuru madde, protein, yağ, kül ve klorofil-*a* değerleri birlikte değerlendirildiğinde, en ideal istasyonun İzmit Körfezi olduğu ve kış mevsiminde verim elde edilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu çalışmada ülkemiz deniz suları içerisinde bulunan Çanakkale Boğazı, Gemlik Körfezi ve İzmit körfezi kıyılarında yoğun olarak dağılım gösteren makro alg türlerinden olan *Ulva rigida* 'nın fiziko-kimyasal özellikleri, biyokimyasal özellikleri incelenmiş ve yetiştiricilik potansiyeli araştırılmıştır.

Araştırma süresince *Ulva rigida* türünde incelenen parametreler ve elde edilen veriler kayıt altına alınmış bu verilerde farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda bu parametrelerin toplandığı istasyonlarda *Ulva rigida* türünün ve su parametrelerinin kıyaslamaları yapılmıştır. Her bir istasyonun farklı mevsimlerdeki parametrelerinde ve verilerinde farklılık tespit edilmiştir. Aynı zamanda üç istasyonun arasında da bölgesel ve mevsimsel farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Makro algler tuzlu su türleri içerisinde önemli bir tür olan *Ulva rigida* bulunduğu ortamındaki mevsimsel değişimleri yansıtmaktadır. Bu özelliği sayesinde su kirliliğine bağlı değişimler ve iklim değişimlerin etkilerini belirlemede önemli bir indikatör olduğu bu çalışma sonucunda da gözlenmiştir.

Makro alglerin besin içeriklerinde mevsimler arası tuzluluk, deniz suyu sıcaklığı ve inorganik bileşikler değişimlere sebep olmaktadır. Alglerin besin değerlerinin hangi mevsimde yüksek değerler taşıdığını bilmek, endüstriyel ve yetiştiricilik açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmalar deniz alglerinin yüksek bir besin değerine sahip olduğunu göstermektedir. Kaliteli protein, yağ ve suda çözünür lif içeriğinin yanı sıra insan beslenmesinde önem taşıyan demir, magnezyum, potasyum ve çinko gibi mineraller açısından zengindirler.

Denizel algler bulundukları ortamın fiziksel özelliklerini ve kimyasal yapısını yapılarında bulunan bileşenler ile ortaya çıkarmaktadır. Bu açıdan iklim değişiklikleri, çevresel ve ekolojik sistemde değişimlerin izlenebilmesi; besleyici, sağlıklı, verim arttırıcı özelliklerinin mevcut olması pozitif özelliğini ön plana çıkarmaktadır. Aynı zamanda hem ekonomik hem de ekolojik ürün özelliğine sahip olması gibi nedenler ile yetiştiriciliğinin yapılması ve toplayıcılığının su ürünleri sektöründe teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

Küresel iklim değişikliğine ve dünya kaynaklarının dengesiz kullanımına bağlı olarak denizlerimizin ve kıyılarımızın kirlenmesi engellenmeli, temiz tutulması ve korunması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Son yıllarda görülen iklim değişikliğine bağlı olarak artan deniz suyu sıcaklığı, denizlerdeki artan kirliliğe bağlı olarak müsilaj olayını ortaya çıkarmıştır. Bu araştırmada sudaki mevsimsel fiziko-kimyasal değişimler incelenerek müsilajında gerçekleşme dönemlerinde kapsayan veriler elde edilmiştir. Bu veriler kapsamında ilkbahar döneminde sudaki artan sıcaklık ve besleyici elementler müsilaj olayında önemli rol oynamaktadır. Mevsimsel değişimlerin gösterdiği gibi sudaki bütün canlılığı olumsuz etkileyen bu doğa olayına karşı denizel canlılığın korunması ilk önce makro alglerin bu olaylardan olumsuz etkilenen canlıların başında geldiği söylenebilir.

Mevcut Dünya ekosistemi düzenine bakıldığında küresel iklim değişikliğinde göz önünde bulundurularak doğal dengenin tahrip edilmemesine dikkat edilmeli ve bu amaçla deniz yosunlarının su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe önemi artırılarak gerekli Ar-Ge çalışmalarına destek verilmelidir.

Yapılan araştırmalar sonucu gösteriyor ki ekonomik değeri saptanan algler ülke ekonomisine kazandırılmalı ve bu yönde hem su ürünleri sektörü başta olmak üzere kozmetik, eczacılık, tarım, hayvancılık gibi farklı sektörde kullanımı arttırılmalı ve geliştirilmesi sağlanmalıdır.

Son yıllarda birçok ülkede algler denizden toplayıcılığı yapılırken bir yandan yetiştiriciliği yapılmakta, hatta daha fazla verim elde edilmek adına genetik çalışmalara önem verilmektedir.

Ülkemiz denizlerinde yetiştiriciliği yapılmamakla birlikte su ürünleri sektöründe toplayıcılığının da bilinirliği çok azdır. Organik ve sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin önem kazanmasıyla birlikte aquaponik sistemlerde yosun yetiştiriciliği uygulamasını arttıracaktır.

Sürdürülebilir bir gelecek için hayvansal üretimde canlıların ihtiyaç duyduğu alternatif yem hammaddesi olarak başka daha az maliyetli ekonomik canlıların kullanılması gerekmektedir. Ekonomik kaynaklarımızın ekolojik olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması çok önemlidir. Ülkemizin sularında bulunan deniz alglerini en iyi şekilde değerlendirerek ülke ekonomisine katkısının daha da arttırılması sağlanmalıdır.

Ekonomik değeri yüksek olan alglerin yetiştirilme tekniklerinin geliştirilmesi ve toplanma koşullarının araştırılması önem arz etmektedir. Bu araştırma sonunda elde edilen verilere bakıldığında kış döneminde protein ve yağ içeriğinin yüksek çıkması gıda olarak kullanımı için toplanma zamanı olarak değerlendirilebilir.

Makro alglerin birçok sektörde kaynak olarak kullanıldığı ve yüksek ekonomik değere sahip ürün üretiminde etkin rol aldığı bilinmektedir. Ülkemizde kıyı alanlarının uzunluğu 8.000 km'nin üzerindedir bu tez çalışmasında *Ulva rigida*'nın mevsimsel değerleri incelenmiştir ve üretim çiftliklerinde özel olarak yetiştirilmesi, toplaması için uygun dönemler belirlenmiştir. Bu sayede hem yeni bir iş sektörü hem de *Ulva rigida* türünün sektör bazlı üretimi gerçekleştirilerek ulusal ve uluslararası bir pazarı oluşturulmuş olacaktır. Bu çalışma ile bundan sonra *Ulva rigida* yetiştiriciliği ilgili yapılması düşünülen birçok araştırmaya da yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Makro algler önemli makro ve mikro besinler açısından zengindir. Pek çok ülkede nitelikli biyolojik içerikleri nedeniyle gıda kaynağı olarak kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada incelenen tüm parametreler; *Ulva rigida* 'nın yetiştiriciliği geliştirmek ve bulunduğu ortamın özelliklerini tespit etmektir. Sonuç olarak, söz konusu türün besin kompozisyonu, biyokimyası, deniz suyunun fiziko-kimyasal yapısı detaylı şekilde incelenmiştir. Bu çalışmalar ile sektörde yeni arayışlar içerisinde olan girişimci ve temsilciler denizlerimizde hazır bulunan bu türü yetiştirerek ve tüketimini yaygınlaştırarak su ürünleri sektörüne de katkı sağlayacaklardır.



KAYNAKÇA

- Ak, İ. (2015). Sucul Ortamın Ekonomik Bitkileri; Makro Algler. *Dünya Gıda Dergisi*, 12, 88-97.
- Ak, İ., Öztaşkent, C., Özüdoğru, Y., & Göksan, T. (2015). Effect of Sodium Acetate and Sodium Nitrate on Biochemical Composition of Green Algae *Ulva rigida*. *Aquaculture International*, 23(1), 1-11.
- Ak, İ., & Türker, G. (2019). Free Radical Scavenging Activity and Biochemical Characteristics of *Ulva rigida* (Ulvophyceae) and *Arthrospira platensis* (Cyanophyceae). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp1), 145-149.
- Akbary, P., & Aminikhoei, Z. (2018). Effect of Water-Soluble Polysaccharide Extract from the Green Alga *Ulva rigida* on Growth Performance, Antioxidant Enzyme Activity, and Immune Stimulation of Grey Mullet *Mugil Cephalus*. *Journal of applied phycology*, 30(2), 1345-1353.
- Ale, M. T., Mikkelsen, J. D., & Meyer, A. S. (2011). Differential Growth Response of *Ulva lactuca* to Ammonium and Nitrate Assimilation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 345-351.
- Alçay, A. Ü., Bostan, K., Dinçel, E., & Varlık, C. (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 47-59.
- Amaral, H. B. F., Reis, R. P., de Oliveira Figueiredo, M. A., & de Gusmão Pedrini, A. (2018). Decadal Shifts İn Macroalgae Assemblages in Impacted Urban Lagoons in Brazil. *Ecological Indicators*, 85, 869-877.
- AOAC (2000). AOAC official method 940.25 nitrogen (total) in seafood. First action 1940, Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition.
- Aras, A. (2020). *Denizel makroalg, Ulva intestinalis (Chlorophyta), Ellisolandia elongata (Rhodophyta), Dictyota dichotoma ve Sargassum vulgare (Pheophyta)'nin Lipit İçeriği Veantimikrobiyal Etkilerinin Belirlenmesi*. [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi]. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Su Ürünleri Anabilim Dalı.
- Artüz, M. L. (2002). *Marmara ve Boğazların Ekolojisi ve Değişimler*. BÜ Deniz Teknolojisi Sempozyumu.
- Babayev, H. (2015). *Gemlik Körfezi'nin (Marmara Denizi) Geç Kuvaterner Stratigrafisi ve Morfotektoniği* [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Berik, N., Çankırlıgil, E. C., Ormancı, H. B., & Akyıldız, A. (2022). Çanakkale Boğazı'ndan Toplanan Deniz Marulu (*Ulva rigida*)'nun Mevsimsel Besin

- İçeriğinin Belirlenerek Salata ve Çorba Olarak Değerlendirilmesi. *Food and Health*, 8(2), 127-140.
- Berik, N., & Cankiriligil, E. C. (2019). The Elemental Composition of Green Seaweed (*Ulva rigida*) Collected from Çanakkale, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, 34(3), 74-79.
- Berri, M., Slugocki, C., Olivier, M., Helloin, E., Jacques, I., Salmon, H., & Collen, P. N. (2016). Marine-sulfated Polysaccharides Extract of *Ulva armoricana* Green Algae Exhibits an Antimicrobial Activity and Stimulates Cytokine Expression by Intestinal Epithelial Cells. *Journal of Applied Phycology*, 28(5), 2999-3008.
- Caliceti, M., Argese, E., Sfriso, A., & Pavoni, B. (2002). Heavy Metal Contamination in the Seaweeds of the Venice Lagoon. *Chemosphere*, 47, 443-454.
- Califano, G., Kwantes, M., Abreu, M. H., Costa, R., & Wichard, T. (2020). Cultivating the Macroalgal Holobiont: Effects of Integrated Multi-Trophic Aquaculture on the Microbiome of *Ulva rigida* (Chlorophyta). *Frontiers in Marine Science*, 7, 52.
- Castellanos-Barriga, L. G., Santacruz-Ruvalcaba, F., Hernández-Carmona, G., Ramírez-Briones, E., & Hernández-Herrera, R. M. (2017). Effect of Seaweed Liquid Extracts from *Ulva lactuca* on Seedling Growth of Mung Bean (*Vigna radiata*). *Journal of Applied Phycology*, 29(5), 2479-2488.
- Challen, S. B., & Hemingway, J. C. (1966, January). Growth of Higher Plants in Response to Feeding with Seaweed Extracts. In *Proceedings of the Fifth International Seaweed Symposium, Halifax, August 25–28, 1965* (pp. 359-367). Pergamon.
- Choi, T. S., Kang, E. J., Kim, J. H., & Kim, K. Y. (2010). Effect of Salinity on Growth And Nutrient Uptake of *Ulva pertusa* (Chlorophyta) from an Eelgrass Bed. *Algae*, 25(1), 17-26.
- Cirik, Ş., Akçalı, B., & Bilecik, N. (2001). Marine Plants of Gökova Bay (Aegean Sea). *Piri Reis Bilim Seri*, (4).
- Cirik, Ş., & Cirik, S. (1999). *Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri)*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 58. Ders Kitabı, 188s.
- Cohen, I., & Neori, A. (1991). *Ulva lactuca* Biofilters for Marine Fishpond Effluents. I. Ammonia Uptake Kinetics and Nitrogen Content. *Botanica Marina*, vol 34, pp. 475-482
- Çoban, R. (1997). *İzmit Körfez Suyunun Kirlilik Parametreleri Üzerinde Fabrika Atık Sularının Rolü* [Yayımlanmış doktora tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Dominguez, H., & Loret, E. P. (2019). *Ulva lactuca*, a Source of Troubles and Potential Riches. *Marine Drugs*, 17(6), 357.

- Egemen, Ö., & Sunlu, U. (1999). *Su Kalitesi Ders Kitabı*. Bornova: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary Fibre and Fibre-Rich By-Products of Food Processing: Characterisation, Technological Functionality and Commercial Applications: A review. *Food chemistry*, 124(2), 411-421.
- Engin, Y. Ö., Yağmur, B., Cirik, S., Bülent, O. K. U. R., Eşiyok, D., & Gökpınar, Ş. (2019). *Ulva rigida* (C. Agardh) Makroalginin Fasulye Bitkisinin Üretiminde Organik Madde Kaynağı Olarak Kullanımının Araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 151-162.
- Eryılmaz, M., Meriç, E., Avşar, N., & Yücesoy Eryılmaz, F. (2001). İstanbul Boğazi'nin Güncel Bentik Foraminifer Topluluğu ve Çökel Dağılımı. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*. 38, 93-108, Adana
- Ersöz, T., & Ersöz, F. (2022) *İstatistik-I*. Seçkin Yayıncılık.
- FAO (2016) *Planning for Aquaculture Diversification: The Importance of Climate Change and Other Drivers*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, Italy.
- FAO (2018) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, Italy.
- FAO, (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, Italy.
- Finglas, P.M., Roe, M.A., Pinchen, H.M., Berry, R., Church, S.M., Dodhia, S.K., & Farron-Wilson Swan, G. (2015) *McCance and Widdowson's The composition of Foods*; Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK; ISBN 978-1-84973-636-7.
- Fleurence, J. (1999). Seaweed Proteins: Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends in Food Science and Technology*. 10, 25–28.
- Gade, R., Siva, M., Tulasi, V., & Aruna, B. (2013). Seaweeds: A Novel Biomaterial. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 5, 40-44.
- Geçgel, C. (2009). *Reactive Blue II ve Bakır İyonlarının Tekli ve İkili Karışımlarının Ulva rigida'ya Biyosorbsiyonunun Araştırılması* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Mersin Üniversitesi.
- Gerasimenko, N. I., Busarova, N. G., & Moiseenko, O. P. (2010). Age-dependent Changes in the Content Of Lipids, Fatty Acids, and Pigments in Brown Alga *Costaria costata*. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57(1), 62-68.
- Ghaderiardakani, F., Califano, G., Mohr, J. F., Abreu, M. H., Coates, J. C., & Wichard, T. (2019). Analysis of Algal Growth-And Morphogenesis-Promoting

- Factors in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture System For Farming *Ulva* spp. *Aquaculture Environment Interactions*, 11, 375-391.
- Gökaşan, E., Ergin, M., Özyalvaç, M., Sur, H. İ., Tur, H., Görüm, T., & Özturan, M. (2007). Factors Controlling the Present Seafloor Morphology of the Çanakkale Strait (Dardanelles). *Geo Mar Letters*, 28(2):107-129.
- Guiry, M. D., Guiry, G. M., Morrison, L., Rindi, F., Miranda, S. V., Mathieson, A. C., & Garbary, D. J. (2014). AlgaeBase: an On-Line Resource for Algae. *Cryptogamie, Algologie*, 35(2), 105-115.
- Güner, H., & Aysel, V. (1999). *Tohumusuz Bitkiler Sistematiği*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:108.
- Güroy, B., Ergün, S., Merrifield, D. L., & Güroy, D. (2013). Effect of Autoclaved *Ulva* Meal on Growth Performance, Nutrient Utilization and Fatty Acid Profile of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, 21(3), 605-615.
- Haque, K. F., Chy, S. Y., Akter, S., Wahab, M. A., & Nath, K. K. (2009). Collection, Identification and Biochemical Analyses of Different Sea Weeds from Saint Martin s Island. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 34(1), 59-65.
- İrkin, L.C. (2020). *Akuakültürde Alglerin Önemi ve Kullanım Alanları*. Çanakkale: İksad Yay.
- Ivanova, V., Stancheva, M., & Petrova, D. (2013). Fatty Acid Composition of Black Sea *Ulva rigida* and *Cystoseria crinite*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(1), 42-47.
- Jiménez-Escrig, A., & Sánchez-Muniz, F. J. (2000). Dietary Fibre From Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physicochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism. *Nutrition Research*, 20, 585–598.
- Joel, T.K., Marie, M., Rocky, N., & Christopher, R.K. (2019). Ulvan a Systematic Review of Extraction, Composition and Function. *Algal Research*, 39, 101422.
- Kaeffer, B., Bénard, C., Lahaye, M., Blotti re, H. M., & Cherbut, C. (1999). Biological Properties of Ulvan, a New Source of Green Seaweed Sulfated Polysaccharides, on Cultured Normal and Cancerous Colonic Epithelial Cells. *Planta medica*, 65(06), 527-531.
- Kaehler, S., & Kennish, R. (1996). Summer and Winter Comparisons in the Nutritional Value of Marine Macroalgae From Hong Kong. *Botanica Marina*, 39: 11-17.
- Kara uha, A., Yildiz, G., & Kara uha, M. E. (2018). Sinop Yarımadası Kıyıları (Güney Karadeniz, Türkiye) Makroalg Topluluklarının Zamansal Değişimi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 23-38.

- Kasimala, M. B., Mebrahtu, L., Magoha, P. P., & Asgedom, G. (2015). A Review on Biochemical Composition and Nutritional Aspects of Seaweeds. *Caribbean Journal of Sciences and Technology (CJST)*, 3(1), 789-797.
- Koeman, R. P. T. (1985). *The taxonomy of Ulva linnaeus, 1753, and Enteromorpha link, 1820, (Chlorophyceae) in the Netherlands*. [Yayınlanmış doktora tezi]. Drukkerij van Denderen BV.
- Kumari, P., Kumar, M., Reddy, C. R. K., & Jha, B. (2014). Nitrate and Phosphate Regimes Induced Lipidomic and Biochemical Changes in the Intertidal Macroalga *Ulva lactuca* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Plant and Cell Physiology*, 55(1), 52-63.
- Lahaye, M. (1991). Marine Algae as Sources of Fibers: Determination of Soluble and Insoluble Dietary Fiber Contents in Some, Sea Vegetables. *Journal of Science and Food Agriculture*, 54, 587-594.
- Lahaye, M., & Robic, A. (2007). Structure and Functional Properties of Ulvan, a Polysaccharide from Green Seaweeds. *Biomacromolecules*, 8(6), 1765-1774.
- Little, D., & Edwards, P. (2003). *Integrated livestock-fish farming systems*. Food & Agriculture Org.
- Lorenzo, J. M., Agregán, R., Munekata, P. E., Franco, D., Carballo, J., Şahin, S., & Barba, F. J. (2017). Proximate Composition and Nutritional Value of three Macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Marine Drugs*, 15(11), 360.
- Mabeau, S., & Fleurence, J. (1993). Seaweed in Food Products: Biochemical and Nutritional Aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 4(4), 103-107.
- MacArtain, P., Gill, C. I., Brooks, M., Campbell, R., & Rowland, I. R. (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. *Nutrition reviews*, 65(12), 535-543.
- Macias-Sánchez, M. D., Mantell, C., Rodríguez, M., de La Ossa, E. M., Lubián, L. M., & Montero, O. (2005). Supercritical Fluid Extraction of Carotenoids and Chlorophyll a from *Nannochloropsis gaditana*. *Journal of Food Engineering*, 66(2), 245-251.
- Marinho, G., Nunes, C., Sousa-Pinto, I., Pereira, R., Rema, P., & Valente, L. M. (2013). The IMTA-cultivated Chlorophyta *Ulva* spp. as a Sustainable Ingredient in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diets. *Journal of Applied Phycology*, 25(5), 1359-1367.
- McDermid, K. J., & Stuercke, B. (2003). Nutritional Composition of Edible Hawaiian Seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 15(6), 513-524.
- Meland, M., & Rebours, C. (2012). Short Description of the Norwegian Seaweed Industry. *Bioforsk Fokus*, 7(2), 278-279.

- Neori, A., Msuya, F. E., Shauli, L., Schuenhoff, A., Kopel, F., & Shpigel, M. (2003). A Novel Three-stage Seaweed (*Ulva lactuca*) Biofilter Design for Integrated Mariculture. *Journal of Applied Phycology*, 15(6), 543-553.
- Nicolaisen, M. S., & Næss, P. (2011). Vejenes Virkelige Værdi. *Trafik og Veje*, 88(10), 44-46.
- Ova Kaykaç, G. (2007). *Bazı Alg Türlerinin (Cystoseira barbata, Ulva rigida ve Gracilaria verrucosa) Tatlarında Etkili Olan Aminoasitlerin Mevsimsel Değişimi*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Pádua, M. D., Fontoura, P. S. G., & Mathias, A. L. (2004). Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). *Brazilian archives of biology and technology*, 47, 49-55.
- Peker, F. (2007). *İstanbul Boğazı Deniz Kirliliğine Sebep Olan Kirlletici Kaynaklar ve Su Kalitesinin Değişimleri*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Rabiei, R., Phang, S. M., Yeong, H. Y., Lim, P. E., Ajdari, D., Zarshenas, G., & Sohrabipour, J. (2014). Bioremediation Efficiency and Biochemical Composition of *Ulva reticulata* Forsskål (Chlorophyta) Cultivated in Shrimp (*Penaeus monodon*) Hatchery Effluent. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 13(3), 621-639.
- Reed, R. H., Wright, P. J., Chudek, J. A., & Hunter, G. (1995). Turnover of Hexitols in the Marine Macroalga *Himantalia elongata* (Phaeophyta, Fucales). *European Journal of Phycology*, 30(3), 169-177.
- Robic, A., Sassi, J. F., Dion, P., Lerat, Y., & Lahaye, M. (2009). Seasonal Variability of Physicochemical and Rheological Properties of Ulvan in Two *Ulva* species (Chlorophyta) from the Brittany coastal. *Journal of Phycology*, 45(4), 962-973.
- Shimada, S., Hiraoka, M., Nabata, S., Iima, M., & Masuda, M. (2003). Molecular Phylogenetic Analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with Special Reference to the Free-Floating *Ulva*. *Phycological research*, 51(2), 99-108.
- Smetacek, V., & Zingone, A. (2013). Green and Golden Seaweed Tides on the Rise. *Nature*, 504(7478), 84-88.
- Steneck, R. S., & Dethier, M. N. (1994). A Functional group Approach to the Structure of Algal-Dominated Communities. *Oikos*, 69: 476-498.
- Stiger-Pouvreau, V., Bourgougnon, N., & Deslandes, E. (2016). *Carbohydrates from Seaweeds*. Seaweed in Health and Disease Prevention (pp. 223-274). Academic press.
- Swamy, M. A. (2011). Marine Algal Sources for Treating Bacterial Diseases. *Advances in food and Nutrition Research*, 64, 71-84.

- Sze, P. (1993). *A Biology of the Algae*. Wm. C. Brown Publishers.
- Taboada, C., Millán, R., & Míguez, I. (2010). Composition, Nutritional Aspects and Effect on Serum Parameters of Marine Algae *Ulva rigida*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(3), 445-449.
- Taşkın, E., Öztürk, M., Kurt, O., & Aysel, V. (2001). Three New Records for the Marine Algal Flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 25(4), 245-248.
- Taylor, R., Fletcher, R. L., & Raven, J. A. (2001). Preliminary Studies on the Growth of Selected 'Green Tide' algae in Laboratory Culture: Effects of Irradiance, Temperature, Salinity and Nutrients on Growth Rate. *Botanica Marina*, 44(4), 327-336.
- Topcuoğlu, S., Güven, K. C., Balkis, N., & Kırbaşoğlu, Ç. (2003). Heavy Metal Monitoring of Marine Algae from the Turkish Coast of the Black Sea, 1998–2000. *Chemosphere*, 52(10), 1683-1688.
- Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M. P., & García-Vargas, M. (2000). Environmental Impacts of Intensive Aquaculture in Marine Waters. *Water Research*, 34(1), 334-342.
- Turan, F., Ozgun, S., Sayin, S., & Ozyilmaz, G. (2015). Biochemical Composition of Some Red and Green Seaweeds from Iskenderun Bay, the Northeastern Mediterranean Coast of Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environ*, 21, 239-249.
- Upreti, U., Wankhade, H. P., & Kumar, A. (2021). Effect of Dietary Raw and Autoclaved *Ulva* Supplemented Meal on the Growth Performance of *Cirrhinus Mrigala*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 657-662.
- Uzun, M. S., & Garipağaoğlu, N. (2014). Kıyı Çizgisi Değişimin Yaratacağı Riskler Açısından İzmit Körfezi Kıyılarının Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7, 7-31.
- Vázquez-Rodríguez, J. A., & Amaya-Guerra, C. A. (2016). *Ulva Genus as Alternativ Crop: Nutritional and Functional Properties*. *Alternative Crops and Cropping Systems* (pp. 29-44). IntechOpen.
- Vidanarachchi, J. K., Iji, P. A., Mikkelsen, L. L., Sims, I., & Choct, M. (2009). Isolation and Characterization of Water-Soluble Prebiotic Compounds from Australian and New Zealand Plants. *Carbohydrate Polymers*, 77(3), 670-676.
- Wallen Kemp, J. O. (1955). Treasure from the Sea. *Organic Gard. F*, 2(3), 52-53.
- Weber, M. L. (2003). *What price farmed fish: a review of the environmental & Social Costs of Farming Carnivores*. SeaWeb, Providence, Rhode Island.
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2011). Biological Activities and Potential Health Benefits of Sulfated Polysaccharides Derived from Marine Algae. *Carbohydrate polymers*, 84(1), 14-21.

- Wu, R. S. S. (1995). The Environmental Impact of Marine Fish Culture: Towards a Sustainable Future. *Marine pollution bulletin*, 31(4-12), 159-166.
- Yabanli, M. (2009). Entegre Balık-Deniz Yosunu Yetistirciliğine Bir Bakış/A Review of Integrated Finfish-Seaweed Farming. *Journal of Fisheries Sciences*. 3(2), 100.
- Yiğitkurt, S., Kırtık, A., Uğur, S., & Durmaz, Y. (2020). İzmir Körfezi Kıyılarından Toplanan Makro Alglerin Pigment Potansiyeli. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6(2), 45-52.
- Zar, J.H. (2001) Biostatistical Analysis, 4th edn. Prentice-Hall, Inc, Upper Saddle River, NJ, p 931



ÖZGEÇMİŞ

Deniz TAŞÇI, ilk ve orta öğrenimini Tekirdağ'da tamamlamış ve 2004 yılında Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünü kazanmıştır. Lisans eğitimi süreci içerisinde 2007 yılında 3 Yıldız Balıkadam Belgesini almış ve 2009 yılında ise üniversiteden mezun olmuştur. 2011 yılında Profesyonel Balıkadam Belgesini alarak 2021 yılına kadar özel sektörde profesyonel balıkadam olarak çalışmış ve 2021 yılında Dalış Amirliği unvanını almıştır. 2011 yılında VHF Telsiz Operatörlüğü Belgesi, 2014 yılında C Sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığı Belgesini almıştır. 2016 yılında ise Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nde Pedagojik Formasyon eğitimini tamamlayarak Su Ürünleri Öğretmeni unvanını almıştır. 2018 yılında Balıkçı Gemisi Kaptanlığı ehliyetini almıştır. 2021 yılında ise İstanbul Gedik Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Su Altı Teknolojisi Programında Öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER

Taşçı, D., Güroy, B. Çanakkale Boğazı, Gemlik Körfezi ve İzmit Körfezi'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin *Ulva rigida*'nın Biyokimyasal Özelliklerine ve Yetiştiricilik Potansiyeline Etkisi. Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongresi (İMASCON), İzmit/Kocaeli 13-14 Mayıs 2022, Sözlü Sunum.