



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**DENİZEL MAKROALG, *ULVA
İNTESTİNALİS*(CHOLOROPHYTA),
ELLİSOLANDİA ELONGATA
(RHODOPHYTA), *DİCTYOTA
DİCHOTOMA* VE *SARGASSUM
VULGARE* (PHAOPHYTA)'NİN
LİPİT İÇERİĞİ VE ANTİMİKROBİYAL
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Aycan ARAS

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

ŞUBAT 2020



**DENİZEL MAKROALG, *ULVA İNTESTİNALİS* (CHOLOROPHYTA),
ELLİSOLANDİA ELONGATA (RHODOPHYTA), *DİCTYOTA DİCHOTOMA* VE
SARGASSUM VULGARE (PHEAOPHYTA)'NİN LİPİT İÇERİĞİ VE
ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Aycan ARAS

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2020

Aycan ARAS tarafından hazırlanan “DENİZEL MAKROALG, *ULVA İNTESTİNALİS* (*CHOLOROPHYTA*), *ELLİSOLANDİA ELONGATA* (*RHODOPHYTA*), *DİCTYOTA DİCHOTOMA* VE *SARGASSUM VULGARE* (*PHEAOPHYTA*)’NİN LİPİT İÇERİĞİ VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İskenderun Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç.Dr. Selin SAYIN

Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Başkan: Doç.Dr. Selin SAYIN

Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Prof.Dr. Oya İŞİK

Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Prof.Dr. Beyza ERSOY ALTUN

Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 04/02/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- 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, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aycan ARAS

04/02/2020

DENİZEL MAKROALG, *ULVA İNTESTİNALİS* (*CHOLOROPHYTA*), *ELLİSOLANDİA ELONGATA* (*RHODOPHYTA*), *DİCTYOTA DİCHOTOMA* VE *SARGASSUM VULGARE* (*PHEAOPHYTA*)'NİN LİPİT İÇERİĞİ VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Aycan ARAS

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2020

ÖZET

Çalışmada, gelecekte geliştirilecek fonksiyonel ürünler için dört farklı makroalg türüne ait biyokimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite, yağ asidi kompozisyonu, besin maddesi bileşenleri ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) görüntüleri belirlenmiştir. Makroalg örnekleri kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi'nden toplanmıştır. Analizlerde kahverengi alglerden *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma*, yeşil alglerden *Ulva intestinalis* ve kırmızı alglerden *Ellisolandia elongata* türleri kullanılmıştır. En yüksek protein, lipid ve kül içerikleri sırasıyla, *U.intestinalis* (%15,77), *S.vulgare* (%12,21) ve kül içeriğinin *E.elongata* (%76,75) türlerine ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük SFA, MUFA ve PUFA'daki yüzde değişimleri sırasıyla *D.dichotoma* (%41,48)-*E.elongata* (%85,85)'ya, *E.elongata* (belirlenemedi) ve *D.dichotoma* (%22,67), *E.elongata* (belirlenemedi) ve *S.vulgare* (%2,52). En yüksek C, H, N % değerleri *E.elongata* türünde belirlenmiştir. Sonuç olarak, antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *U.intestinalis* ve *E.elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Makroalg, yağ, fonksiyonel ürün, biyokimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite, SEM

Sayfa Adedi : 58

Danışman : Doç. Dr. Selin SAYIN

DETERMINATION OF LIPID CONTENT AND ANTIMICROBIAL EFFECTS OF
MARINE MAKROALG, *ULVA INTESTINALIS* (CHOLOROPHYTA), *ELLISOLANDIA*
ELONGATA (RHODOPHYTA), *DICTYOTA DICHOTOMA* AND *SARGASSUM*
VULGARE (PHEAOPHYTA)
(M. Sc. Thesis)

Aycan ARAS

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

February 2020

ABSTRACT

In this study, biochemical composition, antimicrobial activity, fatty acid composition, nutrient components and SEM (Scanning Electron Microscope) images of four different macroalgae species were determined for the functional products which will be developed in the future. Macroalgae samples were collected from Iskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast. *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma* from brown algae, *Ulva intestinalis* from green algae and *Ellisolandia elongata* from red algae were used in the analysis. The highest protein, lipid and ash contents were determined respectively by *U.intestinalis* (15.77%), *S.vulgare* (12.21%) and *E.elongata* (76.75%). The percent change rates in the highest and lowest SFA, MUFA and PUFA were respectively *D.dichotoma* (41.48%) - *E.elongata* (85.85%), *E.elongata* (not determined) - *D.dichotoma* (22.67%), *E.elongata* (not determined) - *S.vulgare* (2.52%). The highest C, H, N values were determined as *E.elongata*. In conclusion, in the antimicrobial efficacy tests, *U.intestinalis* and *E.elongata* macroalgae species were found to be effective against *E.coli* and *C.albicans*.

KeyWords : Macroalgae, oil, functional product, biochemical composition,
antimicrobial effect, SEM
Page Number : 58
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Selin SAYIN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin başlangıcından bitimine kadar bilgi ve birikimlerini paylaşan, yol gösteren, zamanını ve emeğini vererek sağladığı bilimsel katkıları, destekleyici tutumları için değerli saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Selin SAYIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarında benden her konuda yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Mehmet NAZ hocama çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca yanımda olan maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen bana her koşulda güvenen ve yanımda olan babama, anneme, kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Makroalgler	11
3.1.2. Antimikrobiyal etkinlik için çalışılan organizmalar	15
3.2. Metod	19
3.2.1. Alglerin toplanması ve saklanması	19
3.2.2. Biyokimyasal analizler.....	22
3.2.3. Makroalglerin element kompozisyonu	27
3.2.4. Algal yağların antimikrobiyal aktivitesi	27
3.2.5. Makroalglerin SEM görüntüleri.....	29
3.2.6. İstatistiksel analizler.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	30
4.1. Makroalglerin Biyokimyasal İçerikleri.....	30

	Sayfa
4.1.1. Makroalglerin kül içeriği	30
4.1.2. Makroalglerin lipit içeriği	31
4.1.3. Makroalglerin protein içeriği	32
4.1.4. Makroalglerin yağ asidi kompozisyonu.....	33
4.2. Makroalglerin Element Kompozisyonu	36
4.3. Algal Yağların Antimikrobiyal Aktivitesi	37
4.4. Makroalglerin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntüleri	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	58

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Makroalglerin biyokimyasal içerikleri (%)	30
Çizelge 4.2. Makroalglerin yağ asidi kompozisyonları (%)	33
Çizelge 4.3. Makroalg türlerinin element analizleri (%)	36
Çizelge 4.4. Makroalgal yağların antimikrobiyal aktivitesi.....	37



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Örnekleme yapılan istasyonların uydu görüntüsü	20
Şekil 4.1. <i>Ulva intestinalis</i> 'in <i>Escherichia coli</i> 'ye antimikrobiyal etkisi	38
Şekil 4.2. <i>Ulva intestinalis</i> 'in <i>Candida albicans</i> 'a antimikrobiyal etkisi.....	38
Şekil 4.3. <i>Ellisolandia elongata</i> 'nın <i>Escherichia coli</i> 'ye antimikrobiyal etkisi.....	39
Şekil 4.4. <i>Ellisolandia elongata</i> 'nın <i>Candida albicans</i> 'a antimikrobiyal etkisi.....	39



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. <i>Dictyota dichotoma</i>	11
Resim 3.2. <i>Ulva intestinalis</i>	12
Resim 3.3. <i>Ellisolandia elongata</i>	13
Resim 3.4. <i>Sargassum vulgare</i>	14
Resim 3.5. Makroalglerin toplanması	20
Resim 3.6. Makroalglerin kurutulma işlemi	20
Resim 3.7. Makroalglerin öğütülme işlemi.....	21
Resim 3.8. Makroalglerin toz haline getirilmesi.....	21
Resim 3.9. Makroalglerin kül analizi.....	22
Resim 3.10. Makroalglerin Bligh ve Dyer methoduna göre hazırlanması	23
Resim 3.11. Makroalglerin yağ ekstraksiyonun işlemi sırasında homojenizyonu.....	23
Resim 3.12. Makroalglerin santrifüj işleminden sonra tabakalaşması	23
Resim 3.13. Makroalglerin Kjeldahl cihazında destilasyon işlemi.....	24
Resim 3.14. Makroalglerin destilasyon işlemi sonrası oluşan destilatı	25
Resim 3.15. Destilatın HCl ile titrasyonu	25
Resim 3.16. Makroalglerin lipit dokularının parçalanması için ısıtılması.....	26
Resim 3.17. Makroalglerin yağ asidi metil esterlerinin tabakalaşması	26
Resim 3.18. Makroalglerin yağlarının ekstraksiyonu	27
Resim 3.19. Ekstraksiyon karışımının ayırma hunisinde ayrılması.....	28
Resim 3.20. Makroalg yağlarının evaporatör işlemiyle çözücülerinin saflaştırılması....	28
Resim 4.1. <i>Dictyota dichotoma</i> 'nın x500 SEM görüntüsü.....	42
Resim 4.2. <i>Dictyota dichotoma</i> 'nın x5000 SEM görüntüsü.....	42
Resim 4.3. <i>Ulva intestinalis</i> ' in x500 SEM görüntüsü.....	43

Resim	Sayfa
Resim 4.4. <i>Ulva intestinalis</i> ' in x5000 SEM görüntüsü.....	43
Resim 4.5. <i>Ellisolandia elongata</i> 'nın x700 SEM görüntüsü.....	44
Resim 4.6. <i>Ellisolandia elongata</i> 'nın x2500 SEM görüntüsü.....	44
Resim 4.7. <i>Sargassum vulgare</i> 'nin x500 SEM görüntüsü	45
Resim 4.8. <i>Sargassum vulgare</i> 'nin x5000 SEM görüntüsü	45



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
µm	Mikrometre
g	Gram
ml	Mililitre
rpm	Dakikada dönme sayısı
M	Molarite
N	Derişim
%	Yüzde
±	Artı eksi
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

Açıklamalar

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
H₃BO₃	Borik asit
HCl	Hidroklorik asit
H₂SO₄	Sülfirik asit
NaOH	Sodyum hidroksit

1.GİRİŞ

Denizel makroalgler, insanların yaşamlarını etkileyen, geniş kullanım alanlarına sahip biyokaynaklı ekonomiye dayalı, geleceğin materyalleri olarak öngörülen önemli yenilenebilir kaynaklardandır. Yakın zamana kadar, alglerin endüstriyel kullanımı büyük ölçüde karbonhidratlar, proteinler, lipitler, mineraller ve düşük moleküler ağırlıklı bileşikler de dahil olmak üzere sınırlı kalmıştır. Günümüzde ise, geleneksel kullanımlarının yanında üç boyutlu yazıcılar, elektrospinler gibi teknolojik araçlar sayesinde, gerek biyomedikal alanda, gerekse yenilikçi tekstil, çevre mühendisliği ve doku mühendisliği gibi pek çok yeni alanda biyomateryallerin sentezinde yoğun olarak kullanılan ekstraktların temel kaynağını oluşturması anlamında önemli bir potansiyele sahiptir.

Her geçen gün artan ürün çeşitliliği ve üreticilerin pazar kaygıları ile beraber geliştirilen ürünlerin daha uzun süre dayanması, daha güzel kokması, renginin cezbedici olması, antimikrobiyal, antioksidan, yaşlanma karşıtı, UV koruma etkileri gibi özellikleri de içermesini zorunlu hale getirmiştir. Ürünlerin tüketim gücünü artıran doğal olmayan katkı maddelerinin yol açtığı hastalıklar (Blunt, Munro, Copp, Keyzers ve Prinsep, 2015), iyi biyoyararlanıma sahip, minimum toksisite içeren, kolay elde edilebilen, sürdürülebilir, antimikrobiyal, antioksidan etkilere sahip doğal ve yeni fonksiyonel kaynaklar üzerine araştırmaların yoğunlaşmasını sağlamıştır.

19.yy'dan günümüze her ne kadar yaşam süresi artmış olsa da, dünyada görülen ölümlerin en önemli nedenlerinden biri enfeksiyon hastalıklarıdır. Ölümlerin gelişmekte olan ülkelerde ortalama %95'i, az gelişmiş ülkelerde %43'ü, gelişmiş ülkelerde ise %1'inin enfeksiyon ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ostroff ve Leduc, 2000).

Yapılan araştırmalar, ölümlere neden olan enfeksiyon hastalıklarının genellikle gram negatif ve gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginom* ve *Escherichia coli*, mantar enfeksiyonlarının ise *Candida albicans* ve *Aspergillus brasiliensis* kaynaklı olduğunu göstermiştir.

Staphylococcus aureus, *Staphylococcaceae* familyasının gram pozitif üyesidir. İnsan derilerinde ve üst solunum yollarında bulunmaktadır. Menenjit, iltihaplı yaralara ve eklem romatizmaları gibi hastalıklara neden olurlar. (Hacıbektaşoğlu, Eyigün ve Özsoy, 1993;

Tükel ve Doğan, 2000). *Salmonella typhimurium*, *Enterobacteriaceae* familyasının gram negatif üyesidir. İshal, mide ve bağırsak yanmaları gibi hastalıklara neden olmaktadır (LeBlanc, Castillo ve Perdigon, 2010).

Pseudomonas aeruginom gram negatif bakteridir. Kemoterapi, HIV enfeksiyonu, nötropeni gibi nedenlerle savunma mekanizmaları bozulanlarda insanlarda ve antibiyotik kullanımıyla mikrobiyal florası değişen insanlarda enfeksiyona dönüşebilirler (Hancock ve Speert, 2000; Lambert, 2002; Livermore, 2002). *Escherichia* cinsi içinde en önemli tür *E.coli* olup, gram negatif bakterilerdir. İnsanların ve hayvanların bağırsak sistemlerinde yaygın olarak bulunmaktadır (Topçu, Söyletir ve Doğanay, 2002). Diğer koliform bakterilerin aksine doğada bulunmazlar. *E.coli* toplum kaynaklı enfeksiyonlar oluşturabildiği gibi nozokomiyal enfeksiyonlara da neden olduğu bilinen bir patojendir (Özkuyumcu ve diğerleri, 2009).

Candida albicans, *Candida* cinsine ait bir maya türüdür. Mukoza, sindirim, oral ve jinekolojik enfeksiyonlara neden olur. Candidemia, yaklaşık %40'lık bir ölüm oranı ile karakterize edilmiştir (Bennett ve Johnson, 2003, 2005). *Aspergillus brasiliensis*, *Aspergillus* cinsine ait bir mantar türüdür. Bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde, tüberküloz, astım, alerjik sinüzit, alveolit gibi alerjik reaksiyonlara neden olurlar (Kantaroglu ve Yücel, 2003).

Yoğun antibiyotik kullanımını teşvik eden reçete yazımı, hastane enfeksiyonları, sentetik antibiyotiklerin kullanımı, antibiyotik direnci gibi nedenlerin artmasıyla insan sağlığını tehdit eden enfeksiyon kaynaklı hastalıkların tedavi sürecinde yaşanan sıkıntıların giderilmesi için araştırmalar halen devam etmektedir. En basit soğuk algınlığı için kullanılan antibiyotiklerin yol açtığı zararlar, gösterdiği yan etkiler ve gelişen ilaç direnci daha sonra yaşanacak ciddi sağlık sorunlarının tedavisini güç hale getirmektedir (Harrison ve Lederberg, 1998; Singh ve Barrett, 2006; Blunt, Copp, Munro, Northcote ve Prinsep, 2010; Lira ve diğerleri, 2015).

Çoklu antibiyotik direnci gösteren mikroorganizmaların giderek yayılması sonucunda ise gerek gram-pozitif gerekse gram-negatif mikroorganizmalara bağlı gelişen bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde ciddi sorunlar yaşanmakta, bu da yeni ve doğal antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen vs. biyolojik özelliğe sahip maddelere duyulan ihtiyacı arttırmaktadır.

Yeni hammadde arayışında, yüzyıllardır orta doğu ülkeleri tarafından gıda, kozmetik, ilaç gibi alanlarda kullanılan makroalgler, biyokimyasal içeriklerinin zenginliği ve her geçen gün artan kullanım alanları ile yeni endüstriyel açılımlara neden olabileceği öngörülen ekonomik değeri yüksek sucul bitkilerdir. Bileşimlerinde yer alan proteinler, peptitler, yağ asitleri, florotanninler, polisakaritler, terpenler, poliasetilenler, steroller, indol alkaloidler, aromatik organik asitler, şikimik asit, poliasetilenler gibi ikincil metabolitlerinin antibakteriyel etkileri belirlenmiştir. Her geçen gün tespit edilen biyolojik aktiviteleri, kolay elde edilebilir olmaları, yan etkilerinin daha az olması ve yenilenebilir olmaları alglerin kullanım alanlarının geniş bir yelpazede yayılmasını sağlamaktadır (Venugopal, 2008; Cox, Abu-Ghannam ve Gupta, 2010; Mayer, Rodríguez, Tagliatalata-Scafati, ve Fusetani, 2013; Blunt ve diğerleri, 2015).

Algler gerçek kök, gövde ve yaprakları olmayan, besin zincirinin birinci halkasını oluşturan, fotosentez yaparak organik maddelerin sentezini gerçekleştiren sucul bitkilerdir. Boyutlarına göre mikro ve makroalgler olarak sınıflandırılırlar. Makroalgler farklı sınıflandırma parametreleri olmasına rağmen genellikle içerdikleri pigment maddelerine göre kahverengi (Phaeophyceae), kırmızı (Rhodophyceae) ve yeşil (Chlorophyceae) olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Makro ve mikro algler Japonya, Kore, Çin, İngiltere ve Kanada başta olmak üzere son yıllarda ise başta Amerika, Norveç ve çeşitli Avrupa ülkelerinde özellikle araştırma alanlarının konusu olarak yer almakta ve yetiştiriciliği artmaktadır (Ak, Çetin, Cirik, ve Göksan, 2011; Cirik ve Cirik, 2011; FAO, 2018).

Günümüze kadar yapılan çalışmalar ile alglerin etanol, aseton ve metanol-toluen gibi kimyasal çözücüler ile elde edilen ekstralarının antimikrobiyal etkileri çalışılmıştır (Zheng, Chen ve Hai-Sheng, 2001; Seenivasan, Indu, Archana ve Geetha, 2010). Antibiyotik üretimi için şimdiye kadar yapılan araştırmalarla alglerin bütününden elde edilen ekstralarından yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu belirlenen 151 alg türü belirlenmiştir (Singh ve Barrett, 2006; Blunt, Copp, Munro, Northcote ve Prinsep, 2010).

Yüksek konsantrasyonlarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), vitaminler, fenolik bileşikler ve terpenler gibi biyoaktif molekküller içeren alg yağları antibakteriyel, antiviral, antitumor, antienflamatuar, antioksidan ve antiproliferatif özelliklere sahiptir (Cox ve diğerleri, 2010, El Baz, El-Baroty, Ibrahim ve Abd El Baky, 2014).

Antimikrobiyal etkinin belirlendiği çalışmalarda Chlorophyceae, Phaeophyceae ve Rhodophyceae sınıflarına ait pekçok alg türünün test edildiği ve en etkin aktivite gösteren türlerin Phaeophyceae sınıfına ait olduğu belirlenmiştir (Salvador, Go'mez Garreta, Lavelli ve Ribera, 2007). Farklı çözücülerin (etanol, aseton, metanol-toluen) kullanıldığı alg ekstralarının çalışıldığı antimikrobiyal aktivite çalışmalarında etki düzeylerinin de farklı olduğu belirlenmiş ve çözücü seçiminin önemi belirtilmiştir (Zheng, Chen ve Hai-Sheng, 2001). Diğer yandan antimikrobiyal etkinin kurutma yöntemi ve ısıyla değiştiğinin belirlendiği çalışmalar mevcuttur (Hornsey ve Hide, 1974; Kubota ve diğerleri, 1999).

Farklı alg türleri ile yapılan çeşitli çalışmalarda, antimikrobiyal bileşiklerin mevsimsel ve algal büyümenin farklı evrelerinde değişimler gösterdiği ve dolayısıyla da etkisinin değiştiği belirlenmiştir (Hornsey ve Hide, 1976). Yapılan çalışmalarla alglerin güçlü antimikrobiyal aktiviteye ve yeni ilaçların geliştirilmesinde kullanılmak üzere büyük bir potansiyele sahip oldukları belirlenmiştir (Zheng, Chen ve Hai-Sheng, 2001).

Farmakolojinin ürün geliştirmek konusundaki bakış açısı etkin ve yeni bir biyoaktif bileşik kaynağı keşfetmeye dayanmaktadır. Yağ asitlerinin patojenik bakterilerin büyümesini ve hayatta kalmasını önleme potansiyeli birkaç yıldır bilinmektedir. Hücre membranını hasara uğratarak hücre muhteviyatında sızıntıya neden olduğu ve hayatlarını sonlandırdığı tespit edilmiştir. Son zamanlarda, yapı-fonksiyon ilişkisinin araştırıldığı çalışmalarda ise antimikrobiyal aktivitelerin her iki zincir uzunluğuna dayandığı ve yağ asitlerinin doymamışlık derecesi ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Guedes, Amaro ve Malcata, 2011).

Literatürde, Türkiye kıyılarında dağılım gösteren bazı makroalglerin antibakteriyal etkisi üzerine çalışmalar yapılmış olup, bu çalışmalarda toplam alg ekstraktlarının biyolojik aktiviteleri üzerine yoğunlaşmıştır (Haliki, Denizci ve Çetingül, 2005). Bizim çalışmamızda ile şimdiye kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak, toplam ekstraktların değil, alglerden elde edilen yağların yağ asidi kompozisyonları ve antimikrobiyal aktiviteleri, biyokimyasal kompozisyonları, alg biyomasına ait yüzey alan özelliklerinin belirlenmesi amacıyla SEM görüntüleri, element kompozisyonları belirlenerek çalışılan makroalg türlerinin (*Dictyota dichotoma*, *Sargassum vulgare*, *Ulva intestinalis* ve *Ellisolandia elongata*) geliştirilecek fonksiyonel ürünlerde kullanılma potansiyelleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Rao ve Parek (1981) Hindistan'dan topladıkları alg türlerinin antimikrobiyal aktivitesini incelemiş ve choloform ekstraksiyonu ile *Enteromorpha intestinalis*'in *Staphylococcus aureus*'a karşı aktivitesi gözlemlenmemiş olup, *Dictyota dichotoma*'nın *S.aureus*'a karşı aktif olduğunu belirtmişlerdir.

Ballantine, Gerwick, Velez, Alexander ve Guevara (1987) yaptıkları çalışma ile alglerin lipit ekstraksiyonlarının antimikrobiyal etkilerini incelemiş, algal ekstraktların genellikle gram pozitif bakterilerden (*Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*)'a, mantarlardan (*Candida albicans*)'a, gram negatif bakterilerden ise (*Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli*)'ye karşı aktivitelerinin olduğunu belirlemişlerdir.

Zheng, Chen ve Hai-Sheng (2001) alglerin etanol, aseton ve metanol-toluen gibi farklı çözücülerle hazırladıkları ekstraktların antimikrobiyal ve antifungal aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışmada en çok etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve özellikle Rhodophyta'ya ait türlerin *Pseudomonas solancearum* ve *Penicillium citrinum*'a karşı güçlü antimikrobiyal aktiviteye ve yeni ilaçların geliştirilmesinde kullanılmak üzere büyük bir potansiyele sahip oldukları tespit edilmiştir.

Burtin (2003) yaptığı çalışma ile bazı makroalglerin protein içeriklerini incelemiş, kahverengi alglerde kuru maddedeki protein oranlarını %5-15, kırmızı ve yeşil alglerde ise %10-30 düzeylerinde olduğunu belirlemiştir.

Kostetsky, Goncharova, Sanina ve Shnyrov (2004) yaptıkları çalışmada, alglerdeki lipit ve yağ asidi içeriklerinin mevsim, genetik farklılıklar ve lokasyondan etkilendiğini belirtmişlerdir.

Haliki, Denizci ve Çetingül (2005) İzmir Körfez'inden topladıkları makroalg türlerinden toluen-metanol ekstraksiyonu ile elde ettikleri (*Candida albicans* ATCC 10239, *Trichophyton rubrum*, *Microsporium canis*, *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *Penicillium funiculosum* Thom, *Trichoderma viride* Persex Grey, *Rhizopus arrhizus* Fischer) algal ekstraktların antifungal etkilerini çalışmış, ancak etkin bir antifungal aktivite gözlemlenmemişlerdir.

Peters ve diğeri (2005) yaptıkları çalışma ile 36 makroalg türünün C ve N içeriklerini incelemiş, karbon içeriklerini %14-39 ve nitrojen içeriklerini ise %1-5 aralığında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Renaud ve Luong-Van (2006) Avustralya'da 30 makroalg türünün mevsimsel olarak kül, karbonhidrat, yağ ve protein içeriği üzerine yaptıkları çalışmada, protein içeriğini %4-12, ile en yüksek kırmızı alglerde olduğunu belirtmişlerdir.

Dawczynski, Schubert ve Jahreis (2007) kuru maddedeki protein içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında kırmızı alglerin kahverengi alglere göre protein içeriklerinin daha yüksek düzeylerde olduğunu belirlemişlerdir.

Salvador, Gómez Garreta, Lavelli ve Ribera (2007) makroalglerin taze ve liyofilize edilmiş biyomasları ile yaptıkları antimikrobiyal aktivite çalışmalarında, Kış örnekleri taze olarak analiz edilen *Dictyota dichotoma*'da; *Staphylococcus aureus*'ta etkinliğinin az olduğu, *Escherichia coli* ve *Candida albicans*'ta ise etkin olmadığını belirlemişlerdir. *Corallina elongata*'da yapılan analizlerde *S.aureus*'da hem taze hemde liyofilize edilen örneklerde etkin olmadığı halde, *E.coli*'de taze formunun çok az etkinlik gösterdiğini saptamışlardır.

Taskin, Ozturk, Taskin ve Kurt (2007) Kuzey Ege Denizi'nden topladıkları *Corallina officinalis*, *Cystoseira barbata*, *Dictyota dichotoma*, *Halopteris filicina*, *Cladostephus spongiosus f. Verticillatus* ve *Ulva rigida* türlerinin *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* ve *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* ve *E.coli* O157:H7 karşı antibakteriyel aktivitelerini in vitro olarak çalışmışlardır. *C.officinalis* hariç tüm makroalglerin ekstraktlarının *S.aureus*'a karşı inhibisyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yang ve Chen (2008) yaptıkları çalışma ile *Sargassum sp.*'nin SEM görüntülerini incelemişler, *Sargassum sp.*'nin çıkıntılı çok küçük yapılara sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Banerjee, Ghosh, Homechaudhuri and Matanjun (2009) *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* and *Catenella repens* türleri üzerinde yaptıkları çalışmada, *E.intestinalis*'in lipit içeriğinin diğeri türlere oranla daha düşük, protein içeriğinin ise yüksek olduğunu bulmuşlardır. Makroalglerin biyokimyasal bileşimlerinin buldukları coğrafi bölgedeki ortam parametrelerinden (tuzluluk, sıcaklık ve nitrat içeriği) etkilendiğini belirtmişlerdir.

Demirel, Yılmaz-Koz, Karabay-Yavasoglu, Ozdemir ve Sukatar (2009) algal ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini incelemişler, 1 ve 1,5 mg/diskte *Dictyota dichotoma*'nın *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* ve *Candida albicans* aktivitelerinde; *S.aureus*'un metanol ve hekzan ile ekstraksiyonunda 1 ve 1,5 mg/disk'te, dikolromethane ekstraksiyonunda *E.coli* ve *S.typhimurium* 1,5 mg/diskte aktif olarak gözlenmiştir.

Murphy, Tofail, Hughes ve McLoughlin (2009) yaptıkları çalışma ile *Ulva spp.*'nin ve *Palmaria palmata*'nın SEM görüntülerini incelemişler, *Ulva spp.*'nin ve *P.palmata*'nın yüzeylerinin katlı yapılar içerdiğini belirtmişlerdir.

Ramadan ve Asker (2009) Spirulina'nın lipit ekstraksiyonlarının antimikrobiyal aktivitesini incelemiş ve toplam lipidin Gram negatif bakteriler (*Escherichia coli* ve *P.aeruginosa*) hariç, test edilen tüm mikroorganizmaların (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida albicans*) büyümesini inhibe ettiğini saptamıştır.

Plaza ve diğerleri (2010) palmitik ve stearik asit içeren uzun zincirli doymuş yağ asitlerine oranla palmitoleik, oleik ve linolenik gibi uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin (C:16-C:20) daha etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirmişlerdir.

Seenivasan ve diğerleri (2010) Hindistan'dan toplanan üç adet yeşil algin %80 etanol, metanol ve aseton ekstraksiyonunun, gram negatif ve gram pozitif bakterilerde test etmişler ve ekstraktların bakteri gelişimini engelleme yeteneğine sahip olduklarını saptamışlardır.

Ahmad, Sulaiman, Saimon, Yee ve Matanjun (2012) Malezya'dan topladıkları bazı makroalg türlerinin biyokimyasal içeriklerini incelemiş, kırmızı alglerin kuru maddedeki protein içeriğinin %5-17 ve kahverengi alglerin kuru maddedeki protein içeriğinin %5-7 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Polat, Özoğul ve Boğa (2012) İskenderun Körfez'inden topladıkları *Sargassum acinarum*, *Halopteris scoparia*, *Taonia atomaria*, *Dictyota dichotoma* ve *Liagora sp.* türlerinin besin maddesi bileşenleri ve yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş, %15,4 protein içeriği ve

%12,7 lipit içeriği ile en yüksek türün *D.dichotoma*'ya ait olduğunu belirtmişlerdir. Makroalglerdeki yağ asiti kompozisyonlarını incelediklerinde, doymuş yağ asitlerini (SFA) %18-63, tekli doymamış yağ asitlerini (MUFAs) %15-23 ve çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) ise %14-29 aralıklarında tespit etmişlerdir.

Rohani-Ghadikolaei, Abdulalian ve Ng (2012) kırmızı, yeşil ve kahverengi alg türleri ile yaptıkları çalışmada yeşil ve kırmızı alglerde SFA oranının, kahverengi alglere göre daha yüksek olduğunu, MUFA oranının ise kahverengi alglerde, kırmızı ve yeşil alglere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Soltani, Ebrahimzadeh, Khoshrooei ve Rahmani (2012) *Enteromorpha intestinalis*'in beş farklı gram negatif ve pozitif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* ve *Proteus mirabilis*) bakteriler üzerinde disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Gram pozitif bakteriler arasında *B.subtilis*'in, *S.aureus*'dan daha hassas, gram negatiflerden *P.aeruginosa*'nın, *P.mirabilis* ve *S.typhimurium*'dan daha dirençli olduğunu belirlemişlerdir. *E.intestinalis*'in farmasötik endüstriler için yeni bir doğal antimikrobiyal ve antihemolitik ajan kaynağı olarak kullanılma olasılığını ortaya koymuşlardır.

Sultana, Ambreen, Tariq ve Ara (2012) Pakistan'dan topladıkları *Dictyota dichotoma* türü üzerinde yaptıkları çalışmada, *D.dichotoma*'nın lipit içeriğini %6,8, protein içeriğini %5 olarak tespit etmişlerdir.

Polat ve Özoğul (2013) İskenderun Körfezi'nde bulunan bazı makroalg türleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, makroalglerin protein içeriğini %0,8-3 ve ham kül oranını ise %2-51 değerleri arasında belirlemişlerdir.

El Baz, El-Baroty, Ibrahim ve Abd El Baky (2014) yaptıkları çalışmada, bazı makroalg yağlarının antimikrobiyal etkinliğini araştırmışlardır, *Ulva fasciata* türünün *Escherichia coli*'ye karşı etkin olmadığı ve *Candida albicans*'a karşı etkin olduğunu belirlemişlerdir.

Mæhre, Malde, Eilertsena ve Elvevolla (2014) Norveç'ten topladıkları kırmızı, yeşil, kahverengi makroalg türlerinde protein, lipit, amino asit, yağ asitleri kompozisyonlarını belirlemişler ve potansiyel gıda olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir.

Ainane, Abourriche ve Kabbaj (2015) yaptıkları çalışma ile *Cystoseira tamariscifolia* ve *Bifurcaria bifurcata* türlerinin C ve N içeriklerini incelemiş, *Cystoseira tamariscifolia*'nın C içeriğinin %40-45, N içeriğinin %3-10 ve *Bifurcaria bifurcata*'nın C içeriğinin %36-49 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Gür (2015) İskenderun Körfez'inden toplanan *Dictyota dichotoma*'nın lipit değerlerinin %0,9 ile %5,1 düzeyleri arasında belirlendiği, en yüksek lipit değerlerinin yaz aylarında toplanan örneklerle ait olduğunu, en düşük lipit değerlerinin ise kış mevsiminde toplanan örneklerle ait olduğunu belirlemişlerdir. İlkbahar dışındaki mevsimlerde toplanan *D.dichotoma*'da protein oranlarının %4,4-6,1 aralıklarında bulunduğunu, yaz ve sonbaharda artış gösterdiğini belirtmiştir.

İbrahim ve Lim (2015) *Enteromorpha intestinalis*'in metanol ile ekstraksiyonunda *Staphylococcus aureus*, *E.coli*, *Candida albicans*'ın aktivitelerini incelemişler ve *E.intestinalis* türünün hiçbirinde aktif olmadığını belirtmişlerdir.

Korzen, Pulidindi, Israel, Abelsona ve Gedanken (2015) yaptığı çalışma ile *Ulva rigida*'nın C, H, N içeriklerini incelemiş, C içeriğini (%28,1), N içeriğini (%4,5) ve H içeriğini (%5,5) olduğunu belirlemişlerdir.

Caf, Yılmaz, Özdemir ve Durucan (2016) Antalya Lara kıyılarından topladıkları *Corallina elongata*'nın yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş ve SFA oranını %54,9 olarak belirlemişlerdir.

Rani, Jawahar, Shakila ve Srinivasan (2016) Hindistan'dan topladıkları bazı kahverengi makroalg türlerinin antibakteriyal (*Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*) etkinliklerini test etmişlerdir. Makroalg ekstraktlarının gram pozitif bakteriler üzerinde gram negatif bakterilere göre daha güçlü aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

İrkin ve Erduğan (2017) Çanakkale denizi'nden yaz, kış ve sonbaharda topladıkları *Padina povanica*, *Petolania fascia*, *Cladostephus hirsutus*, *Zanardinia prototypus*, *Sargassum vulgare*, *Halopteris filicina* türlerinin kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Sadece

sonbahar mevsiminde toplanmış olan *Sargassum vulgare*'nin protein oranının % 8,8, lipit oranının % 1,2 ve kül oranının da %33,9 olduğunu belirtmişlerdir.

Srikonga, Bovornreungroj, Mittraparparthorna ve Bovornreungroja (2017) Tayland'dan toplanan *Ulva intestinalis*'in farklı ekstraksiyonlarının antibakteriyel aktivitelerini incelemişlerdir. Hekzan ekstraksiyonunun gram pozitif bakteriler üzerinde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu, gram negatif bakterilere karşı ise antibakteriyel aktiviteye sahip olmadığını belirlemişlerdir.

Metin ve Baygar (2018) Muğla Akyaka'dan dört mevsim topladıkları *Enteromorpha intestinalis*'in mevsimsel olarak protein, lipit, yağ, nem, karbonhidrat ve yağ asitleri kompozisyonunu belirlemiş ve gıda amaçlı kullanımını incelemişlerdir. Alglerin gıda endüstrisindeki bazı ürünlerde organik bir bileşen olarak da kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Zouaouia ve Ghaleb (2018) Akdeniz sahillerinden topladıkları *Ulva lactuca*, *Dictyota dichotoma* ve *Corallina elongata* makroalg türlerinin, disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini test etmişler, makroalglerin antibakteriyel ve antifungal bileşikler kaynağı olarak, çok büyük bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kazir ve diğerleri (2019) yaptıkları çalışma ile *Ulva sp.* ve *Gracilaria sp.* türlerinin C, H, N içeriklerini incelemiş, *Gracilaria sp.*'nin C ve H değerlerinin, *Ulva sp.*'den yüksek, N değerinin ise düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Lima, Martinez, Teixeira ve Gonzalez (2019) *Dictyota menstrualis*'in SEM görüntülerini inceledikleri çalışma ile *Dictyota menstrualis*'in gözenekli olmayan, yapraklı ve oval bir forma sahip olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Makroalgler

Çalışmamızda İskenderun Körfezi habitatına ait, *Dictyota dichotoma*, *Sargassum vulgare* (Phaeophyta), *Ellisolandia elongata* (Rhodophyta) ve *Ulva intestinalis* (Chlorophyta) olmak üzere dört farklı makroalg türü kullanılmıştır.

Dictyota dichotoma (Phaeophyta) sınıflandırılması ve genel özellikleri

Bölüm: Phaeophyta

Sınıf: Phaeophyceae

Takım: Dictyotales

Aile: Dictyotaceae

Cins: Dictyota

Tür: *Dictyota dichotoma*, (Hudson) J.V.Lamouroux 1809



Resim 3.1. *Dictyota dichotoma*

Genellikle 100-150 mm uzunluğunda, 5-30 mm genişliğinde düz ve yaprak şeklinde talluslara sahip, ince ve yarı saydam yapraklı, altın-kahve renkli, dik şekilde çatallanan, üreme yapıları yapraklar üzerinde dağılan ve çoğunlukla epifitik olarak büyüyen alglerdir (J.V.Lamouroux 1809).

Dictyota dichotoma'da tallus çok zengin morfolojik çeşitlilik gösterir. Bu türde tallus şerit şeklindedir ve terminal hücrenin ikiye bölünmesi sonucu tallus gerçek anlamda çatallanarak dikotomik dallanma gösterir. *Dictyota dichotoma*, morfolojik olarak benzer gametofitlerle değişen makroskopik sporofitlerle diplohaplontik bir yaşam döngüsüne sahiptir (Van Den Hoek, Mann ve Jahns, 1995: 627).

Ulva intestinalis (Chlorophyta) sınıflandırılması ve genel özellikleri

Bölüm: Chlorophyta

Sınıf: Ulvophyceae

Takım: Ulvales

Familiya: Ulvaceae

Cins: *Ulva*

Tür: *Ulva intestinalis*, (Hudson) J.V.Lamouroux 1809



Resim 3.2. *Ulva intestinalis*

Denizlerde ve acı sularda bulunan, genellikle denizlerin kirli ortamlarında gelişen parlak yeşil veya sarımsı renkte ve boru şeklinde, kıvrımlı, bağırsak benzeri ve buruşuk görünümlü, bireysel hücreleri genellikle yuvarlak veya oval, bazen dikdörtgen veya çokgen şeklinde olabilen yaprakları dallı her mevsim görülebilen alglerdir. Genellikle epilitik gelişen, içi boş şeritsi yapıdaki tallusları nedeniyle suyun içerisinde dalgalanan, 10-30 cm uzunluğunda ve 6-18 mm genişliğinde alglerdir (Turna, 1997).

Yüksek oranda vitamin ve azot içermelerinden dolayı gübre saniiisinde kullanılmaktadır (Turna, Durucan ve Kuşat, 2012). *Ulva intestinalis*, ötrofik koşullarda çiçeklenme kabiliyetine sahip, özellikle düşük tuzluluk ve ışık koşullarında hızlı besin alımı ve büyüme sergiler. Büyüme, tuzluluk ile pozitif olarak ilişkili olmasına rağmen, birçok popülasyonu tatlı su koşullarında hayatta kalabilmektedir (Edwards, Reed ve Stewart, 1988; Martins, Oliveira, Flindt, ve Marques, 1999; Kamer ve Fong 2000,2001; Cohen ve Fong 2004; McAvoy ve Klug, 2005).

Ulva intestinalis'de cinsel gamet üreten gametofit ve aseksüel gamet üreten sporofit bulunur. Sporofitler genellikle gametofitlerden daha geniş bir sıcaklık ve tuzluluk aralığında meydana gelir ve sıklıkla gametofitlerden daha uzun sürelerde çoğalabilirler (Pringle, 1986; Cordi, Peloquin, Price ve Depledge, 2001).

Ellisolandia elongata (Rhodophyta) sınıflandırılması ve genel özellikleri

Bölüm: Rhodophyta

Sınıf: Florideophyceae

Takım: Corallinales

Familya: Corallinaceae

Cins: Corallina

Tür: *Ellisolandia elongata*, Hind, K.R. & Saunders, G.W. 2013



Resim 3.3. *Ellisolandia elongata*

Ellisolandia ılıman sularda bulunan kireçli makroalglerin en baskın olanı olup, hem iç içe geçmiş hem de çim biçimli genetik cins olan çıkıntılı olmayan oluşumlar içermektedir (Irvine and Chamberlain 1994; Nelson 2009). Sığ kıyı sularında yüksek kalsiyum karbonat üretimi ile karbon ve karbonat döngüsü açısından da önemlidir (Martin, Clavier, Chauvaud ve Thouzeau, 2007). Hücreler duvarlarında kalsit biriktirebilirler (Borowitzka, 1989).

Ellisolandia elongata fiziko-kimyasal değişkenlerde dalgalanmaların günlük olarak meydana geldiği intertidal kaya havuzlarında, korunaklı yarıklarda ve 14 m derinlikte bulunurlar (Egilsdottir, Noisette, Noël, Olafsson ve Martin, 2013). Kireçli, beyaz-pembe ile kırmızı-leylak rengi, eklem yapraklı, balık kemiği şeklinde ve 50 mm yüksekliğine sahip sıkıştırılmış eksenli olan düzenli dallanmış alglerdir. *Ellisolandia elongata* çoğu tropikal ve subtropikal bölgede, Atlantik adalarında, Akdeniz'de, Kuzey-Batı Avrupa'da ve Güney-Batı Asya'da yayılım gösterir (Guiry ve Guiry 2013).

Sargassum vulgare (Phaeophyta) sınıflandırılması ve genel özellikleri

Bölüm: Phaeophyta

Sınıf: Phaeophyta

Takım: Fucales

Familya: Sargasaceae

Cins: Sargassum

Tür: *Sargassum vulgare*, C.Agardh 1820



Resim 3.4. *Sargassum vulgare*

Genellikle sığ sularda ve mercan resiflerinde yaşayan, ılıman ve tropik yerlerde dağılım gösteren soğuk su organizmalarıdır. 4-5 cm boyunda, 3-4 mm çapında talluslara sahip, sarı-kahverengi tonlarındaki yapraksı alglerdir. Yapraksı yapıları orta damarlı olup, üzerinde çok sayıda yaşayan omurgasızlar bulunur. Yaprakları, kaburga şeklinde uzanan, kenarları dalgalı ve az ya da çok derin girintilere sahiptir. Yaprakların dibinde, küresel bir veziküller veya yüzer, içi boş, kısa bir çiçek sapı tarafında taşlanır.

İçerdiği yüksek karbonhidrat, protein, vitamin, mineral ve lif değerlerine sahip olduğundan uzak doğu ülkelerinde geleneksel olarak tüketilen bir besindir (Marinho-Soriano, Fonseca, Carneiro ve Moreira, 2006). Aljinik asit ve siklofukanlar gibi polisakkaritler içermesinden dolayı antiviral aktiviteye sahiptir (Dietrich, Farias, de Abreu, Leite, da Silva ve Nader, 1995). *Sargassum vulgare* fenilalanin, treonin, tirozin, lösin, alanin, glutamik asit ve aspartik asit gibi temel aminoasitlere sahip olup içeriği yüksektir (Barbarino ve Lourenco, 2005).

3.1.2. Antimikrobiyal etkinlik için çalışılan organizmalar

Mikroorganizmalar genellikle tek hücreli yapıda bulunan; atmosfer, buzullar, gayzerler, hava, su, toprak, besinler, deri ve canlıların vücudu gibi dünyanın hemen her yerinde yaşayabilecek yapıya sahip canlılardır. (Hürcan ve Önder, 2012; Şahin, 2007; Yel, Bahçeci ve Yılmaz, 2008). Bakteriler, mantarlar (mayalar ve küfler), algler ve protozoalar temel mikroorganizmalardır. Mikroorganizmalar, genellikle hastalık yapıcı ve zararlı olarak (Çobanoğlu ve Kalafat, 2012) nitelendirilse de, azot döngüsü, iklim ve yağış olayları, mayalanma, fermantasyon, biyolojik gübre üretimi gibi birden fazla yararında bulunmaktadır (Uzunkaya ve Özgür, 2011).

Bakteriler oldukça basit yapıya sahip olup genetik materyalleri özel bir çekirdek zarı ile çevrili olmadığından prokaryot olarak adlandırılırlar. Basiller, koklar ve mantarlar gram pozitif, spiral şekilli bakteriler ise gram negatiftir. Gram pozitif bakterilerde hücre duvarının kuru maddesinin %30-70'i mürein ağından (kırk kat kalınlığında) oluşmaktadır. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarında kovalent bağlı olarak polisakkaritler bulunur ve protein içeriği azdır. Gram negatif bakterilerin mürein ağı tek katlı olup hücre duvarının kuru maddesinin %10'u kadardır.

Gram pozitif bakteri

Staphylococcus aureus

Adını kok formu (*Staphylococcus*) ve genel besiyerlerinde altın (*aureus*) renkli koloni oluşturmasından almış, Staphylococcaceae familyasının gram pozitif üyesidir (Nakazawa ve Hosono, 1992). Optimum gelişme sıcaklığı 37°C olmakla birlikte 5-45°C sıcaklık aralığında gelişebilmektedir (Özpinar, 2011).

Genellikle sağlıklı insanların ve hayvanların derilerinde, üst solunum yollarında doğal olarak bulunur. Ortam şartlarına dayanıklı olduklarından doğada çok yaygındırlar. (Hacıbektaşoğlu, Eyigün, ve Özsoy, 1993).

S. aureus insanlarda menenjit, iltihaplı yaralara ve eklem romanizmaları vs. hastalıklara neden oldukları gibi, suşlarının çoğu gıdalarda geliştiğinden gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilirler. *S. aureus*'un, mikroorganizmaların indirgenmesine yönelik tüm uygulamalara karşı yüksek bir duyarlık göstermesine rağmen, insanlarda hastalığa neden olan ve yüksek ısıya dayanıklı toksin üretir (Tükel ve Doğan, 2000).

Gram negatif bakteriler

Salmonella typhimurium

0,7-1,5 x 2-5 µm boyutlarında, düz, uçları hafif yuvarlak çubuk şeklinde, fakültatif anaerobik olan *Enterobacteriaceae* familyasının gram negatif üyesidir. Spor ve kapsül oluşturmayan, 37°C ve 7,4 pH'da optimum gelişme gösteren, *Salmonella* olarak tanımlanan ilk patojen *Salmonella typhi*'dir. Hem insanlarda hem de hayvanlarda hastalık yapan birçok türü vardır. Genellikle koliform grup mikroorganizmalarla yoğun kontamine olmuş gıdalarda bulunur (Malorny, Löffström, Hoofar, Schelin ve Rådström, 2009; Josefsen, Löffström, Olsen, Mølbak ve Hoorfar, 2011).

Kolonileri genellikle 2-4 mm çapında olup flagellaları hareketlidir. Birçok suşu, özel gelişme faktörlerine gerek olmadan basit ortamlarda kolaylıkla gelişir. Tümü glikozu asit

oluşturarak katabolize ederler. Bazı gıdalarda sıklıkla bulunması, oldukça geniş bir sıcaklık sınırında gelişerek sayılarını artırabilmeleri, kişiden kişiye bulaşma ve yayılma özelliğine sahiptirler. İshal, mide ve bağırsak yanmaları, tifo ateşi gibi hastalıklara ve enfeksiyonun devamı durumunda yüksek ölüm oranlarına neden olmaktadır (LeBlanc, Castillo ve Perdigon, 2010).

Pseudomonas aureginom

Pseudomonas aeruginom 1,5-3 µm genişliğinde, bazen ikili bazen de kısa zincirler halinde görülen sporsuz, kapsülsüz, çubuk şeklinde aerob, gram negatif bakteridir. Kültürlerde bazen ikişerli, ancak çoğunlukla tek tek görülen ince düz, çomakları bulunan, kendini çevre koşullarına kolaylıkla uydurabilen basilleri olan, suda ve nemli ortamda daha iyi üreyen mikroorganizmalardır (Bilgehan, 2000).

P. aeruginom sık rastlanan insan saprofitidir ve sağlıklı kişilerde nadiren hastalığa sebep olur. Sağlıklı bireylerde perine, dış kulak yolu, aksilla, alt gastrointestinal sistem gibi nemli alanlarda geçici kolonizasyon yapabilir. Yanık, kanser kemoterapisi, HIV enfeksiyonu, nötropeni gibi nedenlerle normal savunma mekanizmaları bozulanlarda; uzun süreli geniş spektrumlu antibiyotik kullanımıyla mikrobiyal florası değişenlerde; kistik fibrozisteki solunum sistemi değişiklikleri gibi savunma mekanizmalarında değişiklik olanlarda ve organizmanın doğal temizleme mekanizmalarının bozulmasına yol açan üriner kateter, entübasyon uygulananlarda bu kolonizasyon enfeksiyona dönüşebilir. Hastane, yüzme havuzları, kontakt lens ve solüsyonlarında görülülebilirler (Hancock ve Speert, 2000; Lambert, 2002; Livermore, 2002)

Escherichia coli

Escherichia cinsi içinde en önemli tür olan *E.coli*, basil şeklinde 2-6µm boy ve 1-10,5 µm ende düz gram negatif bakterilerdir. Bazen hareketli olup fakültatif anaeroplardır. Bu bakteri türü, insanların ve hayvanların bağırsak sistemlerinde yaygın olarak bulunmaktadır (Topçu, 2002). *E.coli*, vücutta selülozun parçalanmasına ve K vitamininin absorpsiyonuna katkıda bulunmaktadır. Formlarının çoğu zararsız olsada, zararlı formları da vardır. O157:H7 formu rotoksin adı verilen çok kuvvetli bir zehir salgılar ve bu zehir insanın böbreğinde, beyinde ve bağırsağında bulunan alıcı hücreler ile bağlanarak bu hücreleri öldürür.

Diğer koliform bakterilerin aksine doğada bulunmazlar. Bu nedenle, su ve besin maddeleri gibi çevreden alınan örneklerde *E.coli*'nin izole edilmesi test edilen maddelerin dışkı ile kontaminasyonun bir işareti olarak bilinmektedir. *E.coli* toplum kaynaklı enfeksiyonlar oluşturabildiği gibi nozokomiyal enfeksiyonlara da neden olduğu bilinen fırsatçı bir patojendir (Özkuyumcu, 2009).

Mantarlar

Mantarlar, hücre genetik materyalinin bir çekirdek zarı ile çevrili olduğu gerçek çekirdeğe sahip ökaryotik organizmalardır. Tek hücreli veya çok hücreli olabilirler. Doğada toprak, su, hava ve organik kalıntılar üzerinde yaygın olarak bulunarak her ortamda gelişirler. Birçok türü endüstride, gıda, enzim, organik asit, antibiyotik, alkol, vitamin, yağ vb. maddelerin üretiminde kullanılır.

Mantarların insan ve hayvanlarda oluşturduğu hastalıklara “mikoz” denir. AIDS, kanser, şeker hastalıkları, organ nakli gibi durumlarda bağışıklık sistemi baskılandığı için mantar enfeksiyonları ortaya çıkabilir. Mantar sporları havaya karışarak insanda alerji ve astıma sebep olabilirler.

Candida albicans

Candida cinsine ait 200 türden biri olan *C.albicans*, eşeyli çoğalan, diploit, maya tipi bir mantardır. Doğal kaynağı insan olup, toprak ve bitkilerden de üretilebilir. Maya fazından tek hücreliyken, konağa girdiklerinde basit tomurcuklanma ile oluşan blastosporlar ile ürerler (Aydın, 2004).

İnsanlarda cilt ve mukoza elemanı olarak kabul edilen, bağışıklık sistemi baskılanmış konaklarda ağır enfeksiyonlar oluşturabilen maya mantarıdır. Kandidiyazis adı verilen bu mantar enfeksiyonları, AIDS hastaları, kemoterapi gören kanser hastaları veya kemik iliği nakli sonrası immün sistemi baskılanmış hastalarda önemli bir ölüm nedenidir. Yüzeysel cilt enfeksiyonlarından, bebeklerde, bronkopnömonide ve / veya zatürre, vajinit, balanitte kızarıklığa neden olur veya derin enfeksiyonlardan sorumludur (Bennett ve Johnson, 2003, 2005). *Candida* türünün en patojen üyesi olup, sistemik mantar enfeksiyonlarının %50-70'inden sorumlu tutulmaktadır. Özofagus enfeksiyonları, üst idrar yolu enfeksiyonları ve karın zarı enfeksiyonlarına sebep olurlar (Koçak, 2010).

Aspergillus brasiliensis

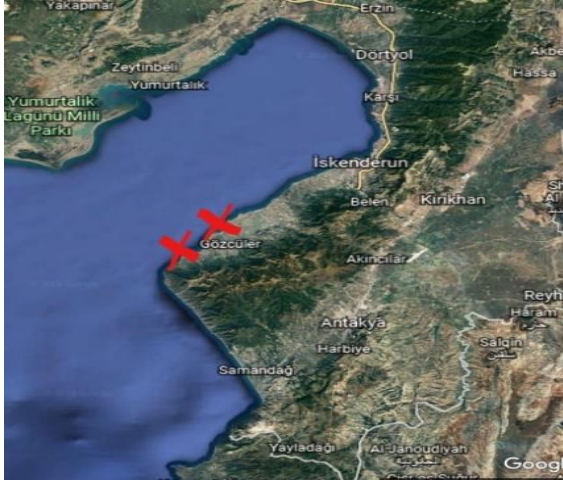
*Aspergillus*lar doğal ortamları toprak ve çürüyen bitki materyali olan, hifli, doğada karbon ve nitrojen çevrimi yapan ve yaygın olarak bulunan mantarlardır. Bu mantarlar ürettikleri enzimleri tüm organik maddeleri ayrıştırarak kullanır ve saprofit olarak yaşarlar. Mantarlar genelde bol karbonlu yüzeylerde, glikoz gibi monosakkaritler ile büyümelerine karşın, *Aspergillus* amilaz enzimleri salgıladığı için nişasta gibi polisakkaritleri de kullanabilir. Birincil ve ikincil metabolik ürünleri nedeniyle ticari öneme sahiptirler (Chazalet ve diğerleri, 1998; Hospenthal, Kwon-Chung ve Benett, 1998).

Aspergillus brasiliensis, *Aspergillus* cinsinin bir üyesidir. Yaklaşık 180 tür *Aspergillus* vardır, ancak bunların 40'tan azının insanlarda enfeksiyonlara neden olduğu bilinmektedir. *Aspergillus brasiliensis*'in termotolerant olduğu ve aşırı sıcaktan donmaya kadar sıcaklık değişimlerine tolerans gösterdiği ve hemen hemen her yerde bulunabildiği belirlenmiştir. Bağışıklık sistemi zayıflamış veya akciğer hastalıkları olan kişilerde hastalığa, tüberküloz ve astım, alerjik sinüzit, alveolit gibi alerjik reaksiyonlara neden olurlar (Kantaroglu ve Yücel, 2003).

3.2. Metod

3.2.1. Alglerin toplanması ve saklanması

Çalışmada araştırılan makroalg türleri (*Dictyota dichotoma* (*Phaeophyta*), *Ulva intestinalis* (*Chlorophyta*), *Ellisolandia elongata* (*Rhodophyta*), *Sargassum vulgare* (*Phaeophyta*)) Eylül ve Haziran (2017-2018) aylarında, İskenderun Körfezi (Hatay) Kale ve Arsuz Şekil 3.1.'de verilen yerlerden toplanmıştır. Toplanan makroalgler soğutucu kaplarda Algal Biyoteknoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler epifit ve yüzeylerinde bulunan diğer maddelerden arındırılmak için çeşme suyu ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra hazırlanan algler kurutma kağıdı üzerine serilerek fazla sularını bırakmaları sağlanmıştır (Ye ve diğerleri, 2009).



Şekil 3.1. Örnekleme yapılan istasyonların uydu görüntüsü



Resim 3.5. Makroalglerin toplanması



Resim 3.6. Makroalglerin kurutma işlemi

Kurutma oda sıcaklığı koşullarında, direk güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde yapılmıştır. Kurutma işleminden sonra makroalgler öğütücü ile un haline getirilmiş ve analizler yapıncaya kadar +4°C' de cam kavanozlarda saklanmıştır.



Resim 3.7. Makroalglerin öğütülme işlemi



Resim 3.8. Makroalglerin toz haline getirilmesi

3.2.2. Biyokimyasal analizler

Makroalglerin ham kül içeriğinin belirlenmesi

Homojenize edilmiş örnekler, AOAC (2000) metoduna göre analiz edilmiştir. Kurutulmuş alg unları yakma fırınına yerleştirilmiş 550°C’de, 3-5 saat süreyle yakılmış, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır. Analiz sonucunda örneklere ait ham kül (%) oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Kül(\%)} = \frac{(\text{Dara(g)} + \text{Ham Kül(g)}) - \text{Dara(g)} \times 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}}$$



Resim 3.9. Makroalglerin kül analizleri

Makroalglerin lipit içeriğinin belirlenmesi

Homojenize edilmiş örnekler, Bligh ve Dyer (1959) metoduna göre analiz edilmiştir. 0,5 g örnek üzerine metanol/kloroform/saf su (4ml:4ml:3,6ml) karışımı eklendikten sonra karıştırılmıştır (Warring blender). Daha sonra örnekler 4000 rpm’de 15 dk. santrifüj edilmiştir. Solüsyonların en alt kısmında oluşan yağ fazları filtre kağıdı ile süzülmüş ve darası alınmış olan petrilere yerleştirilmiş. Etüvde 1 saat 60 °C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmıştır. Etüvden alınan petrilere bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Lipit miktarı (%) = $\frac{[\text{Petri Darası(g)} + \text{Lipit(g)}] - [\text{Petri Darası (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$



Resim 3.10. Makroalglerin Bligh ve Dyer methoduna göre hazırlanması



Resim 3.11. Makroalglerin yağ ekstraksiyonu işlemi sırasında homojenizasyonu



Resim 3.12. Makroalglerin santrifüj işleminden sonra tabakalaşması

Makroalglerin ham protein içeriğinin belirlenmesi

Toplam ham protein analizi Kjeldahl metoduna (AOAC, 2000) göre gerçekleştirilmiştir. Öğütülmüş örneklerden Kjeldahl tüpleri içerisine 1g koyularak, üzerine 2 adet kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içerisindeki örnek 420°C’de 2–3 saat yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve soğuma sağlandıktan sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 60 ml su ve 50 ml 10 N NaOH eklenmiştir. Destilasyon ünitesine kjeldahl tüpleri ve 25 ml % 40’lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen yerleştirilerek destilasyon işlemi yapılmıştır. Destilasyon sonunda erlen içerisindeki destilat 0,1 M HCl ile titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları hesaplanmıştır.

$$N(\%) = \frac{14,01 \times (A-B) \times M \times 100}{g \times 10}$$

$$\text{Ham Protein (\%)} = \%N \times 6,25$$

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

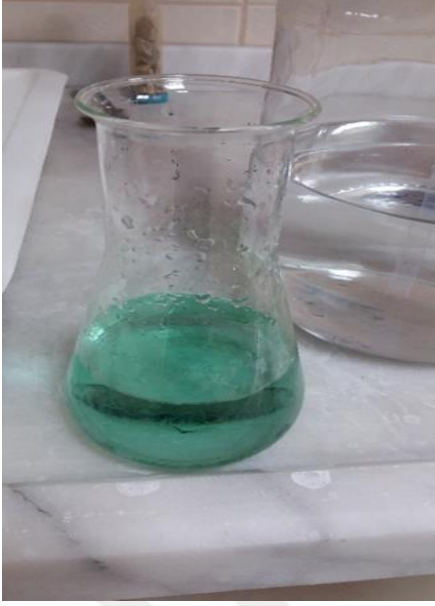
B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

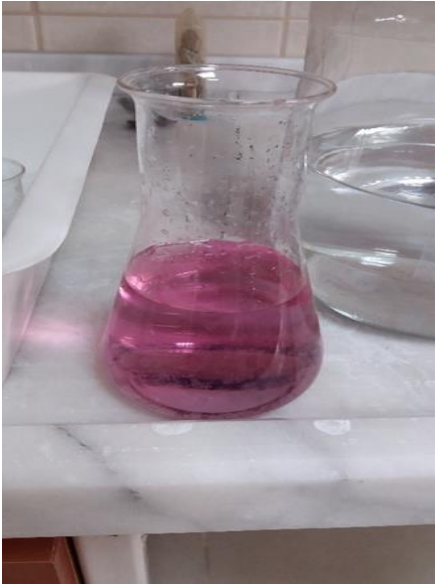
g: Örnek miktarı



Resim 3.13. Makroalglerin Kjeldahl cihazı ile destilasyon işlemi



Resim 3.14. Makroalglerin destilasyon işlemi sonrası oluşan destilatı



Resim 3.15. Destilatın HCl ile titrasyonu

Makroalglerin yağ asidi kompozisyonu

Makroalglerin yağ asidi içerikleri belirlenmesi Garces ve Mancha (1993) methoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde taze dokunun ezilmesi, yumuşatılması, lipidin transmetilasyonu ve yağ asidi esterlerinin (FAMES) ekstraksiyonu bir adımda tanımlanmaktadır.

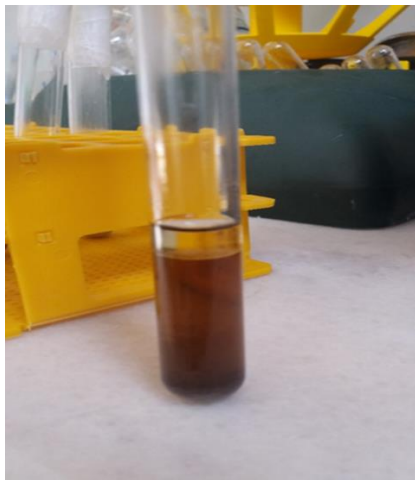
Çözelti A: 37 ml metanol, 20 ml benzene, 5 ml 2,2DMP ve 2 ml sülfirik asit (reaksiyon karışımı)

Çözelti B: 0,1 g margarik asit, 100 ml methanol (internal standart solüsyonu)

Homojenize edilmiş (0,5g) örnekler üzerine 3 ml A çözeltisi'nden, 2 ml B çözltisi'nden, 2 ml heptan eklenmiştir. Örneklere eklenen ayırıcı çözeltilerle 80 °C'de 2 saat ısıtılarak, dokunun parçalanması ve transmetilasyonu aynı anda ve tek aşamada gerçekleşmiştir. Oda sıcaklığında soğuduktan sonra iki tabaka oluşmaktadır. Üstteki tabaka GC analizleri için yağ asidi metil esterlerini içermektedir. Yağ asidi metilesterlerinin analizi, taşıyıcı gaz olarak hidrojen ve sıcaklık programı kullanılarak SP-2330 kaynaşmış kılcal kolonu (30 9 0,25 mm) ile donatılmış bir gaz kromatografi kütle spektrometresi (GC-MS) ile yapılmıştır.



Resim 3.16. Makroalglerin lipit dokularının parçalanması için ısıtılması



Resim 3.17. Makroalglerin yağ asidi metil esterlerinin tabakalaşması

3.2.3. Makroalglerin element kompozisyonu

Elementel analiz; katı, sıvı veya gaz halindeki örneklerde bulunan anorganik ve organik maddelerin yapısında bulunan Karbon, Hidrojen, Azot ve Kükürt'ün aynı anda tayin edilmesi işlemidir. Costech ECS 4010 Elemental Analiz Cihazı ile 1020- 1050 °C'deki yüksek sıcaklıkta mg düzeyinde tartılan katı veya sıvı organik bileşik taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanarak ve yüksek saflıktaki Oksijen gazı ile yakılarak içerdiği Karbon, Hidrojen, Azot ve Kükürt'ün aynı anda tayini yapılır (Dumas,1831).

3.2.4. Algal yağların antimikrobiyal aktivitesi

Mikro ögütücü ile ögütülen alg biyomasları üzerine metanol/kloroform/saf su (1:1:0,9) karışımı eklenmiştir (Bligh and Dyer, 1959). Örnekler bir gece bekletilmiş, oluşan fazların altındaki yağ kısmı ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Çözücü evaporatör yardımıyla 60°C'de tamamen buharlaştırılmıştır. Metil esterler tüplere alınmış ve uygun koşullarda (+4°C) analiz yapıncaya kadar saklanmıştır. Algal yağlar disk difüzyon yöntemiyle agarlara 0,5 mL inoküle edilmiştir. Bu yöntemle, türlerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için 4 bakteri (*Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), *Pseudomonas aureginom* (ATCC 9027), *Escherichia coli* (ATCC 8739)) ve 2 mantar (*Candida albicans* (ATCC 10231), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404)) türü kullanılmıştır.



Resim 3.18. Makroalg yağlarının ekstraksiyonu



Resim 3.19. Ekstraksiyon karışımının ayırma hunusunda ayrılması



Resim 3.20. Evaporatör işlemiyle çözücülerin uçurulması

3.2.5. Makroalglerin SEM görüntüleri

Makroalg unları Altın ve Paladyum (Au, Pd) ile kaplama yapılmış ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu (EVO MA10, Zeiss, Germany)) ile görüntüleri (x500,x700,x2500 ve x5000) alınmıştır.

3.2.6. İstatistiksel analizler

Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar, SPSS 9.0 for Windows kullanılarak yapılmıştır (SPSS 1993). İstatistiksel karşılaştırmalar OneWay Analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak belirlenmiştir. Farklılıklar $P < 0,05$ olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmamızda dört farklı makroalg türünün (*Dictyota dichotoma*, *Sargassum vulgare*, *Ulva intestinalis*, *Ellisolandia elongata*) biyokimyasal (ham kül, lipit, ham protein), yağ asidi ve element kompozisyonları (N, H, C), elde edilen alg yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve alg unlarının Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile görüntüleri elde edilmiştir.

4.1. Makroalglerin Biyokimyasal İçerikleri

Dört farklı makroalg türüne ait biyokimyasal içerikler (ham kül, lipit, ham protein) karşılaştırıldığında, elde edilen protein, lipit ve kül değerleri arasında anlamlı istatistiksel farklar olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Makroalglerin kül içerikleri % 14,79-76,75, protein içerikleri % 6,05-15,77, lipit içeriklerinin ise % 0,43-12,21 aralığında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Makroalglerin biyokimyasal içerikleri (%)

Alg Türleri	Ham Kül (%)	Lipit (%)	Ham Protein (%)
<i>Dictyota dichotoma</i>	27,34±0,72b	5,43±0,23b	8,70±0,25b
<i>Sargassum vulgare</i>	14,79±0,19a	12,21±0,52c	6,16±0,12a
<i>Ulva intestinalis</i>	27,49±0,43b	1,04±0,37a	15,77±0,16c
<i>Ellisolandia elongata</i>	76,75±0,20c	0,43±0,09a	6,05±0,03a

4.1.1. Makroalglerin kül içeriği

Makroalg türlerinin belirlenen kül miktarı değerleri büyükten küçüğe sırasıyla; %76,75±0,20 (*Ellisolandia elongata*), %27,49±0,43 (*Ulva intestinalis*), %27,34±0,72 (*Dictyota dichotoma*) ve %14,79±0,19 (*Sargassum vulgare*) olduğu tespit edilmiştir.

Özgün ve Turan (2015) İskenderun Körfez'inden toplanan *S.vulgare*'nin kül içeriğininin %16,08 olduğunu belirlemişlerdir. Marinho-Soriano ve diğerleri (2006) Brezilyada yaptıkları çalışmada, *S.vulgare*'nin kül içeriğinin %14,20 ± 3,86 olduğu ve çalışmamızda belirlenen sonuçlar ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Chairapart ve Praiboon (2014) Tayland'da bazı makroalg türlerini inceledikleri çalışmalarında, *U.intestinalis*'in kül

içeriğini %20,65 olarak belirlemişlerdir. Benjama ve Masniyom (2011) Tayland'da *U.intestinalis*'in biyokimyasal analizlerini araştırdıkları çalışmalarında kül oranını %27,6 olarak belirlemiş olup çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Metin ve Baygar (2018) Muğla Akyaka'da *Enteromorpha intestinalis*'i 12 ay boyunca incelemiş ve kül içeriğinin %11,75-17,35 arasında mevsimlere göre değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Genel olarak %2-50 oranında (Polat ve Özoğul, 2013) kül elde edilebilme potansiyeline sahip olan makroalgler, endüstriyel ürün geliştirilmesinde sentetik beyazlaştırıcı, parlatici, leke çıkartıcı, biosorbent gibi özelliklerin kazandırıldığı kozmetik, kişisel bakım, temizlik ürünleri, arıtma ve dolgu malzemesi olarak pekçok geliştirilecek ürünün içeriğinde kullanılma potansiyeline sahiptir. Ayrıca alg külleri geliştirilecek ürünlere, içerdiği mineral ve vitaminler ile fonksiyonel özelliklerde kazandırmaktadır.

4.1.2. Makroalglerin lipit içeriği

Çalışmamızda makroalg türlerine ait lipit içerikleri büyükten küçüğe sırasıyla; %12,21±0,52 (*S.vulgare*), %5,43±0,23 (*D.dichotoma*), %1,04±0,37 (*U.intestinalis*) ve %0,43±0,09 (*E.elongata*) olarak belirlenmiştir.

Gür (2015) İskenderun Körfez'inde ilkbahar, yaz, kış mevsimlerinde yaptığı çalışmada *D.dichotoma*'nın lipit içeriğini %0,90 ile %5,13 arasında bulmuştur. Sultana ve diğerleri (2012) Buleji kıyısal bölgesinde (Karachi, Pakistan) *D.dichotoma* ile yaptıkları biyokimyasal analiz sonucunda lipit içeriğinin %6,8 olduğunu belirlemişlerdir. McDermid ve Stuercke (2003) makroalglerde lipit içeriğinin %4'ten az olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda ise, *D.dichotoma* (%5,43±0,23) ve *S.vulgare* (%12,21±0,52) türlerine ait daha yüksek lipit değerleri elde edilmiştir. Manivannan, Thirumarasn, Devi, Haemalatha ve Anantharaman (2008) Hindistanda farklı makroalg türleri ile yaptıkları çalışmalarında *E.intestinalis*'in lipit içeriğinin (%1,33±0,20) en düşük değere sahip olan tür olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen değerler Manivannan ve diğerleri (2008) tarafından elde edilen değerleri desteklemektedir.

Ahmad ve diğerleri (2012) farklı makroalg türlerinden elde ettikleri bulgulardan, kahverengi alg türlerinin kırmızı ve yeşil alg türlerine göre daha yüksek lipit içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, elde edilen veriler ile benzerlik göstermiş olup, en yüksek lipit içeriği kahverengi alg türlerinde, daha sonra yeşil alg türü olan *U.intestinalis*'te ve en düşük

lipit içeriğinin kırmızı alg türü *E.elongata*'ya ait olduğu saptanmıştır. Chakraborty ve Bhattacharya (2012) ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre lipit içeriğinin değişim gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Alglerin lipit içerikleri, mevsim, genetik farklılıklara, su parametrelerine ve lokasyonlara göre değişmektedir.

Lipitler ürün yelpazesi incelendiğinde gıda, kozmetik, ilaç, enerji gibi endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılan önemli polimerlerdir. Mevcut olan kullanımlarının yanında lipit bazlı biyomateryallerin geliştirilmesinde alg yağları gerek kimyasal içerikleri, gerekse biyolojik aktiviteleri ile önemli bir yer oluşturmaktadır.

4.1.3. Makroalglerin protein içeriği

Çalışmamızda protein içeriklerinin sırasıyla; %15,77±0,16 (*U.intestinalis*) > %8,70±0,25 (*D.dichotoma*) > %6,16±0,12 (*S.vulgare*) > %6,05±0,03(*E.elongata*) olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışma ile protein içeriğinin farklı alg cinslerine, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceği, bu değişimin alansal ya da zamansal olabileceği ve değişimlerde belirlenen en büyük payın su kalitesi ile ilgili olduğu belirlenmiştir (Saranya ve Giriya, 2013). Burtin (2003) kahverengi alglerin kuru maddedeki protein miktarlarının %5-15 oranlarında, kırmızı ve yeşil alglerin ise %10-30 düzeylerinde olduğunu bildirmiştir. Ahmad ve diğerleri (2012) tarafından kırmızı ve kahverengi makroalgler üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar Burtin (2003)'in sonuçlarını desteklemektedir.

Jannet-Alipour ve diğerleri (2019) İran'dan topladıkları *U.intestinalis*'in protein oranını %13,5 olarak belirlemişlerdir. Manivannan ve diğerleri (2008) Hindistan kıyılarından toplanan 12 alg türü üzerinde yaptıkları çalışmada *Enteromorpha intestinalis*'in protein değerinin %16-17 aralığında değiştiğini ve çalışmamızdaki değerler ile benzerlik gösterdiği saptamıştır. Gür (2015) İskenderun Körfezi'nden toplanan İlkbahar dışındaki mevsimlerde saptanan *D.dichotoma*'da protein oranlarının %4,42-6,15 aralığında bulunduğunu, bu değerlerin yaz ve sonbaharda artış gösterdiğini bildirmiştir. Tabarsa ve Ramezanpour (2012) Kuvehei kıyısal bölgesinden (İran) topladıkları *D.dichotoma* için diğer makroalg türlerinden daha yüksek protein değeri elde etmişlerdir (%7,93). Dawczynski ve diğerleri (2007) kırmızı alglerin kuru maddedeki protein oranlarının kahverengi alglerden daha yüksek düzeylerde olduğunu belirtmiş olmakla birlikte, çalışmamızda tek kırmızı alg türü olan *E.elongata*'nın

protein oranının, kahverengi alglerden *D.dichotoma* ve *S.vulgare*'nin protein oranlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Makroalgler (%1-30), mikroalglere (%10-70) oranla düşük protein içeriğine sahiptir (Burtin, 2003; Eleren ve Öner, 2019).

Ancak etkin biyolojik aktiviteleri (antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojn vs.) ve kimyasal yapılarının getirdiği avantajlar protein bazlı biyomateryallerin geliştirilmesinde tercih edilmelerini sağlamaktadır. Protein bazlı biofilmler, biyoplastikler, yara örtüleri gibi yenilikçi malzemelerin geliştirilmesinde yer amaktadır.

4.1.4. Makroalglerin yağ asidi kompozisyonu

Çalışmamızda dört farklı makroalg türünün ortalama yağ asidi kompozisyonu Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Makroalglerin yağ asidi kompozisyonları (%)

%	<i>D.dichotoma</i>	<i>S.vulgare</i>	<i>U.intestinalis</i>	<i>E.elongata</i>
C14:0 (Miristik Asit)	16,27	11,55	16,02	32,89
C15:0 (Pentadekanoik asit)	0,73	0,5	7,02	15,11
C16:0 (Palmitik asit)	15,58	18,97	15,71	5,64
C17:0 (Heptadekanoik asit)	8,24	12,35	14,80	32,21
C18:0 (Stearik asit)	0,62	0,86	0,34	-
C20:0 (Araşidik asit)	0,04	-	-	-
Total SFA	41,48	44,23	53,89	85,85
C15:1 (cis-10-pentadekanoik asit)	3,81	1,52	2,45	-
C16:1 (Palmitoleik asit)	7,08	4,06	4,00	-
C18:1 (Oleik asit)	11,78	7,85	7,74	-
Total MUFA	22,67	13,43	14,19	-
C18:2 (Linoleik asit)	1,16	2,42	-	-
C20:3 (Dihomo- γ -linolenic acid)	-	-	1,88	-
Total PUFA	1,16	2,42	1,88	-

Makroalglerin toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranları, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranlarından daha yüksek bulunmuştur. Türlerdeki yağ asidi kompozisyonu, doymuş yağ asitleri miktarının, %41,48-85,85 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri *E.elongata*'da belirlenememiş olup, en yüksek değer *D.dichotoma* türüne (%22,67) ait olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değerlerinin %0-2,42 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Değerler karşılaştırıldığında, türler arasında en yüksek oranda doymuş yağ asitinin miristik asit (C14:0) ve palmitik asit (C16:0) olduğu, tekli doymamış yağ asitlerinin ise oleik asit (C18:1) ve palmitoleik asit (C16:1) olduğu belirlenmiştir.

En yüksek düzeyde miristik yağ asidi (C14:0) miktarının *D.dichotoma*'ya ait olduğu, en yüksek pentadecanoik asit (C15:0) değerinin ise *E.elongata*'da belirlendiği tespit edilmiştir. Cis10-pentadecanoik asit (C15:1) ve palmitoleik asit (C16:1) değerlerinin bütün makroalg türlerinde düşük miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir. Palmitik asit (C16:0) değerlerinin (%5,64) *E.elongata*'da en düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Stearik asit (C18:0) *E.elongata* türünde belirlenememiş diğer türlerde de düşük miktarlarda olduğu saptanmıştır. Oleik asit düzeyinin (C18:1) özellikle *D.dichotoma* türünde önemli seviyelerde bulunduğu ve diğer alg türlerinde çok az miktarda olduğu saptanmıştır. Linoleik asit (C18:2) sadece kahverengi alg türlerinde (*D.dichotoma* ve *S.vulgare*) çok düşük miktarlarda belirlenmiştir. Araşidik asit (C20:0) sadece *D.dichotoma*'da düşük miktarda, diğer türlerde ise belirlenememiştir. Dihomo- γ -linolenik asit (20:3) ise sadece *U. intestinalis* türünde belirlenmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, doymuş yağ asidi (SFA) miktarının tüm türlerdeki toplam yağ asidinin %50'sinden fazlasını oluşturduğu, kırmızı ve yeşil alg türlerinin ise kahverengi alg türlerine oranla daha yüksek SFA oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) içeriğinin kahverengi alglerde, kırmızı ve yeşil alg türüne oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Polat ve Özoğul (2008), Rohani-Ghadikolaei ve diğerleri (2012) yaptıkları çalışmalarda alglerde başlıca palmitik asit ve oleik asit olduğunu bildirmişlerdir. Rohani ve diğerleri (2012), kırmızı, yeşil ve kahverengi alg türleri ile yaptıkları çalışmada SFA oranının yeşil ve kırmızı alglerde, kahverengi alglere oranla daha yüksek olduğunu, MUFA oranının ise kahverengi alglerde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), kahverengi alglerde ve yeşil alglerde gözlenirken, kırmızı alg de belirlenmemiştir. Makroalglerde önemli olan PUFA/SFA oranının ise genel olarak düşük olduğu saptanmıştır. En yüksek PUFA/SFA oranının (0,05) *S.vulgare*'de ardından *D.dichotoma* ve *U.intestinalis*'de (0,03) olduğu belirlenmiş olup, *E.elongata*'da PUFA saptanamadığından PUFA/SFA oranı belirlenmemiştir. Çalışmamızda, SFA oranı en yüksek olan tür *E.elongata* (%85,85) olup, en düşük SFA oranı ise *D.dichotoma*'ya (%41,48) ait olduğu tespit edilmiştir. Caf ve diğerleri (2016) Antalya Lara kıyılarından toplanan *C.elongata*'nın yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş ve SFA oranını %54,90±0,22 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamız da belirlenen en yüksek SFA oranının da *E.elongata*'ya ait olduğu belirlenmiştir.

U.intestinalis'in toplam doymuş yağ asidi oranı değerlendirildiğinde en yüksek değerin miristik asit (%16,02) ve toplam tekli doymamış yağ asidi oranı değerlendirildiğinde ise, en yüksek değerin oleik aside (%7,74) ait olduğu belirlenmiştir. Jannat-Alipour ve ark. (2019), Metin ve Baygar (2018), Cardoso ve diğerleri (2017), Maehre, Malde, Eilertsena ve Elvevolla (2014), Chakraborty ve Santra (2008) *U.intestinalis*'in yağ asidi oranlarını değerlendirdikleri çalışmanın sonuçlarının çalışmamız ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

E.elongata'nın toplam doymuş yağ asidi oranı değerlendirildiğinde en yüksek değerin miristik asit (%32,89) ve toplam tekli doymamış yağ asidi oranı değerlendirildiğinde ise, en düşük değerin palmitik aside (%5,64) ait olduğu belirlenmiştir. *S.vulgare*'nin toplam SFA oranı değerlendirildiğinde, en yüksek yağ asidi değerinin palmitik asit (%18,97)'e ait olduğu belirlenmiştir. Silva, Pereira, Valentão, Andrade ve Sousa (2013) aynı alg türlerinde yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş ve toplam SFA'da en yüksek yağ asit oranının benzer şekilde palmitik asite ait olduğunu belirlemişlerdir.

Endüstriyel ürünlerde, patojenik bakterilerin büyümesinde yağ asitlerinin önleyici etkisinden yararlanılmaktadır. Antimikrobiyal etki mekanizması incelendiinde yağların antimikrobiyal etkisinin yağ asitlerinin doymuş ve doymamışlık derecesi ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Guedes ve diğerleri, 2011).

4.2. Makroalglerin Element Kompozisyonu

Çalışmamızda incelenen makroalg türlerinin N, C, H miktarları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Makroalglerin nitrojen içeriğinin $3,23 \pm 0,26$ ile $4,98 \pm 0,41$ aralığında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek nitrojen içeriğinin *E.elongata*'ya ait olduğu, en düşük nitrojen içeriğinin ise kahverengi makroalg türlerinde belirlendiği saptanmıştır. Makroalglerin karbon değerlerinin $17,97 \pm 0,80$ ile $35,70 \pm 0,61$ arasında değişiklik gösterdiği, en yüksek karbon içeriğinin *E.elongata*'ya, en düşük karbon içeriğinin ise *U.intestinalis*'e ait olduğu belirlenmiştir. Hidrojen içeriklerinin ise $3,84 \pm 1,39$ ile $10,39 \pm 3,19$ arasında değişiklik göstermiş olup en düşük hidrojen içeriğinin *U.intestinalis*'e ait olduğu, *E.elongata*'nın N,C,H içeriği bakımından diğer türlerden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Değerler arasında anlamlı istatistiksel farklar olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.3. Makroalg türlerinin element analizleri (%)

Alg Türleri	Nitrojen(%)	Karbon(%)	Hidrojen(%)
<i>Dictyota dichotoma</i>	$3,23 \pm 0,26^a$	$32,27 \pm 1,06^c$	$4,36 \pm 0,44^a$
<i>Sargassum vulgare</i>	$3,43 \pm 0,29^a$	$26,82 \pm 0,12^b$	$4,18 \pm 0,18^a$
<i>Ulva intestinalis</i>	$4,46 \pm 0,51^{ab}$	$17,97 \pm 0,80^a$	$3,84 \pm 1,39^a$
<i>Ellisolandia elongata</i>	$4,98 \pm 0,41^b$	$35,70 \pm 0,61^d$	$10,39 \pm 3,19^a$

Kazir ve diğerleri (2019) İsrail'de yaptıkları çalışmada *Ulva sp.* ve *Gracilaria sp.* türlerinin C, H, N içeriklerini incelemiş olup, *Ulva sp.*'nin C içeriğini (%19,7), H içeriğini (%4,8), N içeriğini (%6,0) ve *Gracilaria sp.*'nin ise C içeriğini (%27,1), H içeriğini (%4,9) ve N içeriğini (%5) olarak belirlenmiştir. Korzen ve diğerleri (2015) *Ulva rigida*'nın C, N ve H içeriklerini incelemişler ve karbon içeriğini (%28,1), nitrojen içeriğini (%4,5) ve hidrojen içeriğini (%5,5) olarak tespit etmişlerdir. Shuuluka, Bolton ve Anderson (2013) Güney Afrika'da yaptıkları incelemede *Ulva rigida* (%3,4), *Ulva capensis* (%3,1) ve *Ulva lactuca* (%2,9) olarak nitrojen içeriklerini belirlemişlerdir. Villares, Puente ve Carballeira (1999) İspanya'da *Ulva sp.*'nin mevsimsel olarak nitrojen içeriğini incelemiş olup nitrojen içeriğinin %7-51 aralığında değiştiğini, kış aylarında yaz ve ilkbahar aylarına göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Lourenço ve diğerleri (2002) 19 alg türünün N içeriklerini belirledikleri çalışmada, *Sargassum vulgare*'nin azot içeriği (%2,0) olarak belirlemişlerdir. Peters ve diğerleri (2005) 36 alg türünün C ve N içeriklerini incelemiş olup, karbon içeriklerini, kahverengi alglerde (%25,50-%33,34), kırmızı alglerde (%18,44-%39,90), yeşil alglerde (%14,44-%30,19) ve nitrojen içeriklerinin kahverengi alglerde (%1,28-%2,97), kırmızı alglerde (%1,68-%5,88), yeşil alglerde (%1,37-%4,38) aralığında olduğunu belirlemişlerdir.

Organik materyallerin içeriğini oluşturan C, H ve N, hayvan, bitki beslenmesinden, insan beslenmesine kadar geleneksel bir kullanım alanını oluşturmuştur. Algal organik içeriklerin ise hem geleneksel kullanımı hemde yeni biyomateryallerin geliştirilmesinde yer almaktadır. Bu anlamda C ve N içeriği biyomedikal alanda kemik, diş gibi dokuların geliştirilmesi için dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

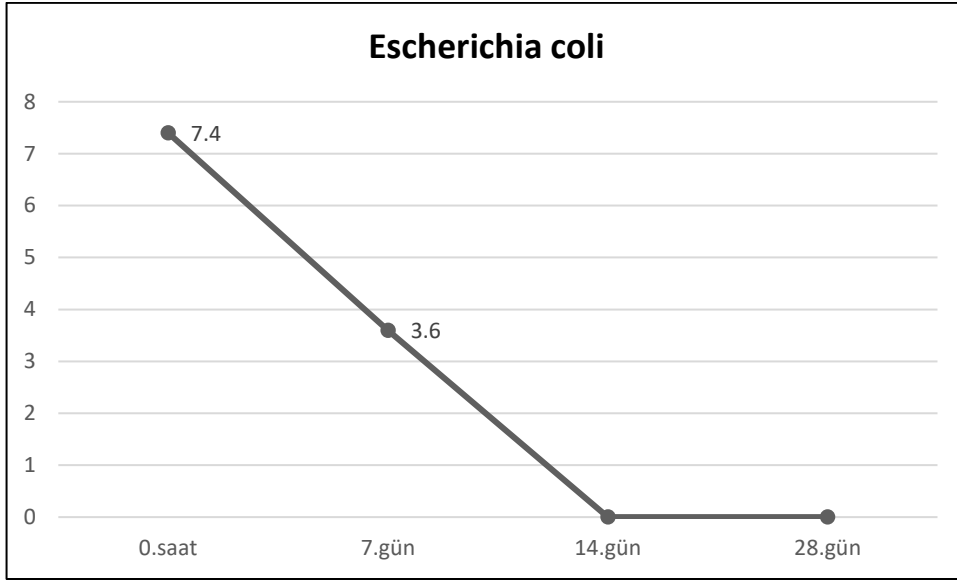
4.3. Algal Yağların Antimikrobiyal Aktivitesi

Dört makroalg (*D.dichotoma*, *S.vulgare*, *U. intestinalis*, *E. elongata*) türüne ait yağların disk difüzyon yöntemiyle; 4 bakteri [*Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), *Pseudomonas aureginosa* (ATCC 9027), *Escherichia coli* (ATCC 8739)]ve 2 mantar [*Candida albicans* (ATCC 10231), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404)] türüne karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

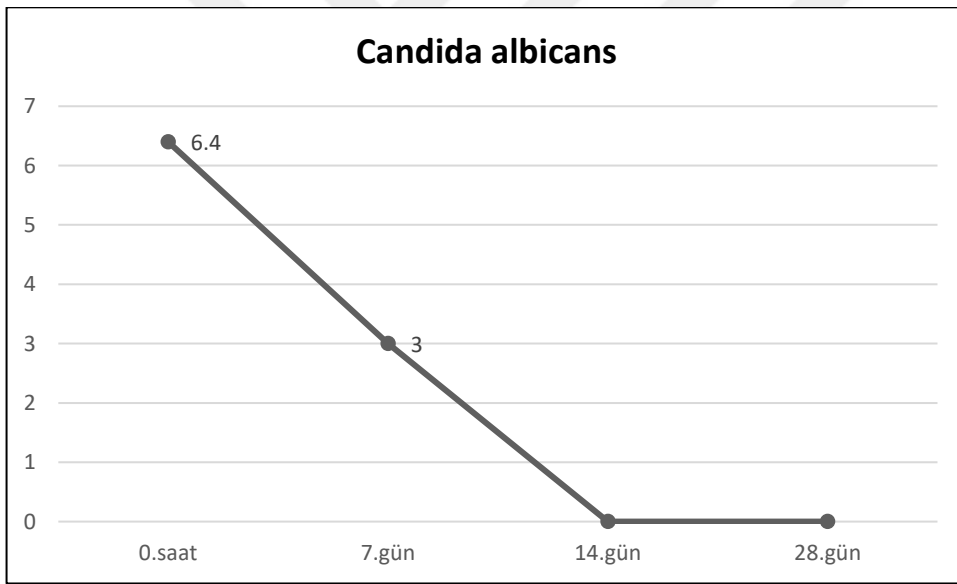
Çizelge 4.4. Makroalglerin antimikrobiyal aktivitesi

Alg türleri	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	*	*	*	*	*
<i>Sargassum vulgare</i>	-	-	*	*	*	*	*
<i>Ulva intestinalis</i>	-	-	-	-	+	+	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	-	-	-	-	+	+	-

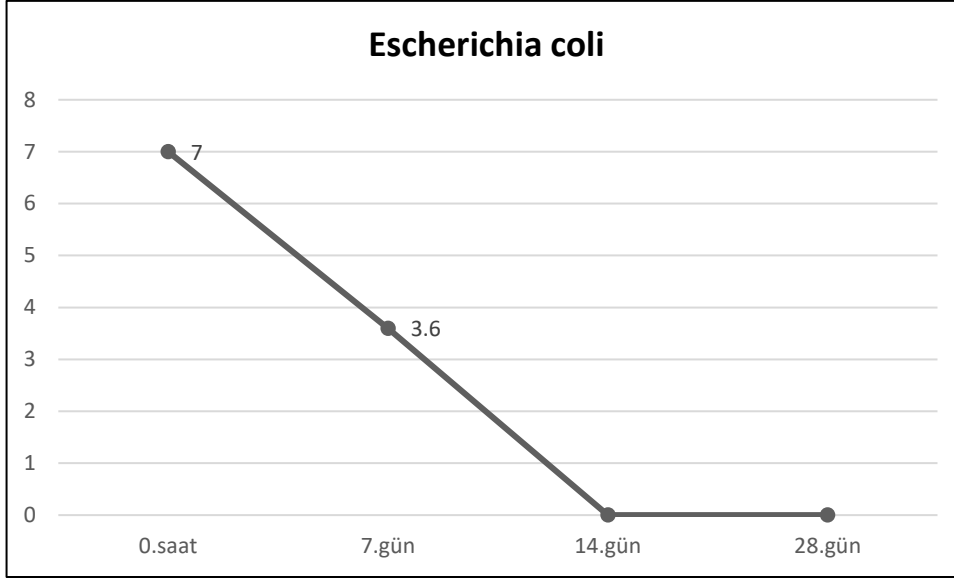
(-) : aktivite yok, (+) : aktivite var, (*): test edilmemiş, I – *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ,II –*Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), III – *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), IV – *Pseudomonas aureginom* (ATCC 9027), V – *Escherichia coli* (ATCC 8739), VI – *Candida albicans* (ATCC 10231), VII– *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404).



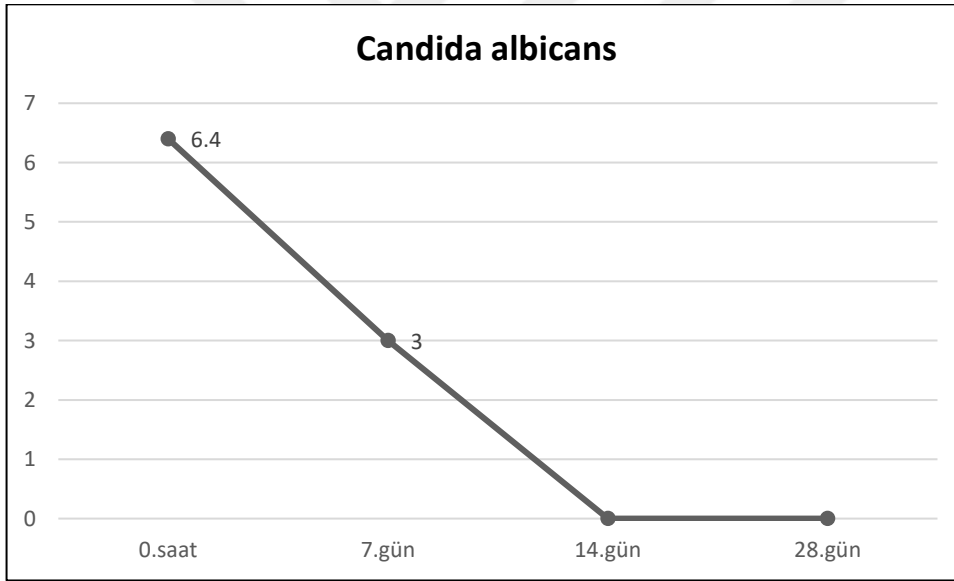
Şekil 4.1. *Ulva intestinalis*'in *Escherichia coli* 'ye antimikrobiyal etkisi



Şekil 4.2. *Ulva intestinalis*'in *Candida albicans* 'a antimikrobiyal etkisi



Şekil 4.3. *Ellisolandia elongata*'nın *Escherichia coli* 'ye antimikrobiyal etkisi



Şekil 4.4. *Ellisolandia elongata*'nın *Candida albicans* 'a antimikrobiyal etkisi

D.dichotoma'da, *S.aureus* ve *S.typhimurium*' a karşı antimikrobiyal testleri yapılmış ve herhangi bir aktivite belirlenememiştir. *U.intestinalis* türü ile *S.aureus*, *S.typhimurium*, *P.aureginom*, *E.coli*, *C.albicans*, *A.brasiliensis*' e karşı antimikrobiyal etkinlik testleri yapılmış, *E.coli* ve *C.albicans* dışındaki testlerde antimikrobiyal etki gözlemlenmemiştir. *E.coli*'de 0. saatte antibakteriyal etkinlik ile hücre sayısı 7,4 CFU/ml iken, 7.günde 3,6 CFU/ml 'e düşmüş, 14. günden sonra ise bakteriyel hücre kalmamıştır. *C.albicans*'ta 0. saatte antibakteriyal etkinlik ile hücre sayısı 6,4 CFU/ml iken, 7.günde 3,6 CFU/ml'a düşmüş ve 14.günden sonra bakteriyel hücre gözlemlenmemiştir. *E.elongata*'da, *S.aureus*,

S.Typhimurium, *P.aureginom*, *E.coli*, *C.albicans*, *A.brasiliensis* testleri yapılmış, *E.coli* ve *C.albicans* dışındaki testlerde antimikrobiyal etki gözlenmemiştir. *E.coli*'de 0. saatte antibakteriyel etkinlik ile hücre sayısı 7,4 CFU/ml iken, 7.günde 3,6 CFU/ml'e düşmüş, 14. günden sonra ise bakteriyel hücre kalmamıştır. *C.albicans*'ta 0. saatte antibakteriyel etkinlik ile hücre sayısı 6,4 CFU/ml iken, 7.günde 3,4 CFU/ml'e düşmüş ve 14.günden sonra bakteriyel hücre gözlenmemiştir.

El baz ve diğerleri (2014), bazı makroalg yağlarının antimikrobiyal etkinliğini belirledikleri araştırmalarında *Ulva fasciata* türünün *E.coli*'ye karşı etkin olmadığı ancak *C.albicans*'a karşı etkin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda *U.intestinalis* türü her iki mikroorganizmaya karşı aktif etki göstermiştir. Ramadan ve Asker (2009), *Spirulina platensis*'in lipit ekstraktının, *Aspergillus niger* ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal aktiviteye neden olduğunu bulmuşlardır.

Ballantine ve diğerleri (1987), algal türlerin lipit ekstraksiyonlarının antibakteriyel etkilerini incelemiş, *Ulva lactuca*'nın *S.aureus* ve *P.aureginosa*'ya; *D.dichotoma* ve *S.vulgare*'nin ise *S.aureus*, *P.aureginosa*, *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkin olmadığını belirlemişlerdir. Araştırmalar algal ekstraktların genellikle gram pozitif bakterilere (*Bacillus subtilis* ve *S.aureus*) ve mantarlardan *C.albicans*'a etki etmiş olduğunu, gram negatif bakterilerde ise çok az türün aktivitesi olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda *U.intestinalis* ve *E.elongata* türlerinin *C.albicans*'a karşı aktivite göstermesi bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

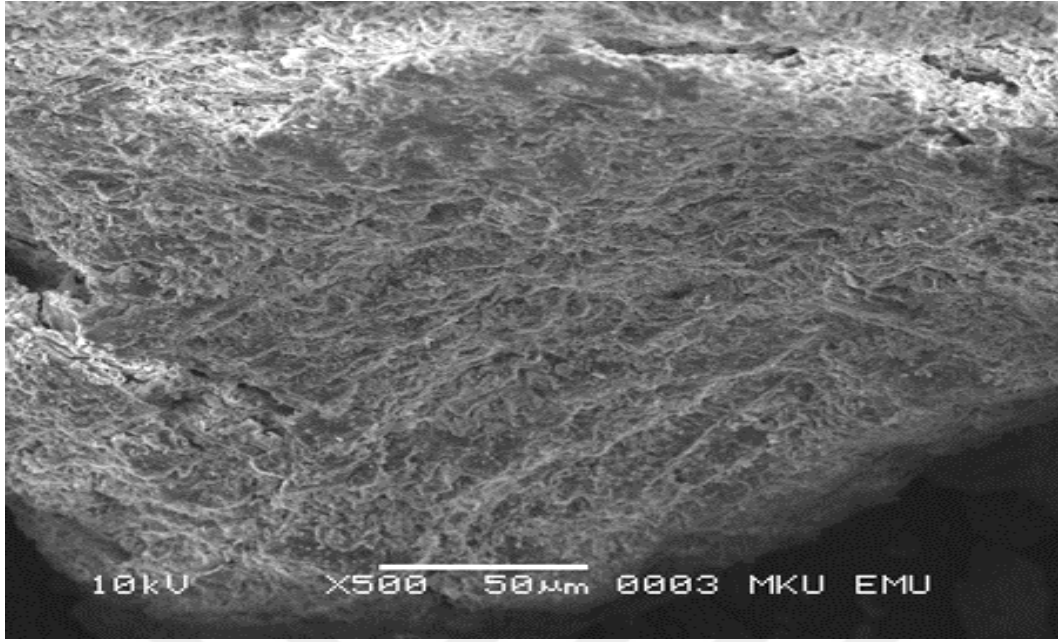
Freile-Pelegrin ve Morales (2004), Meksika'da 21 deniz alg türünün etanol ve lipit ekstraktlarının patojenik mikroplara (4 Gram pozitif, 5 Gram negatif ve 1 mantara) karşı antibakteriyel aktivitesi için yaptıkları çalışmada, türlerin çoğunun gram-pozitif bakterilere (*Bacillus subtilis*, *Streptococcus faecalis* ve *Micrococcus luteus*) karşı etkin olduğunu saptamışlardır. Reichelt ve Borowitzka (1984), deniz yosunlarındaki antimikrobiyal aktiviteleri inceledikleri çalışmada, gram-pozitif bakterilerin gram-negatif bakterilere göre nispeten daha yüksek aktivitesinin olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Makroalglerin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntüleri

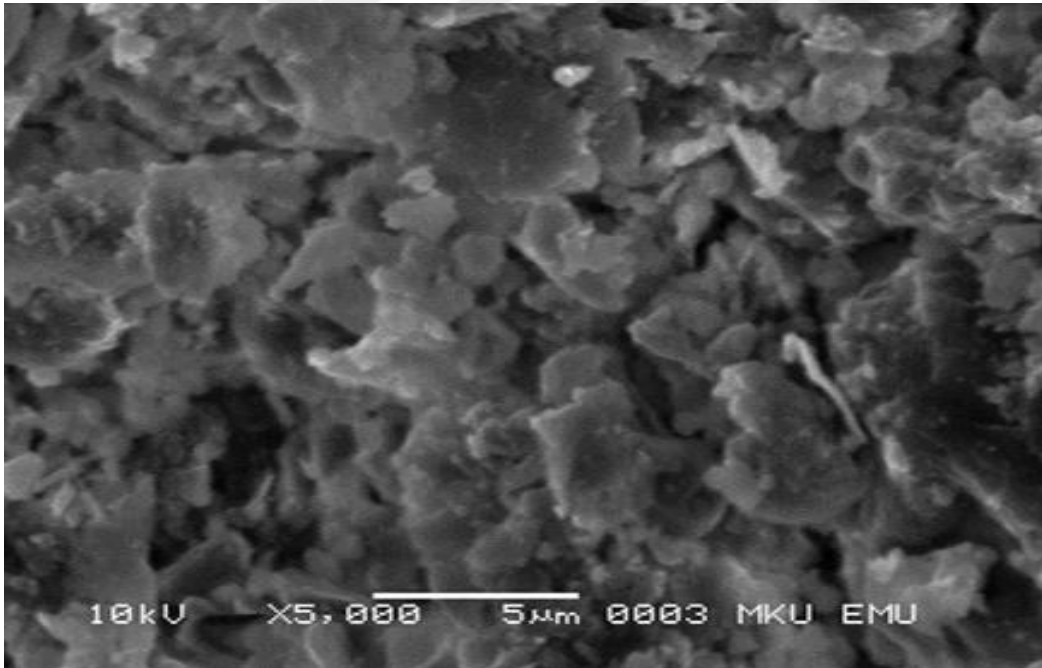
Mikroorganizmalar katı substratlara yapışma eğilimindedir. Yapıştıkları yüzeylerde çoklu katmanlar ile birlikte biyofimler oluştururlar. (Bos, van der Mei ve Busscher,1999; Hall-Stoodley, Costerton ve Stoodley, 2004). Mikroorganizmaların substrat yüzeyine yapışmasını ve çoğalmasını substratın yüzey özellikleri belirler. Substrat yüzeyine yapışma oranını, yüzey yükü, yüzey yapısı, biyomalzemenin bileşimi, yüzey serbest enerjisi, yüzey hidrofobikliği, pürüzlülüğü, yüzey temas açısı ve mikrobiyal hücre yüzeyinin fiziko-kimyasal özelliği (Bellon ve diğerleri, 1990; Busscher ve diğerleri, 1992; Bridgett ve diğerleri, 1993; Verheyen ve diğerleri, 1993) gibi faktörler etkilemektedir. Mikroorganizmaların yüzeye yapışması, biyofilm gelişimi ve *C. albicans*'ın koloni oluşumu doğrudan yüzey pürüzlülüğü ile ilgilidir.

Mikroorganizmaların yüzeye yapışması, biyofilm gelişimi ve *C. albicans*'ın koloni oluşumu doğrudan yüzey pürüzlülüğü ile ilgilidir. Yüzey pürüzlülüğü yüksek olan malzemeler genellikle daha fazla sayıda maya kolonisinin oluştuğunu gösterir (Verran ve Maryan, 1997; Nevzatoğlu, Ozcan, Kulak-Ozkan ve Kadir, 2007; Pereira-Cenci, Cury, Cenci ve Rodrigues-Garcia, 2007).

Kahverengi alglerden *Dictyota dichotoma*'nın SEM ile elde edilen görüntüleri Resim 4.1. ve Resim 4.2.'de verilmiştir. İki farklı büyütme ile [x500, x5000] belirlenmiş olan görüntülerden alg yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.

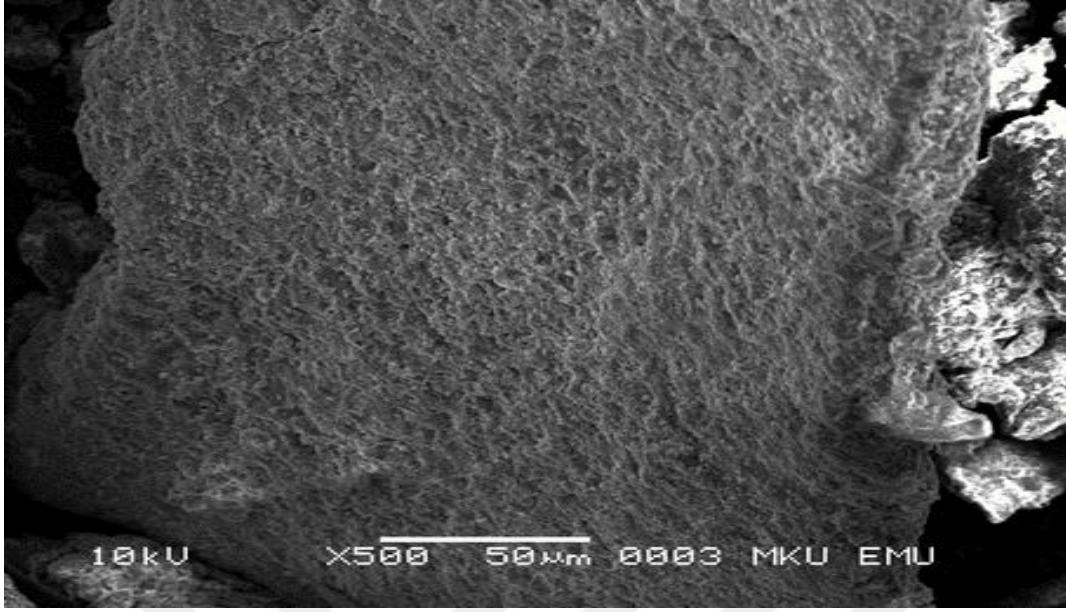


Resim 4.1. *Dictyota dichotoma*'nın x500 büyütmeli SEM görüntüsü

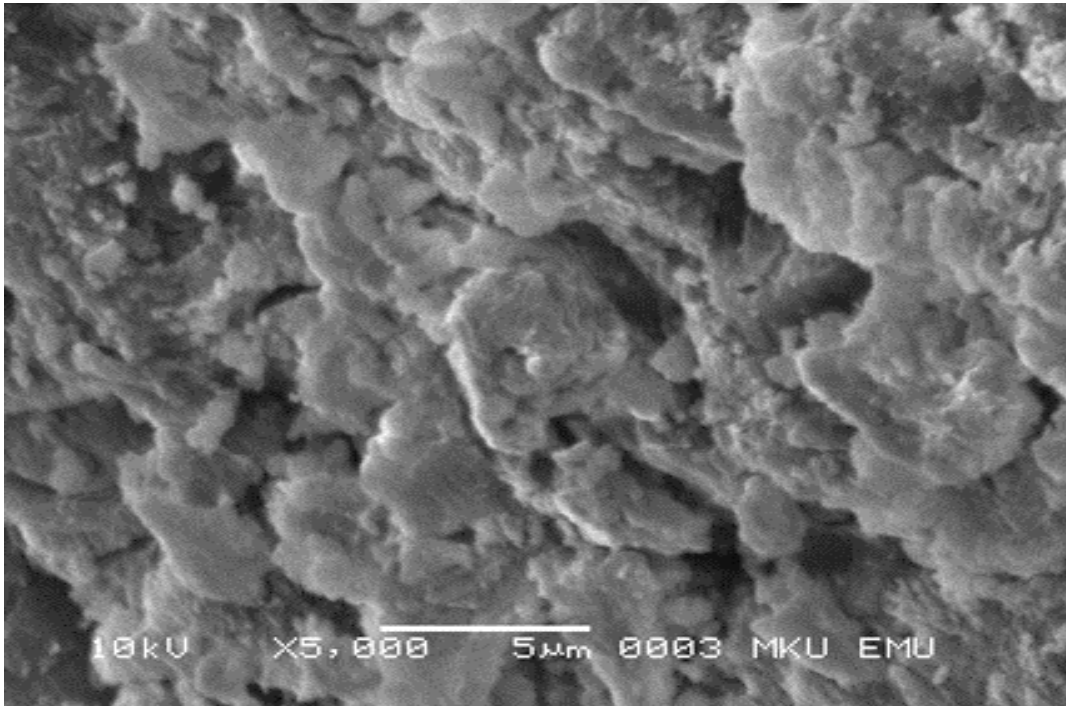


Resim 4.2. *Dictyota dichotoma*'nın x5000 büyütmeli SEM görüntüsü

Yeşil alglerden *Ulva intestinalis*'in SEM ile elde edilen görüntüleri Resim 4.3. ve Resim 4.4.'de verilmiştir. İki farklı büyütmeye ile [x500, x5000] belirlenmiş olan görüntülerden alg yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.



Resim 4.3. *Ulva intestinalis*' in x500 büyütmeli SEM görüntüsü

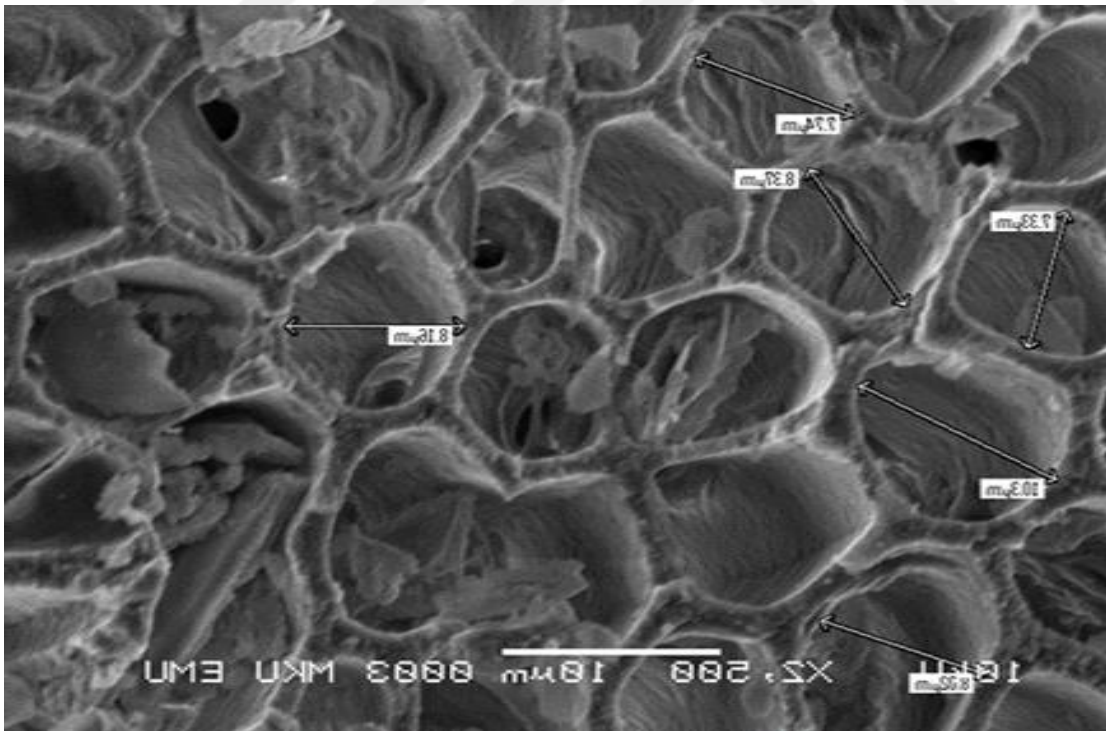


Resim 4.4. *Ulva intestinalis*' in x5000 büyütmeli SEM görüntüsü

Kırmızı alglerden *Ellisolandia elongata*'nın SEM ile elde edilen görüntüleri Resim 4.5. ve Resim 4.6.'da verilmiştir. İki farklı büyütmeye ile [x700, x2500] belirlenmiş olan görüntülerde ortalama 7-10µm büyüklüğünde gözenekler olduğu belirlenmiştir.

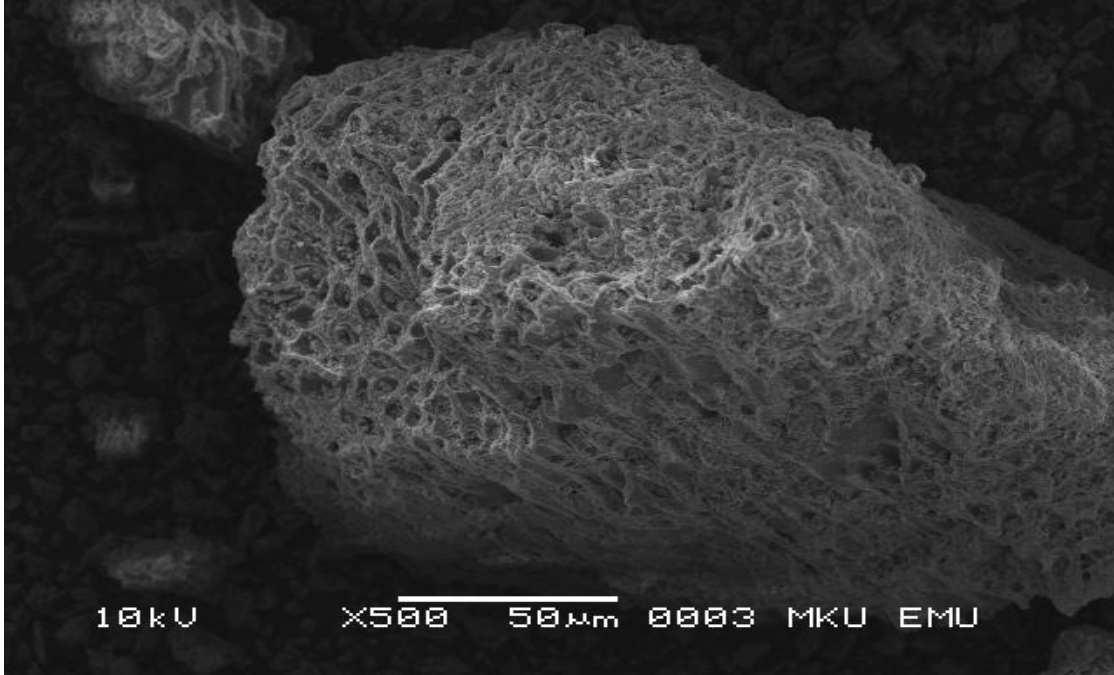


Resim 4.5. *Ellisolandia elongata*'nın x700 büyütme SEM görüntüsü

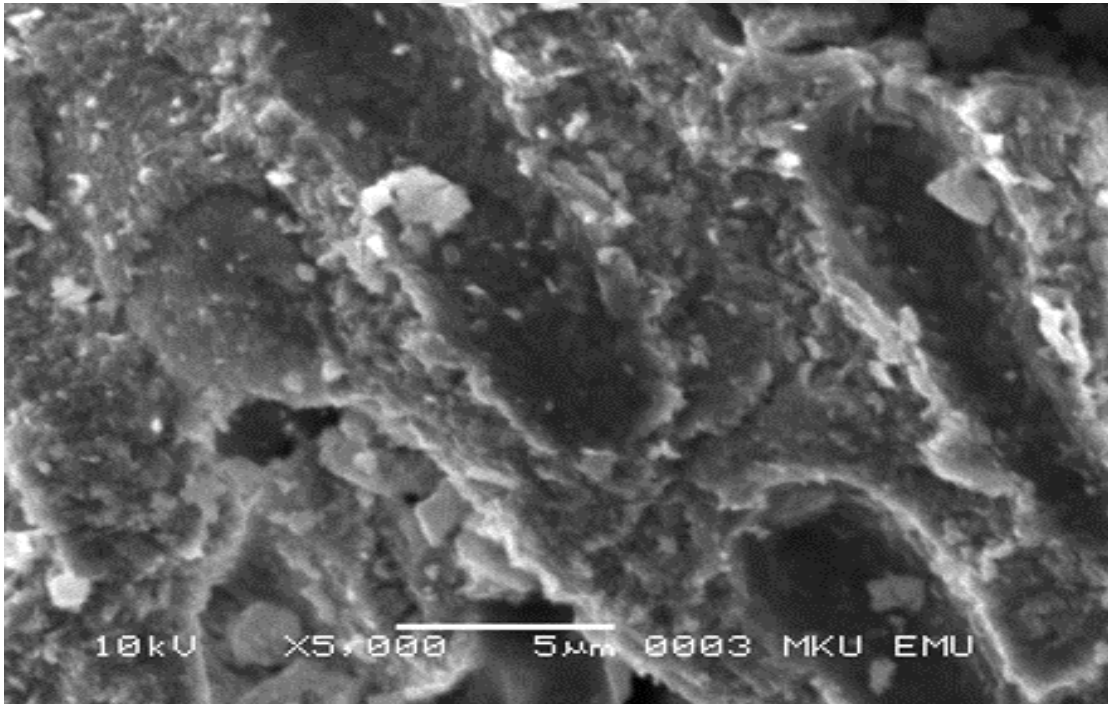


Resim 4.6. *Ellisolandia elongata*'nın x2500 büyütme SEM görüntüsü

Kahverengi alglerden *Sargassum vulgare*'nin SEM ile elde edilen görüntüleri Resim 4.7. ve Resim 4.8.'de verilmiştir. İki farklı büyütme ile [x500, x5000] belirlenmiş olan görüntülerde ortalama 5µm çaplı uzun silindirik oluklar olduğu belirlenmiştir.



Resim 4.7. *Sargassum vulgare*' nin x500 büyütmeli SEM görüntüsü



Resim 4.8. *Sargassum vulgare*' nin x5000 büyütmeli SEM görüntüsü

Ainane, Abourriche ve Kabbaj (2015) *Cystoseira tamariscifolia* ve *Bifurcaria bifurcata* türlerinin iç ve dış yüzeylerinin SEM görüntüleri incelemişler, alglerin düzensiz ve gözenekli yapılara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Limaa, Martinez, Teixeira ve Gonzalez (2019) *Dictyota menstrualis*'in organik çözücüler ile ekstraksiyon işleminden önce ve sonra

SEM görüntülerini incelemişlerdir. *Dictyota menstrualis*'in gözenekli olmayan, yapraklı ve oval bir forma sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yu, Kaewsarn ve Duong (2000) *Durvillaea potatorum*'nın güneşte ve fırında kurutulmuş SEM görüntülerini incelenmişler, güneşte kurutulan *D.potatorum*'nın çok gözenekli ve silindirik elyaf benzeri bir yapıya sahip olduğu, fırında kurutulmuş olanların ise silindir veya elyaf benzeri yapının açıkça görülmediği tespit edilmiştir.

Murphy, Tofail, Hughes ve McLoughlin (2009), *Ulva spp.*'nin ve *Palmaria palmata*'nın SEM görüntülerini incelemişler, *Ulva spp.*'nin yüzeyinin rastgele bir düzende kat benzeri yapılara sahip olduğunu ve *P.palmata*'nın da benzer katlamalı yapılar içerdiğini belirtmişlerdir. Yang ve Chen (2008) yaptıkları çalışmada *Sargassum sp.*'nin SEM görüntülerini incelemişler, yüzeyinin çıkıntılı çok küçük yapılara sahip olduğunu ve bunların kalsiyum veya diğer tuz kristalleri gibi birikimden kaynaklanıyor olabileceğini belirtmişlerdir.

Alg biyokimyası, substrat yüzeylerinin özellikleri antimikrobiyal özellikli malzemelerin tasarlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli parametrelerdendir. Algal biyomasın yüzey alanlarının özelliklerinin belirlenmesi yeni ve fonksiyonel biyomateryal tasarımları ya da sentezlerinde kullanım alanlarının belirlenmesini sağlayacaktır. Çoklu antibiyotik direnci gösteren mikroorganizmaların giderek yayılması sonucunda gerek gram-pozitif gerekse gram-negatif mikroorganizmalara bağlı gelişen bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde ciddi sorunlar yaşanmakta, bu da yeni ve doğal antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen vs. biyolojik özelliğe sahip maddelere duyulan ihtiyacı artırmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleceğin fonksiyonel ürünleri için bazı denizel makroalglerin potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, dört farklı makroalg türüne (*Dictyota dichotoma* (Phaeophyta), *Ulva intestinalis* (Chlorophyta), *Ellisolandia elongata* (Rhodophyta), *Sargassum vulgare* (Phaeophyta)) ait biyokimyasal kompozisyon, algal yağların antimikrobiyal aktivitesi, yağ asidi kompozisyonu, besin maddesi bileşenleri ve SEM analizleri yapılmıştır. Çalışmada incelenen parametrelerin belirgin farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

19.yy'da 48 yıl olan ortalama yaşam süresi 20.yüzyılda sağlıkta elde edilen en önemli kazanımlardan biri olarak 66 yıla kadar artmıştır. Yaşam süresindeki bu artışın en önemli nedenlerinden biri enfeksiyon hastalıklarına bağlı morbidite ve mortalitenin azalması olarak belirlenmiştir. Ancak enfeksiyona bağlı hastalıklar, en önemli sağlık problemlerinden ve ölüm nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Ölümlerin gelişmekte olan ülkelerde ortalama %95'i, az gelişmiş ülkelerde %43'ü, gelişmiş ülkelerde ise %1'inin enfeksiyon ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ostroff ve Leduc 2000).

Çoklu antibiyotik direnci gösteren mikroorganizmaların giderek yayılması sonucunda gerek gram-pozitif gerekse gram-negatif mikroorganizmalara bağlı gelişen bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde ciddi sorunlar yaşanmakta, bu da yeni ve doğal antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen vs. biyolojik özelliğe sahip maddelere duyulan ihtiyacı artırmaktadır.

Çalışmamızda antimikrobiyal etkinlik testlerinde SEM yüzey alanları belirlenen makroalg biyomasları genellikle pürüzlü, gözneli bir yapıya sahip olmasına rağmen *U.intestinalis* ve *E. Elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğunun belirlenmesi biyoaktif özelliğinin çok yüksek ve aktif olduğunun bir göstergesidir. Alg biyokimyası, substrat yüzeylerinin özellikleri antimikrobiyal özellikli malzemelerin tasarlanmasında belirlenmesi gereken önemli parametrelerdendir. Algal biyomasın yüzey alanlarının özelliklerinin belirlenmesi yeni ve fonksiyonel biyomateryal tasarımları ya da sentezlerinde kullanım alanlarının belirlenmesini sağlayacaktır.

Diğer yandan, yağ asidi kompozisyonu, element değerleri ve biyokimyasal kompozisyonlarıyla da fonksiyonel ürünlerde kullanılabileceği içeriklerinin zenginliği ile görölmektedir. Çalışmamızda antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *U.intestinalis* ve *E.elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiş olup, doğal antimikrobiyal kaynağı olarak, yağ asidi kompozisyonu, element analizi ve biyokimyasal kompozisyonlarıyla da fonksiyonel ürünlerde kullanılabileceği önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Agardh, C. A. (1820). Species algarum rite cognitae, cum synonymis, differentiis specificis et descriptionibus succinctis. *Berling Lund*. 168 pp.
- Ahmad, F., Sulaiman, M. R., Saimon, W., Yee, C. F., and Matanjun, P. (2012, September). Proximate compositions and total phenolic content of selected edible seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science*, 31:85-96.
- Ak, İ., Çetin, Z., Cirik, Ş., and Gökşan, T. (2011a). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) papenfuss culture using an agricultural organic fertilizers. *Fresenius Environmental Bulletin*, FEB/ Vol 20/ No 8a/ 2011- pages 2156-2162.
- Ainane, T., Abourriche, A., and Kabbaj, M. (2015). Physico-chemical analysis by SEM-EDX and FTIR two brown algae *Cystoseira tamariscifolia* and *Bifurcaria bifurcata*. *Bio Technology: An Indian Journal*, 11(5), 2015 [185-188].
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition Vol II. Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. D.C., USA.
- Aydın, M. (2004). *Candida* cinsi mantarlar (*Candida albicans*). Tıp ve diş hekimliğinde genel ve özel mikrobiyoloji. Türkiye: Güneş Yayınevi, 1109-1118.
- Ballantine, D. L., Gerwick, W. H., Velez, M. S., Alexander, E., and Guevara, P. (1987). Antibiotic activity of lipid-soluble extracts from Caribbean marine algae. *Hydrobiologia* 151/152: 463-469.
- Banerjee, K., Ghosh, R., Homechaudhuri, S., and Mitra, A. (2009). Biochemical composition of marine macroalgae from Gangetic Delta at the Apex of Bay of Bengal. *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 1 (5-6): 96-104, 2009.
- Barbarino, E., and Louren, S. O. (2005). An evaluation of methods for extraction and quantification of protein from marine macro- and microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 17: 447-460.
- Bellon-Fontaine, M. N., Mozes, N., van der Mei, H. C., Sjollema, J., Cerf, O., Rouxhet, P. G., and Busscher, H. J. (1990). A comparison of thermodynamic approaches to predict headhesion of dairy microorganisms to solid substrata. *Cell Chemistry and Biophysics*, 7:93-106.
- Benjama, O., and Masniyom, P. (2011). Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 33 (5), 575-583, Sep. - Oct. 2011.
- Bennett, R. J., and Johnson, A. D. (2003). Completion of a parasexual cycle in *Candida albicans* by induced chromosome loss in tetraploid strains. *The EMBO Journal* Vol.22 No.10 pp. 2505-2515.
- Bennett, R. J., and Johnson, A.D. (2005). Mating in *Candida albicans* and the search for a sexual cycle. *Annual Review of Microbiology* Vol. 59:233-255.
- Bilgehan, H. (2000). Klinik mikrobiyoloji, özel bakteriyoloji ve bakteri enfeksiyonları (onuncu baskı). Türkiye: Barış Yayınları, 177-87. 79.
- Bligh, E. G., and Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Blunt, J. W., Copp, B. R., Munro, M. H., Northcote, P. T., and Prinsep, M. R. (2010). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 27(2):165-237.
- Blunt, J. W., Munro, M. H. G., Copp, B. R., Keyzers, R. A., and Prinsep, M. R. (2015). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 32, 116-211.
- Borowitzka, M.A. (1989). Carbonate calcification in algae inhibition and control. In 583 Biomineralization: *Chemical and Biochemical Perspectives* (Mann, S., Webb, J., & 584 Williams, R.J.P., editors), 65-94.

- Bos, R., van der Mei, H. C. and Busscher, H. J. (1999). Physico-chemistry of initial microbial adhesive interactions its mechanisms and methods. *FEMS Microbiology Reviews*, 23: 179–230.
- Bridgett, M. J., Davies, M. C., Denyer, S. P., and Eldridge, P. R. (1993). In vitro assessment of bacterial adhesion to Hydromer-coated cerebro spinal fluid shunts. *Biomaterials*, 14:184-8.
- Burtin, P. (2003). Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2, 498-503.
- Busscher, H. J., Coman, M. M., and Van Der Mei, H. C. (1992). On the relative importance of specific and non-specific approaches to oral microbial adhesion. *FEMS Microbiol Reviews*, 8:199-209.
- Caf, F., Yılmaz, Ö., Özdemir, S. N., and Durucan, F. (2016). *Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Laurencia obtusa* (Antalya, Akdeniz) türlerinin yağ asitleri, α -Tokoferol, toplam fenolik ve flavonoid miktarının araştırılması. 2. *Alg Teknoloji Sempozyumu*, 24-27 Mayıs 2016, Seferihisar, İzmir.
- Cardoso, C., Ripol, A., Afonso, C., Freire, M., Varela, J., Quental-Ferreira, H., Pousão-Ferreira, P., and Bandarra, N. (2017). Fatty acid profiles of the main lipid classes of green seaweeds from fish pond aquaculture. *Food Science & Nutrition*, 5:1186–1194.
- Chakraborty, S., and Santra, S. C. (2008). Biochemical composition of eight benthic algae collected from Sunderban. *Indian Journal of Marine Science*, 37:329–332.
- Chakraborty, S., and Bhattacharya, T. (2012). Nutrient composition of marine benthic algae found in the gulf of Kutch Coastline, Gujarat, India. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3 (1): 32 – 38.
- Chazalet, V., Debeaupuis, J. P., Sarfati, J., Lortholary, J., Ribaud, P., Shah, P., Cornet, M., Vu Thien, H., Gluckman, E., Brücker, G., and Latgé, J. P. (1998). Molecular typing of environmental and patient isolates of *Aspergillus fumigatus* from various hospital settings. *Journal of Clinical Microbiology*, 36: 1494-1500.
- Chirapart, A., Praiboon, J., Puangsombat, P., Pattanapon, C., and Nunraksa, N. (2014). Chemical composition and ethanol production potential of Thai seaweed species. *Journal of Applied Phycology*, 26:979–986.
- Cirik, Ş., ve Cirik, S. (2011). Su Bitkileri I (deniz bitkilerinin biyolojisi, ekolojisi, yetiştirme teknikleri). *Ege Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi Yayınları*, No:58. Bornova-İzmir p: 135 – 145.
- Cohen, R. A., and Fong, P. (2004). Physiological responses of a bloom-forming green macroalga to short-term change in salinity, nutrients, and light help explain its ecological success. *Estuaries*, 27(2): 209-216.
- Cordi, B., Peloquin, J., Price, D. N., and Depledge, M. H. (2001). The influence of UV-B radiation on the reproductive cells of the intertidal macroalga, *Enteromorpha intestinalis*. *Aquatic Toxicology* (Amsterdam), 56(1): 1-11.
- Cox, S., Abu-Ghannam, N., and Gupta, S. (2010). An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research Journal*, 17, 205–220.
- Dawczynski, C., Schubert, R., and Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103, 891–899.
- Demirel, Z., Yılmaz-Koz, F. F., Karabay-Yavasoglu, U. N., Ozdemir, G., and Sukatar, A. (2009). Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *Journal of Serbian Chemical Society*, 74 (6) 619–628 (2009).
- Dietrich, C. P., Farias, G. G., de Abreu, L. R., Leite, E. L., da Silva, L. F., and Nader, H. B. (1995). A new approach for the characterization of polysaccharides from algae: presence of four main acidic polysaccharides in three species of the class Phaeophyceae.

- Plant Science*, 108(2), 143-153.
- Dumas, J. B. A., (1831). Procédes de l'analyse organique. *Annales de Chimie et de Physique*, 247: 198-213.
- Edwards, D. M., Reed, R. H., and Stewart, W. D. P. (1988). Osmoacclimation in *Enteromorpha intestinalis*: long-term effects of osmotic stress on organic solute accumulation. *Marine Biology*, 98: 467-476.
- Egilsdottir, H., Noisette, F., and Noël L. M. - L. J. (2013). Effects of pCO₂ on physiology and skeletal mineralogy in a tidal pool coralline alga *Corallina elongata*. *Marine Biology*, 160:2103–2112.
- El Baz, F. K., El-Baroty, G. S., Ibrahim, A. E., and Abd El Baky, H. H., (2014). Cytotoxicity, antioxidants and antimicrobial activities of lipids extracted from some marine algae. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 5:7.
- Elener, S. Ç., ve Öner, B., (2019). Sürdürülebilir ve çevre dostu biyoyakıt hammaddesi: Mikroalgler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendis Bilimleri Dergisi*, 25(3), 304-319, 2019.
- FAO (2018). The state of World fisheries of aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2018.
- Freile-Pelegrin, Y., and Morales, J. L. (2004). Antibacterial activity in marine algae from the coast of Yucatan, Mexico. *Botanica Marina*, 47 (2004): 140-146.
- Garces, R., and Mancha, M. (1993). One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 211:139–143.
- Guedes, A. C., Amaro, H. M. and Malcata, F. X. (2011b). Microalgae as sources of high added-value compounds a brief review of recent work. *Biotechnology Progress*, 27: 597–613.
- Guiry, M. D. and Guiry, G. M. (2019). AlgaeBase, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available from: <http://www.algaebase.org> (Erişim tarihi:27.11.2019).
- Gür, İ. (2015). İskenderun Körfezinde dağılım gösteren bazı makroalg türlerinin pigment, antioksidan ve besin bileşenlerinin mevsimsel olarak incelenmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P., ve Özsoy, M. F.(1993). Gıda elleyicilerinde burun ve boğaz portörlüğü. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 27:62-70.
- Haliki, A., Denizci, A. A. ve Çetingül, V. (2005). Bazı deniz alglerinin (phaeophyta, rhodophyta) antifungal aktiviteleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, (1-2): 13– 15.
- Hall-Stoodley, L., Costerton, J. W., and Stoodley, P. (2004). Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 95–108.
- Hancock, R. E. W., and Speert, D. P. (2000). Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and impact on treatment. *Drug Resistance Updates*, 3(4), 247–255.
- Harrison, P. F., and Lederberg, J. (1998). Antimicrobial resistance: issues and options. 1st ed. Washington, DC: *National Academies Press*; 1998.
- Hazen, K. C. (1989). Participation of yeast cell surface hydrophobicity in adherence of *Candida albicans* to human epithelial cells. *Infection and Immunity*, 57:1894-1900.
- Hind, K. R. and Saunders, G. W. (2013). A molecular phylogenetic study of the Tribe *Corallineae* (*Corallinales*, Rhodophyta) with an assessment of genus-level taxonomic features and descriptions of novel genera. *Journal of Phycology*, 49(1): 103–114.
- Hornsey, I. S., and Hide, D. (1974). The production of antimicrobial compounds by British marine algae I. Antibiotic-producing marine algae. *British Journal of Phycology*, 9(4):353-61.

- Hornsey, I. S., and Hide, D. (1976). The production of antimicrobial compounds by British marine algae II. Seasonal variation in production of antibiotics. *British Journal of Phycology*, 11(1):63-7.
- Hosphenal, D. R., Kwon-Chung, K. J., and Bennett, J. E. (1998). Concentrations of airborne *Aspergillus* compared to the incidence of invasive aspergillosis: lack of correlation. *Medical Mycology*, 36: 165-168.
- James, A., Beaudette, L., and Costerton, W. (1995). Interspecies bacterial interactions in biofilms. *Journal of Industrial Microbiology*, 15:257-62.
- Jannat-Alipour, H., Rezaei, M., Shabanpour, B., and Tabarsa, M. (2019). Edible green seaweed, *Ulva intestinalis* as an ingredient in surimi-based product: chemical composition and physicochemical properties. *Journal of Applied Phycology*, 31(4): 2529-2539.
- Josefse, M. H., Löfström, C., Olsen, K. E. P., Mølbak, K., and Hoorfar, J. (2011). Salmonella, molecular detection of human bacterial pathogens. USA: CRC Press, 1023-1035.
- İbrahim, D., and Lim, S. H. (2015). In vitro antimicrobial activities of methanolic extract from marine alga *Enteromorpha intestinalis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(9): 785-788.
- İrkin, L. C. and Erduğan, H. (2017). Chemical composition in different species of *Ochrophyta* along the Coast of Çanakkale, Turkey. *Archives of Applied Science Research*, 9 (2): 30-33.
- Irvine, L. M. and Chamberlain, Y. M. (1994). Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta. Part 2B. *Corallinales, Hildenbrandiales*. Natural History Museum, London, pp. 276.
- Kamer, K., and Fong, P. (2000). A fluctuating salinity regime mitigates the negative effects of reduced salinity on the estuarine macroalga, *Enteromorpha intestinalis* (L.) link. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 254(1): 53-69.
- Kamer, K., and Fong, P. (2001). Nitrogen enrichment ameliorates the negative effects of reduced salinity on the green macroalga *Enteromorpha intestinalis*. *Marine Ecology Progress Series*, 218: 87-93.
- Kantarcıoğlu, A. S., ve Yücel, A. (2003). *Aspergillus* cinsi mantarlar ve invaziv aspergilloz: mikoloji, patogenezi, laboratuvar tanımı, antifungallere direnç ve duyarlılık deneyleri. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, Cilt (Sayı) 34 (3).
- Kazir, M., Abuhassiraa, Y., Robinb, A., Nahorb, O., Luob, J., Israelc, A., Golbergb, A., and Livneya, Y. D. (2019). Extraction of proteins from two marine macroalgae, *Ulva sp.* and *Gracilaria sp.*, for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrates. *Food Hydrocolloids*, 87:194-203.
- Klotz, S. A., Drutz, D. J., and Zajic, J. E. (1985). Factors governing adherence of *Candida* species to plastic surfaces. *Infection and Immunity*, 50:97-101.
- Koçak, Y. B. (2010). Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesinde izlenen kandidemi olgularının epidemiyolojik özellikleri ve risk faktörlerinin belirlenmesi, Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, *Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Korzen, L., Pulidindi, N. I., Israel, A., Abelsona, A., and Gedanken, A. (2015). Single step production of bioethanol from the seaweed *Ulva rigida* using sonication. *The Royal Society of Chemistry*, 5(21): 16223-16229.
- Kostetsky, E. Y., Goncharova, S. N., Sanina, N. M. and Shnyrov, V. L. (2004). Season influence on lipid composition of marine macrophytes. *Botanica Marina*, 47 (2004): 134-139.

- Kubota, T., Tsuda, M., Takahashi, M., Ishibashi, M., Naoki, H., and Kobayashi, J. (1999). Colopsinols B and C, new long chain polyhydroxy compounds from cultured marine dinoflagellate *Amphidinium* sp. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, 1999;23:3483-7.
- Lambert, P. A. (2002). Mechanisms of antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 95(41), 22–26.
- Lamouroux, J. V. (1809). Exposition des caractères du genre *Dictyota*, et tableau des espèces qu'il renferme. *Journal de Botanique [Desvaux]*, 2: 38-44.
- LeBlanc, A. M., Castillo, N. A., and Perdigon, G. (2010). Anti-infective mechanism induced by a probiotic *Lactobacillus* strain against *Salmonella enterica*, *Salmonella typhimurium* infection. *International Journal of Food Microbiology*, 138(3), 223-231.
- Lima, I. E. S., Martinezb, S. T., Teixeirac, V. L., ve Gonzaleza, W. A. (2019). Morphological analysis by scanning electron microscopy of *dictyota menstrualis* in natura and following an extraction process. *A Journal of the Italian Association of Chemical Engineering Transactions*, 75, 571-576.
- Lira, M. L. F., Lopes, R., Portes, G. A., Barcellos, G., Veri'cimo, M., and Osako, K. (2015). Anti-leishmanial activity of Brazilian green, brown, and red algae. *Journal of Applied Phycology*, 28:1-8.
- Livermore, D. M. (2002). Multiple mechanisms of antimicrobial resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: our worst nightmare. *Clinical Infections Diseases*, 34(5), 634-40.
- Lourenco, S. O., Barbarino, E., De-Paiula, J. C., S. da Pereira, L. O., and Lanfer Marquez, U. M. (2002). Amino acid composition, protein content, and calculation of nitrogen-to protein conversion factors for nineteen tropical seaweeds. *Phycological Research*, 50:233–241.
- Mæhre, H. K., Malde, M. K., Eilertsen, K. E., and Elvevolla, E. O. (2014). Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsfa.6681> (Erişim tarihi:25.02.2019).
- Malorny, B., Löfström, C., Hoofar, J., Schelin, J. A., and Rådström, P. (2009). *Salmonella*. molecular detection of foodborne pathogens. *USA: CRC Press*, 447-458.
- Manivannan, K., Thirumarasn, G., Devi, G. K., Hemalatha, A., and Anantharaman, P. (2008). Biochemical composition of seaweeds from mandapam coastal regions along southeast coast of India. *American-Eurasian Journal of Botany*, 1 (2): 32-37, 2008.
- Manivannan, K., Thirumarasn, G., Devi, G. K., Hemalatha, A., and Anantharaman, P. (2009). Proximate composition of different group of seaweeds from Vedalai Coastal Waters (Gulf Of Mannar): Southeast coast of India. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 4 (2): 72-77, 2009.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P. C., Carneiro, M. A. A., and Moreira, W. S. C. (2006). Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*, 97: 2402–2406.
- Martin, S., Clavier, J., Chauvaud, L., and Thouzeau, G. (2007). Community metabolism in temperate maerl beds. I. carbon and carbonate fluxes. *Marine Ecology Progress Series*, 335: 19-29.
- Martins, I., Oliveira, J. M., Flindt, M. R., and Marques, J. C. (1999). The effect of salinity on the growth rate of the macroalgae *Enteromorpha intestinalis* (*Chlorophyta*) in the Mondego estuary (west Portugal). *Acta Oecologica-Internatiol Journal of Ecology*, 20(4): 259-265.
- Mayer, A., Rodríguez, A. D., Tagliatalata-Scafati, O., and Fusetani, N. (2013). Marine pharmacology in 2009–2011: Marine compounds with antibacterial, antidiabetic,

- antifungal, anti-inflammatory, antiprotozoal, antituberculosis, and antiviral activities; affecting the immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanisms of action. *Marine Drugs*, 11, 2510–2573.
- McAvoy, K. M., and Klug, J. C. (2005). Positive and negative effects of riverine input on the estuarine green algae *Ulva intestinalis* (syn. *Enteromorpha intestinalis*) (Linnaeus). *Hydrobiologia*, 545(1): 1-9.
- Mcdermid, K. J., and Stuercke, B. (2003). Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 15: 513–524.
- Metin, C., and Baygar, T. (2018). Determination of nutritional composition of *Enteromorpha intestinalis* and investigation of its usage as food. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1): 7-14 (2018).
- Montaser, A., and Golightly, D. W. (1992). Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry, VCH Publishers, Inc., New York, 1992.
- Murphy, V., Tofail, S. A. M., Hughes, H., and McLoughlin, P. (2009). A novel study of hexavalent chromium detoxification by selected seaweed species using SEM-EDX and XPS analysis. *Chemical Engineering Journal*, 148 (2009) 425–433.
- Nakazawa, Y., and Hosono, A. (1992). Functions of fermented milk. *Elsevier Science Published Ltd.* 245 s, New York.
- Nelson, W.A. (2009). Calcified macroalgae critical to coastal ecosystems and vulnerable to change: a review. *Marine and Freshwater Research*, 60(8):787-801.
- Nevzatoglu, E. U., Ozcan, M., Kulak-Ozkan, Y., and Kadir, T. (2007). Adherence of *Candida albicans* to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *The journal Clinical Oral Investigations*, 11:231-6.
- Ostroff, S. M., and Leduc, J. V. (2000). Global epidemiology of infectious diseases. *New York: Churchill Livingstone*, 167-168.
- Özgün, S., and Turan, F. (2015). Biochemical composition of some brown algae from Iskenderun Bay, The Northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 2: 125-134.
- Özkuyumcu, C., Dürdal, U. S., Sancak, B., Alp, A., Sarıbaş, Z., ve Çakar, A. (2009). *Hacettepe Mikrobiyoloji Serisi-1, Klinik Bakterioloji El Kitabı. Enterobacteriaceae.* Güneş Kitabevi. Ankara, 103-121.
- Özpinar, N. (2011). Erzincan Tulum Peynirinden izole edilen *Staphylococcus aureus* izolatlarında antibiyotik direncinin ve biyofilm oluşturma özelliğinin fenotipik ve genotipik olarak belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Pereira-Cenci, T., Cury, A. A., Cenci, M. S., and Rodrigues-Garcia, R. C. (2007). In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *The International Journal of Prosthodontics*, 20:308-10.
- Pérez, M. J., Falqué, E., and Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14: 52.
- Peters, K. J., Amsler, C. D., Amsler, M. O., McClintock, J. B., Dunbar, R. B., Baker, B. J. (2005). A comparative analysis of nutritional and elemental composition of macroalgae from the western Antarctic Peninsula. *Phycologia*, 44:453–463.
- Plaza, M., Santoyo, S., Jaime, L., Garcí'a-Blairsy, R. G., Herrero, M., and Sen̄orans, F. J (2010). Screening for bioactive compounds from algae. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2010;51(2):450-5.
- Polat, S., and Özoğul, Y. (2008). Biochemical composition of some red and brown macroalgae from the Northeastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59(7): 566-572.

- Polat, S., Özoğul Y. ve Boğa, E. K. (2012). İskenderun Körfezi (Kuzeydoğu Akdeniz) kıyısında dağılım gösteren bazı kahverengi ve kırmızı makroalg türlerinin protein, lipid ve yağ asiti içerikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 6(2): 107-113 (2012).
- Polat, S., and Özoğul, Y. (2013). Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the Northeastern Mediterranean coast. *Oceanologia*, 55 (2):375–391.
- Pringle, J. D. (1986). Swarmer release and distribution of life-cycle phases of *Enteromorpha intestinalis* Chlorophyta in relation to environmental factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 100(1-3): 97-112.
- Rani, V., Jawahar, P., Shakila, R. J., and Srinivasan, A. (2016). Antibacterial activity of some brown seaweeds of Gulf of Mannar, South East coast of India. *Journal of Pharmaceutical and BioSciences*, 4, 4(2016) 14-21.
- Rao, P. S., and Parekh, K. S. (1981). Antibacterial activity of Indian seaweed extracts. *Botanica Marina*, Vol. XXIV, pp. 577-582, 1981.
- Reichelt, J. L. and Borowitzka, M. A. (1984). Antimicrobial activity from marine algae: results of a large-scale screening program. *Hydrobiologia*, 116:158-168.
- Renaud, S. M., and Luong-Van, J. T. (2006). Seasonal variation in the chemical composition of tropical Australian marine macroalgae. *Journal of Applied Phycology*, 18, 381–387.
- Rohani-Ghadikolaei, K., Abdulalian, E., and Ng, W. K. (2012). Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the Persian Gulf Of Iran as potential food and feed resources. *Journal of Food Science and Technology*, 49(6):774–780.
- Salvador, N., Gómez Garreta, A., Lavelli, L., and Ribera, M. A. (2007). Antimicrobial activity of Iberian macroalgae. *Scientia Marina*, 71: 101-113.
- Saranya, C., and Girija, K. (2013). Estimation of major pigment content in seaweeds collected from Pondicherry Coast. *International Journal of Science and Technology*, 9 (1): 522-525.
- Seenivasan, R., Indu, H., Archana, I. G., and Geetha, S. (2010). The antibacterial activity of some marine algae from South East coast of India. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences*, 9(5), 480-489.
- Shuuluka, D., Bolton, J. J., and Anderson, R. J. (2013). Protein content, amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors of *Ulva rigida* and *Ulva capensis* from natural populations and *Ulva lactuca* from an aquaculture system, in South Africa. *Journal of Applied Phycology*, 25:677–685.
- Silva, G., Pereira, R. B., Valentão, P., Andrade, P. B. and Sousa, C. (2013). Distinct fatty acid profile of ten brown macroalgae. *Revista Brasileira De Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(4): 608-613.
- Singh, S. B., and Barrett, J. F. (2006). Empirical antibacterial drug discovery foundation in natural products. *Biochemical Pharmacology*, 71(7):1006-15.
- Srikonga, W., Bovornreungroj, N., Mittraparparthorna, P., and Bovornreungroja, P. (2017). Antibacterial and antioxidant activities of differential solvent extractions from the green seaweed *Ulva intestinalis*. *ScienceAsia*, 43 (2017): 88-95.
- Spss 1993. SPSS for windows base system user's guide, release 8.0.2. Chicago USA.
- Soltani, S., Ebrahimzadeh, M. A., Khoshrooei, R., and Rahmani, Z. (2012). Antibacterial and antihemolytic activities of *Enteromorpha intestinalis* in Caspian Sea Coast, Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(3), pp. 530-533.
- Sultana, V., Ambreen, H. K., Tariq, A., and Ara, J. (2012). Evaluation of biochemical component and antimicrobial activity of some seaweeds occurring at Karachi coast. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5): 1799-1803, 2012.
- Tabarsa, M., and Ramezanpour, Z. (2012). Fatty acids, amino acids, mineral contents and proximate composition of some brown seaweeds. *Journal of Phycology*, 48,285-292.

- Taskin, E., Ozturk, M., Taskin, E., and Kurt, O. (2007). Antibacterial activities of some marine algae from the Aegean Sea (Turkey). *African Journal of Biotechnology*, 6 (24), pp. 2746-2751.
- Topçu, A. W., Söyletir, G. ve Doğanay, M. (2002). İnfeksiyon hastalıkları ve mikrobiyolojisi, Cilt-2. Nobel Tıp Kitabevi. İstanbul, 1555-82.
- Turna, İ. İ. (1997). Antalya Körfezi'nin makroskobik deniz florası üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 191 s.
- Turna, İ. İ., Durucan, F., ve Kuşat, M. (2012). Çayağzı Deresi'nin (Antalya) ekonomik yeşil algleri konusunda bir ön çalışma. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1): 57-62.
- Tükel, Ç. ve Doğan, H. B. (2000). *Staphylococcus aureus*. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, 357-366, Sim Matbaacılık, Ankara.
- Van Den Hoek, C., Mann, D. G., and Jahns H. M., (1995). *Algae: an intraduction to phycology* Cambridge University Press, Cambridge. pp. 627.
- Venugopal, V. (2008). *Marine products for healthcare: functional and bioactive nutraceutical compounds from the Ocean*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2008, 363.
- Verheyen, C. C., Dhert, W. J., de Blicck-Hogervorst, J. M., van der Reijden., T. J., Petit., P. L., and de Groot, K.(1993). Adherence to a metal polymer and composite by *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*. *Biomaterials*,14:383-91.
- Verran, J., and Maryan, C. J. (1997). Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 77:535-9.
- Villares, R., Puente, X., and Carballeira, A. (1999). Nitrogen and phosphorus in *Ulva sp.* in the Galician rias bajas (northwest Spain): Seasonal fluctuations and influence on growth. *Boletin- Institu to Espanol De Oceanografia*, 15(1-4):337-341.
- Vollenweider, R. A. (1974). *A manual on methods for measuring primary productivity in aquatic environments. 2nd Edition, IBP Handbook*, No. 12, Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Waltimo, T., Tanner, J., Vallittu, P., and Haapasalo, M. (1999). Adherence of *Candida albicans* to the surface of polymethylmethacrylate-E glass fiber composite used in dentures. *The International Journal of Prosthodontics*, 12:83-6.
- Yang, L., and Chen, J. P. (2008). Biosorption of hexavalent chromium onto raw and chemically modified *Sargassum sp.*. *Bioresource Technology*, 99 (2008) 297–307.
- Ye, H., Zhou, C., Sun, Y., Zhang, X., Liu, J., Hu, Q., and Zeng, X. (2009). Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research Technology*, 230: 101- 109.
- Yonson, S., Coulombe, S., L'éveillé, V., and Leask, R. L. (2006). Cell treatment and surface functionalization using a miniature atmospheric pressure glow discharge plasma torch. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 39(16): 3508–3513.
- Yu, Q., Kaewsarn, P., ve Duong, L. V. (2000). Electron microscopy study of biosorbents from marine macro alga *Durvillaea potatorum*. *Chemosphere*, 41 (2000) 589-594.
- Zheng, Y., Chen, Y. S., and Hai-Sheng, L. U. (2001). Screening for antibacterial and antifungal activities in some marine algae from the Fujian coast of China with three different solvents. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 19(4):327-31.
- Zouaoui, B., and Ghalem, B. R. (2017). The phenolic contents and antimicrobial activities of some marine algae from the Mediterranean Sea (Algeria). *Russian Journal of Marine Biology*, 43, No. 6, pp. 491–495.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı :ARAS, Aycan
 Uyuğu :T.C.
 Doğumtarhiveyeri :25.02.1992, İskenderun
 Medenihali :Bekar
 Telefon :-
 Faks :-
 e-mail :aycanaras.mbfe16@iste.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yükseklisans	İskenderun Teknik Üniversitesi/ Su Ürünleri	Devam ediyor
Lisans	Gaziantep Üniversitesi/ Gıda Mühendisliği	2016
Lise	Atalar Koleji	2010

Yabancı Dil

İngilizce
 Fransızca

Yayımlar

Sayın, S., Aras, A. (2020). Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi. Mediterranean Fisheries & Aquaculture Research, 3(1): 20-33.

DİZİN

A

ABSTRACT · v
Antimikrobiyal aktivite · 27, 37
ARAŞTIRMA BULGULARI ·
30

B

bakteriler · 1, 5, 9, 15, 16, 17, 37

Ç

Çizelge · 31, 33, 36, 37

D

destilat · 24, 25
Dizin · 59

E

ekstraksiyon · 23, 27, 28, 40, 45
Element · 27, 36
Enfeksiyon · 1, 18, 19, 46, 47

F

formül · 21, 23, 24

G

Giriş · 1

İ

İçindekiler · vii

K

KAYNAKLAR · 49
Key Words · v
Kül · 22, 31

L

Lipit · 22,32

M

Makroalgler · 23, 27, 28, 40, 45
Mantarlar · 18
Materyal ve Metod · 11

Ö

Önceki Çalışmalar · 5
Özet · İv
Özgeçmiş · 58

P

Protein · 24, 33

R

Resim · 13, 20, 23, 25, 28, 43, 45

S

santrifüj · 22, 23
SEM · 29, 40
Simgeler ve Kısaltmalar · xiv
Sonuç ve Öneriler · 47
substrat · 41, 46, 47

Ş

Şekil · 20, 38, 39

T

Teşekkür · vi

Y

Yağ asidi · 25, 33



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

