



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI MAKROALG TÜRLERİNİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Malak Abbas Fadhıl Albayatı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Mayıs-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

BAZI MAKROALG TÜRLERİNİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Malak Abbas Fadhıl Albayatı

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Cengiz AKKÖZ

2020, 62 Sayfa

Jüri
Prof.Dr. Cengiz AKKÖZ
Prof.Dr. Yusuf DURAK
Dr.Öğr.Üyesi N.Lerzan ÇİÇEK

Doğadaki canlı türlerinin doğal savunma sistemlerinde önemli rol oynayan antimikrobiyal etkili bazı maddeler ve bileşikler, çeşitleri bakımından oldukça fazladır. Denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri olan algler üzerinde son zamanlarda oldukça çok araştırma yapılan önemli bazı farmakolojik etkilerinin yanısıra, antimikrobiyal, antiviral, antikanser, antifungal, antibakteriyal, antiinflamatuar etkileri araştırılan organizmalardır. Bu çalışmada Chlorophyta- Phaeophyta- Rhodophyta divizyolarına ait altı farklı makroalg türlerinden metanol ve kloroform ekstraktları hazırlanarak; elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacı ile test edildi. Negatif kontrol olarak (DMSO) ve pozitif kontrol olarak gentamisin kullanıldı. Phaeophyta divisyosuna ait *C. foeniculacea* türünün metanol ekstraktı üç bakteri türüne karşı (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*) <0.006 mg/ml MİK değeri ile incelediğimiz diğer alg türlerine göre daha etkin bir antibakteriyel aktivite göstererek en etkili tür ekstraktı olduğu sonucuna varıldı. Antifungal aktivite yönünden, (0.78 mg/ml) MİK değeri ile *Cystoseria foeniculacea'*nın metanol ekstraktına karşı gözlendi. Diğer alg türleri birbirine yakın (1.56 mg/ml) MİK değerlerinde olduğu ya da zayıf etkili olarak görüldü. Çalışma sonuçları, incelenen alglerin önemli antimikrobiyal aktivitelerinin olduğunu gösterdiği gibi ilerleyen zamanlarda ayrıntılı çalışmalarla bu alg türlerinden bazı maddelerin izolasyonları, saflaştırılmaları ve karakterizasyonları sonrası, bu maddelerin biyolojik aktivitelerinin kantitatif ölçümü ve değerlendirilmesinın daha sağlıklı yapılabileceği kanatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, antimikrobiyal, MİK

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF SOME MACROALG SPECIES

Malak Abbas Fadhıl Albayatı

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOLOGY

Advisor: Prof.Dr. Cengiz AKKÖZ

2020, 62 Pages

Jury
Prof.Dr. Cengiz AKKÖZ
Prof.Dr. Yusuf DURAK
Dr.Öğr.Üyesi N.Lerzan ÇİÇEK

Some antimicrobial agents and compounds that play an important role in the natural defense systems of living species and varieties are quite large. One of the most important living resources of the seas, algae are organisms whose antimicrobial, antiviral, anticancer, antifungal, antibacterial, anti-inflammatory effects have been investigated as well as some important pharmacological effects that have been researched quite recently. In this current study, methanol and chloroform extracts from six different macroalgae species belonging to Chlorophyta- Phaeophyta- Rhodophyta divisions were prepared; The extracts obtained were tested to determine their antimicrobial activities. DMSO was used as negative control and gentamicin was used as positive control. It has been concluded that Phaeophyta *C. foeniculacea* species from methanol extract was the most effective species extract showed that a more effective antibacterial activity against three bacterial species (*Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Sarcina lutea*) with a value of <0.006 mg / ml MIC. As for antifungal activity, it was observed that against the methanol extract of *Cystoseria foeniculacea* with the MIC value (0.78 mg / ml). Other algae species were close together and (1.562 mg / ml) seen to be lower effective at MIC value of than other. The results of the present study, suggest that the algae analyzed indicate that antimicrobial activities are important, and that, after further isolation, the purification and characterization of some of these algae species, the quantitative measurement and evaluation of the biological activities of these substances can be done more thoroughly.

Keywords: Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, antimicrobial, MIC

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tez çalışmalarım süresince, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım saygıdeğer danışman hocam Prof.Dr. Cengiz AKKÖZ'e (S.Ü.Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Konya), Örneklerin toplanması, teşhis edilmesi ve çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen Dr.Öğr. Üyesi Emine Şükran OKUDAN'a (A.Ü.Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Antalya), deneylerim sırasında yardımlarından dolayı Arş.Gör. Dr. Erdoğan GÜNEŞ ve Arş. Gör. Hatice Banu KESKİNKAYA (S.Ü. Fen Fak.Biyoloji Bölümü, Konya) hocalarıma teşekkür ederim.

Ayrıca her anımda yanımda bulunan, her zaman desteklerini esirgemeyen aileme ve babam Abbas Beyatlı'ya çok teşekkür ederim.

Malak Abbas Fadhıl Albayatı
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

ÇİZELGELER ..... **ix**

ŞEKİLLER ..... **ix**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Alglerin Morfolojik Özellikleri ve Üremeleri 2
1.2. Alglerin Antimikrobiyal Özellikleri 2
1.3. Alglerin Sınıflandırılması 3
1.4.Yeşil Algler (Chlorophyta) nin Genel Özellikleri 4
1.4.1. Çalışmada kullanılan Chlorophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması 5
1.5. Kahverengi Algler (Phaeophyta)'nin Genel Özellikleri 6
1.5.1. Çalışmada kullanılan Phaeophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması 6
1.6. Kırmızı Algler (Rhodophyta)'nin Genel Özellikleri 7
1.6.1. Çalışmada kullanılan Rhodophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması 8

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **9**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **20**

3.1.Alglerin toplanması ve hazırlanması 20
3.2.Bakteri suşları 21
3.3. Besiyeri 21
3.4. Çözücüler 21
3.5. Alg ekstraktlarının hazırlanması 22
3.6. Bakteri kültürlerinin hazırlanması 23
3.7. Antibakteriyel ve Antifungal Duyarlılık Testleri 23
3.7.1. Broth Mikrodilüsyon Yöntemi 23

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI **25**

4.1. Çalışmada kullanılan makroalg örneklerinin antibakteriyal aktivitelerin belirlenmesi 27
4.2. Çalışmada kullanılan makroalg örneklerinin antifungal aktivitelerin belirlenmesi 35

5. SONUÇ VE TARTIŞMA **37**

6. ÖNERİLER 42

KAYNAKLAR 43

ÖZGEÇMİŞ 50

ÇİZELGELER

Çizelge.1.1. Yeşil algler (Chlorophyta), kahverengi algler (Phaeophyta) ve kırmızı algler (Rhodophyta) (Garson, 1989)……..4
Çizelge.3.1. Çalışmada kullanılan makroalglerin toplandığı istasyon bilgileri ……...20
Çizelge 4.1. Toplama yeri, çözücü tipi, drog miktarı ve ekstraksiyon verimleri……25
Çizelge 4.2. Gentamisin ve DMSO'nun MİK Konsatrasyonları…….26
Çizelge 4.3. *Codium bursa* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları……..…….28
Çizelge. 4.4. *Codium fragile* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon……29
Çizelge 4.5. *Cystoseira montagnei* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları…….…….30
Çizelge 4.6. *Cystoseira foeniculacea* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları…….……..…..31
Çizelge 4.7. *Jania rubens* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları……..…….33
Çizelge 4.8. *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstrelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları…….….34

ŞEKİLLER

Şekil.1.1. Çalışmada kullanılan Chlorophyta örneklerine ait görseller (Sol: *Codium bursa*, Sağ: *Codium fragile*) ……..…6
Şekil.1.2. Çalışmada kullanılan Phaeophyta örneklerine ait görseller (Sol: *Cystoseira foeniculacea*, Sağ: *Cystoseira montagnei*) ……...…7
Şekil.1.3. Çalışmada kullanılan Rhodophyta örneklerine ait görseller (Sol: *Pterocladiella capillacea*, Sağ: *Jania rubens*) …….……9
Şekil.3.1. Kloroform ve metanol ekstrelerinin görünümü…….……..……22
Şekil.3.2. Rotary Evaporatör……...23
Şekil 3.3. 12 kanallı otomatik pipet ile sulandırma yapılması……24
Şekil.3.4. MiK çalışmasından bir görünüm…….……24
Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan bakteri kontrol plate görüntüsü…….....…….27
Şekil 4.2. Çalışmada Negatif kontrol olarak gerçekleştirilen DMSO plate görüntüsü…….27
Şekil 4.3. *Codium bursa* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları…….……...29
Şekil 4.4. *Codium fragile* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları……..…...30
Şekil 4.5. *Cystoseira montagnei* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları……..….32
Şekil 4.6. *Cystoseira foeniculacea* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları……...32
Şekil 4.7. *Jania rubens* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları…….....34
Şekil 4.8. *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal plate sonuçları…….……34
Şekil 4.9 *Codium fragile*'nın metanol ve kloroform ekstreleri (1,8) ile *Codium bursa*'nın kloroform ve metanol **(**2-7) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları, *Cystoseira foeniculacea*'nın kloroform ve metanol ektrakları (3,11) ile

Cystoseira montagnei'nın kloroform ve metanol ekstrelerinin **(**5,9) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları ve *Pterocladiella capillacea*'nın kloroform ve metanol ekstrelerinin (6,10) ile *Jania rubens*'nın metanol ve kloroform ekstrelerinin **(**4,12) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları……..……...35

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C: Santigrat derece

µl: Mikrolitre

G: Gram

Mg: Miligram

Ml: Mililitre

µg: Mikrogram

Kısaltmalar

ATCC: Amerikan Tip Kültür Koleksiyonu

DMSO: Dimetil Sülfoksit

Rpm: Rotation Per Minute

1. GİRİŞ

Doğadaki canlı türlerinin doğal savunma sistemlerinde önemli rol oynayan antimikrobiyal etkili bileşikler, çeşitleri bakımından oldukça fazladır. Denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri olan algler üzerine yapılan çalışmalar sonucunda hipokolestrolemik, enzim inhibisyonu ve diğer bazı farmakolojik etkilerinin yanısıra antimikrobiyal, antiviral, antikanser, antifungal, antibakteriyal, antiinflamatuar etkileri ortaya çıkarılmıştır. Buna göre bu doğal ürünler yalnızca ilaç hammaddesi olarak değil, sentetik moleküllerin yapımında yapısal birer model olarak da görev almaktadırlar. Algler, protista aleminde yer alan, ağırlıklı olarak sucul formları bulunan fotosentetik organizmalardır. Deniz algleri, deniz ortamında en büyük biyokütleye sahip olan üreticilerden biridir. Algler, çevrelerinde, potansiyel olarak kendilerini diğer organizmalara karşı korumaya yardımcı olacak çok çeşitli kimyasal olarak aktif metabolitler üretirler. Biyolojik bileşikler olarak da bilinen ve çeşitli deniz makro ve mikro algleri tarafından üretilen bu aktif metabolitler, biyo-kirlenmenin önlenmesinde etkili olan ve diğer olası kullanımlara antibakteriyal, antialgal ve antifungal özelliklere sahiptir. Biyolojik ve kimyasal varyasyonları nedeniyle algler, yoğunlukları mevsime, büyüme koşullarına, lokasyona ve çevresel değişikliklere bağlı olarak değişiklik gösterir (Stengel ve ark., 2011). Sucul algler, çok çeşitli pH, sıcaklık, bulanıklık, O_2 ve CO_2 konsantrasyon toleransıyla tatlı su kaynaklarından tuz göllerine kadar hemen hemen her yerde bulunabilirler. Tek hücreli türlerin çoğunun yaptığı gibi, kutupsal alanlarda buz altı dâhil olmak üzere tüm su kütlelerinin ışıklı bölgelerinde planktonik olarak yaşayabilmektedirler. Ayrıca, ışığın derinlik seviyesine bağlı olarak zayıflaması nedeniyle sığ alanlarla sınırlı olarak, bentik algler olabilir ve ayrıca tabana tutunabilir veya tortular içinde yaşayabilirler. Bentik algler taşların (epilitik), çamur veya kumun (epipelik), bitkilerin (epifitik) veya hayvanların (epizoik) üzerine bağlı olarak büyüyebilirler. Dünya çapında okyanusların iç kısımları ve kıyılarında yaklaşık 9000 makroalg türü tespit edilmiştir (Khan ve ark., 2009). Alglerin fotosentetik pigmentleri bitkilerinkine göre çok daha çeşitlidir, alg hücrelerinde diğer bitkiler ve hayvanlarda bulunmayan bazı özelliklere sahiptirler. Temel oksijen üreticileri ve hemen hemen tüm sucul yaşam için temel gıda üreticisi olarak ekolojik rollere sahip olmalarının yanısıra algler, insanlar için bir dizi farmasötik ve endüstriyel ürün (ham petrol) kaynağı olarak ekonomik açıdan önemlidirler. Algler düşük kalori oranları, vitaminler, mineraller ve diyet lifleri bakımından oldukça zengin olmalarından dolayı aranan bir önemli gıda kaynağıdırlar.

Modern çalışma ve araştırma yöntemleri, Phaeophyceae (kahverengi), Rhodophyceae (kırmızı), Chlorophyceae (yeşil) gibi alg sınıflarının sekonder metabolitlerinden antibakteriyel

bileşikler tanımlamıştır (Ördög ve ark., 2004; Cox ve ark., 2010). Bu bileşiklerde antibakteriyel aktiviteye sahip fonksiyonel gruplar arasında florotaninler, yağ asitleri, polisakaritler, peptitler, terpenler, poliaketilenler, steroller, indol alkaloidler, aromatik organik asitler, şikimik asit, hidrokinonlar, alkohidratlar, aldehitler, ketonlar, halojenler, alfajenler ve alkenler bulunabilmektedir (Blunt ve ark., 2015; Kim ve Chojnacka, 2015). Bu sekonder metabolitlerin bazılarının alglerde ekolojik işlevi henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Normal büyüme veya üreme için gerekli olmadıklarından, okyanusta maruz kaldıkları koşullara adaptasyonun oluşumlarını kontrol eden ana faktörler olduğu düşünülmektedir. Algler ozmotik strese, yüksek düzeyde UV ışığa, oksijene ve tuzluluğa maruz kalabilmektedir ve bu şartlar yaşamsal faaliyetlerini olumsuz etkilemesine neden olmaktadır (Amsler, 2008). Bu stresle mücadele etmek için algler tarafından ürettiği bu kimyasalların bazıları antibakteriyel potansiyele sahip olmasının yanısıra ayrıca birçoğu deniz suyunun seyreltici etkisinden ve içinde yaşadıkları sert ortamdan dolayı da yüksek biyolojik aktiviteye sahiptirler (Hughes ve Fenical, 2010).

1.1. Alglerin Morfolojik Özellikleri ve Üremeleri

Algler ait oldukları divizyoya göre hücrelerinde farklı tipte klorofil taşıyan basit yapılı organizmalardır. Alglerin tek hücreli ve çok hücreli serbest formlarının yanısıra bazı tek hücreliler koloni oluşturarak yaşarlar. Çok hücreli olanlar evrimsel açıdan daha ileri formlardır ancak bunlarda gerçek kök, gövde ve özelleşmiş dokular bulunmaz. Ototrofik olan bu canlıların, çoğunlukla sucul formları mevcut olmasının yanısıra birkaçı karasal ortamlarda da yaşabilirler. Büyüklükleri çok çeşitlidir, 60 m'den daha fazla devasa boyutlarda büyük algler mevcut olsa da, 1 µ kadar küçük tek bir hücreden ibaret üyeler de mevcuttur. Alglerin en yaygın üreme şekli vejetatif olarak eşeysiz üremenin yanısıra, eşeyli olarak da üç farklı tipinde üreyebilirler. Bazı türler tallusun büyümesine bağlı olarak ana yapının büyümesi sonucunda vejetatif üremeyi gerçekleştirirler (Santos ve ark., 2015).

1.2. Alglerin Antimikrobiyal Özellikleri

Algler, antikanser, antimikrobiyal, antifungal, antiviral, antienflamatuar ve daha birçok farmakolojik aktiviteleri olan çeşitli bileşikler üretir. Bulundukları yaşama ortamlarındaki değişimlere yanıt olarak sekonder metabolitleri üretirler. Bu bileşiklerin bazıları, diğer rekabetçi mikroorganizmaların gelişimini ve büyümesini engelleyen veya

sınırlayan antimikrobiyallerdir (Pérez ve ark., 2016b). Algler, ekosistemlerdeki ağır metal kirliliği, antibakteriyal etkileri ve diğer birçok (tıbbi, antimikrobiyal) etkileri nedeniyle büyük biyoaktivite özellik sergilemektedir. (Abo-State ve ark., 2015; Kausalya ve Rao, 2015). Daha önce gerçekleştirilmiş araştırmalarda, çeşitli makroalglerin, antibakteriyal veya/ve antifungal aktiviteler açısından önemini ortaya koymuştur (Karabay Yavasoglu ve ark., 2007; Hongayo ve ark., 2012; Zbakh ve ark., 2012; Oumaskour ve ark., 2013; Abo-State ve ark., 2015; Kausalya ve Rao, 2015). Bu önleyici etkileri, biyoaktif bileşiklerin ikincil metabolitler olarak varlığı ile ilişkilidir; fenol ve karotenoid bileşikleri (Hongayo ve ark., 2012) ya da saponinler, flavonoidler, tanenler ve kardiyak glikozitlerin varlığına bağlı olarak değişmektedir (Jeyaseelan ve ark., 2012).

1.3. Alglerin Sınıflandırılması

Algler, eski uygarlıklardan beri bilinen canlılardır. Alg terimi ilk kez 1753 yılında Linnaeus tarafından tanımlanmıştır. Bitkileri sınıflandıran ve algleri bitkiler aleminden farklı özelliklere sahip olduğunu belirten A. L. de Jussieu (1789) idi (Butler, 2007). Alglerin sınıflandırılması temel olarak şu özelliklere dayanır: pigmentler (veya renkler), fotosentetik ürünler, hücre duvarının bileşimi, kamçı sayısı, kamçı pozisyonu, hücre yapıları, büyüme modelleri, dallanma, tutucular, sporangia türleri, karpogoniyal dallar ve sistokarplar. Tatlı su algleri dünya çevresinde her yerde bulunur ve onlarca veya belki de yüz binlerce tür ile sayısız form ve boyutta bulunurlar (Guiry, 2013). Algler 8 ila 12 ana evrim soyunu temsil eder (Kim ve Chojnacka, 2015). Mevcut sınıflandırmalar, alglerin çoğunun kloroplast bulunduran canlılar ile protist olduğunu ileri sürmüşlerse de, fotosentetik prokaryotlar (siyanobakteriler) olarak da tanımlanmaktadırlar (Sheath ve Wehr, 2015). Alg taksonomisi ve sistematiğini ve evrimini anlamak için günümüzde artan moleküler düzeydeki çalışmalar doğrultusunda bu çeşitlilik hızla değişmekte ve genişlemektedir. Bu biyolojik çeşitliliği karakterize etme çabaları birçok tatlı su alg grubunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmuştur (Maddison ve ark., 2007; Sheath ve Wehr, 2015).

Alg toplulukları makroalgler olarak genel anlamda üç gruba ayrılabilirler, yeşil algler (Chlorophyta), kahverengi algler (Phaeophyta) ve kırmızı algler(Rhodophyta) (Garson, 1989).

Çizelge.1.1. Yeşil algler (Chlorophyta), kahverengi algler (Phaeophyta) ve kırmızı algler(Rhodophyta) (Garson, 1989).

Phylum	Pigment	Fotosentetik ürün	Hücre Duverı	Flagellum	Hücre Çekirdeği	Formu	Yayılım alanları
Yeşil Algler (Chlorophyta)	Klorofil a ve b, α, β-karoten, lutein	Nişasta	Selüloz	biflagellate; eşit uzunluklu yapı	Var	tek hücreli, koloniler veya çok hücreli	Yaygın olarak yayılış gösteren hem karada hem de denizde yaşayabilirlik
Kahverengi Algler (Phaeophyta)	Klorofil a ve c, fukoksantin, β-karoten, lutein	laminarin, mannitol	selüloz, alginat	biflagellate; uzunluk olarak eşit değil; lateral veya flagellum değil	Var	Çok hücreli	% 99.7 denizde yaşayan ve dünya çapında 2.000 tür.
Kırmızı algler (Rhodophyta)	klorofil a ve d , fıkoeritrin fitosiyanin α, β-karoten	Floridean nişastası	Selüloz, karregenan veya agaroz	Yok	Var	Tek veya çok hücreli	% 98 denizde yaşayan ve dünya çapında 6.000 tür.

1.4. Yeşil Algler (Chlorophyta) nin Genel Özellikleri

Yeşil algler, 9.000 ila 12.000 tür içeren Chlorophyta bölümünün üyeleridir. Fotosentetik pigmentler (klorofil a ve b, karoten ve ksantofil), yüksek bitkilerde bulunanlarla aynı oranlardadır. Hareketli veya hareketsiz olabilen tipik yeşil alg hücresi, merkezi bir vakuole, farklı türlerde şekli değişen plastidlerde bulunan pigmentlere ve iki katmanlı selüloz ve pektin hücre duvarına sahiptir. Besin maddeleri pirenoidlerde (plastidlerin içindeki proteinli çekirdekler) nişasta olarak depolanır. Boyut ve şekil bakımından değişken olan yeşil algler, tek hücreli (Chlamydomonas, desmidler), koloni (Hydrodictyon, Volvox), filamentli (Spirogyra, Cladophora) ve tübüler (Actebularia, Caulerpa) formlarını içerir. İki veya dört kamçıya sahip gametlerle eşeyli üreme yaygındır. Eşeysiz üreme, hücre bölünmesi (Protococcus), hareketli veya hareketsiz sporla (Ulothrix, Oedogonium) gerçekleşir. Çoğu yeşil alg, genellikle suya batmış kayalara tutunmuş ya da durgun sularda yüzeye yakın yerlerde bulunurlar. Serbest halde bulunan mikroskobik türler sudaki organizmalar için gıda ve oksijen kaynakları olarak hizmet ederler.

Chlorophyta, klorofil a ve klorofil b bulunduran bütün alg üyelerini içinde barındırır. Yapısı itibariyle farklılık gösteren bu grup, tallus açısından tek hücreli basit organizmaya sahip üyelerinin haricinde, parankimatik talluslu veya sifonlu gelişmiş türlere kadar çok sayıda farklı özellikte üye barındırır. Değişik yapı ve maddeleri bünyelerinde biriktirerek

farklı renklerin yanı sıra hücre çeper yapılarında selüloz içerirler. Kloroplastik yapıları gelişmiş yüksek yapılı bitkilere benzerdir. Ancak, şekil büyüklük ve işlevsel açıdan farklı özellikler barındırabilirler. Hücrelerinde genel olarak tek çekirdek yapılı olmalarına rağmen, bazı türlerde çok sayıda çekirdek mevcut olup kromatofor içerebilmektedirler. Yeşil alglerin kromatofor yapıları klorofil a ve b, karotin, ksantofil ve lutein gibi çeşitli pigmentleri bünyesinde barındırır. Birçok yeşil alg grubunda pirenoidler bulunur ve bunlar nişasta merkezi olarak isimlendirilir.

1.4.1. Çalışmada kullanılan Chlorophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması

Codium, Chlorophyta'nın içinde barındırdığı Bryopsidales takımına ait bir deniz algi cinsidir. Dünyada yaklaşık 50 tür olduğu belirtilmiştir (Guiry, 2010). Çalışmada iki farklı Codium türü kullanılmıştır.

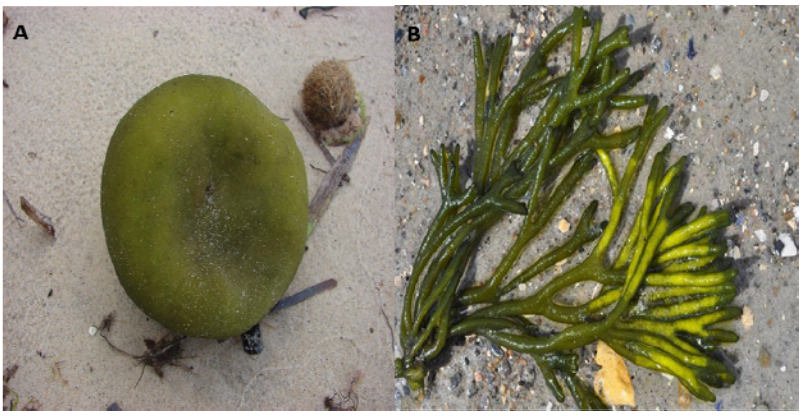
Codium fragile, 10 ila 40 cm arasında değişen koyu yeşil bir alg olup, dallanan silindirik bölümlerden oluşur. 1-2 m derinlikte, kayalardan sarkan boru şeklindeki parmakların bulanık yamaçlarında yetişir (Koz ve ark., 2009). *C. fragile* insanlar tarafından tüketilir ve su ürünleri endüstrisi tarafından omurgasızlar için yiyecek olarak kullanılır. Bazı ülkelerde geleneksel tıpta antikanser, antipiretik ajanlar olarak kullanıldığı bilinmektedir (Yin ve ark., 2005). Aynı zamanda antiviral (Kim ve ark., 1997) ve pıhtılaşma önleyici özelliklere sahiptir (Rogers ve ark., 1990). Ayrıca, Codium spp. 'de yüksek düzeyde çoklu doymamış yağ asidi (% 47,6) bulunur (Ustun ve ark., 2005). Codium cinsi şu anda kutup bölgeleri hariç dünya denizlerine yaygın olarak dağılmış yaklaşık 125 tür içerir ve çoğunlukla ılıman ve subtropikal bölgelerde bulunur (Silva ve ark., 2013).

Ordo: Bryopsidales

Familya: Codiaceae

Genus: Codium

Species: *Codium bursa* (Olivi) C.Agardh - *Codium fragile* (Suringar) Hariot



Şekil.1.1. Çalışmada kullanılan Chlorophyta örneklerine ait görseller (A: *Codium bursa*, B: *Codium fragile*).

1.5. Kahverengi Algler (Phaeophyta)'nin Genel Özellikleri

Kahverengi algler, küçük filamentli formlardan büyük, karmaşık alglere kadar geniş ve çeşitli bir altın-kahverengi alg sınıfıdır (Phaeophyceae). Eşit olmayan flagellalara sahiptir ve fotosentetik pigmentler olarak klorofil a, c_1 ve c_2, β-karoten, diatoksantin ve fukoksantin içerirler (Andersen, 2004; Wehr, 2015). Ksantofil pigment, fukoksantin'in tipik olarak diğer pigmentleri fanerofitlerde maskeler ve karakteristik kahverengi renk verir. Phaeofitler, diğer birçok heterokont grubundan (1) selüloz, alginik asit ve çeşitli polisakkaritlerden oluşan hücre duvarlarına sahip olma; (2) fizod olarak bilinen polifenolik polimerlerin hücresel kapanımları; (3) bir kuşak tabakası ile çevrelenmiş üç yığın halinde tilakoidli kloroplastlar ve (4) ana depolama ürünleri, bir β-l, 3-glukan olan laminarinden dolayı farklılık gösterir. Bazı türler ayrıca depolama rezervi olarak mannitol, sükroz, gliserol veya yağlar üretir. (Wehr, 2015). Filumun diğer üyelerinden farklı olarak, Phaeophyceae'nin tüm üyeleri çok hücrelidir. Çoğu türün izomorfik veya heteromorfik olabilen bir haploid ve diploid kuşakları değişkeni vardır. Birçoğu karmaşık dokular ve üreme yapıları olan makroskopik deniz algleridir, ancak daha basit filamentli formları da vardır. Phaeophyceae sınıfı için tanımlanan 285 cins ve tahmini 1836 türden oluştuğu ileri sürülmüştür (Guiry, 2013). Bazı tatlı su türleri farklı özellikteki sularda da kolonize olabilirler (Wehr, 2015).

1.5.1. Çalışmada kullanılan Phaeophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması

Cystoseira (Fucales, Heterokonta) kahverengi algleri, genellikle ılıman Kuzey Afrika ve Avrupa kıyılarında bulunmaktadır (Ballesteros ve ark., 2007; Thibaut ve ark., 2014). Üç boyutlu karmaşık bir yapıya sahip deniz ormanlarını oluştururlar ve diğer algler, omurgasızlar ve balıklar için yaşam alanı sağlarlar (Bermejo ve ark., 2016), ayrıca biyolojik çeşitlilik ve

ekosistem işleyişinin belirlenmesinde anahtar rol oynarlar (Bulleri ve ark., 2002). Halen, birçok Cystoseira taksonu iklim değişikliği ve çevre kirliliğinden olumsuz etkilenerek popülasyon oranında düşüşe uğramaktadır (Thibaut ve ark., 2015). Ayrıca, bu biyolojik çeşitlilik kaybının, Atlantik ve Akdeniz kıyı bölgelerinde antropojenik aktivitenin artmasına bağlı olarak, bu makroalglerin artan su bulanıklığı, ötrofikasyon ve kirliliğe karşı duyarlılığının (Airoldi ve Beck, 2007) neden olabileceği öne sürülmüştür. (Thibaut ve ark., 2015). İklim değişikliğinin bir sonucu olarak dağılımlardaki değişiklikler ve çeşitli türlerin bolluğu da bilinmektedir (Assis ve ark., 2017).

Ordo: Fucales
Familya: Sargassaceae
Genus: Cystoseira
Species: *Cystoseira montagnei* J.Agardh -*Cystoseira foeniculacea (Linnaeus) Greville*



Şekil:1.2. Çalışmada kullanılan Phaeophyta örneklerine ait görseller (A: *Cystoseira foeniculacea*, B: *Cystoseira montagnei*).

1.6. Kırmızı Algler (Rhodophyta)'nin Genel Özellikleri

Kırmızı algler Rhodophyta filumuna aittir [kelimenin tam anlamıyla "gül" anlamına gelen (rhodon) kelimesinden ve "bitki" anlamına gelen (phyton) kelimesinden türetilmiştir]. Yeşil pigmente, klorofil pigmentlerine (sıklıkla klorofil a) ek olarak, aksesuar pigmentlerin, fikoeritrobilin, fikosiyobilin, fikourobilin ve fikobillizomlarda fikobililliozun baskın olması nedeniyle kırmızımsı bir renge sahip olmaları ile karakterize edilir. Karbonhidrat rezervlerini florida nişastası olarak depolarlar. En ilkel ökaryotik alglerden biri olarak kabul edilirler. Rhodophyta grubu, 7.000'den fazla türü barındırmaktadır. Kırmızı alg türlerinin %90'ından

fazlası deniz habitatlarında, geri kalanı tatlı su ve sulak alanlarda bulunabilir. Kırmızı alglerin içinde bulunduğu bazı cinslere örnek olarak Rhodella, Compsopogon, Stylonema, Bangia, Porphyra, Hildenbrandia, Nemalion, Ahnfeltia, Gelidium vb verilebilir (Tabarsa ve ark., 2012).

'Kırmızı alg' olarak adlandırılsalar da tüm türlerin mutlaka kırmızı olması gerekmez. Pigmentasyonları, yaşadıkları yere bağlı olarak değişebilir. Daha derin sulardaki Rhodophytalar tipik olarak koyu kırmızı, neredeyse siyah renktedir, orta derinlikteki olanlar ise parlak kırmızıdır. Sığ bölgelerde, algler kırmızıdan daha çok yeşil görünebilir. Bazı türler ise pembe renkli olabilmektedirler. Renkleri, alg renginin içinde bulunan ve kırmızımsı rengini veren bir aksesuar pigment (klorofilin yanı sıra bir pigment), fikoeritrin'den (klorofil benzeri) gelir. Fikoeritrin diğer renkleri emer ve kırmızıyı yansıtır. Bazı türler tatlı su habitatlarında yaşasalar da öncelikle deniz ortamlarında yaşarlar. Tropikal ve kutup sularında yaşayabilmelerine rağmen, genellikle resiflerde bulunurlar.

1.6.1. Çalışmada kullanılan Rhodophyta türlerine ait alglerin özellikleri ve sınıflandırılması

Kırmızı algler, kahverengi ve yeşil alglerden ziyade sekonder metabolitlerin çeşitliliği bakımından daha zengindir. Diğer alglerle karşılaştırıldığında biyolojik olarak aktif metabolitlerin en önemli kaynağıdır. Deniz alglerinden izole edilen biyoaktif maddelerin çoğu, kimyasal olarak bromin, aromatikler, azot-heterosiklik, nitrosülfürik heterosiklik, steroller, dibutanoidler, proteinler, peptitler ve sülfatlanmış polisakaritler olarak sınıflandırılır. Rhodophyta'nın kimyasına Rhodomelaceae familyasından bileşikler hâkimdir. Kırmızı algler, laurenterol (1), halomon (2), callicladol (3) gibi halojenli bileşiklerin başlıca üreticileridir (Cabrita ve ark., 2010). Halojenlenmiş bileşikler, antibakteriyel, antifungal, anti-enflamasyon, sitotoksik ve böcek öldürücü aktivite gibi çeşitli biyolojik aktiviteler sergilerler. Ek olarak, kırmızı algler ayrıca bazı amino asit, şikimik asit, asetat ve nükleik asit türevleriyle birlikte terpenoid, polieter ve asetogenin de üretirler(Ayyad ve ark., 2011).

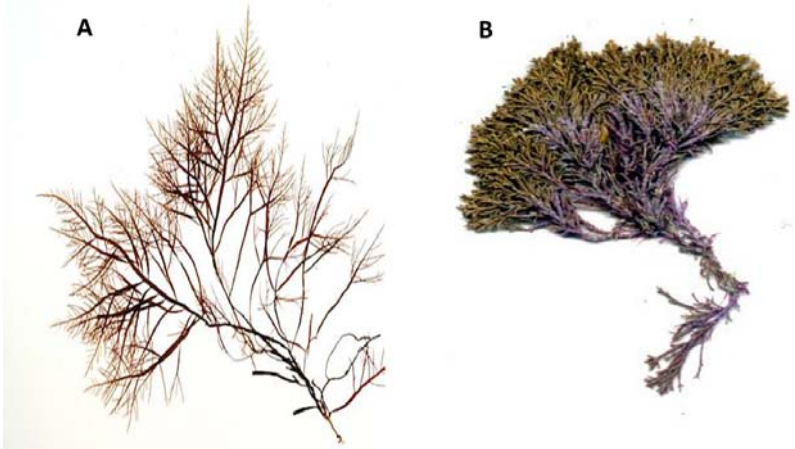
Ordo: Corallinales
Familya: Corallinaceae
Subfamily: Corallinoideae
Genus: Jania
Species: *Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux

Ordo: Gelidiales

Familya: Pterocladiaceae

Genus: Pterocladiella

Species: *Pterocladiella capillacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand



Şekil:1.3. Çalışmada kullanılan Rhodophyta örneklerine ait görseller (A: *Pterocladiella capillacea*, B: *Jania rubens*).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Antimikrobiyal çalışmalarının artmasındaki asıl sebebin bakterilerdeki antibiyotik direncinin günden güne artması olduğu düşünülmektedir (Desbois ve ark., 2009). Alg organizmaları, farmasötik endüstrisinde ilgili potansiyel biyoaktif bileşikler olabilen, yapısal olarak yeni ve biyolojik olarak aktif sekonder ve birincil metabolitlerin zengin kaynağıdır (Ely ve ark., 2004; Tüney ve ark., 2006). Makroalgler ve siyanobakteriler muazzam biyoçeşitlilik ve hızlı büyüme oranları nedeniyle antimikrobiyal araştırmalar için sayısız avantajlar sunmaktadır (Pulz ve Gross, 2004). Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı *in vitro* antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu gösterilen çeşitli alglerin hücre özütleri ve aktif bileşenleri üzerine çalışmalar yapılmıştır (Borowitzka ve Borowitzka, 1988; Ostensvik ve ark., 1998; Goud ve ark., 2007). Örnek olarak bunlar yeşil alg, diatom ve dinoflagellat ekstraktları (Ely ve ark., 2004) ve *Nostoc* sp.'dir (Kim ve Kim, 2008).

10 siyanobakteriden elde edilen ekstraktların, tüberkülozun etkeni olan ve çok fazla ilaca dirençli *Mycobacterium tuberculosis*'e karşı aktif olduğu kanıtlanmıştır (Rao ve ark., 2007).

Najdenski ve ark. (2013), *Scenedesmus obliqus*, *Chlorella* sp. ve *Nostoc* sp. *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*'a karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Najdenski ve ark., 2013).

Aynı şekilde Sanmukh ve ark. (2014) bir grup mikroalgin biyoaktif bileşiklerini araştırıp antimikrobiyal aktivitelerini *Chlorella* sp. ve *Staphylococcus* sp gözlemlemişlerdir (Sanmukh ve ark., 2014).

Beena ve Krishnika (2011) doğal bir havuzdan izole edilen *Scenedesmus* sp. farklı çözücülerle hazırlanan ekstrakları üç patojenik bakteriye karşı etkileri incelenmiş, sulu ve metanol özütlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Antimikrobiyal aktivite, hem alg türlerine hem de bunların ekstraksiyonu için kullanılan çözücülere bağlıdır (Prakash ve ark., 2011; Radhika ve ark., 2012).

Çeşitli antimikrobiyal potansiyele sahip olan alglerin bileşenleri arasında başlıca biyoaktif proteinler, polisakaritler, çoklu doymamış yağ asitleri, amino asitler ve antioksidanlar (polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler) bulunmaktadır (El Shoubaky ve Salem, 2014). Ancak, alglerin antimikrobiyal potansiyelinden doğrudan sorumlu olan bileşiklerin tanımlanması, özellikle son yıllarda bulunan yeni türdeki bileşikler nedeniyle, halen yeni bir araştırma alanı olarak görülmektedir (Amaro ve ark., 2011).

Makroalglerin antimikrobiyal etkinlikleri klorofil çeşitlerine, akrilik-asit, fenolik maddeler, terpenler, halojenli bileşenler ve sülfürlü birleşikler içeren heterosiklik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bileşenlerin yanında antimikrobiyal etkinin çeşitli aminoasitler, steroidler, florotanninler, halojenli ketonlar ve alkanlar, siklik polisülfitler ve yağ asitlerinden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunların yanında, hala cevaplanması gereken pek çok soru mevcuttur ve bundan dolayı literatürde sürekli olarak yeni araştırmaların olduğu görülmektedir (Espeche ve ark., 1984; Watson ve Cruz-Rivera, 2003; Seenivasan ve ark., 2010; Salem ve ark., 2011; Pérez ve ark., 2016a; Baker ve ark., 2017; Srikong ve ark., 2017; Veeramohan ve ark., 2017).

Antibakteriyel ve antifungal aktivitelerde önemli rol oynayan fenolik bileşikler, yeşil ve kırmızı deniz algleri ile karşılaştırıldığında, kahverengi deniz algleri içerisinde bol miktarda bulunur (Chkhikvishvili ve Ramazanov, 2000). Ancak, deniz alglerinin güçlü antimikrobiyal etkisi, ekstraksiyon yönteminin (Tüney ve ark., 2006), alg türlerinin (Vlachos ve ark., 1997) ve kullanılan çözücülerin (Cox ve ark., 2010) etkinliğine bağlı olarak değişmektedir. Çalışmalar ayrıca, kuru deniz alg örneklerinin taze deniz alg örneklerinden elde edilen özütlerle kıyasla daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Manivannan ve ark., 2011).

Algler farmakolojik ve biyolojik aktiviteleri olan çok çeşitli yapısal özelliklere sahip olan benzersiz sekonder metabolitler üretirler (Schwartsmann ve ark., 2001). Deniz ortamındaki alglerde, karasal olanlarından daha fazla doğal antimikrobiyal bileşik varlığı

kaydedilmiştir (Ireland, 1988). Bazı makroalgler belirli patojenik bakterilerin çoğalmasını etkileyen biyoaktif bileşenlere sahiptir (Kolanjinathan ve ark., 2009). Mikrobiyal enfeksiyon, insan popülasyonunda ve su ürünleri organizmalarında yüksek ölüm oranlarına neden olmaktadır. Antimikrobiyal ilaçların kullanımıyla bulaşıcı hastalıkların modern tedavisi, patojenlerde değişen direnç kalıpları ve ürettikleri yan etkiler nedeniyle belirli sınırlamalara sahiptir. Yaygın olarak kullanılan antibiyotiklere karşı patojenlerin direncinin gelişmesi, enfeksiyonlarla mücadele etmek ve hâlihazırda mevcut olan antimikrobiyal ajanların direnç ve yan etkileri ile ilgili problemlerin üstesinden gelmek için yeni antimikrobiyal araştırmalara öncü olmaktadır.

İlaç endüstrisi, doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklere önem vermektedir. Dolayısıyla, deniz alglerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla sistematik taramalar artmaktadır (Lahlou, 2013; Saranraj, 2014). Deniz makroalglerinden insan viral, mikrobiyal, mantar ve maya patojenlerine karşı çeşitli patojen inhibe edici bileşiklere referansla ilgili çok sayıda rapor vardır ve çeşitli deniz algleri özlerinin Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Lima-Filho ve ark., 2002). Kahverengi algler, çok çeşitli biyoaktif sekonder metabolitlere sahip, çoğunlukla denizde olmak üzere çok hücreli alglerden oluşan geniş bir gruptur. Deniz ortamlarında hem gıda hem de oluşturdukları habitatlar için önemli bir rol oynarlar. Kahverengi alglerden bileşiklerin çeşitli biyoaktiviteleri yaygın olarak bildirilmiştir (Blunt ve ark., 2015; Fang ve ark., 2015; Manilal ve ark., 2016).

Literatürdeki farklı çalışmalar, çeşitli yeşil makroalg türlerinden izole edilen biyoaktif sekonder metabolitlerin, anti-enflamatuar, antioksidan (Frikha ve ark., 2011), antimikrobiyal (Moubayed ve ark., 2017) veya antigenotoksik (Celikler ve ark., 2009) olarak kullanılma potansiyeli olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, *Codium* cinsine ait türler, tüm *Chlorophyceae*'ler arasındaki biyolojik aktiviteleri ve antimikribiyal aktivite yönünden araştırmaları en az olanlardır. *C. fragile*, yayılımcı doğası ve biyomedikal uygulamalarda kullanılma yönü nedeniyle dikkat çeken makroagler arasındadır. *Clerosterol*, insan melanom hücre büyümesinin inhibisyonu dahil olmak üzere bir çok biyoaktivite potansiyeline sahiptir (Kim ve ark., 2013). İzole edilen *clerosterol* ve *Codium arabicum*'dan elde edilen türevleri sitotoksik aktivite sergiledikleride bazı araştırmalar ortaya konmuştur (Sheu ve ark., 1995).

Frikha ve arkaaşları (2011) Codium *dichotomum*, *C. fragil*, *C. bursa* ve C. *tomentosum*'un patojenik bakterilere karşı (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 ve *Enterococcus faecalis* ATCC 29213) antibakteriyel aktivitelerni

değerlendirmişlerdir ve metanol ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*'a karşı önemli aktivite gösterdiğini, *C. bursa* da ise önemli bir aktive gözlenmediğini bildirmişlerdir. Antibakteriyel aktivite alg üreme durumu ve mevsimsellikten etkilenmiştir (Ibtissam ve ark., 2009). *C. bursa*'nın etanol ekstraktları *Escherichia coli* ve *Staphylococcus*'a karşı kullanılmış ve tüm alg ekstraktları incelenen bakterilere karşı önemli antibakteriyal aktivite göstermiştir (Frikha ve ark., 2011).

Güner ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada Ege bölgesindeki Urla sahilinden *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff ve Nizamuddin'in metanol, hekzan ve kloroform ekstrelerinin toksik özellikleri ile biyolojik etkinliklerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. *C. compressa*'nın ekstraktlarının bu çalışmada antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri test edilmiştir. Ekstraktların sitotoksik ve mutajenik potansiyelleri ayrıca hücre kültürü ve mutajenlik analizleri kullanılarak değerlendirmişlerdir. Tüm ekstraktların test edilen mikroorganizmalara karşı orta düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği ortaya konmuştur (Güner ve ark., 2015).

Badea ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada kahverengi alglerden olan *Cystoseira barbata*'dan izole edilen kuru biyokütlenin antibakteriyel aktivitesini aynı alglerden izole edilen sodyum ve magnezyum aljinatlarla karşılaştırılması sonucu elde edilecek verilerin aralarındaki farkları incelemiştir. Antimikrobiyal aktivite, aşağıdaki bakteri suşları ile aşılanmış kültür ortamına doğrudan 30 mg miktarında numuneler yerleştirilerek radyal difüzyon tekniği ile gözlemlenmiştir: *Staphylococcus coagulase* ve *Streptococcus* sp. grubu (Gram pozitif bakteri), *Klebsiella* sp. ve *Pseudomonas* sp. (Gram negatif bakteri), kullanılmıştır. Gram pozitif bakterilerin Gram negatif bakterilere göre artan duyarlılk gösterdiği belirtilmiştir (Badea ve ark., 2009).

Jun ve ark. (2015) MİK yöntemine göre yaptıkları çalışmada kullandıkları *Cystoseira hakodatensis,* Sargassaceae familyasına ait bir kahverengi algtir. Bu alglerden elde edilen ham metanol ekstraktı, *Bacillus cereus* ve *Bacillus licheniformis*'in çoğalması üzerinde inhibe edici etkiler olduğunu göstermiştir. Antimikrobiyal potansiyel ile ilgili olarak, diğer bakteri suşlarına kıyasla, *B. cereus* ve *B. licheniformis*'e karşı daha iyi inhibe edici etkiler göstermiştir. Bu sonuçlar, *C. hakodatensis*'in, antimikrobiyal ajan olabileceği fikrini doğrular niteliktedir (Jun ve ark., 2015).

Kosanić ve ark. (2015) bu araştırmada, *Cystoseira amentacea*, *Cystoseira barbata* ve *Cystoseira compressa*'nın aseton özütleri, antioksidan, antimikrobiyal ve sitotoksik potansiyelleri açısından test edilmiştir. Sonuç olarak üç *Cystoseira* türünün de benzer bir antimikrobiyal aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. En düşük MİK değeri (0.312 mg / mL*) C.*

*compressa'*dan *Bacillus subtilis*'e karşı elde edilen ekstraktta gözlenmiştir (Kosanić ve ark., 2015).

Salem ve ark. (2016) *Cystoseira schiffneri* ekstraktları ile yaptıkları çalışmada, antimikrobiyal aktivitelerini *Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis, Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* test mikroorganizmalrına karşı test etmişlerdir. Hem taze hem de kuru *Cystoseira schiffneri* için etil asetat özütleri, etkili bir antibakteriyal aktivite göstermiştir. Ayrıca taze *Cystoseira schiffneri*'den elde edilen etil asetat ve diklorometan ekstrelerinde, "flukonazol" pozitif kontrolünden daha yüksek antifungal aktivitesi olduğunu çalışmalarında bildirmişlerdir (Salem ve ark., 2016).

Karabay Yavaşoğlu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Kırmızı alg çeşidi olan *Jania rubens*'in metanol, diklorometan, heksan, kloroform ve uçucu yağ özlerinin, antimikrobiyal aktivitelerini beş Gram-pozitif, dört Gram-negatif bakteri ve *Candida albicans* ATCC 10239 in vitro koşullarda test etmişlerdir. Metanol ve kloroform özütlerinin (4 mg / disk), hekzan ve diklorometan özütlerinden ve *J. rubens*'in uçucu yağından daha güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Karabay Yavaşoğlu ve ark., 2007).

Ismail ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, *Jania rubens*'in antimikrobiyal potansiyellerini incelemişlerdir. Mevsimsel olarak farklı zamanlarda toplanan alglerin organik ham özütlerini toplamda 18 bakteri ve *Candida albicans*'a karşı test etmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak, özellikle *Streptococcus sp*.'ye ve *Staphylococcus aureus*'a karşı etkin bir antibakteriyel aktivite gözlemlemişlerdir (Ismail ve ark., 2018).

Salvador Soler ve ark. (2007) 82 deniz makroalgin (18 Chlorophyceae, 25 Phaeophyceae ve 39 Rhodophyceae) antibakteriyel ve antifungal aktivitesini inceledikleri araştırmalarında bu alglerin ham taze ve liyofilize örneklerinin biyoaktivitesini, agar difüzyon tekniğini kullanarak üç Gram-pozitif bakteriye, iki Gram-negatif bakteriye ve bir mayaya karşı analiz etmişlerdir. Analiz edilen makroalglerin %67'sinin 6 test mikroorganizmasından en az birine karşı aktif olduğu ileri sürülmüştür. Aktif taksonların en yüksek yüzdesi *Phaeophyceae*'de (%84), bunu *Rhodophyceae* (%67) ve *Chlorophyceae* (%44) izlemiştir. Ancak, kırmızı algler hem en yüksek değerlere hem de en geniş biyoaktivite özelliklerine sahiptir (Salvador Soler ve ark., 2007).

Capillo ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, *Gracilaria gracilis* alginin etanol, metanol, aseton, kloroform ve dietil-eter kullanılarak elde edilen 5 farklı ekstraktının, Gram-pozitif ve Gram-negatif patojenlere karşı antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. Alg ekstreleri, *B. subtilis* suşlarına karşı önemli bir inhibitör aktivite sergilerken, *V. fischeri*'ye

karşı hafif bir inhibisyon gösterdiği bildirilmiştir. Kullanılan ekstraktlar arasından, etanol ekstraktı en yüksek aktiviteye sahiptir (Capillo ve ark., 2018).

Dayuti (2018) yapmış olduğu çalışmada, bir kırmızı alg türü olan *Gracilaria verrucosa'*nın çeşitli çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktlarının antibakteriyel etkisini araştırmıştır. Bu çalışmanın sonucu ise, tüm ekstraktlar arasındaki en yüksek inhibisyon aktivitesinin metanol ekstraktında ve *Escherichia coli* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı olduğunu bildirmişlerdir (Dayuti., 2018).

Scheuer (1990) Chlorophyta, Rhodophyta ve Phaeophyta gruplarına ait alglerle yaptığı çalışmada, metanol ekstraktının n-hekzan ve etilasetat ekstraktlarından daha yüksek, kloroform ekstraktının ise metanol ve benzen ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmiştir (Scheuer., 1990).

Abourriche ve ark. (1999) disk difüzyon yötemiyle kahverengi bir alg olan *Cystoseira tamariscifolia* ile yaptıkları çalışmada çözücü olarak hekzan, etileter, diklorometan kullanmış ve *Agrobacterium tumefaciens, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa'*ya karşı antibakteriyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada, *Cystoseira tamariscifolia* kahverengi alginin antimikrobiyal, antifungal ve sitotoksik etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En iyi antimikrobiyal aktivite sonuçlarının, etileter ekstraktlarının *Agrobacterium tumefaciens* ve *Escherichia coli*'e karşı belirlendiğini ileri sürmüşlerdir (Abourriche ve ark., 1999).

Crasta ve ark. (1997) disk difüzyon yötemini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada, Hindistan'ın kuzeybatı bölgesinden toplanan 5 farklı deniz algi; *Caulerpa taxifolia, Chaetomorpha antennina, Cladophora fascicularis, Ulva lactuca ve Gracilaria corticata'*yı beş bakteri ve üç mantar türüne karşı antimikrobiyal aktiviteleri yönünden incelemişlerdir. *Caulerpa taxifolia, Chatemorpha antennina* ve *Garcilaria corticata*; *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans'*a karşı önemli derecede inhibe etki gösterdiğini fakat *Chaetomorpha antennina'nın* farklı mevsimlerde farklı antimikrobiyal aktiviteye neden olduğunu belirtmişlerdir (Crasta ve ark., 1997).

Yoldaş ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, bazı mavi-yeşil alglerin (*Cyanophyta-Cyanobacteria*) poli-β-hidroksibütirat (PHB) üretimi ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdır. PHB'nin biyoplastik polimeri olarak önemi bilinmekte olup, karbon ve enerji kaynağı olarak bu granüllerin *Cyanobacteria'*da birikimi hakkında sınırlı bilgi mevcuttur. Aynı zamanda mavi-yeşil alglerin antibiyotik, algisit, farmasötik olarak aktif ve bitkilerin büyümelerini düzenleyici maddeler sentezlediği bilinmektedir. Bu çalışmada *Synechocystis* sp.'in 6 farklı suşunun PHB üretim yeteneği ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir.

Suşların PHB üretimlerinin belirlenmesinde üç farklı besiyeri kullanılmıştır (BG11, Ashbey's ve Beggiatoa). Suşların PHB üretimleri spektrofotometrik yöntemle belirlenmiş ve PHB üretim miktarları hücre kuru ağırlığına göre BG11 besiortamında %13,6- %38,8, Ashbey's besiortamında %0,7-50.6 ve Beggiatoa besiyerinde %3,8- %77,5 olarak bulunmuştur. Suşların antimikrobiyal aktiviteleri 16 farklı test bakterisi üzerinde denenmiştir. Antimikrobiyal aktivite tespitinde agar diffüzyon metodu kullanılmıştır. Ancak agar difüzyon yöntemi ile elde ettikleri, zon çaplarının düşüklüğünden dolayı etkisiz sayılmaktadır. Diğer suşların test edilen bakterilere karşı antimikrobiyal etkisinin olmadığı saptanmıştır (Yoldaş ve ark., 2003).

Vairappan (2003) yaptığı çalışmada, Kırmızı alg türü *Laurencia majuscula*'nın antibakteriyal aktivitesini araştırmışlardır. Antibakteriyal aktivite disk-difüzyon metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elatol ekstraktlarının, test edilen yaygın antibiyotiklerle karşılaştırıldığında eşit veya daha fazla antibakteriyal aktivite gösterirken, iso-obtusol; *Klebsiella pneumonia* ve *Salmonella sp.*'ye karşı yaygın antibiyotiklere etki göstermiştir (Vairappan., 2003).

Avato ve ark. (2004), *H. perforatum* bitkisinin üst kısmının petrol eteri, kloroform, metanol ve etil asetat ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özelliklerini MİK yöntemiyle incelemişlerdir. En etkili ekstraktın etil asetatla elde edildiğini bildirmişlerdir. HPLC analizleri ile tayin edilen bu ekstraktların başlıca bileşenlerinin flavonoitler, hiperisin ve hiperforin olduğunu göstermişlerdir (Avato ve ark., 2004).

Ozdemir ve ark. (2004) *Spirulina platensis'*in metanol, etanol, kloroform, aseton hekzan ile elde edilen ekstraktlarının aktivitelerini disk difüzyon yöntemi ile *Streptococcus faecalis, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, S. epidermidis, Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter aerogenes, Escherichia coli, Salmonella typhimurium* ve *Proteus vulgaris'*a karşı belirlemişlerdir. *Spirulina platensis*'in metanol ekstraktı; *Streptococcus faecalis* ve *Staphylococcus epidermidis*'e, etanol, kloroform, aseton ve hekzan ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir (Ozdemir ve ark., 2004).

Herrero ve ark. (2005), *Spirulina platensis*'ten elde edilen ekstraktın verimi ve antioksidan aktivitesine, ekstraksiyonda kullanılan dört çözücünün (hekzan, petrol eter, etanol ve su) polaritesi, sıcaklık ve sürenin etkisini yanıt yüzey yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışmada hızlandırılmış solvent ekstraksiyon yöntemini kullanmış ve ekstraktlar için EC_{50} değerlerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre EC_{50} değerinin düşürülmesinin ekstraksiyonda kullanılan çözücünün polaritesine bağlı olduğunu, ekstraksiyon veriminin sıcaklıktan çok etkilendiğini ve sürenin etkisinin yok denecek kadar az olduğunu bildirmişlerdir (Herrero ve ark., 2005).

Tüney ve ark. (2006) alglerle yaptığı çalışmada kullanılan alg türlerinin aseton ve metanol ekstraktlarının etkileri arasında farklılıkları bulmak için agar difüzyon yöntemini kullanılmışlardır. Sonuç olarak, örneklerin kuru ve yaş ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri karşılaştırıldığında, tüm test mikroorganizmalarının yaş ekstraktlara karşı daha duyarlı olduğu gözlenmiştir (Tüney ve ark., 2006).

Çınar (2012) yapmış olduğu çalışmada 18 denizel makroalg türü [8 kahverengi alg (*Phaeophyceae*), 4 kırmızı alg (*Rhodophyta*) ve 6 yeşil alg (*Chlorophyta*)] özütleri antimikrobiyal, antitümoral, antiprotozoal ve asetilkolinesteraz aktivitelerini taramak için, literatürde kullanılan test yöntemleri ile (antimikrobiyal aktivite deneyinde kuyu difüzyon yöntemi, antitümoral, antiprotozoal ve asetilkolinesteraz aktivite deneyleri ise 96 kuyucuklu plaka çalışması ile) incelemiştir. Sonuçlara göre; anlamlı etki sergilemeyen türler yanında, önemli potansiyel etkili türler de olduğu saptanmıştır (Çınar., 2012).

Akgül (2012) yaptıkları çalışmada, kullandıkları *Phaeophyceae* sınıfına ait türlerin kloroform, etanol ve diklorometan özütlerinin, in-vitro koşullarda *Candida tropicalis, C. albicans, C. parapsilosis, C. pelliculosa, Kluyveromyces marxianus, Rhodotorula glutinis, Debaryomyces occidentalis, Pichia anomala, Cryptococcus neoformans ve Metschnikowia pulcherrima* mayalarına *ve Enterobacter cloaceae, Escherichia coli, Acinetobacter boumannii, Pseudomonas aeroginosa, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus hominis, Klebsiella oxytora, Proteus mirabilis, Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivitesi araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak, kloroformun alglerdeki antifungal etki gösteren maddelerin çözülmesinde, etanolün ise antibakteriyal etki gösteren maddelerin çözülmesinde daha fazla bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Akgül., 2012).

Varier ve ark. (2013) kırmızı alglerin (*Gelidiella acerosa, Gracilaria verrucosa ve Hypnea musciformis*) ham ekstraktlarını gram pozitif (*Salmonella paratyphi, Enterococcus aerogenes ve Staphylococcus epidermidis*) ve gram negatif (*Salmonella typhi ve Shigella flexneri*) bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Makroalglerin ekstraksiyonu için metanol, etanol, kloroform ve su çözgen olarak kullanılmıştır. *Gracilaria verrucosa*'nın kloroform ekstraktlarının *Salmonella paratyphi*'ye karşı en yüksek inhibisyon zonunu (21 mm) oluşturduğu rapor edilirken su ekstraktlarının hiçbirinin antibakteriyel aktivite göstermediği belirlenmiştir. Makroalglerin tümü, seçilen bu patojen bakterilere karşı potansiyel bir antibakteriyel ajan olarak kullanılabileceği bildirilmektedir (Varier ve ark., 2013).

Yılmaz Cankılıç ve Yılmaz Sarıözlü (2017) disk difüzyon yötemi kullanılarak gerçekleştirdikleri çalışmada, *Cyanobacteria* taksonuna ait *Rivularia bullata, Nostoc spongiaeforme* türlerinin farklı çözücüler ile elde edilen özütlerinin bazı test mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen iki farklı alge ait özütlerin tamamı kullanılan bütün bakteri kültürlerine karşı değişen değerlerde antibakteriyel aktivite göstermiştir (Yılmaz Cankılıç ve Yılmaz Sarıözlü., 2017).

Deniz makroalglerinin ticari olarak kullanıldığı antimikrobiyal özellikleri açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Böylece ilaç endüstrisinde yeni ilaçların üretiminde yeni bir seçenek sunmaktadır.

Saleh ve AL MARIRI (2017) yaptıkları çalışmada, *Halimeda* sp.'nin antimikrobiyal aktiviteleri açısından değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmada kullanılan algin metanol ekstraktı, Gram pozitif bakteriler (*B. subtilis*, *S. aureus* ve *B. cereus*), Gram negatif bakteriler (*P. aeruginosa, E. col*i), maya (*C. albicans*) ve küf (*A. niger*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Sonuç olarak, Halimeda sp.'nin *B. subtilis, S. aureus* ve *B. cereus*'un büyümesini inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir (Saleh ve AL MARIRI., 2017).

Tajbakhsh ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, Basra Körfezi'nden toplanan kahverengi alg *Cystoseira trinodis*'in antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Çalışma in vitro koşullarda gerçekleşmiştir. *C. trinodis* dietil-eter, etanol ve hekzan ekstraktları, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 14990), *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya (ATCC 27853) karşı incelemişlerdir. Ekstraktın minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK), her test suşu için farklı değerlendirilmiştir. *C. trinodis* özütünün, tüm test organizmalarına karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Ekstraktın MİK değerleri *S. aureus* için 1.031 mg / ml, *S. epidermidis* için 0.687 mg / ml, *E. coli* için 4.125 mg / ml ve *P. aeruginosa* için 6,6 mg / ml olarak bulunmuştur (Tajbakhsh ve ark., 2011).

Sunilson ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Cup Plate Metodu kullanarak, *Codium decorticatum*'un petrol eteri, kloroform ve metanol ekstraktları *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* ve Gram-negatif bakteriler, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa* gibi Gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel aktivitelerine bakılmıştır. Tüm ekstraktlar, *S. pneumoniae* ve *K. pneumoniae*'ye karşı iyi bir inhibisyon bölgesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ortaya çıkan bulgular, *C. decorticatum*'un antibakteriyel aktiviteye sahip yeni bileşiklerin üretilmesinde önemli bir araç olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Sunilson ve ark., 2009).

Hornsey ve Hide (1985) çalışmada test organizmaları olarak *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* kullanılmış ve 22 deniz alg türünün çeşitli yaşam döngüsü aşamaları antimikrobiyal aktivite açısından taramışlardır. İncelenen iki Chlorophyta türünün büyüme formları, antimikrobiyal aktivitede hiçbir değişiklik göstermemiş ve incelenen 10 Phaeophyta türünden sadece *formia esculenta*'nın antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Hornsey ve Hide., 1985).

Rajasulochana ve ark. (2009) Hindistanın, Tamilnadu sahillerinden elde edilen deniz alglerinden olan kappaphycus (kırmızı algler) ve padina'nın (kahverengi algler) farklı bakteri türlerine karşı disk difüzyon metodu kullanılarak antibakteriyel aktiviteleri açısından in vitro olarak test etmişlerdir. Bu çalışmada, *Pseudomonas flouresences*, *Staphylococcus aureus*'a karşı kappaphycus maksimum aktivite göstermişken, *Vibrio cholerae* ve *Proteus mirabilis* üzerinde daha az inhibisyon olduğu gözlenmiştir (Rajasulochana ve ark., 2009).

Korun ve ark. (2019) Bu çalışmada, gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynhus mykiss*) izole edilen *Liagora ceranoides* (Rhodophyta), *Halopteris scoparia* (Ocrophyta), *Padina pavonica* (Ocrophyta) ve *Sargassum vulgare* (Ocrophyta) ekstraktlarının Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak antibakteriyel aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Ayrıca, suşların çeşitli antibiyotiklere karşı duyarlılıklarınıda araştırmışlardır. Çalışmada *L. ceranoides*, *H. scoparia*, *P. pavonica* ve *S. vulgare* metanol ekstraktlarının *Y. ruckeri*'ye karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda araştırıcılar, alglerin antibakteriyel aktivitelere sahip olduklarını ileri sürselerde, her alg türünün antibakteriyel aktivite göstermediğini ileri sürmüşlerdir (Korun ve ark., 2019).

Yi ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada Chlorophyta, Phaeophyta ve Rhodophyta'a ait 23 deniz alg türünün üç farklı çözücüde (etanol, aseton ve metanol-toluen) araştırmasını yapmışlardır. Bunlar arasında etanol özütünün, test edilen bakteri ve mantarlara karşı en güçlü aktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca bu araştırmada, *Rhodophyta*'nın dört türünde (*Laurencia okamurai, Dasya scoparia, Grateloupia filicina veplocamium telfairiae*) geniş bir antibakteriyel aktivite spektrumunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucu olarak, alg özütlerinin, mantarlardan çok bakterilerilere karşı daha güçlü bir şekilde aktivite gösterdiği ve *Rhodophyta* türlerinin test edilen bakterilere ve mantarlara karşı en büyük aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Yi ve ark., 2001).

Chowdhury ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, on tatlı su ve deniz alglerinin organik çözücü ekstraktlarının (metanol, etanol ve kloroform) in vitro olarak taranması sonuçunda, iki gram pozitif, dört gram negatif bakteri ve bir mantara karşı disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, deniz alg türlerinin

tatlı su algleri türlerine göre daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Chowdhury ve ark., 2015).

Qiao (2010) yaptığı çalışmad A*cophyllumnodosum* ve *Laminariadigitata*'ya ait deniz alglerinin ekstraktlarını in vitro olarak antimikrobiyal etkisini bazı patojenlere (*Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa ve Candida albicans*) karşı test etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemiyle gerçekleşen çalışmada, *A. nodosum* ve *L. digitata*'nın organik çözücü ekstraktları, tüm test mikroorganizmalarına karşı su veya enzim ekstraktlarından daha yüksek antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, antimikrobiyal bileşiklerin kaynağı olarak alg özütlerinin potansiyel kullanımının olasılığına vurgu yapılmıştır (Qiao., 2010).

Freile-Pelegrin ve Morales (2004) yaptıkları çalışmada, Meksika'nın, Yucatan sahilinden 21 deniz alg türünden (10 Chlorophyta, 2 Phaeophyta ve 9 Rhodophyta) etanol özütlerinin, patojenik mikroorganizmalara (4 Gram-pozitif, 5 Gram-negatif ve bir mantar) karşı antimikrobiyal aktivite açısından değerlendirmişlerdir. Antibakteriyel aktiviteye sahip tüm türler Gram pozitif bakterilere (*Bacillus subtilis, Streptococcus faecalis* ve *Micrococcus luteus*) karşı aktifti ve ve alg türlerinin çoğu *B. subtilis*'e karşı aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir Sonuç olarak, genellikle *Caulerpa stolonun'*un en yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Freile-Pelegrin ve Morales., 2004).

Seenivasan ve ark. (2010) Chennai (Tamil Nadu sahili) yakınlarındaki Ennore plajından 3 deniz alg türünün Aseton, Metanol ve Etanol özütlerinin Disk difüzyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitesini belirlemişlerdir. Çalışmada, mikroorganizmalar olarak, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* gibi Gram negatif bakteriler ve *Staphylococcus aureus* gibi Gram pozitif bakteriler kullanılmıştır. Üç deniz alg türündede antimikrobiyal aktivite varlığına rastlayan araştırıcılar, en önemli aktiviteyi *Ulva fasciata'*a türünde ve *E coli*'ye tespit etmişlerdir (Seenivasan ve ark., 2010).

Al-Haj ve ark. (2009) bir kırmızı alg türü olan *Euchema* ekstraktının *S. aureus* ve *S. pyogenes*'e karşı MİK ve MBC değerlerini tespit etmek için yaptıkları çalışmaları sonucunda araştırıcılar, alg ekstraktlarının antibakteriyel bileşiklerin kaynağı olarak potansiyel kullanımını ileri sürmüşlerdir (Al-Haj ve ark., 2009).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Alglerin toplanması ve hazırlanması

Çanakkale, Antalya, Muğla kıyılarında yayılış gösteren Chlorophyta, Rhodophyta ve Phaeophyta divizyolarına ait bazı makroalg türlerinden örnekler toplanmıştır. Bu algler deniz ortamından toplanırken öncelikle yabancı maddeleri uzaklaştırmak için bulundukları ortam suları ile yıkanmış ve steril polietilen torbalar içerisinde laboratuvar ortamına getirilmiştir. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümü Hidrobiyoloji laboratuvarında, numuneler üzerindeki epifitik canlılardan ve nekrotik parçalardan uzaklaştırmak için steril su ile tekrardan yıkanmıştır. Suyu süzülen makroalgler karanlıkta kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan alg örnekleri, vakumlu poşetler içeresinde hava almayacak bir şekilde analiz zamanına kadar uygun şartlarda muhafaza edilmiştir.

Çizelge.3.1. Çalışmada kullanılan makroalglerin toplandığı istasyon bilgileri.

Tür İsmi	Şehir	Bölge	Koordinant	Derinlik
Codium bursa	Muğla	Sarı Memet / Marmaris	36°47'21.46"K 28°15'18.69"D	5-25m
Codium fragile	Çanakkale	Yapıldakaltı	40°14'27.03"K 26°32'29.74"D	0,5 m
Cystoseira montagnei	Antalya	Boğazak / Serik	36°49'59.84"K 31° 7'28.67"D	1-2m
Cystoseira foeniculacea	Antalya	Boğazak / Serik	36°49'59.84"K 31° 7'28.67"D	1-2m
Jania rubens	Antalya	Alacasu	36°32'7.28"K 30°33'28.94"D	0,2m
Pterocladiella capillacea	Antalya	Finike / Gökliman	36°16'41.17"K 30° 8'28.51"D	1-3m

3.2. Bakteri suşları

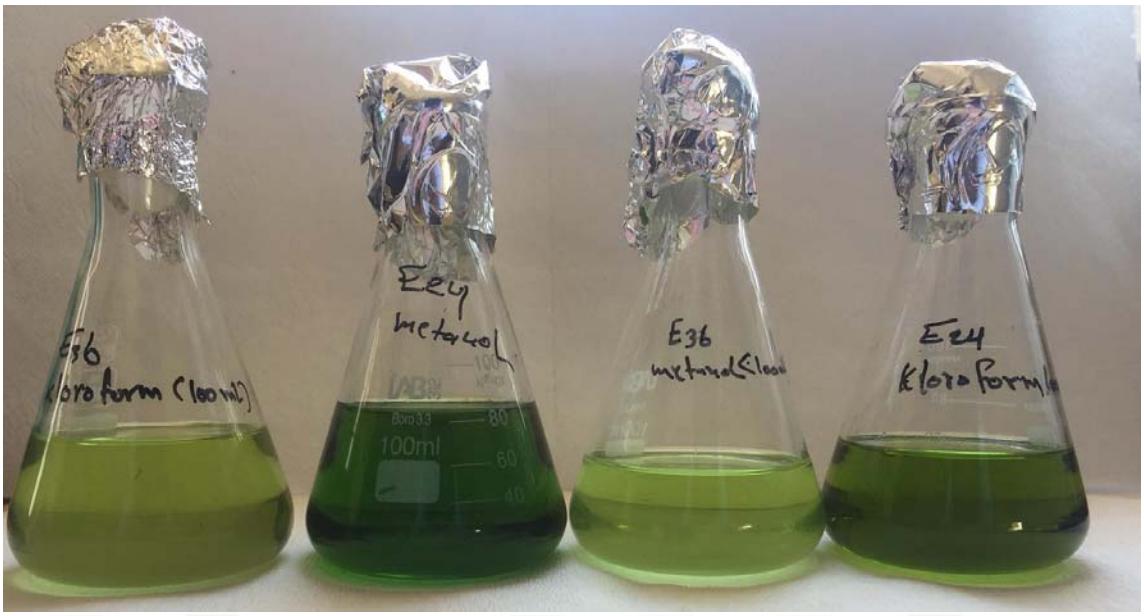
Çalışma kapsamında Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı Kültür Koleksiyonundan temin ettiğimiz stok kültürlerden Gram pozitif ve Gram negatif bakterileri ve fungus kapsayan standart bakteri ve fungus suşları kullanılmıştır (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Salmonella enteretidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Bacillus cereus* ATCC 11778) ve *Candida albicans*. Alg metabolitlerinin antimikrobiyal duyarlılıkları öncelikle Broth Mikrodilüsyon Yöntemi ile değerlendirilmiş; etkili bulunan mikroorganizmalarla çalışmaya devam edilmiştir. Bakteri ve fungus hücreleri, Nutrient Broth besiyerinde 37 C 0 ‘de 24 saat inkübe edilmiştir.

3.3. Besiyeri

Çalışmada kullandığımız suşların devamlılığını sağlamak için Brain Heart İnfüzyon Broth ve alg ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin saptanması amacıyla Mueller-Hinton broth kullanılmıştır. Ayrıca test mikroorganizmalarının gecelik taze kültürlerini hazırlamak amacı ile de Brain Heart İnfüzyon Broth kullanılmıştır. Brain Heart Infüzyon Broth (BHIB) 37 g/lt olacak şekilde distile su içerisinde homojen biçimde çözüldükten sonra, vidalı kapaklı tüplere 10'ar ml olacak şekilde dağıtılmış ve otoklavda 121 °C’de 15 dk süreyle steril edilmiştir. Mueller Hinton Broth (21 g/lt) distile suda çözüldükten sonra, otoklavda 121 °C’de 15 dakika süresince steril edilmiştir.

3.4. Çözücüler

Alglerin antimikrobiyal etkilerinin tespiti için ekstraksiyonda çözücü olarak metanol ve kloroform kullanılmıştır. Yaptığımız çalışmada elde edilen alg ekstraklarının bazıları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil.3.1. Kloroform ve metanol kullanılarak elde edilen alg ekstraktlarının görünümü

3.5. Alg ekstraktlarının hazırlanması

- Makroalg örnekleri uygun koşullarda kurutulduktan sonra homojenizatör (ISOLAB) yardımıyla toz haline getirilmiştir.
- Çalışmada kullanılacak her bir örnekten hassas terazilerde 10'ar gramlık tartımlar yapılarak 100 ml'lık erlenler içerisine aktarılmış ve daha sonra çalışmada kulanılan solventten 100 ml eklenerek hazırlanan toplam 12 adet alg ekstraktı ağızları alimünyum folyo ile kapatıldıktan sonra karıştırıcıda 93 Rpm'de 24 saat karıştırma işlemine tabi tutulmuştur.
- Süre sonunda ekstraktlar Whatman No:1 filtre kâğıdından geçirilmiştir.
- Ekstraktlar balon jojelerin içerisine aktarılarak 40°C'de Rotary Evaporatörde 20-25 dakika süreyle çözücü 1-2 ml kalıncaya kadar uçurma işlemi gerçekleştirilmiştir. (Şekil 3.2)
- Elde edilen ekstraktlar kendi çözücüsü yardımıyla balon jojelerde çözdürülümüştür.
- Flakon darası alınmıştır.
- Elde edilen ekstraktlar flakonlara aktarıldıktan sonra kuruyana kadar benmari üzerinde bekletilmiştir.
- Ekstraktlar flakonlara aktarıldıktan sonra hassas terazilerde tartılmıştır(flakon total).
- Kuruyan ekstraktlar parafilm kapatılarak analizlerin yapılacağı zamana kadar +4 °C muhafaza edilmiştir.



Şekil.3.2. Rotary Evaporatör

3.6. Bakteri kültürlerinin hazırlanması

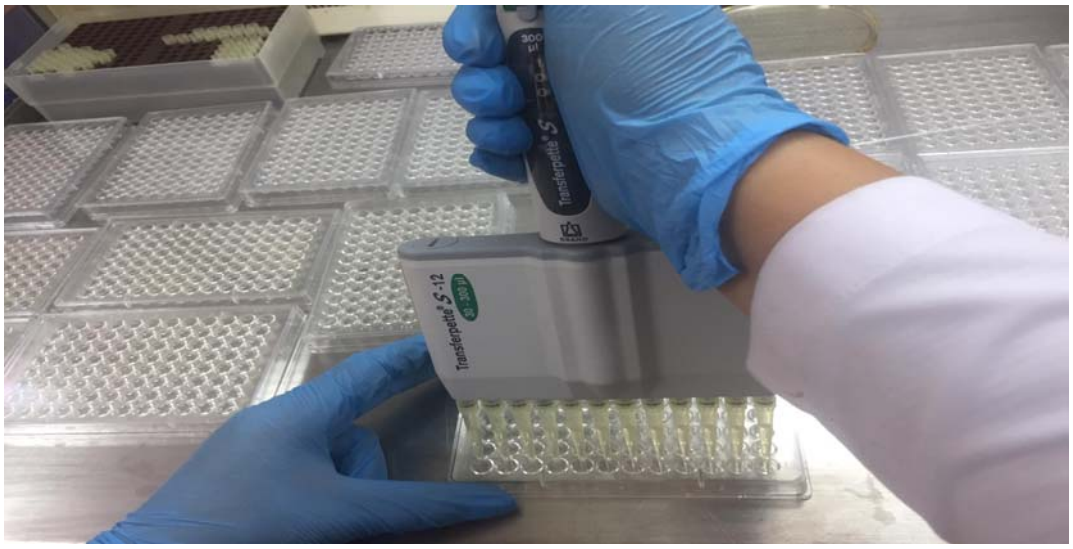
Brain Hearth İnfüzyon Agar besiyerinde 37 °C'de 1 gece inkübe edilen bakteri suşlarından tek koloni alınarak 5 ml Brain Hearth İnfüzyon Broth'a aşılanmış ve 37 °C'de 18-24 saat inkübe edilen kültürler antimikrobiyal etkinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.7. Antibakteriyel ve Antifungal Duyarlılık Testleri

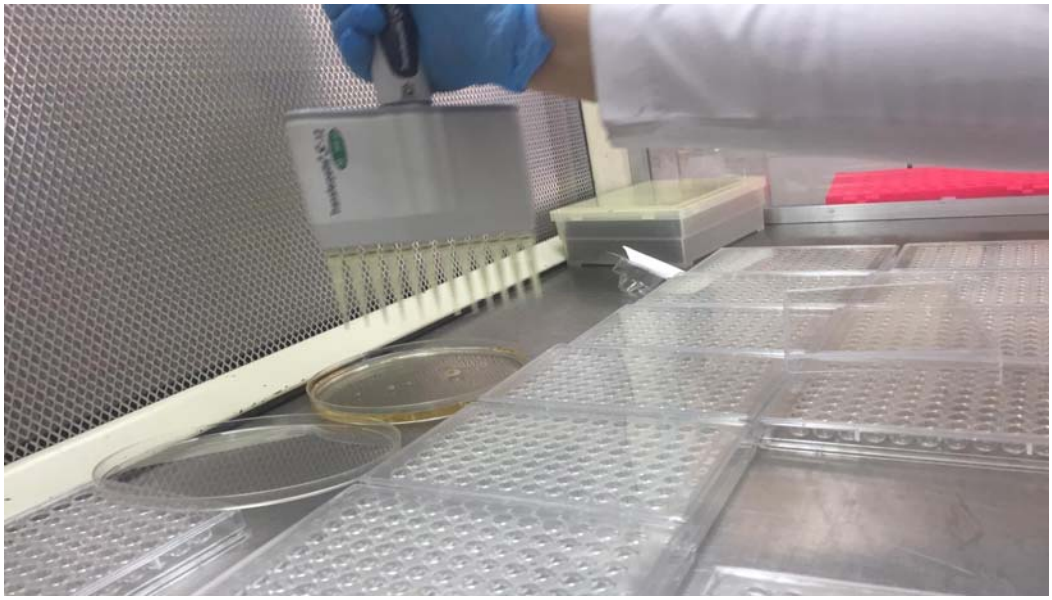
3.7.1. Broth Mikrodilüsyon Yöntemi

Antimikrobiyal testler için, 96 kuyucuklu U steril mikrotitrasyon pleyti kullanılmıştır. Hazırlanan Mueller-Hinton Broth (MHB) besiyerinden pleytlerin her bir kuyucuğuna 100'er mikrolitre dağıtıldıktan sonra, DMSO (1:1) ile belirli bir konsantrasyonda sulandırılan alg ekstraktlarından pleytlerin ilk kuyucuklarına 100'er mikrolitre konulmuştur. Çok kanallı pipet ile ilk kuyucuklardan 100'er mikrolitrelik hacimler alınarak bir sonraki kuyucuklara taşımak suretiyle alg ekstraktlarının sulandırımları hazırlanmıştır. Pleytin son kuyucuğuna besiyeri kontrol amacıyla herhangi bir ekstrakt veya kültür konulmamıştır. McFarland 0.5 bulanıklığındaki bakteri süspansiyonundan steril serum fizyolojik ile sulandırım yapılarak gerekli bakteri süspansiyonu hazırlanmış ve bu süspansiyonlardan her kuyucuğa 100'er

mikrolitre aktarılarak ekstraktların farklı konsantrasyonlar arası sulandırımları elde edilmiştir. Daha sonra negatif ve pozitif kontrol plakları da hazırlanmıştır. Bu işlemlerden sonra pleytlerin kapakları kapatılarak 37 °C'de 18 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon süresi sonunda renklenme için kuyucuklara 20 mikrolitre aköz(sulu) 2, 3, 5- trifeniltetrazolyum klorid (%0.5) eklenerek 37ºC'de 30 dakika daha inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda pleytlerdeki üreme kontrol edilerek gözle görülebilen bir üremenin olmadığı (renklenmeyen alanlar) dolayısıyla üremenin inhibe olduğu en düşük konsantrasyonu MİK olarak değerlendirmeye alınmıştır. (Sette ve ark., 2006; Morales ve ark., 2008). (Şekil.3.2-3.3)



Şekil 3.3. 12 kanallı otomatik pipet ile sulandırma yapılması.



Şekil.3.4. MİK çalışmasından bir görünüm.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Çalışmada 6 farklı alg çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan alglerden maserasyon yöntemine göre ekstraktlar elde edilmiş, çözücü olarak metanol ve kloroform kullanılmıştır. Çalışmada kulanılan alglerin toplandığı lokasyonlar, kullanılan çözücüler, drog miktarları ve elde edilen ekstrakt miktarları ve yüzde değerleri çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toplama yeri, çözücü tipi, drog miktarı ve ekstraksiyon verimleri.

NO	Örnek Adı	Toplanma yeri	Çözücü	Drog miktarı (gr)	flakon dara	flakon total	Ekstre miktarı	Verim %
1	*Jane rubens*	Antalya	**METANOL**	10	68,4972	68,5854	0,0882	0,88
		Antalya	**KLOROFORM**	10	68,5326	68,5687	0,0361	0,36
2	*Pterocladiella capillacea*	Antalya	**METANOL**	10	68,4822	68,5779	0,0957	0,95
		Antalya	**KLOROFORM**	10	68,5179	68,5657	0,0478	0,47
3	*Cystoseira foeniculacea*	Antalya	**METANOL**	10	68,6281	68,7242	0,0961	0,96
		Antalya	**KLOROFORM**	10	68,6172	68,6693	0,0521	0,52
4	*Cystoseira montagnei*	Antalya	**METANOL**	10	68,4949	68,5865	0,0916	0,91
		Antalya	**KLOROFORM**	10	67,7745	67,8527	0,0782	0,78
5	*Codium bursa*	Muğla	**METANOL**	10	67,8112	68,1176	0,3064	3,06
		Muğla	**KLOROFORM**	10	67,807	67,8672	0,0602	0,60
6	*Codium fragile*	Çankkale	**METANOL**	10	68,5073	68,6337	0,1264	1,26
		çanakkale	**KLOROFORM**	10	68,6665	68,7235	0,057	0,57

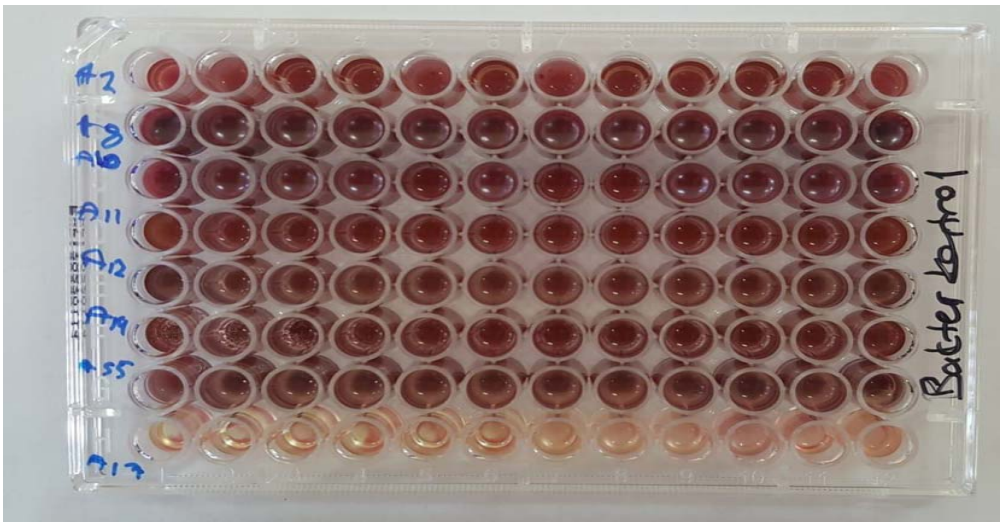
Bu çalışmada farklı pleytlerde negatif kontrol olarak (DMSO) (Şekil.4.1), kontrol antibiyotiği gentamisin ise pozitif kontrol olarak kullanılmıştır (Şekil4.2.) Gentamisinin 0.1 mg/ml konsantrasyonundaki çözeltisinden, ekstrakt ilavesinde olduğu gibi ilk kuyucuklara

100 µl ilave edilerek, 1-12. kuyucuklar arasında 0.025 mg/ml-0.02 µg/ml konsantrasyonlarda sulandırmalarla elde edilmiştir. Bu işlemlerden sonra pleytlerin kapakları kapatılarak 37 °C'de 18 saat boyunca inkübasyona bırakılmış, inkübasyon süresi sonunda renklenme olan kuyucukları belirtmek için kuyucuklara 20 µl aköz (sulu) 2,3,5-trifeniltetrazolyum klorid (TTC) (%0.5) eklenerek 37 °C'de 30 dakika daha inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda pleytlerdeki üreme kontrol edilerek gözle görülebilen bir üremenin olmadığı (renklenmeyen alanlar), dolayısıyla üremenin inhibe olduğu en düşük ekstrakt konsantrasyonu MİK olarak değerlendirilmiştir (Sette ve ark., 2006; Morales ve ark., 2008).

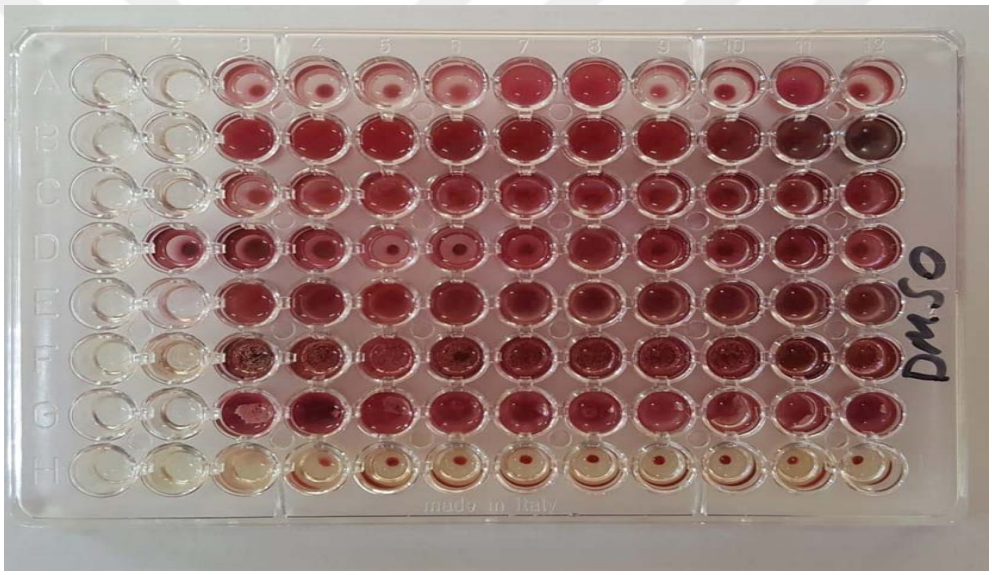
Çizelge 4.2. Gentamisin ve DMSO'nun MİK değerleri.

Test Mikroorganizmaları	Gentamisin (0.1 mg/ml)	DMSO (%100)
A2	<0.02 mg/ml	%12,5
A8	<0.02 mg/ml	%12,5
A10	0.78 mg/ml	%12,5
A11	<0.02 mg/ml	%25
A12	0.04 mg/ml	%12,5
A14	<0.02 mg/ml	%12,5
A55	<0.02 mg/ml	%12,5
A17	<0.02 mg/ml	%12,5

A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*



Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan bakteri kontrol pleyt görüntüsü.



Şekil 4.2. Çalışmada Negatif kontrol olarak gerçekleştirilen DMSO pleyt görüntüsü.

4.1. Çalışmada kullanılan makroalg örneklerinin antibakteriyal aktivitelerin belirlenmesi

Codium bursa ve *Codium fragile* örneklerinden elde edilen kloroform ve metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerini değerlendirmek için Minimal İnhibisyon Konsantrasyon Testi (MİK) uygulanmış ve sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

Yaptığımız çalışmalar sonucunda, *Codium bursa* kloroform ekstraktı test edilen suşlara karşı 3,12mg/ml-0.19mg/ml konsantrasyonlarda aktivite göstermiştir. En etkili olduğu suş ise *Sarcina lutea* ATCC 9341 (0,19mg/ml) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3). Metanol ekstraktında ise test edilen suşlara karşı 0,78 mg/ml- 0.006 mg/ml konsantrasyonlarda aktivite

değerleri görülmüştür. Metanol ekstraktının kloroform ekstraktına göre antibakteriyel aktivitesinin daha yüksek olduğu görülmektedir. En etkili olduğu suş ise <0.006 mg/ml dozunda *Sarcina lutea* olduğu ve buna ek olarak *Pseudomonas aeruginosa*'yada oldukça etkili olduğu çizelge 4.3'de görülmektedir.

Çizelge 4.3. *Codium bursa* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	*Codium bursa* metanol	*Codium bursa* kloroform
A2	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	-------
A8	0.01 mg/ml(10.kuyucuk)	-------
A10	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	-------
A11	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	3.12 mg/ml(2.kuyucuk)
A12	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	-------
A14	<0.006 mg/ml(11'den küçük)	0.19 mg/ml(6.kuyucuk)
A55	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)
A17	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	------

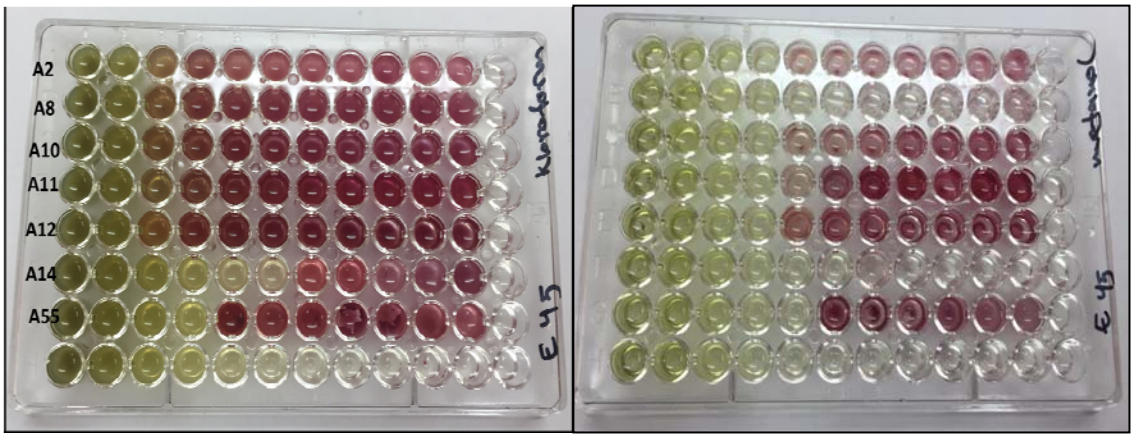
A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*

Codium fragile'nın kloroform ekstraktları yapılan çalışmalar sonucunda, test edilen suşlara karşı 3,12 mg/ml-0.09 mg/ml konsantrasyonlarda değişen aktiviteler göstermiştir. Etkinlik bakımından bakıldığında, en etkili olduğu suş *Sarcina lutea* ATCC 9341 (0.09 mg/ml) olarak tespit edilmiştir. Metanol ekstraktlarında, *Codium fragile*'nın test suşlarına karşı etkinliği farklılık göstermiştir. Analizler sonucunda, 1.56 mg/ml ile 0.02 mg/ml arasında değişen konsantrasyon farkları gözlenmiştir. Önemli bir fırsatçı patojen olan *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı oldukça aktif olduğu ve 0.02mg/ml MİK değeri elde edilmiştir. *Codium fragile* önemli farklılıklar göstermiş ve metanol ekstraktının daha aktif ve etkin olduğu tespit edilmiştir.

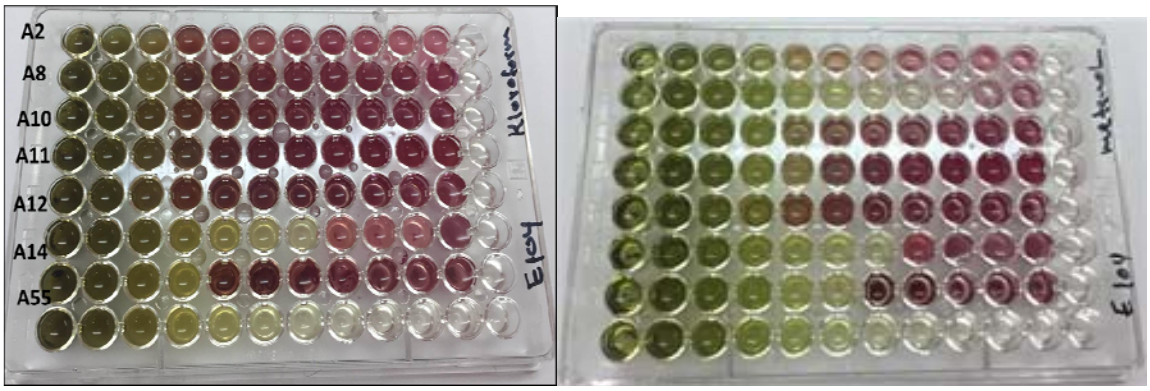
Çizelge. 4.4. *Codium fragile* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	*Codium fragile* metanol	*Codium fragile* Kloroform
A2.	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	----------
A8	0.02 mg/ml(9.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A10	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	----------
A11	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	3.12 mg/ml(2.kuyucuk)
A12	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	----------
A14	0.09 mg/ml(7.kuyucuk)	0.09 mg/ml(7.kuyucuk)
A55	0.39 mg/ml(5.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A17	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)

A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*



Şekil 4.3. *Codium bursa* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstraktının antibakteriyal pleyt sonuçları.



Şekil 4.4. *Codium fragile* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstraktının antibakteriyal pleyt sonuçları.

C.montagnei ve *C. foeniculacea* örneklerinden elde edilen kloroform ve metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerini değerlendirmek için Minimal İnhibisyon Konsantrasyon Testi (MİK) uygulanmış ve sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

C.montagnei'nin kloroform ekstraktlarına baktığımızda, 1,56 mg/ml ile 0,09 mg/ml arasında değişen konsantrasyon miktarları tespit edilmiştir. *C. montagnei'*nin en etkin olduğu suş *Sarcina lutea* (0,09mg/ml) olarak görülmektedir. *C. montagnei*, ikinci sırada en etkili olduğu suş 0,19 mg/ml MİK değeri ile *Bacillus cereus* olmuştur. Metanol kullanılarak elde edilen ekstraktlarda, 1,56 mg/ml ila 0,09 mg/ml arasında konsantrasyon tespit edilmiştir. *C. montagnei'*nin kloroform özütüyle aynı şekilde metanol ekstraktlarında da diğer bakteri suşlarına kıyasla *Sarcina lutea* karşı (0,09 mg/ml) antibakteriyel etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. *Cystoseira montagnei* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	***Cystoseria montagnei* metanol**	***Cystoseria montagnei* kloroform**
A2	-------	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A8	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)
A10	--------	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A11	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)
A12	-------	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A14	0.09 mg/ml(7.kuyucuk)	0.09 mg/ml (7.kuyucuk)
A55	0.19 mg/ml(6.kuyucuk)	0.19 mg/ml(6.kuyucuk)
A17	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)

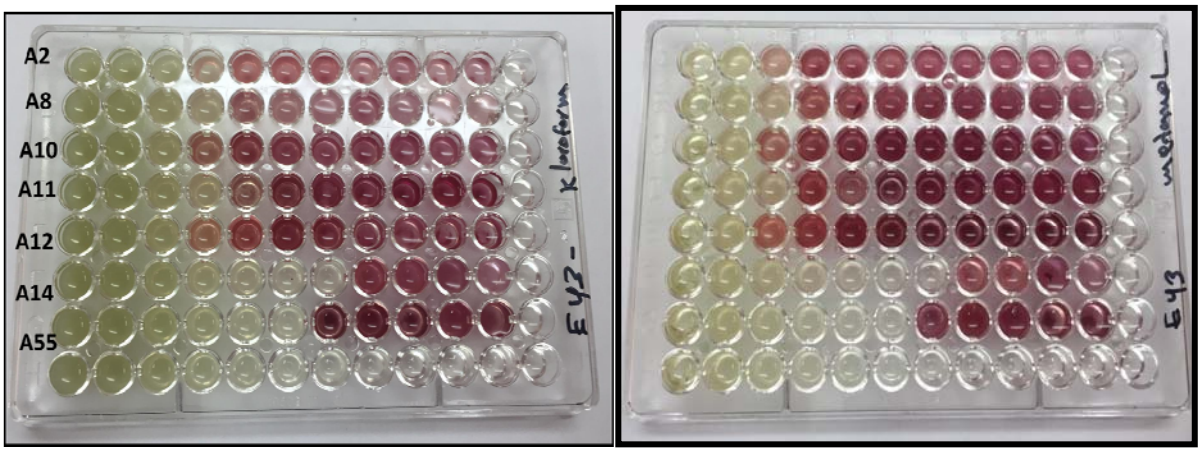
A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*

C. foeniculacea'nın kloroform ekstraktları 1,56 mg/ml ila 0,39 mg/ml arasında değişen konsantrasyonlarda aktivite göstermiştir. En etkili olduğu suş ise *Salmonella enteretidis* olarak görülmüştür. *C. foeniculacea*'nın metanol ekstraktında ise durum, 0,78 mg/ml ila <0.006 mg/ml'dan küçük değerler elde edilmiştir. Oldukça etkili olduğu gözüken *C. foeniculacea*'nın metanol ekstraktlarının en fazla etki ettiği bakteriler ise *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*'dır (<0.006mg/ml). *C. foeniculacea*'nın metanol ekstraktlarının kloroform ekstraktlarına göre antibakteriyel aktivite açısından oldukça etkin olduğu açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.5 ve 4.6).

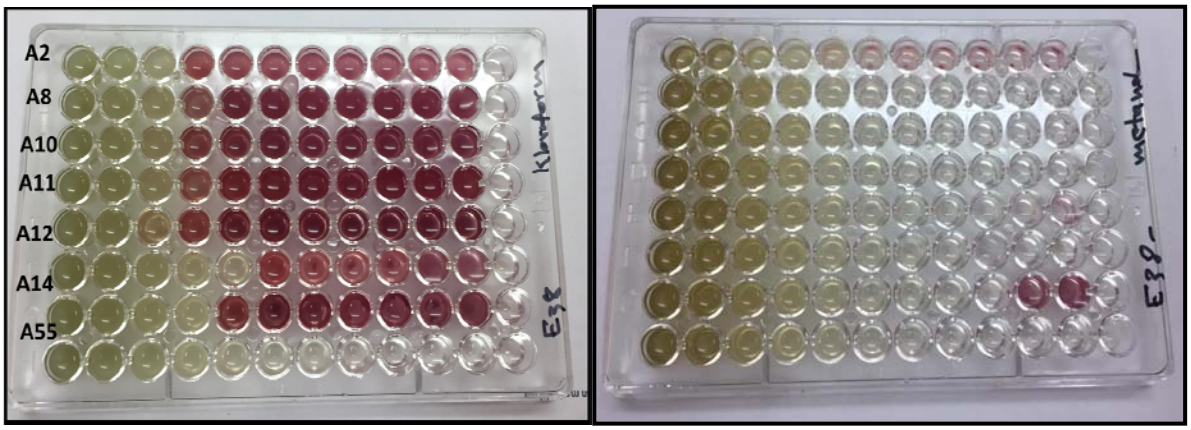
Çizelge 4.6. *Cystoseira foeniculacea* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	*Cystoseria foeniculacea* metanol	*Cystoseria foeniculacea* kloroform
A2	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A8	<0.006 mg/ml(11'den küçük)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A10	0.01 mg/ml(10.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A11	<0.006 mg/ml(11'den küçük)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A12	0.01 mg/ml(10.kuyucuk)	--------
A14	<0.006 mg/ml(11'den küçük)	0.39 mg/ml(5.kuyucuk)
A55	0.02 mg/ml(9.kuyucuk)	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)
A17	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	------

A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*



Şekil 4.5. *Cystoseira montagnei* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstraktının antibakteriyal pleyt sonuçları.



Şekil 4.6. *Cystoseira foeniculacea* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstraktının antibakteriyal pleyt sonuçları.

Jania rubens ve *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen kloroform ve metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerini değerlendirmek için Minimal İnhibisyon Konsantrasyon Testi (MİK) uygulanmış ve sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

*Jania rubens'*in kloroform ekstraktının MİK değeri 1,56 mg/ml ila <0,006 mg/ml arasında belirlenmiştir. En etkin olduğu suş *Pseudomonas aeruginosa* olduğu tespit edilmiştir. *Klebsiella pneumoniae* ve *Staphylococcus aureus* karşıda oldukça etkin olduğu görülmektedir. Metanol ekstraktının MİK değerlerinde ise 1,56 mg/ml ila <0,006 mg/ml arasında sonuçlar elde edilmiştir. En etkin olduğu bakteri *Sarcina lutea* olarak görülmektedir. *J. rubens*'in kloroform ekstraktının metanol ekstraktına göre antibakteriyal acıdan daha etkin olduğu görülmüştür. (Şekil.4.7-4.8).

Çizelge 4.7. *Jania rubens* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	*Jania rubens* metanol	*Jania rubens* kloroform
A2	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	0.02 mg/ml(9.kuyucuk)
A8	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	<0.006 mg/ml(11'den küçük)
A10	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	0.02 mg/ml(9.kuyucuk)
A11	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	0.01 mg/ml(10.kuyucuk)
A12	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)
A14	<0.006 mg/ml(11'den küçük)	0.39 mg/ml(5.kuyucuk)
A55	0.09 mg/ml(7.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)
A17	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)

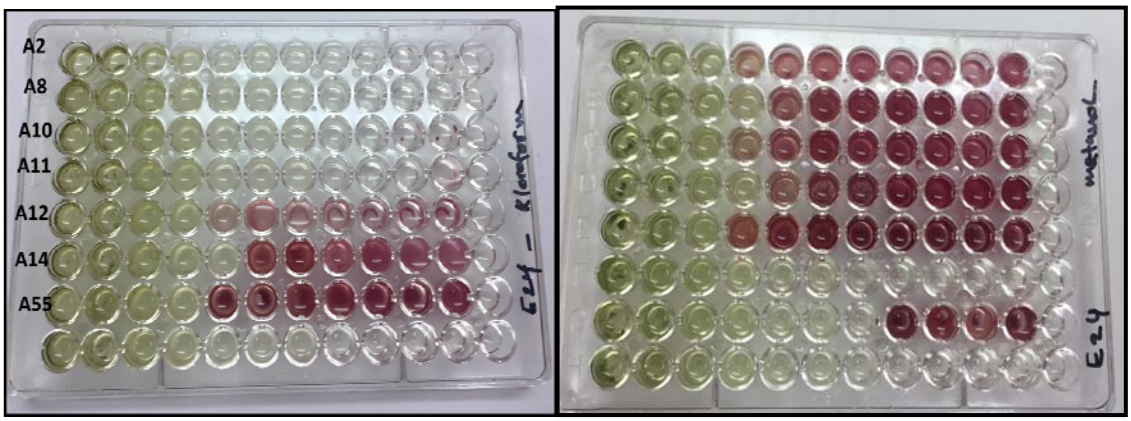
A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*

P. capillacea kloroform ekstraktının MİK değeri 1,56 mg/ml ile 0,39 mg/ml arasında olduğu tespit edilmiştir. En fazla etki gösterdiği bakteri suşu ise *Sarcina lutea* olarak gözlenmiştir. Metanol ekstraktlarında ise MİK değeri 1,56 mg/ml ile 0,09 mg/ml arasında gözlemlenmiştir. Kloroform ekstraktına göre daha etkin olduğu görülen metanol ekstraktının, antibakteriyal açıdan en etkin olduğu suş ise *Pseudomonas aeruginosa* olduğu tespit edilmiştir.

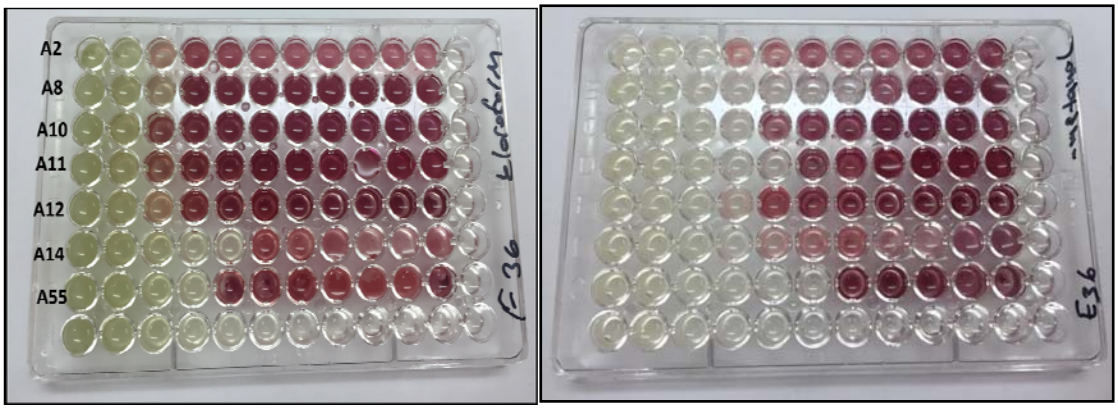
Çizelge 4.8. *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen metanol ve kloroform ekstraktının Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları.

Test Mikroorganizmaları	***Pterocladiella capillacea metanol***	***Pterocladiella capillacea kloroform***
A2	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	--------
A8	0.09 mg/ml(7.kuyucuk)	1.56mg/ml(3.kuyucuk)
A10	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	---------
A11	0.39 mg/ml(5.kuyucuk)	3.12mg/ml(2.kuyucuk)
A12	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	---------
A14	0.78 mg/ml(4.kuyucuk)	0.39mg/ml(5.kuyucuk)
A55	0.19 mg/ml(6.kuyucuk)	0.78mg/ml(4.kuyucuk)
A17	1.56 mg/ml(3.kuyucuk)	1.56mg/ml(3.kuyucuk)

A2: *Escherichia coli* ATCC 25922
A8: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
A10: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603
A11: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300
A12: *Salmonella enteretidis* ATCC 13076
A14: *Sarcina lutea* ATCC 9341
A55: *Bacillus cereus* ATCC 11778
A17: *Candida albicans*



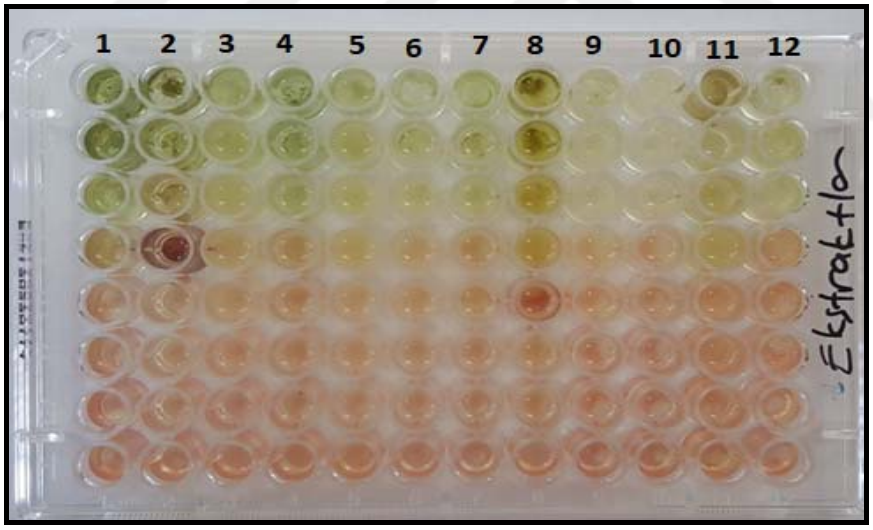
Şekil 4.7. *Jania rubens* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstrelerin antibakteriyal pleyt sonuçları.



Şekil 4.8. *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen kloroform (Sol) ve metanol (Sağ) ekstraktının antibakteriyal pleyt sonuçları.

4.2. Çalışmada kullanılan makroalg örneklerinin antifungal aktivitelerin belirlenmesi

Çalışmamızda kullanılan alg türlerinin kloroform ve metanol ekstraktlarının antifungal aktivite sonuçları Şekil.4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. *Codium fragile*'nın metanol ve kloroform ekstraktları (1,8) ile *Codium bursa*'nın kloroform ve metanol ektraklarının **(**2-7) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları, *Cystoseira foeniculacea*'nın kloroform ve metanol ekstraktları (3,11) ile *Cystoseira montagnei*'nin kloroform ve metanol ekstraktlarının **(**5,9) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları ve *Pterocladiella capillacea*'nın kloroform ve metanol ekstraktları (6,10) ile *Jania rubens*'in metanol ve kloroform ekstraktlarının **(**4,12) antifungal Minimal İnhibisyon Konsantrasyon sonuçları

Çalışmada kullanılan yeşil algler (Chlorophyta) türlerinden olan *Codium bursa* ve *Codium fragile* örneklerinden elde edilen kloroform ve metanol ektraktlarının antifungal

aktiviteleri Şekil.4.9'da ve şekilde sırasıyla *Codium fragile*'nın metanol ve kloroform ekstraktları 1ve 8 ile *Codium bursa*'nın kloroform ve metanol ekstraktlarının 2 ve 7 numaralı pleyt hızasında görülmektedir. Sonuçlar ise, *C. bursa'*nın antifungal aktivite etkinliği önemli bir aktiviteye sahip olmadığı görülmektedir. *C.bursa'*nın metanol ekstraktı A17 *Candida albicans'*a karşı 1,56 mg/ml MİK değeri görülmüş ancak kloroform ekstraktında herhangi bir antifungal aktiviteye rastlanmamıştır. *C.fragile'*nın ise hem metanol (1,56 mg/ml) hem de kloroform ekstraktlarında *Candida albicans'*a karşı aynı oranda MİK değerleri (1,56 mg/ml) elde edilmiştir.

Kahverengi algler (Phaeophyta) örneklerine bakacak olursak, *Cystoseira foeniculacea* ile *Cystoseira montagnei*'nin kloroform ve metanol ekstraktlarının antifungal aktiviteleri Şekil.4.9.'da ve şekilde sırasıyla *C. foeniculacea*'nın kloroform ve metanol ekstraktları 3 ve 11 ile *C. montagnei*'nin kloroform ve metanol ekstraktlarının 5 ve 9 numaralı pleyt hizasında görülmektedir. *C. montagnei'*nin antifungal aktivite sonuçları hem kloroform hem de metanol ekstraktlarında 1,56 mg/ml dozunda olduğu belirlenmiştir. Ancak *C. foeniculacea'*nın metanol ekstraktları antifungal aktivitede 0,78 mg/ml MİK değeri saptanmıştıtr. *C. foeniculacea'*nın Kloroform ekstraktlarında antifungal aktivite olmadığı gözlemlenmiştir.

Çalışmada kullanılan kırmızı alglerden (Rhodophyta) *Jania rubens* ve *Pterocladiella capillacea* örneklerinden elde edilen kloroform ve metanol ekstraktlarının antifungal aktivite değerleri Şekil.4.9.'da ve şekilde sırasıyla *P. capillacea*'nın kloroform ve metanol ekstraktları 6 ve 10 ile *J. rubens*'in metanol ve kloroform ekstraktlarının 4 ve 12 numaralı pleyt hızasında görülmektedir. *J. rubens*'in hem metanol hemde kloroform ekstraktları antifungal aktivite için önemli bir etki sergilememiştir. *J. rubens*'in *Candida albicans'*a karşı antifungal etki bakımından her iki farklı ekstrakt çözücüsüne bakılmaksızın aynı oranda etki gösterdiği ve oldukça düşük kaldığı tespit edilmiştir (1.56 mg/ml). *P. capillacea'*nın antifungal etkisi *Candida albicans'*a karşı hem metanol hemde kloroform ekstraktlarında aynı şekilde düşük olduğu görülmektedir (1,56 mg/ml).

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta divizyolarına ait bazı türlerin antimikrobiyal aktivitelerinin ne düzeyde olduğu, bu alglerden çeşitli çözücülerle elde edilen ekstraktların, bakteri ve funguslara karşı kullanılabilirliklerinin ölçülmesi amacıyla yapılmış ve bazılarının bakterilere, bazılarının da funguslara karşı etkili olduğu görülmüştür.

Çalışmada Chlorophyta divizyonuna ait iki farklı Codium türleri kullanılmış olup bu alglerin çeşitli bakteri suşlarına üzerine antibakteriyal aktivite değişimleri incelenmiştir. *Codium bursa*'nın metanol ekstraktı tüm bakteri suşlarına karşı antibakteriyal aktivite göstermiş olmasına rağmen, kloroform ile elde edilen ekstraktlarda antibakteriyel aktivite hem düşük hemde sadece üç farklı bakteri suşuna karşı etkisi olduğu görülmüştür. *C. fragile* da ise metanol ve kloroform ekstraktları oldukça aktif olduğu tespit edilmiştir. Tüm bakteri suşlarına karşı anlamlı bir aktivite sergileyen *C. fragile'nın* metanol ekstraktlarının en etkin olduğu bakteri suşunun ise *Pseudomonas aeruginosa* olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan Phaeophyta türlerinde antibakteriyal aktivite sonuçları, *C. foeniculacea* türünün metanol ekstraktı diğer tüm alg türlerine göre daha etkin bir antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *C. foeniculacea'*nın üç bakteri suşuna karşı da (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea)* oldukça etkin bir aktivite değerine sahip olduğu görülmüştür (<0.006mg/ml MİK değeri). *C. montagnei'*nin hem kloroform hemde metanol ekstraktlarında diğer bakteri suşlarına kıyasla *Sarcina lutea'*ya karşı (0,09 mg/ml) antibakteriyel etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda Rhodophyta divizyonuna ait 2 farklı alg türü kullanılmış ve bu türlerden biri olan *J. rubens* yapılan MİK analizi sonuçunda *C. foeniculacea*'den sonra oldukça etkin bir antibakteriyel aktivite sergilediği tespit edilmiştir. *J. rubens* metanol ekstraktının kloroforma göre daha etkin olduğu görülmüş ve bakteri suşları arasından *Sarcina lutea* suşuna karşı diğer bakteri suşlarına kıyasla daha etkin antibakteriyal aktivite değeri gösterdiği tespit edilmiştir (<0,006mg/ml). *P. capillacea*'nın her iki ekstraktınında *J. rubens'*a göre düşük bir antibakteriyel etki yaptığı tespit edilse de, metanol ekstraktları tüm bakteri türlerine karşı antibakteriyal aktivite göstermiştir.

Çalışmada metanol ve kloroform ile muamele edilen tüm kuru alg örnekleri içinde metanol ekstraktlarının daha etkin bir antibakteriyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. En fazla antibakteriyel aktivite *Cystoseira foeniculacea* türünde olduğu belirlenmiş ve ardından *Jania rubens* gelmektedir.

Antifungal etki bakımından tüm alg örneklerinin ya az etki göstermiş ya da hiç etki göstermediği tespit edilmiştir. Diğer tüm alg çeşitlerine göre *Cystoseria foeniculacea'nın* metanol ekstraktı en fazla aktivite gösteren alg çeşidi olmasına rağmen (0.78mg/ml), kloroform ekstraktında herhangi bir etki belirtisi gözlenmemiştir. Diğer antifungal etki gösteren alglerin tümü aynı MİK konsantrasyonda etki göstermiştir (1,56mg/ml). Çalışmamızla paralel bir şekilde görünen birçok çalışma aşağıda tartışılmıştır.

Daha önceki birçok çalışmada görüldüğü gibi, çalışmamızdada kullandığımız gibi antimikrobiyal bileşen üreten deniz makroalglerinin bazıları bakterilerin büyümesini inhibe ettiği belirtmişlerdir (Val ve ark., 2001). Ayrıca, makroalg ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı etkinliğinin daha çok yer ve mevsimsellik gibi faktörlerden etkilendiğini bildirmişlerdir (Febles ve ark., 1995).

C. fragile ile yapılan daha önceki bir çalışmada, metanol, diklorometan ve hekzan özleri, *B. subtilis* (ATCC 6633), metisilin-oksasilin dirençli *S. aureus* (ATCC 43300), *E. aerogenes* (ATCC 13048) ve *E. coli* (ATCC 29908) üzerinde zayıf antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir (Koz ve ark., 2009). Codium ile yapılan antimikrobiyal aktivite çalışmaları sınırlı olsada, *C. isthmocladum* kloroform / metanol (2: 1) ekstrelerinin antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Freile-Pelegrin ve Morales, 2004). *C. dwarkense* ekstraktının (Aliya ve Shameel 1999) tarafından antifungal aktivite sergilediği de gösterilmiştir. Ayrıca, *C. taylorii*'nin metanol özütü metisiline dirençli *S. aureus*'a karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ileri sürülmüştür (Val ve ark., 2001). Aynı şekilde, çalışmamızda kullanılan *C. fragile'*in tüm ekstraktlarında özellikle metanol özütlerinin oldukça etkin bir antibakteriyel aktivitesi olduğu görülmektedir.

Gram-pozitif bakteri suşlarının, deniz alg ekstraktına, Gram-negatif bakteri suşlarından daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Espeche ve ark., 1984). *Enteromorpha ramulosa* ve *Dictyopteris membranacea* ekstraktları Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı aktiftir (Val ve ark., 2001). Ayrıca Sandsdalen ve ark. (2003) kahverengi alg *Fucus vesiculosus*'tan izole edilmiş antibakteriyel bileşiklerin ve hem gram pozitif hem de gram negatif bakterilere karşı aktif olduğunu bulmuşlardır. Organik çözücü, su bazlı yöntemlere kıyasla antibakteriyel aktiviteler için bileşiklerin ekstrakt edilmesinde daha yüksek bir verimlilik sağlar (Tüney ve ark., 2006). Rajasulochana ve ark. (2009), kahverengi alg türlerinden etkili antibakteriyel malzemeleri çıkarmak için kloroform ve metanolün oldukça iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Ibtissam ve ark. (2009) *Sargassum vulgare* metanol ekstraktlarının *E. coli* ve *S. aureus* suşlarına karşı antibakteriyel aktivite göstermediğini belirtmiştir. Silva ve ark. (2013),

E. coli ve *P. aeruginosa*'nın sadece kahverengi makroalg olan *Padina gymnospora'*nın etanol ekstraktlarına duyarlı olduklarını gözlemlemişlerdir. Kloroform ekstraktının kahverengi makroalg *Sargassum muticum*'dan saflaştırılması; dört bakteri türünden (*Shewanella putrefaciens* ve *Polaribacter irgensii*) ikisinin ve test edilen mantarların büyümesine karşı aktif bir rol oynadığını bildirmişlerdir (Plouguerné ve ark., 2010). Kırmızı ve yeşil alg özlerinin antimikrobiyal aktivitesinin, çözücü olarak metanol ve aseton kullanıldığında önemli ölçüde arttığını ileri sürmüşlerdir. (Cox ve ark., 2010). Öyle ki çalışmamızda kullanılan alg türleri arasında metanol özütleri kloroforma göre oldukça aktif bulunmuştur.

Karabay-Yavasoglu ve ark. (2007), 5 gram pozitif, 4 gram negatif bakteride ve *C. albicans* mantar suşuna karşı *J. rubens*'in antimikrobiyal aktivitesini bildirmiş ve çalışmada test edilen diğer ekstraktlara kıyasla metanol ve kloroform ekstraktlarının en aktif ekstraktlar olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda gerçekleştirdiğimiz antifungal analizler bu çalışma ile paralellik göstermektedir, Zbakh ve ark. (2012) ise Akdeniz Fas kıyılarından toplanan 20 tür deniz bentik alginin metanolik ekstraktlarının 3 bakteri suşuna karşı antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Çalışmada, *U. rigida* türü algin, *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Genel olarak, incelenen 6 alg türündeki tüm metanol ekstrakları, incelenen diğer ekstraktlara en yüksek antibakteriyel aktiviteyi göstermiştir. Ayrıca bu durum, diğer araştırmalarda, metanol ile elde edilen ekstraktların test edilen tüm patojenlere karşı en güçlü etkiyi gösterdiği şekilinde bildirmiştir (Lavanya ve Veerappan, 2011; Chihadeh ve ark., 2013) Yakınlarda yapılan bir araştırmada, Hamza ve ark. (2015), Mısır Süveyş Kanalı'ndan toplanan *U. lactuca, Codiumto mentosum* ve *Hypnea musciformis*'in metanol / metilen klorür ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, *U. lactuca*'nın sadece *S. typhimurium, K. pneumonia, E. coli, Shigella boydii* ve *S. aureus*'a karşı güçlü antibakteriyel aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Alglerin antibakteriyel etkisinin değerlendirilmesini MİK ve MBC değer tahminine dayalı olarak yapmışlardır. Bu bağlamda, tahmini MİK değerlerinin bakteriler için 26,7 mg mL-1> 10 mg mL-1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bunlara ek olarak, Alghazeer ve ark. (2013*) Bacillus* türleri için metanol ve sulu ekstraktların MİK değerinin 50 ve 200 mg mL^{-1} (*C. racemosa*), 50 ve 25 mg mL^{-1} (*C. crinita*) ve 100 ve 25 mg mL olduğunu bildirmiştir (*G. latifolium*). Yapılmış olan bu çalışmada kullanılan bazı bakteri suşları ve alg türleri farklı olsa da, kullanılan çözücü olarak (metanol ektraktı) aktivitedeki artış çalışmamız ile doğru orantılıdır.

Scheuer (1990), Chlorophyta, Rhodophyta ve Phaeophyta gruplarına ait alglerle yaptığı çalışmada metanol ekstraktının n-hekzan ve etilasetat ekstraktlarından daha fazla

antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşılık kloroform ekstraktlarının metanol ve benzen ekstraktlarından daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuç çalışmamız ile bazı alg türleri ile uyumlu iken, çoğu alg türümüzün metanol ekstraktı ile daha yüksek antibakteriyel etki göstermesiyle paralellik göstermemektedir.

Mansuya ve ark. (2010), yeşil alglerden; *Cladophora glomerata*, *Ulva lactuca*, *Ulva reticulata*, kırmızı alglerden; *Gracilaria corticata, Kappaphycus alvarezii* ve kahverengi alglerden; *Sargassum wightii* ekstraktlarının disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel aktivitesini araştırmışlar ve maksimum aktiviteyi (45 mm) *Ulva reticulata* su ekstraktının 200 mg'ı *Salmonella typhi*'ye karşı, minimum aktiviteyi (9 mm) ise *Ulva lactuca* su ekstraktının 50 mg'ı *Streptococcus pyogenes*'e karşı kayıt etmişlerdir. Metanol ekstraktlarının su ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Maksimum aktivite (40 mm) *Escherichia coli* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı *Ulva reticulata*'nın metanol ekstraktının 200 mg'ında belirlenmiştir. Alglerin tamamının ham metanol ekstraktları tüm test patojenlerine karşı inhibe edici etki göstermiş ve *Ulva reticulata* ekstraktının en etkili tür olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, *Ulva reticulata'*nın su ekstraktının *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı inhibe edici etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

(Varier ve ark., 2013), kırmızı alglerin (*Gelidiella acerosa, Gracilaria verrucosa ve Hypnea musciformis*) ham ekstraktlarını gram pozitif (*Salmonella paratyphi, Enterococcus aerogenes ve Staphylococcus epidermidis*) ve gram negatif (*Salmonella typhi ve Shigella flexneri*) bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Makroalglerin ekstraksiyonu için metanol, etanol, kloroform ve su çözgen olarak kullanılmıştır. *Gracilaria verrucosa*'nın kloroform ekstraktlarının *Salmonella paratyphi*'ye karşı en yüksek inhibisyon zonunu (21 mm) oluşturduğu rapor edilirken su ekstraktlarının hiçbirinin antibakteriyel aktivite göstermediği belirlenmiştir. Makroalglerin tümünün, seçilen bu patojen bakterilere karşı potansiyel bir antibakteriyel ajan olarak kullanılabileceği bildirilirken sonuçlar çalışmamız ile paralellik göstermiştir.

Zbakh ve ark. (2012), Akdeniz'in Morocco sahillerinden toplanan 20 makroalg türünün (9 yeşil alg, 3 kahverengi alg ve 8 kırmızı alg) metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı test etmişlerdir. Kırmızı alglere ait türlerin test edilen 3 bakteri suşunun büyümesini engellediği ve 20-24 mm arasında zon oluşturduğu belirlenmiştir. Test edilen algler arasında 17 tanesinin antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *Ulva lactuca*, *Gracilaria bursa-pastoris* ve *Chaetomorpha linum* ekstraktlarının en yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip oldukları

belirlenmiştir. 15 ekstrakt (%75) *Staphylococcus aereus*'a, 7 ekstrakt (%35) *E. coli*'ye ve 2 ekstraktın (%10) *Enterococcus feacalis'*e karşı aktif inhibe edici etkisinin olduğu bildirilmiştir. *Ulva rigida*'nın metanol ekstraktının ise test edilen tüm suşlara karşı inhibe edici etki gösterdiği rapor edilmiştir. Metanol ekstraklarının etkin bir antibakteriyel olarak bu çalışmada gösterilmesi, çalışmamız ile paralellik göstermiştir.

Águila-Ramírez ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, altı farklı deniz alg özütünü laboratuvar deneylerinde test etmişlerdir. *Dictyota flabellata, Padina concrescens, Laurencia johnstonii, Gymnogongrus martinensis, Ulva lactuca* ve *C. fragile*, patojenik bakterilere *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus epidermidis* karşı antibakteriyel etkiyi değerlendirmişlerdir. *C. fragile*, çalışmamız ile paralel bir şekilde oldukça etkin bir antibakteriyal ajan olarak bildirilmiştir.

6. ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan farklı alg türlerinin ileride farklı patojen mikroorganizmalara karşı etkinliğinin incelenip gerekli içerik analizlerinin yapıldığı ve etken maddenin saf olarak izolasyonun yapıldığı çalışmalara bir temel oluşturacağı düşünülmektedir. Yapılan antifungal çalışmalarda yalnızca bir mantar türü kullanılmışdır. İleriki çalışmalarda kullanılan alg türlerine ek olarak farklı mantar ve maya türleri kullanılarak geniş bir antifungal çalışmaya ön hazılık olabilir. Elde edilen antibakteriyel sonuçlara ek olarak sitotoksik çalışmalar yürütülebilir ve kanser gibi çeşitli hastalıklar için çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmada kullanılan alglerle daha kapsamlı bir şekilde moleküler çalışmalar yürütülebilir ve bu doğrultuda gen ekspresyon çalışmaları yapılabilir. Bu alg türleri ayrıca standart antibiyotiklerden nispeten daha zayıf olmasına rağmen umut verici antibakteriyel aktivite göstermiştir. Bu nedenle, bu alglerden maksimum fayda sağlamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Geleneksel tıp sistemini bilimsel ve standart bir ilaç sistemine dönüştürmek için önemli bir rol oynayabilir. Bu nedenle, bu alglerin antimikrobiyal aktivitesinin varlığını doğrulayan bu çalışma, ileriye dönük gerçekleşecek olan çalışmalar için bir kaynak görevi göreceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

Abo-State, M. A., Shanab, S. M., Ali, H. E. and Abdullah, M. A., 2015, Screening of antimicrobial activity of selected Egyptian cyanobacterial species, *J. Ecol. Health. Envion*, 3, 7-13.

Abourriche, A., Charrouf, M., Berrada, M., Bennamara, A., Chaib, N. ve Francisco, C., 1999, Antimicrobial activities and cytotoxicity of the brown alga Cystoseira tamariscifolia, *Fitoterapia*, 70 (6), 611-614.

Águila-Ramírez, R. N., Arenas-González, A., Hernández-Guerrero, C. J., González-Acosta, B., Borges-Souza, J. M., Véron, B., Pope, J. and Hellio, C., 2012, Antimicrobial and antifouling activities achieved by extracts of seaweeds from Gulf of California, Mexico, *Hidrobiológica*, 22 (1), 8-15.

Airoldi, L. and Beck, M. W., 2007, Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe, In: Oceanography and marine biology, Eds: CRC Press, p. 357-417.

Akgül, F. A., R.,Süerdem, T.B, 2012, Çanakkale Boğazı'ndaki Bazı Kahverengi Alglerin Antimikrobiyal Aktiviteleri, *21. Ulusal Biyoloji Kongresi* (Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.).

Al-Haj, N., Mashan, N., Shamsudin, M., Mohamad, H., Vairappan, C. and Sekawi, Z., 2009, Antibacterial activity in marine algae Eucheuma denticulatum against Staphylococcus aureus and Streptococcus pyogenes, *Research Journal of Biological Sciences*, 4 (4), 519-524.

Amaro, H. M., Guedes, A. C. and Malcata, F. X., 2011, Antimicrobial activities of microalgae: an invited review, *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*, 3, 1272-1284.

Andersen, R. A., 2004, Biology and systematics of heterokont and haptophyte algae, *American Journal of Botany*, 91 (10), 1508-1522.

Assis, J., Berecibar, E., Claro, B., Alberto, F., Reed, D., Raimondi, P. and Serrão, E.., 2017, Major shifts at the range edge of marine forests: the combined effects of climate changes and limited dispersal, *Scientific Reports*, 7, 44348.

Avato, P., Raffo, F., Guglielmi, G., Vitali, C. and Rosato, A., 2004, Extracts from St John's wort and their antimicrobial activity, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18 (3), 230-232.

Ayyad, S.-E. N., Al-Footy, K., Alarif, W., Sobahi, T. R., Bassaif, S., Makki, M., Asiri, A., Al Halawani, A. Y., Badria, A. F., Badria, F. and Bulletin, P., 2011, Bioactive C15 acetogenins from the red alga Laurencia obtusa, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 59 (10), 1294-1298.

Badea, V., Balaban, D. P., Rapeanu, G., Maria, C. and Badea, C. F., 2009, The antibacterial activity evaluation of Cystoseira barbata biomass and some alginates upon bacteria from oropharyngeal cavity, *Romanian Biotechnological Letters*, 14 (6), 4851-4857.

Baker, D., Basondwah, S., Jambi, E., Rahimuddin, S. A., Abuzaid, M., Aly, M., Vasconcelos, J., de Vasconcelos, E., Bezerra, P. and Cocentino, A., 2017, An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22 (10), 16-30.

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., Garcia, M., Mangialajo, L. and De Torres, M., 2007, A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive, *Marine pollution bulletin*, 55 (1-6), 172-180.

Beena, B. and Krishnika, A., 2011, Antibacterial activity of freshwater microalga (Scenedesmus sp.) against three bacterial strains, *Journal of Bioscience Resources*, 2 (4), 160-165.

Bermejo, R., de la Fuente, G., Ramirez-Romero, E., Vergara, J. J. and Hernandez, I., 2016, Spatial variability and response to anthropogenic pressures of assemblages dominated by a habitat forming seaweed sensitive to pollution (northern coast of Alboran Sea), *Marine pollution bulletin*, 105 (1), 255-264.

Blunt, J. W., Copp, B. R., Keyzers, R. A., Munro, M. H. and Prinsep, M., 2015, Marine natural products, *Natural Product Reports*, 32 (2), 116-211.

Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J., 1988, Micro-algal biotechnology, Cambridge University Press, p.

Bulleri, F., Benedetti-Cecchi, L., Acunto, S., Cinelli, F., Hawkins, S. and ecology, 2002, The influence of canopy algae on vertical patterns of distribution of low-shore assemblages on rocky coasts in the northwest Mediterranean, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 267 (1), 89-106.

Butler, D., 2007, Ancient algal mixup sorted, Nature Publishing Group.

Cabrita, M. T., Vale, C. and Rauter., 2010, Halogenated compounds from marine algae, *Marine drugs*, 8 (8), 2301-2317.

Capillo, G., Savoca, S., Costa, R., Sanfilippo, M., Rizzo, C., Lo Giudice, A., Albergamo, A., Rando, R., Bartolomeo, G. and Spanò, N., 2018, New insights into the culture method and antibacterial potential of Gracilaria Gracilis, *Marine drugs*, 16 (12), 492.

Celikler, S., Vatan, O., Yildiz, G. and Bilaloglu, R., 2009, Evaluation of anti-oxidative, genotoxic and antigenotoxic potency of Codium tomentosum Stackhouse ethanolic extract in human lymphocytes in vitro, *Food and chemical toxicology*, 47 (4), 796-801.

Chihadeh, W., Elmanama, A. and Elnabris, K., 2013, Antibacterial activity of four marine seaweeds collected from the coast of Gaza Strip, Palestine, *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 28 (1), 81-92.

Chkhikvishvili, I. and Ramazanov, Z., 2000, Phenolic substances of brown algae and their antioxidant activity, *Applied Biochemistry and Microbiology*, 36 (3), 289-291.

Chowdhury, M. M. H., Kubra, K., Hossain, M. B., Mustafa, M. G., Jainab, T., Karim, M. R. and Mehedy, M. E., 2015, Screening of antibacterial and antifungal activity of freshwater and marine algae as a prominent natural antibiotic available in Bangladesh, *Int. J. Pharmacol*, 11, 828-833.

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 (1), 205-220.

Crasta, P. J., Raviraja, N. and Sridhar, K., 1997, Antimicrobial activity of some marine algae of southwest coast of India.

Dayuti, S., 2018, Antibacterial activity of red algae (Gracilaria verrucosa) extract against Escherichia coli and Salmonella typhimurium, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012074.

Desbois, A. P., Mearns-Spragg, A. and Smith, V. J., 2009, A fatty acid from the diatom Phaeodactylum tricornutum is antibacterial against diverse bacteria including multi-resistant Staphylococcus aureus (MRSA), *Marine Biotechnology*, 11 (1), 45-52.

El Shafay, S. M., Ali, S. S. and El-Sheekh, M, 2016, Antimicrobial activity of some seaweeds species from Red sea, against multidrug resistant bacteria, *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42 (1), 65-74.

El Shoubaky, G. A. and Salem, E., 2014, Active ingredients fatty acids as antibacterial agent from the brown algae Padina pavonica and Hormophysa triquetra, *Journal of coastal life medicine*, 2 (7), 535-542.

Ely, R., Supriya, T. and Naik, C., 2004, Antimicrobial activity of marine organisms collected off the coast of South East India, *Journal of experimental marine biology and ecology*, 309 (1), 121-127.

Espeche, M. E., Fraile, E. R. and Mayer, A. M., 1984, Screening of Argentine marine algae for antimicrobial activity, *Eleventh International Seaweed Symposium*, 525-528.

Fang, H.-Y., Chokkalingam, U., Chiou, S., Hwang, T., Chen, S., Wang, W. and Sheu, J., 2015, Bioactive chemical constituents from the brown alga Homoeostrichus formosana, *International journal of molecular sciences*, 16 (1), 736-746.

Febles, C., Arias, A., Gil-Rodriguez, M., Hardisson, A. and Sierra Lopez, A., 1995, In vitro study of antimicrobial activity in algae (Chlorophyta, Phaeophyta and Rhodophyta) collected from the coast of Tenerife, *Anuario del Instituto de Estudios Canarios*, 34 (2), 181-192.

Freile-Pelegrin, Y. and Morales, J. L., 2004, Antibacterial activity in marine algae from the coast of Yucatan, Mexico, *Botanica Marina*, 47 (2), 140-146.

Frikha, F., Kammoun, M., Hammami, N., Mchirgui, R., Belbahri, L., Gargouri, Y., Miled, N. and Ben-Rebah, F., 2011, Chemical composition and some biological activities of marine algae collected in Tunisia, *Ciencias Marinas*, 37 (2), 113-124.

Garson, M., 1989, Biosynthetic studies on marine natural products, *Natural Product Reports*, 6 (2), 143-170.

Goud, M. J. P., Seshikala, D. and Charya, M. S., 2007, Antibacterial activity and biomolecular composition of certain fresh water microalgae collected from River Godavari (India), *International Journal on Algae*, 9 (4).

Guiry, M., 2010, AlgaeBase version 4.2. World-wide electronic publication, *http://www. algaebase. org*.

Guiry, M., 2013, AlgaeBase. World-wide electronic publication, *http://www.algaebase.org*.

Güner, A., Köksal, C., Erel, Ş. B., Kayalar, H., Nalbantsoy, A., Sukatar, A. and Yavaşoğlu, N. Ü. K., 2015, Antimicrobial and antioxidant activities with acute toxicity, cytotoxicity and mutagenicity of Cystoseira compressa (Esper) Gerloff & Nizamuddin from the coast of Urla (Izmir, Turkey), *Cytotechnology*, 67 (1), 135-143.

Hamza, E., Temraz, T. and Ahmed, S., 2015, Bioactivity of Some Egyptian Seaweeds Extract, *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*, 11 (1), 17-25.

Herrero, M., Martín-Álvarez, P. J., Senorans, F. J., Cifuentes, A. and Ibáñez, E., 2005, Optimization of accelerated solvent extraction of antioxidants from Spirulina platensis microalga, *Food chemistry*, 93 (3), 417-423.

Hongayo, M. C., Larino, R. C. and Malingin, D. L., 2012, Antibacterial and antioxidant effects of brown alga Padina australis Hauck crude extract, *IAMURE International Journal of Science and Clinical Laboratory*, 2 (1), 1-1.

Hornsey, I. and Hide, D., 1985, The production of antimicrobial compounds by British marine algae. IV. Variation of antimicrobial activity with algal generation, *British Phycological Journal*, 20 (1), 21-25.

Hughes, C. C. and Fenical, W., 2010, Antibacterials from the sea, *Chemistry–A European Journal*, 16 (42), 12512-12525.

Ibtissam, C., Hassane, R., Jose, M., Francisco, D., Antonio, G., Hassan, B. and Mohamed, K., 2009, Screening of antibacterial activity in marine green and brown macroalgae from the coast of Morocco, *African Journal of Biotechnology*, 8 (7).

Ireland, C. M., 1988, Uniqueness of the marine chemical environment: categories of marine natural product from invertebrates, *Mem Calif Acad Sci*, 13, 41-57.

Ismail, A., El Bour, M., Ktari, L. and Boudabbous, A., 2018, Antimicrobial potential of jania rubens extracts and epiphytic bacteria.

Jeyaseelan, E., Kothai, S., Kavitha, R., Tharmila, S. and Thavaranjit, A., 2012, Antibacterial activity of some selected algae present in the costal lines of Jaffna peninsula, *Int. J. Pharm. Biol. Arch*, 3 (2), 352-356.

Jun, J. Y., Nakajima, S., Yamazaki, K., Kawai, Y., Yasui, H. and Konishi, Y., 2015, Isolation of antimicrobial agent from the marine algae Cystoseira hakodatensis, *International journal of food science & technology*, 50 (4), 871-877.

Karabay-Yavasoglu, N. U., Sukatar, A., Ozdemir, G. and Horzum, Z., 2007, Antimicrobial activity of volatile components and various extracts of the red alga Jania rubens, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21 (2), 153-156.

Kausalya, M. and Rao, G. N., 2015, Antimicrobial activity of marine algae, *J. Algal Biomass Utln*, 6 (1), 78-87.

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J. and Prithiviraj, B., 2009, Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development, *Journal of Plant Growth Regulation*, 28 (4), 386-399.

Kim, A. D., Lee, Y., Kang, S.-H., Kim, G. Y., Kim, H. S. and Hyun, J. W., 2013, Cytotoxic effect of clerosterol isolated from Codium fragile on A2058 human melanoma cells, *Marine drugs*, 11 (2), 418-430.

Kim, J. and Kim, J.-D., 2008, Inhibitory effect of algal extracts on mycelial growth of the tomato-wilt pathogen, Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici, *Mycobiology*, 36 (4), 242-248.

Kim, J. H., Huang, A., Bannister, K., Choi, T., Towers, G., DeWreede, R., Hudson, J., Jin, H. and Hong, Y., 1997, Biological activities of seaweed extracts from British Columbia, Canada, and Korea. I. Antiviral activity, *Canadian journal of botany*, 75 (10), 1656-1660.

Kim, S.-K. and Chojnacka, K., 2015, Marine algae extracts: processes, products, and applications, John Wiley & Sons, p.

Kolanjinathan, K., Ganesh, P. and Govindarajan, M., 2009, Antibacterial activity of ethanol extracts of seaweeds against fish bacterial pathogens, *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 13 (3), 173-177.

Korun, J., Okudan, E., Yardımcı, R., Tİmur, G., Gökoğlu, M., ÇelİK, Y. and Balcı, B., 2019, Investigation of antibacterial activities of ethanol and methanol extracts of some marine algae species on Yersinia ruckeri, *Kocatepe Veterinary Journal*, 12 (3), 226-234.

Kosanić, M., Ranković, B. and Stanojković, T., 2015, Biological potential of marine macroalgae of the genus Cystoseira, *Acta Biologica Hungarica*, 66 (4), 374-384.

Koz, F., Yavasoglu, N. and Demirel, Z., 2009, Antioxidant and antimicrobial activities of Codium fragile (Suringar) Hariot (Chlorophyta) essential oil and extracts, *Journal of Chemistry*, 21 (2), 1197.

Lahlou, M., 2013, The success of natural products in drug discovery.

Lavanya, R. and Veerappan, N., 2011, Antibacterial potential of six seaweeds collected from gulf of mannar of southeast coast of India, *Advances in Biological Research*, 5 (1), 38-44.

Lima-Filho, J. V. M., Carvalho, A. F., Freitas, S. M. and Melo, V. M., 2002, Antibacterial activity of extracts of six macroalgae from the northeastern Brazilian coast, *Brazilian Journal of Microbiology*, 33 (4), 311-314.

Maddison, D. R., Schulz, K.-S. and Maddison, W. P., 2007, The tree of life web project, *Zootaxa*, 1668 (1), 19-40.

Manilal, A., Ameya, G., Gezmu, T., Merdekios, B., Balu, S., Idhayadhulla, A. and Kumar, R., 2016, Evaluating the in vitro antagonism of secondary metabolites fractionated from the brown algae, Sargassum swartzii against human Candida spp, *Translational Biomedicine*, 7 (1).

Manivannan, K., Anantharaman, P. and Balasubramanian, T., 2011, Antimicrobial potential of selected brown seaweeds from Vedalai coastal waters, Gulf of Mannar, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1 (2), 114-120.

Mansuya, P., Aruna, P., Sridhar, S., Kumar, J. S. and Babu, S., 2010, Antibacterial activity and qualitative phytochemical analysis of selected seaweeds from Gulf of Mannar region, *Journal of experimental Sciences*.

Morales, G., Paredes, A., Sierra, P. and Loyola, L. A., 2008, Antimicrobial activity of three Baccharis species used in the traditional medicine of Northern Chile, *Molecules*, 13 (4), 790-794.

Moubayed, N. M., Al Houri, H. J., Al Khulaifi, M. M. and Al Farraj, D. A., 2017, Antimicrobial, antioxidant properties and chemical composition of seaweeds collected from Saudi Arabia (Red Sea and Arabian Gulf), *Saudi journal of biological sciences*, 24 (1), 162-169.

Najdenski, H., Gigova, L., Iliev, I., Pilarski, P., Lukavský, J., Tsvetkova, I., Ninova, S. and Kussovski, V. K., 2013, Antibacterial and antifungal activities of selected microalgae and cyanobacteria, *International journal of food science & technology*, 48 (7), 1533-1540.

Ostensvik, O., Skulberg, O., Underdal, B. and Hormazabal, V., 1998, Antibacterial properties of extracts from selected planktonic freshwater cyanobacteria--a comparative study of bacterial bioassays, *Journal of applied microbiology*, 84 (6), 1117-1124.

Oumaskour, K., Boujaber, N., Etahiri, S. and Assobhel, O., 2013, Anti-inflammatory and antimicrobial activities of twenty-three marine red algae from the coast of Sidi Bouzid (El Jadida-Morocco), *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, 5, 145-149.

Ozdemir, G., Ulku Karabay, N., Dalay, M. C. and Pazarbasi, B., 2004, Antibacterial activity of volatile component and various extracts of Spirulina platensis, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18 (9), 754-757.

Ördög, V., Stirk, W., Lenobel, R., Bancířová, M., Strnad, M., Van Staden, J., Szigeti, J. and Németh, L., 2004, Screening microalgae for some potentially useful agricultural and pharmaceutical secondary metabolites, *Journal of applied phycology*, 16 (4), 309-314.

Pérez, M. J., Falqué, E. and Domínguez, H., 2016a, Antimicrobial action of compounds from marine seaweed, *Marine drugs*, 14 (3), 52.

Pérez, M. J., Falqué, E. and Domínguez, H., 2016b, Antimicrobial action of compounds from marine seaweed, *Marine Drugs*, 14 (3), 52.

Plouguerné, E., Ioannou, E., Georgantea, P., Vagias, C., Roussis, V., Hellio, C., Kraffe, E. and Stiger-Pouvreau, V., 2010, Anti-microfouling activity of lipidic metabolites from the invasive brown alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, *Marine Biotechnology*, 12 (1), 52-61.

Prakash, J. W., Marimuthu, J. and Jeeva, S., 2011, Antimicrobial activity of certain fresh water microalgae from Thamirabarani River, Tamil Nadu, South India, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1 (2), S170-S173.

Pulz, O. and Gross, W., 2004, Valuable products from biotechnology of microalgae, *Applied microbiology and biotechnology*, 65 (6), 635-648.

Qiao, J., 2010, Antibacterial effect of extracts from two Icelandic algae (Ascophyllum nodosum and Laminaria digitata), *The United Nations University, Fisheries Training Programme Final Project*, 36.

Radhika, D., Veerabahu, C. and Priya, R., 2012, Antibacterial activity of some selected seaweeds from the Gulf of Mannar Coast, South India, *Asian journal of pharmaceutical and clinical research*, 5 (4), 89-90.

Rahaweman, A., Pamungkas, J., Madduppa, H., Thoms, C. and Tarman, K., 2016, Screening of endophytic fungi from chlorophyta and phaeophyta for antibacterial activity, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012026.

Rajasulochana, P., Dhamotharan, R., Krishnamoorthy, P. and Murugesan, S., 2009, Antibacterial activity of the extracts of marine red and brown algae, *J. Am. Sci*, 5 (3), 20-25.

Rao, M., Malhotra, S., Fatma, T. and Rattan, A., 2007, Antimycobacterial Activity from Cyanobacterial Extracts and Phytochemical Screening of Methanol Extract of Hapalosiphon, *Pharmaceutical biology*, 45 (2), 88-93.

Rizzo, C., Genovese, G., Morabito, M., Faggio, C., Pagano, M., Spanò, A., Zammuto, V., Minicante, S. A., Manghisi, A. and Cigala, R. M., 2017, Potential antibacterial activity of marine macroalgae against pathogens relevant for aquaculture and human health, *J. Pure Appl. Microbiol*, 11, 1695-1706.

Rogers, D., Jurd, K., Blunden, G., Paoletti, S. and Zanetti, F., 1990, Anticoagulant activity of a proteoglycan in extracts ofCodium fragile ssp. atlanticum, *Journal of applied phycology*, 2 (4), 357-361.

Saleh, B. and AL MARIRI, A., 2017, Antimicrobial activity of the marine algal extracts against selected pathogens.

Salem, A. B., Mahfoudhi, A., Garreb, M., Hammami, S., Gorcii, M., Mastouri, M. and Mighri, Z., 2016, Antimicrobial activities of the Tunisian marine brown algae Cystoseira schiffneri, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8 (7), 225-229.

Salem, W., Galal, H. and Nasr El-deen, F., 2011, Screening for antibacterial activities in some marine algae from the red sea (Hurghada, Egypt), *Afr J Microbiol Res*, 5 (15), 2160-2167.

Salvador Soler, N., Gómez Garreta, M., Lavelli, L. and Ribera Siguán, M. A., 2007, Antimicrobial activity of Iberian macroalgae, *Scientia Marina, 2007, vol. 71, num. 1, p. 101-113*.

Sandsdalen, E., Haug, T., Stensvåg, K. and Styrvold, O. B., 2003, The antibacterial effect of a polyhydroxylated fucophlorethol from the marine brown alga, Fucus vesiculosus, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19 (8), 777-782.

Sanmukh, S., Bruno, B., Ramakrishnan, U., Khairnar, K., Swaminathan, S. and Paunikar, W., 2014, Bioactive compounds derived from microalgae showing antimicrobial activities, *J. Aquac. Res. Dev*, 5 (3).

Santos, S., Vilela, C., Freire, C., Abreu, M., Rocha, S. and Silvestre, A., 2015, Chlorophyta and Rhodophyta macroalgae: A source of health promoting phytochemicals, *Food chemistry*, 183, 122-128.

Saranraj, P., 2014, Pharmacological Importance of Seaweeds: A Review, *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6, 1-15.

Scheuer, P. J., 1990, Some marine ecological phenomena: chemical basis and biomedical potential, *Science*, 248 (4952), 173-177.

Schwartsmann, G., da Rocha, A. B., Berlinck, R. G. and Jimeno, J., 2001, Marine organisms as a source of new anticancer agents, *The Lancet Oncology*, 2 (4), 221-225.

Seenivasan, R., Indu, H., Archana, G. and Geetha, S., 2010, The antibacterial activity of some marine algae from south east coast of India, *J. Pharm. Res*, 8, 1907-1912.

Sette, L. D., Passarini, M., Delarmelina, C., Salati, F. and Duarte, M., 2006, Molecular characterization and antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22 (11), 1185-1195.

Sheath, R. G. and Wehr, J. D., 2015, Introduction to the freshwater algae, In: Freshwater Algae of North America, Eds: Elsevier, p. 1-11.

Sheu, J.-H., Liaw, C. and Duh, C., 1995, Oxygenated clerosterols isolated from the marine alga Codium arabicum, *Journal of natural products*, 58 (10), 1521-1526.

Silva, G. C., Albuquerque-Costa, R., Oliveira-Peixoto, J. R., Pessoa-Nascimento, F. E., de Macedo-Carneiro, P. B. and dos Fernandes-Vieira, R., 2013, Tropical Atlantic marine macroalgae with bioactivity against virulent and antibiotic resistant Vibrio, *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41 (1), 183-188.

Srikong, W., Bovornreungroj, N., Mittraparparthorn, P. and Bovornreungroj, P., 2017, Antibacterial and antioxidant activities of differential solvent extractions from the green seaweed Ulva intestinalis, *ScienceAsia*, 43, 88-95.

Stengel, D., Connan, S. and Popper, Z., 2011, Algal chemodiversity and bioactivity: sources of natural variability and implications for commercial application, *Biotechnology advances*, 29 (5), 483-501.

Sunilson, J. A. J., Suraj, R., Anandarajagopal, K., Rejitha, G., Vignesh, M. and Promwichit, P., 2009, Preliminary phytochemical analysis, elemental determination and antibacterial screening of Codium decorticatum–a marine green algae, *International Journal of Biological Chemistry*, 3 (2), 84-89.

Tabarsa, M., Rezaei, M., Ramezanpour, Z. and Waaland, J. R., 2012, Chemical compositions of the marine algae Gracilaria salicornia (Rhodophyta) and Ulva lactuca (Chlorophyta) as a potential food source, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (12), 2500-2506.

Tajbakhsh, S., Ilkhani, M., Rustaiyan, A., Larijani, K., Sartavi, K., Tahmasebi, R. and Asayesh, G., 2011, Antibacterial effect of the brown alga Cystoseira trinodis, *J. Med. Plants Res*, 5 (18), 4654-4657.

Thibaut, T., Blanfuné, A., Markovic, L., Verlaque, M., Boudouresque, C., Perret-Boudouresque, M., Maćic, V. and Bottin, L., 2014, Unexpected abundance and long-term relative stability of the brown alga Cystoseira amentacea, hitherto regarded as a threatened species, in the north-western Mediterranean Sea, *Marine pollution bulletin*, 89 (1-2), 305-323.

Thibaut, T., Blanfuné, A., Boudouresque, C.-F. and Verlaque, M., 2015, Decline and local extinction of Fucales in French Riviera: the harbinger of future extinctions?, *Mediterranean marine science*, 16 (1), 206-224.

Tüney, İ., Cadirci, B. H., Ünal, D. and Sukatar, A., 2006, Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey), *Turkish Journal of Biology*, 30 (3), 171-175.

Ustun, G., Ersoy, A., Yucel, S. and Ulger, Z., 2005, Fatty acid composition of green Seaweeds (Codium fragile and Ulva lactuca) from the Marmara Sea, *2005 IFT Annual Meeting, July 15-20-New Orleans, Louisiana*.

Vairappan, C. S., 2003, Potent antibacterial activity of halogenated metabolites from Malaysian red algae, Laurencia majuscula (Rhodomelaceae, Ceramiales), *Biomolecular engineering*, 20 (4-6), 255-259.

Val, A., Platas, G., Basilio, A., Cabello, A., Gorrochategui, J., Suay, I., Vicente, F., Portillo, E., Río, M. and Reina, G., 2001, Screening of antimicrobial activities in red, green and brown macroalgae from Gran Canaria (Canary Islands, Spain), *International Microbiology*, 4 (1), 35-40.

Varier, K. M., Milton, M., Arulvasu, C. and Gajendran, B., 2013, Evaluation of antibacterial properties of selected red seaweeds from Rameshwaram, Tamil Nadu, India, *Journal of Academia and Industrial Research*, 1 (11), 667-670.

Veeramohan, D. R., Adaikala Raj, G. and Venkatesalu, V., 2017, Antibacterial activity of methanol crude extracts of marine macroalgae from the Thikkodi Calicut west coast of India, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 8 (1), 136-142.

Vlachos, V., Critchley, A. and Von Holy, A., 1997, Antimicrobial activity of extracts from selected southern African marine macroalgae, *South African Journal of Science*, 93 (7), 328-332.

Watson, S. B. and Cruz-Rivera, E., 2003, Algal chemical ecology: an introduction to the special issue, *Phycologia*, 42 (4), 319-323.

Wehr, J. D., 2015, Brown algae, In: Freshwater Algae of North America, Eds: Elsevier, p. 851-871.

Yi, Z., Yin-Shan, C. and Hai-Sheng, L., 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), 327-331.

Yılmaz Cankılıç, M. and Yılmaz Sarıözlü, N., 2017, Antimicrobial activity of cyanobacteria isolated from waste water containing boron, *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 74 (Supp: Su Kongresi), 29-34.

Yin, S.-W., Wang, C., Li, X., Wang, B. and ecology, 2005, A new clerosterol derivative, trans-phytol, and related metabolites from marine green alga Codium fragile (Codiaceae) and their chemotaxonomic significance, *Biochemical systematics and ecology*, 12 (33), 1288-1292.

Yoldaş, M. A., Katırcıoğlu, H. ve Beyatlı, Y., 2003, Bazı Mavi-Yeşil Alglerin (Cyanophyta-Cyanobacteria) Poli-β-hidroksibütirat (PHB) Üretimi ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi, *Su Ürünleri Dergisi*, 20 (3).

Zbakh, H., Chiheb, H., Bouziane, H., Sánchez, V. M. and Riadi, H., 2012, Antibacterial activity of benthic marine algae extracts from the Mediterranean coast of Morocco, *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (1), 219.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : MALAK ABBAS FADHIL ALBAYATI

Uyruğu : Iraq

Doğum Yeri ve Tarihi : 1996/1/1 Kerkük
Telefon : 0507 677 22 69
Faks :

e-mail : melek.beyatli1996@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Vasti kiz lises/ Kerkük	**2013**
Üniversite	:	Kerkük Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü /Kerkük	**2017**
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı	**2020**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI

Hidrobiyoloji, Algal biyoloji, Deniz Biyolojisi

YABANCI DİLLER

Türkmence, İngilizce, Arapça

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

1. Abbas Fadhıl Albayatı M.,Akköz C,Güneş E.,Keskinkaya HB.,Okudan EŞ., (2019). *Codium fragile* ve *Jania rubens* Makroalglerinin tibakteriyel Aktivitelerinin Araştırılması. V.International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2019), 595-604. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

2. Abbas Fadhıl Albayatı M.,Akköz C,Güneş E.,Keskinkaya HB.,Okudan EŞ, Karakurt S.,Evaluation of Antimicrobial Activities of *Codium bursa* Methanol and Chloroform Extracts Against Different Test Pathogens. VI. International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2020) (Özet bildiri/Sözlü sunum).

3. Keskinkaya HB., Akköz C, Güneş E., Abbas Fadhıl Albayatı M., Okudan EŞ, Karakurt S.,Determination of antimicrobial activity of different extracts of *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus Nees.1820) against pathogenic microorganisms. 3rd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2020)(Özet bildiri/Sözlü sunum)