

Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi

Aycan ARAS¹, Selin SAYIN^{1*}

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Türkiye.

*e-mail: selin.sayin@iste.edu.tr

ÖZET

Çalışmamızda, gelecekte geliştirilecek fonksiyonel ürünlerin tasarımları için dört farklı makroalg türüne ait biyokimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite, yağ asidi kompozisyonu, besin maddesi bileşenleri ve SEM görüntüleri belirlenmiştir. Makroalg örnekleri kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi'nden toplanmıştır. Analizlerde kahverengi alglerden *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma*, yeşil alglerden *Ulva intestinalis* ve kırmızı alglerden *Ellisolandia elongata* türleri kullanılmıştır. En yüksek protein, lipid ve kül içerikleri sırasıyla *U. intestinalis* (%15.77), *S. vulgare* (%12.21) ve *E. elongata* (%76.75) türüne ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük SFA, MUFA ve PUFA' daki yüzde değişim oranları sırasıyla *D.dichotoma* (%41.48) - *E.elongata* (%85.85), *E.elongata*'da (belirlenemedi)- *D.dichotoma* (%22.67) ve *E.elongata* (belirlenemedi)- *S.vulgare* (%2.52) olarak belirlenmiştir. Makroalg türlerine ait C,H,N % içeriği en yüksek *E.elongata* türünde saptanmıştır. Sonuç olarak, antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *U.intestinalis* ve *E.elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiştir. . Sonuç olarak, antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *U.intestinalis* ve *E.elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiştir.

KEYWORDS: Makroalg, fonksiyonel ürün, biyokimyasal kompozisyon, antimikrobiyal aktivite, SEM.

Determination of Potential of Some Marine Macroalgae for Future Functional Products

ABSTRACT

In our study, biochemical composition, antimicrobial activity, fatty acid composition, nutrient components and SEM images of four different macroalgae species were determined for functional product designs in the future. Macroalgae samples were collected from Iskenderun Bay on the northeastern Mediterranean coast. *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma* (Phaeophyta), *Ulva intestinalis* (Chlorophyta) from green algae and *Ellisolandia elongata* (Rhodophyta)

from red algae were used in the analyzes. The highest protein, lipid and ash contents were found to belong to *U. intestinalis* (15.77%), *S. vulgare* (12.21%) and *E. elongata* (76.75%), respectively. The highest and lowest percentage rate of SFA, MUFA and PUFA were *D. dichotoma* (41.48%) - *E. elongata* (85.85%), *E. elongata* (undetected) - *D. dichotoma* (22.68%) and *E. elongata* (not determined) – *S. vulgare* (2.52%) respectively. The highest C, H, N values were determined as *E.elongata*. In conclusion, in the antimicrobial efficacy tests, *U.intestinalis* and *E.elongata* macroalgae species were found to be effective against *E.coli* and *C.albicans*.

Keywords: Macroalgae, functional product, biochemical composition, antimicrobial effect, SEM

How to cite this article: Aras, A., Sayın, S. (2020). Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi
MedFAR., 3(1): 22-35.

1. Giriş

Sağlıklı ve güzel olmak, gıdalarımızın sağlığını desteklemesi, hastalıklardan korunmak, sağlıklı giyinmek ve daha pek çok ihtiyaç endüstrilerin şekillenmesine neden olmaktadır. Her geçen gün artan ürün çeşitliliği ve üreticilerin pazar kaygıları ile beraber geliştirilen ürünlerin daha uzun süre dayanması, daha güzel kokması, renginin cezbedici olması, antimikrobiyal, antioksidan, yaşlanma karşıtı, UV koruma etkileri gibi özellikleri de içermesini zorunlu hale getirmiştir. Ürünlerin alım gücünü artıran bu doğal olmayan katkıların yol açtığı hastalıklar, antibiyotiklere göre daha az etkili (Blunt ve ark., 2015), iyi biyoyararlanıma (etkin maddenin absorbe edilme, vücut içindeki etki yerine erişebilme hızı ve derecesi) sahip, minimum toksisite içeren, kolay elde edilebilen, sürdürülebilir, antimikrobiyal, antioksidan, koruyucu gibi özellikleri sağlayacak doğal ve yeni fonksiyonel kaynaklar üzerine araştırmaların yoğunlaşmasını sağlamıştır.

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

Candida albicans, *Candida* cinsine ait bir maya türüdür. Mukoza, sindirim, oral ve jinekolojik enfeksiyonlarda kandidiyazis adı verilen mantar enfeksiyonlarına neden olur. Candidemia, yaklaşık% 40'lık bir ölüm oranı ile karakterize edilmektedir (Bennet ve Johnson, 2003; Bennet ve Johnson, 2005).

Staphylococcus aureus, genellikle, iltihap oluşumuyla seyreden lokal enfeksiyonlara neden olmaktadır. Hastanede yatan hastalarda görülen septisemilerin yaklaşık yarısında etken olarak *S. aureus* ve *E. coli* hemen hemen eşit sorumludurlar (Bilgehan, 1981; Holth, 1994; Unat, 1998; Bilgehan, 1986; Palmer, 1984). *E. coli* insanda bağırsak hastalıkları ve bağırsak dışı enfeksiyonlara da neden olmaktadır. *E. coli*, uygun koşullarda endojen enfeksiyonlara neden olan fakültatif patojen veya fırsatçı patojen bir bakteri olarak kabul edilmektedir. 1985-1988 döneminde ABD'den Horan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, cerrahi işlemler sırasında meydana gelen hastane kaynaklı

(nozokomial) enfeksiyonların %9.8'inden *E. coli*, %17.3 'ünden *S. aureus* 'un sorumlu olduğu gösterilmiştir. Tüm bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda; bu enfeksiyon tablolarının oluşmasında söz konusu bakterilerin patojen etkilerinin önlenmesinde, yeni fonksiyonel yaklaşımların sağlanabileceği materyallere ihtiyaç vardır.

Makroalgler, endüstrilerin yeni ihtiyaçları doğrultusunda şekillenen hammadde arayışında, gıda, kozmetik, ilaç gibi alanlarda yüzyıllardır Ortadoğu ülkelerinin ana pazarını oluşturmaktadır. Bileşimlerinde yer alan proteinler, peptitler, yağ asitleri, florotanninler, polisakaritler, terpenler, poliasetlenler, steroller gibi ikincil metabolitlerinin tespit edilen biyolojik aktiviteleri sayesinde kullanım alanları geniş bir yelpazede yayılmaya devam etmektedir (Blunt ve ark., 2015; Cox ve ark., 2010; Mayer ve ark., 2013; Venugopal, 2008). Makroalglerin yüksek konsantrasyonlarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), vitaminler, fenolik bileşikler ve terpenler gibi biyoaktif moleküller içeren alg yağları, antibakteriyal, antitumor, antiinflamator (yangı önleyici), antioksidan ve antiproliferatif (çoğalmı önleyici) özelliklere sahiptir (Gerasimenko ve ark., 2010; Elbaz ve ark.,2013; Cox ve ark., 2010). Yapılan pek çok çalışma ile makroalglerin %70'inin antibakteriyal, %27.5'inin antifungal etki gösterdiği ve patojenik mikroorganizmalara karşı aktif moleküllerin zengin bir kaynağı olduğu belirlenmiştir (Zheng ve ark., 2001; Salvador ve ark., 2007).

Algler halen Dünya pazarında hakkettiği yeri alamamıştır (Marquez ve ark., 2014), içerdikleri zengin biyolojik aktif özelliğe sahip olmalarından dolayı fonksiyonel bileşenler olarak kullanılabilme potansiyelleri ile (Plaza ve ark., 2008; Ibañez ve ark.,2013) geleceğin yenilikçi ve niş ürünlerinin geliştirilmesi için yeni ve büyük bir pazar oluşturma potansiyeline sahiptir. Algal ürünlerin oluşturduğu pazarın 2025 yılında küresel anlamda 3.451milyon dolara ulaşacağı öngörülmektedir.

Literatürde, Türkiye kıyılarında dağılım gösteren bazı makroalglerin dağılımları, biyokimyasal kompozisyonları, antibakteriyal aktivitesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Haliki ve ark., 2005; Özdemir ve ark., 2006). Bu çalışmada bazı makroalg türlerinin temel besinsel

kompozisyonları, element profilleri, elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktiviteleri ve alg biyomasına ait yüzey özelliklerinin SEM görüntüleri belirlenerek fonksiyonel ürün tasarımlarında kullanılma potansiyelleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışmamızda test edilen makroalg türleri (*Dictyota dichotoma*, *Sargassum vulgare*, *Ulva intestinalis*, *Ellisolandia elongata*) Eylül ve Haziran (2017-2018) aylarında, İskenderun Körfezi (Hatay) Kale ve Arsuz bölgelerinden toplanmıştır. Toplanan makroalgler soğutucu kaplarda İskenderun Teknik Üniversitesi, Algal Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda yıkama, kurutma ve saklama işlemleri yapılarak analizlere hazır hale getirilmiştir (Ye ve ark., 2009). Makroalglerin kül, lipid ve toplam protein miktarları, sırasıyla Vollenweider 1974, Bligh ve Dyer 1959 ve Kjeldahl metoduna (gıda kaynaklı ürünler için dönüşüm faktörü 6.25 olarak hesaplanmıştır) göre yapılmıştır.

Yağ asidi içerikleri Garces ve Mancha (1993)'ya göre yapılmıştır. Yağ asidi metil esterlerinin analizi, taşıyıcı gaz olarak hidrojen ve sıcaklık programı kullanılarak SP-2330 kaynaşmış kılcal kolonu (30 9 0.25 mm) ile donatılmış bir gaz kromatografi kütle spektrometresi (GC) ile yapılmıştır. Elde edilen alg yağlarının antimikrobiyal etkisi Agar Difüzyon yöntemine göre yapılmıştır. Çalışmamızda antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi için 4 bakteri (*Staphylococcus aureus*-ATCC 6538, *Salmonella typhimurium*-ATCC 13311, *Pseudomonas aureginom*-ATCC 9027, *Escherichia coli*- ATCC 8739) ve 2 mantar (*Candida albicans*-ATCC 10231, *Aspergillus brasiliensis*-ATCC 16404) türü kullanılmıştır. Alg unlarının element kompozisyonları Dumas (1831) yöntemi ile yapılmıştır. Makroalg unları Altın ve Paladyum (Au,Pd) ile kaplama yapılmış ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile yüzey görüntüleri (X500 ve X5000) alınmıştır.

Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar, SPSS 9.0 for Windows kullanılarak yapılmıştır (SPSS 1993). İstatistiksel karşılaştırmalar OneWay Analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki

farklılıklar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak belirlenmiştir. Farklılıklar $p<0.05$ olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiş

3. Bulgular ve Tartışma

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

3.1. Makroalglerin kül içeriği

Makroalg türlerinin belirlenen kül miktarları değerlerinin sırasıyla; 76.75 ± 0.20 (*Ellisolandia elongata*), 27.49 ± 0.43 (*Ulva intestinalis*), 27.34 ± 0.72 (*D.dichotoma*) ve 14.79 ± 0.19 (*S.vulgare*) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Özgün ve Turan (2015), İskenderun Körfezi'nden toplanan *S.vulgare*'nin kül içeriğini 16.08 olduğunu belirlemişlerdir. Marinho-Soriano ve ark. (2006) Brezilyada yaptıkları çalışmada, *S.vulgare*'nin kül içeriğini 14.20 ± 3.86 bulmuş olup, bu sonuçlar bu çalışmada bulunan değerlere benzerlik göstermektedir.

Metin ve Baygar (2018), Muğla Akyaka'da *U.intestinalis*'i 12 ay boyunca incelemiş ve kül içeriğinin $11.75-17.35$ arasında mevsimlere göre değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Polat ve Özoğul (2013), İskenderun Körfezi'nde bazı makroalg türlerinde mevsimsel olarak gerçekleştirdikleri analizler sonucunda kül miktarlarının $2.28-51.63$ değerleri arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen kül sonuçları $14-76$ aralığında değişim göstermiştir.

3.2. Makroalglerin lipid içeriği

Makroalg türlerine ait lipid içerikleri sırasıyla; %12.21±0.52 (*S.vulgare*), %5.43±0.23

(*D.dichotoma*), %1.04±0.37 (*U.intestinalis*) ve %0.43±0.09 (*E.elongata*) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Makroalglerin biyokimyasal içerikleri (%)

Alg Türleri	Kül (%)	Lipid(%)	Protein (%)
<i>Dictyota dichotoma</i>	27.34±0.72 ^b	5.43±0.23 ^b	8.70±0.25 ^b
<i>Sargassum vulgare</i>	14.79±0.19 ^a	12.21±0.52 ^c	6.16±0.12 ^a
<i>Ulva intestinalis</i>	27.49±0.43 ^b	1.04±0.37 ^a	15.77±0.16 ^c
<i>Ellisolandia elongata</i>	76.75±0.20 ^c	0.43±0.09 ^a	6.05±0.03 ^a

Gür (2015), İskenderun Körfez’inde ilkbahar, yaz, kış mevsimlerinde yaptığı çalışmada *D.dichotoma*’nın lipid içeriğini %0.90 ile %5.13 arasında bulmuştur. Sultana ve ark., (2012), Buleji kıyısal bölgesinde (Karachi, Pakistan) *D.dichotoma* ile yaptıkları biyokimyasal analiz sonucunda lipid içeriğinin %6.8 olduğunu belirlemiştir. McDerimid ve Stuercke (2003), makroalglerde lipid içeriğinin %4’ten az olduğunu rapor etmiştir. Ancak, çalışmamızda *D.dichotoma* ve *S.vulgare*’ de daha yüksek lipid değerleri elde edilmiştir. Manivannan ve ark. (2008), Hindistan’daki çalışmalarında *U.intestinalis*’in lipid içeriğinin %1.33±0.20 ile lipid içeriği en düşük tür olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler Manivannan ve ark. (2008) tarafından elde edilen değerleri desteklemektedir.

Ahmad ve ark. (2012), farklı makroalg türlerinden elde ettikleri bulgularda, kahverengi alg türlerinin kırmızı ve yeşil alg türlerine göre daha yüksek lipid içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızla benzerlik göstermiş olup, en yüksek lipid içeriği kahverengi alg türlerinde ve en düşük lipid içeriğinin kırmızı alg türünde olduğu saptanmıştır. Chakraborty ve Bhattacharya (2012), ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre lipid içeriğinin değişim gösterebileceğini rapor etmiştir.

3.3. Makroalglerin protein içeriği

Çalışmamızda protein içeriklerinin sırasıyla; %15.77±0.16 (*U.intestinalis*) > %8.70±0.25

(*D.dichotoma*) > %6.16±0.12 (*S.vulgare*) > %6.05±0.03 (*E.elongata*) olduğu belirlenmiştir.

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

Manivannan ve ark. (2008), Hindistan kıyılarından toplanan 12 alg türü üzerinde yaptıkları çalışmada *U.intestinalis*’in %16-17 arasında belirlenen protein değerleri, çalışmamızdaki değerler ile benzerlik göstermektedir. Gür (2015), İskenderun Körfez’inden toplanan ilkbahar dışındaki mevsimlerde saptanan *D.dichotoma*’da protein oranları %4.42-6.15 aralığında bulunduğunu, yaz ve sonbaharda artış gösterdiğini bildirmiştir. Sultana ve ark. (2012)’nin yaptığı araştırmada, Buleji (Karachi, Pakistan) kıyısal bölgesinden topladıkları *D.dichotoma*’da protein miktarının %5 olduğu belirlenmiştir. Tabarsa ve Ramezanpour, 2012 ise Kuvehei kıyısal bölgesinden (İran) topladıkları *D.dichotoma* için diğer makroalg türlerinden daha yüksek protein değeri elde etmişlerdir (%7.93). Manivannan ve ark. (2009) Hindistan’da 11 alg türü üzerinde yaptıkları çalışmada *D.dichotoma*’nın protein içeriğinin %8-10 arasında olduğunu

belirlemişlerdir. Dawczynski ve ark. (2007), kırmızı alglerin kuru maddedeki protein oranlarının kahverengi alglerden daha yüksek düzeylerde olduğunu belirtmiş olup, çalışmamızda ise tek kırmızı alg türü olan *E.elongata*'nın protein oranının kahverengi alglerden *S.vulgare*'ye benzer, *D.dichotoma*' dan ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

3.4. Yağ Asidi Kompozisyonu

Çalışmamızda dört farklı makroalg türünün ortalama yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Makroalglerin yağ asidi kompozisyonları (%)

%	<i>D.dichotoma</i>	<i>S.vulgare</i>	<i>U.intestinalis</i>	<i>E.elongata</i>
C14:0	16.27	11.55	16.02	32.89
C15:0	0.73	0.5	7.02	15.11
C16:0	15.58	18.97	15.71	5.64
C17:0	8.24	12.35	14.80	32.21
C18:0	0.62	0.86	0.34	-
C20:0	0.04	-	-	-
Total SFA	41.48	44.23	53.89	85.85
C15:1	3.81	1.52	2.45	-
C16:1	7.08	4.06	4.00	-
C18:1	11.78	7.85	7.74	-
Total MUFA	22.67	13.43	14.19	-
C18:2	1.16	2.42	-	-
C20:3	-	-	1.88	-
Total PUFA	1.16	2.42	1.88	-

Makroalglerin toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranlarının, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranlarından daha yüksek olduğu, doymuş yağ asitleri oranlarının %41.49-85.87 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri *E.elongata*'da belirlenememiş olup, en yüksek değer *D.dichotoma* türüne (%22.68) ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada test edilen makroalglerin çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değerlerinin %0-2.42 aralığında olduğu bulunmuştur. Değerler karşılaştırıldığında, türler arasında en yüksek oranda doymuş yağ asitinin miristik asit (C14:0) ve palmitik asit (C16:0) olduğu, tekli doymamış yağ asitlerinin ise oleik asit (C18:1) ve palmitoleik asit (C16:1) olduğu belirlenmiştir.

En yüksek düzeyde Miristik yağ asidi (C14:0) ve Pentadecanoic asit (C15:0) değerinin *E.elongata*'ya ait olduğu belirlenmiştir.

Pentadecenoik asitin (C15:1) en düşük ve en yüksek değerlerinin kahverengi alglerde sırasıyla *S.vulgare* (%1.52) ve *D.dichotoma* (%3.81)'ya ait olduğu, Palmitoleik asit (C16:1) en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla *U.intestinalis* (%4) ve *D.dichotoma* (%7.08)'ya ait olduğu, *S.vulgare* (%4.06) değerinin ise *U.intestinalis*'e yakın olduğu gözlenmiştir.

Palmitik asit (C16:0) değerlerinin (%5.64) *E.elongata*'da en düşük düzeyde olduğu, diğer türlerde de yakın değerlerin belirlendiği tespit edilmiştir. Stearik asit (C18:0) *E.elongata* türünde belirlenememiş diğer türlerde de düşük miktarlarda olduğu saptanmıştır. Oleik asit düzeyinin (C18:1) özellikle *D.dichotoma* türünde en yüksek seviyede (%11.78) bulunduğu, *S.vulgare* (%7.85) ve *U.intestinalis* (%7.74)'de birbirine yakın değerlerde olduğu, buna karşılık *E.elongata*'da tespit edilemediği belirlenmiştir.

Linoleik asit (C18:2) değerlerinin sadece kahverengi alg türlerinde (*D.dichotoma* ve *S.vulgare*) çok düşük miktarlarda belirlenmiştir. Araşit asit (C20:0) sadece *D.dichotoma*'da düşük miktarda, diğer türlerde ise belirlenmemiştir. Linolenik acid (18:2) ise sadece kahverengi alglerden *S.vulgare* (%2.42) ve *D.dichotoma*' da (%1.16) olarak belirlenmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, doymuş yağ asidi (SFA) miktarının tüm türlerdeki toplam yağ asidinin %40'ından fazlasını oluşturduğu, kırmızı ve yeşil alg türlerinin ise kahverengi alg türlerine oranla daha yüksek doymuş yağ asitleri (SFA) oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) içeriğinin kahverengi alglerden *D.dichotoma*'da (%22.67) kırmızı ve yeşil alg türüne oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Polat ve Özoğul (2008), Rohani ve ark. (2012) yaptıkları çalışmalarda alglerde başlıca palmitik asit ve oleik asit olduğunu bildirmişlerdir. Rohani ve ark. (2012), kırmızı, yeşil ve kahverengi alg türleri ile yaptıkları çalışmada SFA oranının yeşil ve kırmızı

alglerde, kahverengi alglere oranla daha yüksek olduğunu, MUFA oranının ise kahverengi alglerde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), kahverengi alglerde ve yeşil alglerde gözlenirken, kırmızı alg türünde belirlenmemiştir. Makroalglerde önemli olan PUFA/SFA oranının ise genel olarak düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda, SFA oranı en yüksek olan tür %85.85 ile *E.elongata*'ya ait olup, en düşük oranın ise %41.48 ile *D.dichotoma*' ya ait olduğu bulunmuştur. Caf ve ark. (2016), Antalya Lara kıyılarından toplanan *E.elongata*'nın yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş ve SFA oranını %54.90±0.22 olarak belirlemiş olup, bu değer çalışmamızda elde edilen *E.elongata*'ya ait SFA (%85.85) değerinden düşük olduğu gözlenmiştir.

3.5. Element Analizleri

Çalışmamızda incelenen makroalg türlerinin N, C, H miktarları belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Makroalg türlerinin element analizleri (%)

Alg Türleri	Nitrojen(%)	Karbon(%)	Hidrojen(%)
<i>Dictyota dichotoma</i>	3.23±0.26 ^a	32.27±1.06 ^c	4.36±0.44 ^a
<i>Sargassum vulgare</i>	3.43±0.29 ^a	26.82±0.12 ^b	4.18±0.18 ^a
<i>Ulva intestinalis</i>	4.46±0.51 ^{ab}	17.97±0.80 ^a	3.84±1.39 ^a
<i>Ellisolandia elongata</i>	4.98±0.41 ^b	35.70±0.61 ^d	10.39±3.19 ^a

Makroalglerin nitrojen içeriğinin %3.23±0.26 ile %4.98±0.41 aralığında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek nitrojen içeriğinin *E.elongata*'ya ait olduğu, en düşük nitrojen içeriğinin ise kahverengi makroalg türlerinden *Dictyota dichotoma*'ya ait olduğu belirlenmiştir. Makroalglerin karbon değerlerinin ise %17.97±0.80 ile %35.70±0.61 arasında değişiklik gösterdiği, en yüksek karbon içeriğinin *E.elongata*'ya, en düşük karbon içeriğinin ise *U.intestinalis*'e ait olduğu belirlenmiştir. Hidrojen içeriklerinin ise %3.84±1.39 ile %10.39±3.19 arasında değişiklik göstermiş olup en düşük hidrojen içeriğinin *U.intestinalis*'e ait olduğu, *E.elongata*'nın N,C,H içeriği bakımından diğer türlerden daha yüksek değerlere sahip olduğu

belirlenmiştir. Değerler arasında anlamlı istatistiksel farklar olduğu tespit edilmiştir (p <0,05).

Atkinson ve Smith (1983)' e göre *U.lactuca*'nın Nitrojen miktarlarının 24mg/gr (kuru ağırlık), *Gracilaria* sp. ve *Hypnea* sp.'de sırasıyla 28mg/gr (kuru ağırlık) ve 32 mg/gr (kuru ağırlık) olduğu bildirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar çalışmamızda test edilen *E.elongata* (%4.98)'nın Nitrojen değerinin diğer türlerden daha yüksek olması bakımından destekler niteliktedir.

3.6. Antimikrobiyal Aktivite

Dört makroalg (*D.dichotoma*, *U.intestinalis*, *E.elongata* ve *S.vulgare*) türüne ait yağların, disk difüzyon yöntemiyle; 4 bakteri [*Staphylococcus*

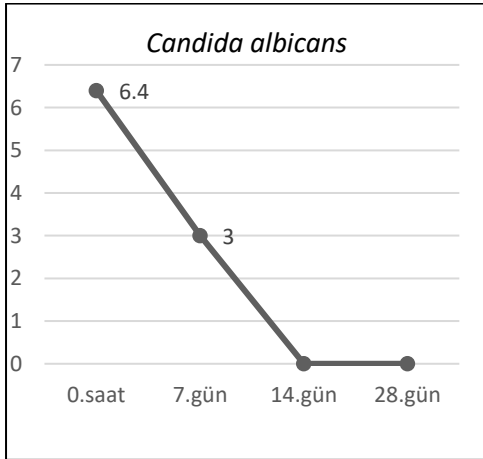
aureus (ATCC 6538), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), *Pseudomonas aureginosa* (ATCC 9027), *Escherichia coli* (ATCC 8739)] ve 2 mantar [*Candida albicans* (ATCC 10231), *Aspergillus*

brasiliensis (ATCC 16404)] türüne karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir (Şekil 1, 2, 3, 4) (Çizelge 4).

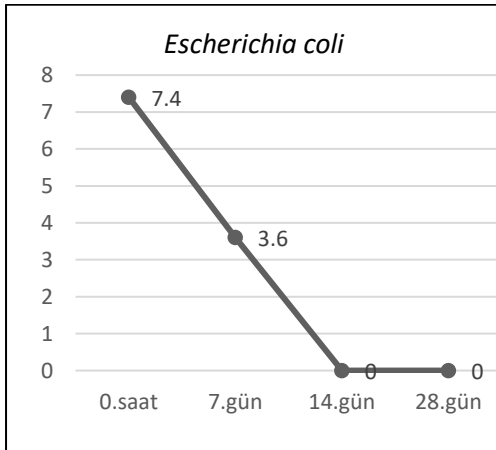
Çizelge 4. Makroalglerin antimikrobiyal aktivitesi

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

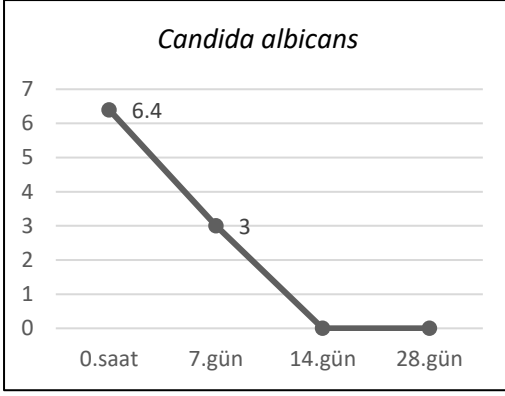
(-) : aktivite yok, (+) : aktivite var, (*) : test edilmemiş, I – *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), II – *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), III – *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), IV – *Pseudomonas aureginom* (ATCC 9027), V – *Escherichia coli* (ATCC 8739), VI – *Candidi albicans* (ATCC 10231),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



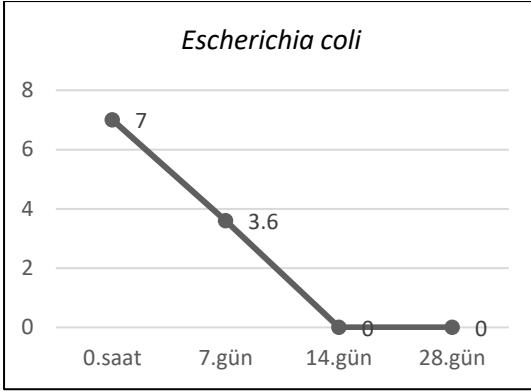
Şekil 1. *Ulva intestinalis*'in *Candida albicans* 'a antimikrobiyal etkisi



Şekil 2. *Ulva intestinalis*'in *Escherichia coli* 'ye antimikrobiyal etkisi.



Şekil 3. *Ellisolandia elongata*'nın *Candida albicans*'a antimikrobiyal etkisi.



Şekil 4. *Ellisolandia elongata*'nın *Escherichia coli*'ye antimikrobiyal etkisi.

D.dichotoma'da, *S.aureus* ve *S.typhimurium* mikrobiyal testleri yapılmış ve herhangi bir aktiviteye rastlanmamıştır. *E.intestinalis*, *S.aureus*, *S.typhimurium*, *P.aureginom*, *E.coli*, *C.albicans*, *A.brasiliensis* testleri yapılmış, *E.coli* ve *C.albicans* dışındaki testlerde antimikrobiyal etki göstermemiştir. *E.coli*'de 0.saatte 7.4, 7.günde 3.6 ve *C.albicans*'ta 0.saatte 6.4, 7.günde 3.6 iken 14.günden sonra aktivite gözlemlenmemiştir. *E.elongata*'da, *S.aureus*, *S.typhimurium*, *P.aureginom*, *E.coli*, *C.albicans*, *A.brasiliensis* testleri yapılmış, *E.coli* ve *C.albicans* dışındaki testlerde antimikrobiyal etki göstermemiştir. *E.coli*'de 0.saatte 7, 7.günde 3.6 ve *C.albicans*'ta 0.saatte 6.4, 7.günde 3.0 iken 14.günden sonra aktivite gözlemlenmemiştir. *S.vulgare*'de, *S.aureus* ve *S.typhimurium* mikrobiyal testleri yapılmış ve herhangi bir aktiviteye rastlanmamıştır.

El Baz ve ark. (2014), bazı makroalg yağlarının antimikrobiyal etkinliğini belirledikleri araştırmalarında *Ulva fasciata* türünün *E.coli*'ye karşı etkin olmadığı ancak *C.albicans* mayasına karşı etkin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda

U.intestinalis türü her iki mikroorganizmaya karşı aktif etki göstermiştir.

3.7. SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) Görüntüleri

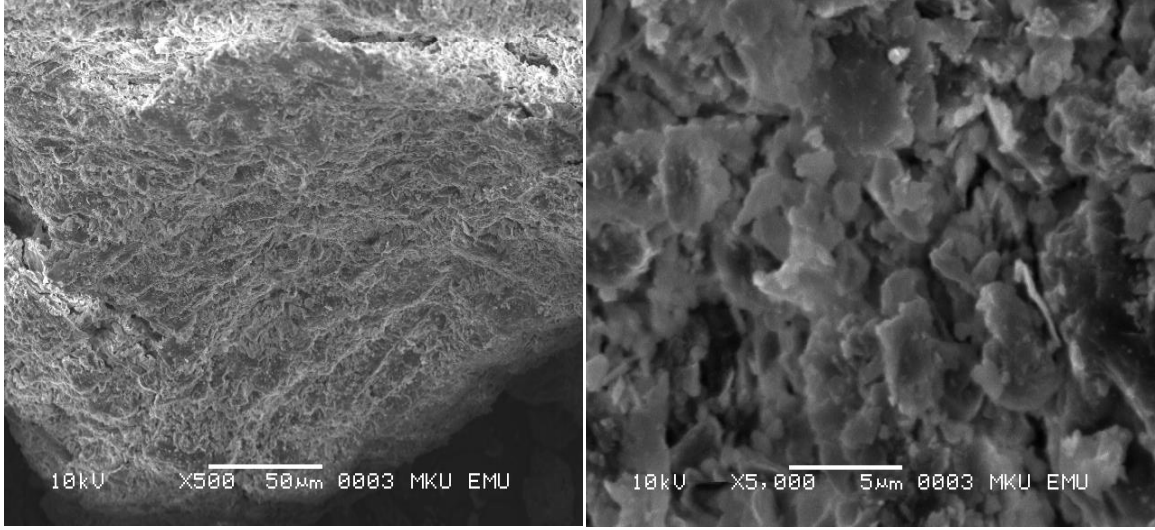
3.7.1. Algerin Yüzey özelliklerinin antimikrobiyal aktiviteye etkisi

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

yüksek olan malzemeler genellikle daha fazla sayıda maya kolonisinin oluştuğunu göstermiştir (Verran ve Maryen, 1997; Nevzatoğlu ve ark., 2007; Pereira-Cenci ve ark., 2007).

C. albicans'ın koloni oluşumunun, esnek protez astarlarının ve akrilik reçinenin bileşenlerinin belirlenmesinde yapışmayı azaltarak kontrol edilebilmekte olduğu bildirilmiştir (Klotz ve ark.,

1995; Verran ve Maryen, 1997). Kahverengi alglerden *Dictyota dichotoma*'nın SEM ile elde edilen görüntüleri Şekil 5'de verilmiştir. İki farklı büyütme ile [x500 (a), x5000 (b)] belirlenmiş olan görüntülerden alg yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.



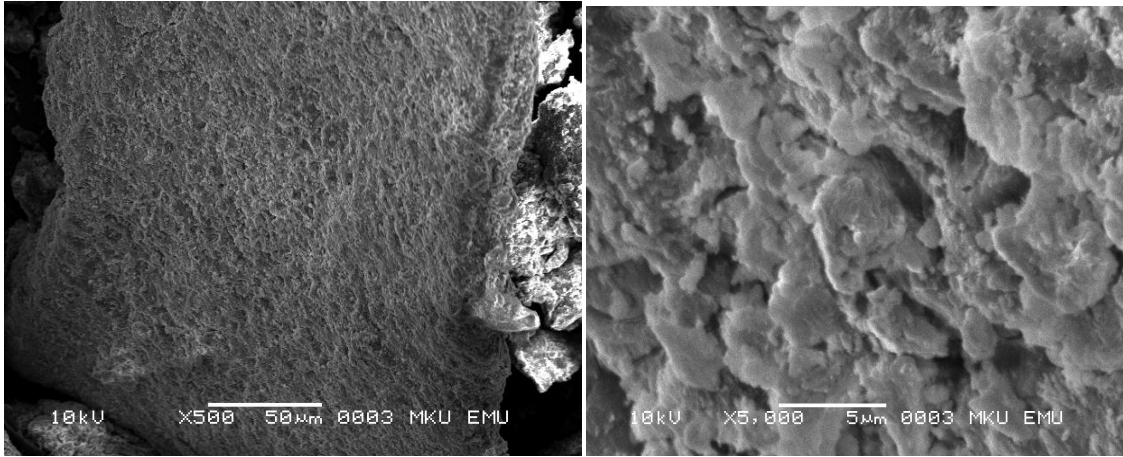
a

b

Şekil 5. *Dictyota dichotoma*'nın SEM görüntüleri (a, b)

Yeşil alglerden *Ulva intestinalis*'in SEM ile elde edilen görüntüleri Şekil 6'da verilmiştir. İki farklı büyütme ile [x500 (a), x5000 (b)] belirlenmiş

olan görüntülerden alg yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.



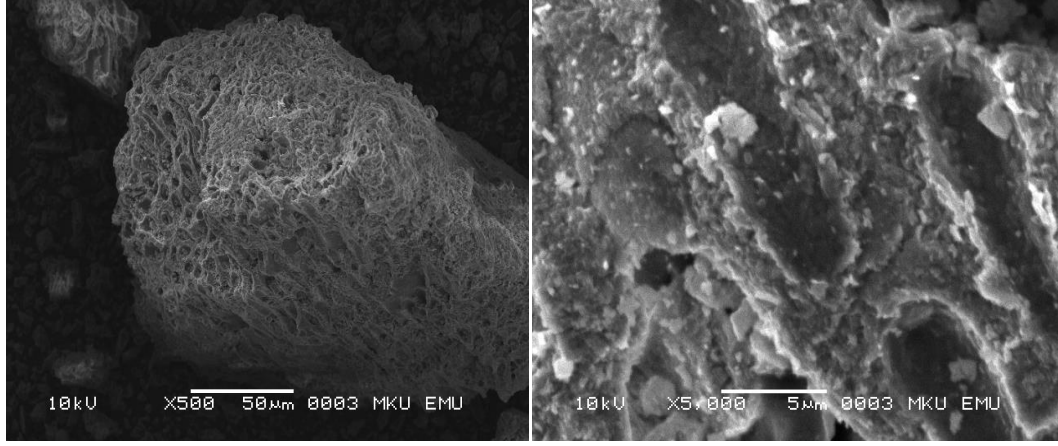
a

b

Şekil 6. *Ulva intestinalis*'in SEM görüntüleri (a, b)

Kahverengi alglerden *Sargassum vulgare*'nin SEM ile elde edilen görüntüleri Şekil 7'de verilmiştir. İki farklı büyütme ile [x500 (a), x5000 (b)]

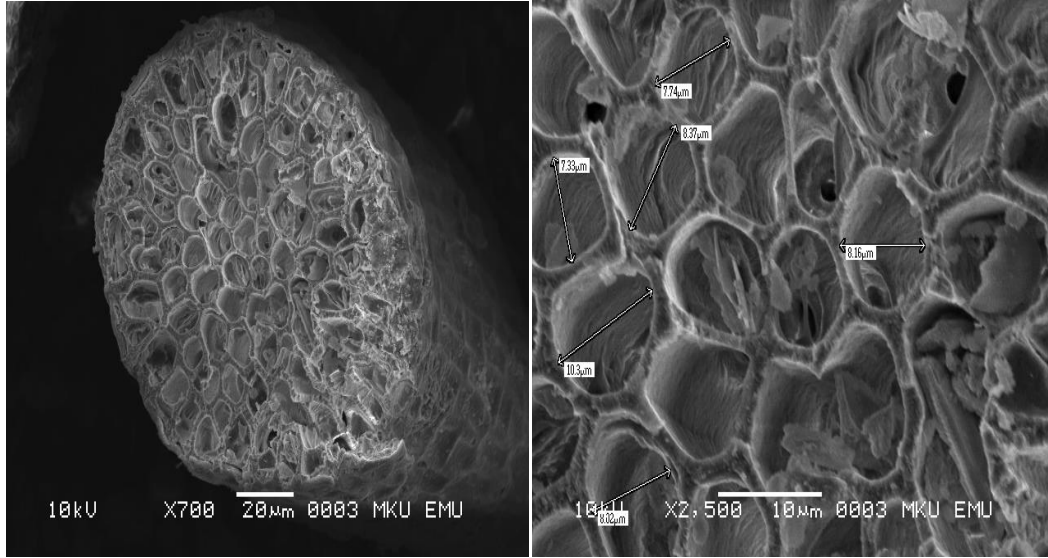
belirlenmiş olan görüntülerde ortalama 5µm çaplı uzun silindirik oluklar olduğu belirlenmiştir.



a b
Şekil 7. *Sargassum vulgare*'nin SEM görüntüleri (a, b)

Kırmızı alglerden *Ellisolandia elongata*'nın SEM ile elde edilen görüntüleri Şekil 8'de verilmiştir. İki

farklı büyütme ile [x700 (a), x2500 (b)] belirlenmiş olan görüntülerde ortalama 7-10µm büyüklüğünde gözenekler olduğu belirlenmiştir.



a b
Şekil 8. *Ellisolandia elongata*'nın SEM görüntüleri (a, b)

Alg biyokimyası, substrat yüzeylerinin özellikleri antimikrobiyal özellikli malzemelerin tasarlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli parametrelerdendir. Algal biyomasın yüzey alanlarının özelliklerinin belirlenmesi yeni ve fonksiyonel biyomateryal tasarımları ya da sentezlerinde kullanım alanlarının belirlenmesini sağlayacaktır.

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

Çalışmamızda antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *E.intestinalis* ve *C.elongata* makroalg türlerinin *E.coli* ve *C.albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiş olup, doğal antimikrobiyal kaynağı olarak, yağ asidik

Teşekkür

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösterici olan değerli hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Naz'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

Ahmad, F., Sulaiman, M.R., Saimon, W., Yee, C.F., Matanjun, P. (2012) Proximate compositions and total phenolic content of selected edible seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science*. 31:85-96.

Atkinson, M.J., Smith, S.V. (1983) C: N:P ratios of benthic marine plants. *Limnology and Oceanography*, 28(3), 568-574.

Bellon-Fontaine, M.N., Mozes, N., Van der Mei, H.C., Sjollem, J., Cerf, O., Rouxhet, P.G., Busscher, H.J. (1990) A comparison of thermodynamic approaches to predict the

adhesion of dairy microorganisms to solid substrata. *Cell Biophys*. 17:93-106.

Bennett, R. J., Johnson, A. D. (2003) Completion of a parasexual cycle in *Candida albicans* by induced chromosome loss in tetraploid strains. *Embo J*. 22: 2505-2515.

Bennett, R.J., Johnson, A.D. (2005) Mating in *Candida albicans* and the search for a sexual cycle. *Annual Review of Microbiology* 59:233-255.

Bilgehan, H., (1981) Genel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Bilgehan, H., (1986) Klinik mikrobiyoloji özel bakteriyoloji ve bakteri enfeksiyonları, İzmir.

Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959) A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*. 37:911-917.

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

kompozisyonu, element analizi ve biyokimyasal kompozisyonlarıyla da fonksiyonel ürünlerde kullanılabilceği önerilmektedir.

Bos, R., Van der Mei, H.C., Busscher, H. J. (1999). Physico-chemistry of initial microbial

adhesive interactions its mechanisms and methods. *FEMS Microbiology Reviews*, 23:179-230.

Bridgett, M.J., Davies, M.C., Denyer, S.P., Eldridge, P.R. (1993) In vitro assessment of bacterial adhesion to Hydromer-coated cerebrospinal fluid shunts. *Biomaterials*. 14:184-8.

Burtin, P. (2003). Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2:498-503.

Busscher, H.J., Cowan, M.M., Van der Mei, H.C.(1992) On the relative importance of specific and non-specific approaches to oral microbial adhesion. *FEMS Microbiol Rev*. 8:199-209.

Caf, F., Yılmaz, Ö., Özdemir, S.N., Durucan, F. (2016) *Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Laurencia obtusa* (Antalya, Akdeniz) Türlerinin Yağ Asitleri, α -Tokoferol, Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarının Araştırılması. 2. Alg Teknoloji Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2016, Seferihisar, İzmir.

Chakraborty, S., Bhattacharya, T. (2012) Nutrient composition of marine benthic algae found in the gulf of Kutch Coastline, Gujarat, India. *Journal of Algal Biomass Utilization*. 3 (1): 32 – 38.

Cox, S., Abu-Ghannam, N., Gupta, S. (2010) An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research Journal*. 17: 205–220.

Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G. (2007) Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*. 103:891–899.

Dumas, J.B.A., (1831) Procèdes de l'analyse organique. *Annales de Chimie et de Physique*, 247: 198-213.

El Baz, F.K., El-Baroty, G.S., Abd El Baky, H.H., Abd El-Salam, O.I., Ibrahim, E.A. (2013) Structural characterization and biological activity of sulfolipids from selected marine algae. *Grasas y Aceites*. 64: 561-571.

- Garces, R., Mancha, M. (1993) One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*. 211:139–143.
- Gerasimenko, I.N., Busarova, G.N., Moiseenko, P.O. (2010) Age dependent changes in the content of lipids, fatty acids, and pigments in brown alga *Costaria costata*. *Russ J Plant Physiol*. 57: 62–68.
- Gür, İ. (2015) İskenderun Körfezinde Dağılım Gösteren Bazı Makroalg Türlerinin Pigment, Antioksidan ve Besin Bileşenlerinin Mevsimsel Olarak İncelenmesi. *ÇÜ. Fen Bil. Ens., SU Ürünleri Temel Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi*, 71 s.
- Haliki, A., Denizci, A.A., Çetingül, V. (2005) An investigation on antifungal activities of some marine algae (Phaeophyta, Rhodophyta). *EU J. Fish. Aquatic Sci*. 22: 13–15.
- Hall-Stoodley, L., Costerton, J.W., Stoodley, P. (2004). Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 95–108.
- Holt, J.G., (1994) *Bergey's manual of determinative bacteriology*, Williams&Wilkins.
- Ibañez, E., Cifuentes, A. (2013) Benefits of using algae as natural sources of functional ingredients. *Journal of Science Food and Agricultural*. 93: 703–709.
- Klotz, S.A., Drutz, D.J., Zajic, J.E. (1985) Factors governing adherence of *Candida* species to plastic surfaces. *Infect Immun*. 50: 97-101.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Devi, G.K., Hemalatha, A., Anantharaman, P. (2008) Biochemical composition of seaweeds from mandapam coastal regions along southeast coast of India. *American-Eurasian Journal of Botany*. 1 (2): 32-37.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Devi, G.K., Hemalatha, A., Anantharaman, P. (2009) Proximate composition of different group of seaweeds from Vedalai Coastal Waters (Gulf Of Mannar): Southeast coast of India. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 4 (2): 72-77.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P.C., Carneiro, M.A.A., Moreira, W.S.C. (2006) Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*. 97: 2402–2406.
- Marquez, G.P.B., Santianez, W.J.E., Trono, G.C., Montano, M.N.E., Araki, H., Takeuchi, H., Hasegawa, T. (2014) Seaweed biomass of the Philippines: Sustainable feedstock for biogas production *Renew Sust Energ Rev*. 38:1056–1068. doi:10.1016/j.rser.2014.07.056
- Mayer, A., Rodríguez, A.D., Tagliatela-Scafati, O., Fusetani, N. (2013) Marine pharmacology in 2009–2011: Marine compounds with antibacterial, antidiabetic, antifungal, anti-inflammatory, antiprotozoal, antituberculosis, and antiviral activities; affecting the immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanisms of action. *Marine Drugs*. 11:2510–2573.
- Mcdermid, K.J., Stuercke, B. (2003) Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology*. 15: 513–524.
- Metin, C., Baygar, T. (2018) Determination of nutritional composition of *Enteromorpha intestinalis* and investigation of its usage as food. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 35 (1): 7-14.
- Nevzatoğlu, E.U., Ozcan, M., Kulak-Ozkan, Y., Kadir, T. (2007) Adherence of *Candida albicans* to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *Clin Oral Investig*. 11: 231-6.
- Ostroff, S.M., Leduc, J.V. (2000) Global Epidemiology of Infectious Diseases. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R. *Mandell, Douglas and Bennet's Principles and Practice of Infectious Diseases*. New York: Churchill Livingstone. 167-168.
- Özdemir, G., Horzum, Z., Sukatar, A., Karabay-Yavaşoğlu, N.U. (2006) Antimicrobial activities of volatile components and various extracts of *Dictyopteris membranacea* and *Cystoseira barbata* from the Coast of Izmir, Turkey. *Pharmaceutical Biol*. 44:183–188.
- Özgün, S., Turan, F. (2015) Biochemical composition of some brown algae from Iskenderun Bay, The Northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*. 2: 125-134.
- Palmer, M.B., (1984) *Infection control: a policy and procedure manual*, Philadelphia, W.B. Saunders.
- Pereira-Cenci, T., Cury, A.A., Cenci, M.S., Rodrigues-Garcia, R.C. (2007) In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners:

- influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *Int J Prosthodont.* 20: 308-10.
- Plaza, M., Cifuentes, A., Ibáñez, E. (2008) In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends Food Science Technology.* 19: 31–39.
- Polat, S., Özoğul, Y. (2008) Biochemical composition of some red and brown macroalgae from the Northeastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Nutrition.* 59(7): 566-572.
- Polat, S., Özoğul, Y. (2013) Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the Northeastern Mediterranean coast. *Oceanologia.* 55 (2):375–391.
- Rohani-Ghadikolaei, K., Abdulalian, E., Ng, W.K. (2012) Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the Persian Gulf Of Iran as potential food and feed resources. *Journal of Food Science and Technology.* 49(6):774–780.
- Salvador, N., Gómez Garreta, A., Lavelli, L., and Ribera, M.A. (2007) Antimicrobial activity of Iberian macroalgae. *Scientia Marina,* 71: 101-113.
- Saranya, C., Giriya, K. (2013) Estimation of Major Pigment Content in Seaweeds collected from Pondicherry Coast. *International Journal of Science and Technology.* 9 (1): 522-525.
- Spss (1993). *SPSS for windows base system user's guide,* release 8.0.2.Chicago USA.
- Sultana, V., Ambreen, H.K., Tariq, A. (2012) Evaluation of biochemical component and antimicrobial activity of some seaweeds occurring at Karachi coast. *Pakistan Journal of Botany.* 44(5): 1799-1803.
- Tabarsa, M., Ramezanpour, Z. (2012) Fatty acids, amino acids, mineral contents and proximate composition of some brown seaweeds. *Journal Of Phycology.* 48:285–292.
- Unat, E.K., (1998) Genel tıp mikrobiyolojisi ve infeksiyon hastalıkları bilimi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Verheyen, C.C., Dhert, W.J., de Blicck-Hogervorst, J.M., van der Reijden, T.J., Petit, P. L., de Groot, K. (1993) Adherence to a metal, polymer and composite by *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*. *Biomaterials.* 14:383-91.
- Verran, J., Maryan, C.J. (1997) Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet Dent.* 77: 535-9.
- Venugopal, V. (2008) *Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean;* CRC Press: Boca Raton, FL, USA. 363.
- Vollenweider, R. A. (1974) *A Manual on Methods for Measuring Primary Productivity in Aquatic Environments.* 2nd Edition, IBP Handbook, No. 12, Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Waltimo, T., Tanner, J., Vallittu, P., Haapasalo, M. (1999) Adherence of *Candida albicans* to the surface of polymethylmethacrylate—E glass fiber composite used in dentures. *Int J Prosthodont.* 12: 83-6.
- Ye, H., Zhou, C., Sun, Y., Zhang, X., Liu, J., Hu, Q., Zeng, X. (2009) Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research Technology.* 230: 101- 109.
- Zheng, Y., Chen, Y.S., Hai-Sheng, L.U. (2001) Screening for antibacterial and antifungal activities in some marine algae from the Fujian coast of China with three different solvents. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology,* 19(4):327-31.