

İzmir Körfezi Kıyılarından Toplanan Makroalglerin Pigment Potansiyeli

Selçuk Yiğitkurt , Ali Kırtık , Sinem Uğur , Yaşar Durmaz* 

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, İzmir/Türkiye

*E-mail: yasar.durmaz@ege.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:

20/07/2020

Kabul Tarihi:

02/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Makro alg

Pigment

İzmir Körfezi

Algal metabolitler

Öz

Deniz yosunları yüksek miktarda protein, yağ asitleri ve mineral maddeler içermektedir. Makro alglerin biyokimyasal içerikleri tür, ışık, sıcaklık vb. koşullara bağlı olarak değişir. Tuzluluk ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak Ege Denizi, makro algler bakımından yüksek tür çeşitliliğine sahiptir. Bu çalışmada Ege Denizi İzmir Körfezi kıyılarında seçilen istasyonlardaki su sıcaklığı en düşük 10,1°C, en yüksek 25,1°C, pH değerleri ise 7,8-8,1 aralığında ölçülmüştür. İzmir Körfez kıyılarında 12 adet makro alg türü; Yeşil Alglerden *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, Kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alglerden *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* tespit edilmiştir. İzmir Körfezi kıyılarından toplanan makro alg türleri gölgede oda sıcaklığında (25°C) kurutulup toz haline getirilerek analizler yapılmaya kadar 20°C'de karanlık ortamda muhafaza edilmiştir. Örneklerdeki pigmentler (klorofil-*a* ve toplam karotenoid) spektrofotometrik yöntem ile analiz edilmiştir. Toplam karoten miktarı en yüksek *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) türünde 0,532±0,01 mg/g olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam karoten miktarı ise *Ulva lactuca*'da 0,020±0,002 mg/g ölçülmüştür. Klorofil- *a* miktarı en yüksek *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) türünde 0,319±0,008 mg/g tespit edilirken, en düşük *Gracilaria verrucosa* türünde 0,034±0,0003 mg/g ve *Laurencia obtusa* türünde 0,035±0,004 mg/g değeriyle ölçülmüştür. Makro alg türleri yüksek düzeyde pigment değerlerine sahiptir. Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler doğrultusunda İzmir Körfezi'ndeki bazı makro alg türlerinin pigment kaynağının ekonomik değerleri ortaya çıkarılmıştır.

Pigment Potential of Macroalgae Collected from The Coasts of Izmir Bay

Article Info

Received:

20/07/2020

Accepted:

02/12/2020

Keywords:

Macroalgae

Pigment

Izmir Bay

Algal metabolites

Abstract

Seaweed contains high amounts of protein, fatty acids and minerals. Biochemical contents of macro algae species, light, temperature, etc. It varies depending on the circumstances. Depending on salinity and temperature conditions, the Aegean Sea has high species diversity in terms of macro-algae. In this study, the water temperature at the stations determined in the Aegean Sea Gulf coast of Izmir province was measured as lowest 10,1 °C, highest 21,1 °C, and the pH values were measured as minimum 7,8 and maximum 8,1 during the entire trial period. Aegean Sea Izmir Gulf Coast 12 macro algae species; green algae *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, red algae *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* and brown algae *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* were identified. The macro algae species collected from the Gulf coast of Izmir province were dried at room temperature (25 °C) in the shade, powdered and kept in a dark environment at 20 °C until analysis was done. Pigments (chlorophyll-*a* and total carotenoids) were analyzed by spectrophotometric method. The highest total carotene was 0.532±0.01 mg/g in the species of *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta). The lowest total carotene was 0,020±0,002 mg/g in *Ulva lactuca*. The chlorophyll-*a* of species *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) *Gracilaria verrucosa* and *Laurencia obtusa* was measured as 0.319±0.008 mg/g, 0.034±0.0003 mg/g and 0.035±0.004 mg/gr, respectively. Macro algae species have high levels of pigment values. According to the data obtained in this study, economic values of pigment source of some macro algae species in Izmir Bay were revealed.

GİRİŞ

Son yıllarda alglere giderek artan ilgi, bazı türlerin hücre içinde yüksek miktarda biriktirdikleri değerli maddelerden ileri gelmektedir. Alg türleri, hücre içinde protein, pigment, yağ asitleri, vitaminler, antibiyotikler, hidrokarbonlar, polisakkaritler ve daha pek çok metabolitleri yüksek miktarlarda doğal olarak biriktirebilmektedirler. Bu nedenle alglerden yararlanmak için insanoğlu 100 yıldan fazla bir zamandır araştırmalar yapmaktadır (Durmaz vd., 2008a).

Makro alglerin yüksek miktarlarda protein, yağ asitleri ve mineral madde içermesinden dolayı çok eski zamanlardan beri insan gıdası, hayvan besini, tarımda gübre ve tıbbi ilaçların kaynağı olarak kullanılmaktadır. Alglerin dağılımı coğrafik bölge, mevsim, ışık, sıcaklık, tuzluluk, besin tuzları, dalga hareketleri, sedimentasyon ve kirlilik gibi koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Durmaz vd., 2008b). Alglerin içerdiği besin maddelerinin miktarı ve çeşitliliği türe bağlı olmakla birlikte coğrafik bölge, mevsimler ve sıcaklık gibi faktörlerin de bunları etkilediği bilinmektedir (Pinchetti vd., 1998).

Ulva sp., *Porphyra sp.*, *Gracilaria sp.* ve *Enteromorpha sp.* gibi türler yüksek biyomaslara ulaşabilen, ülkemizde en yaygın dağılıma sahip makro alg türleridir. Bu türler bol besin oranının yüksek olduğu denizlerde özellikle kirli ortamlarda kozmopolit olarak gelişmektedir (Topcuoğlu vd., 2003).

Algal pigmentler arasındaki fark, fotosentez işlemi için farklı derinliklerde ışık yakalamayı optimize etmek için gereken çevresel bir adaptasyondur (Haryatfrehni vd., 2015). Klorofil, karotenoid ve fikobillin olmak üzere üç tür makro algal pigment vardır (Masojidek vd., 2013). Alglerin klorofil ve karoten miktarı türe, taksonomisine, biyolojik ve fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak değişim gösterir (Ramaraj vd., 2013). Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır. Ayrıca antioksidan özelliklere sahiptir (Gündoğan vd., 2005; Hosikian vd., 2010). Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir; potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano vd., 2012). Doğal pigment, vücut metabolik sistemi, bağışıklık, detoksifikasyon, iltihabı indirgemek ve hormonal sistemi dengelemek için genellikle gıda takviyesi olarak kullanılır (Limantara vd., 2006). Makro algal polisakkaritler gıda, kozmetik, boya, tarım, tekstil, kâğıt, kauçuk ve inşaat endüstrisinde kullanılır. Ek olarak, antimikrobiyal, antiviral, antitümör, antikoagülan ve fibrinolitik özellikleri için tıpta ve farmakolojide kullanılırlar (Dere vd., 2003). Makro algal pigmentin miktarı çevresel faktörlerin ekstrem durumlarından (tuzluluk, sıcaklık, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden) etkilenir ve yüksek oranda pigment üretimine neden olur (Marin vd., 1998; Boussiba vd., 1999; Zucchi veNecchi, 2001).

Son yıllarda makro algler düşük kalorisi, yüksek vitamin, mineral ve besinsel lifleri içerdiğinden dolayı gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Türkiye denizel alanlarında bol miktarda bulunan makro alglerin biyokimyasal yapısının incelenip değerlendirilmesi Türk ekonomisine katkıda bulunacaktır (Durmaz vd., 2008a). Bu araştırmada insan gıdası olarak tüketilebilen makro alg türlerinin İzmir Körfezi Kıyılarından toplanarak tür tanımlanması ve biyokimyasal yapısının (toplam karotenoid) tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan makro alg türleri İzmir Körfezi istasyonlarının, Karşıyaka (38°28,027' K, 027°04,428' D), İnciraltı (38°24,488' K, 010°19,868280'D) ve Urla (38°21,794' K, 026°46,717' D) kıyılarından littoral bölgesinden toplanmıştır (Şekil 1). Örnekler her ayın başında, ortasında ve sonunda doğrudan kıyıda el ile ve tırmık yardımıyla toplanmıştır. Toplanan örnekler kovalara konularak Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Plankton laboratuvarına taşınmıştır.



Şekil 1. Makro alg örneklemelerinin toplandığı istasyonlar

Örnekler epifitleri ayıklanıp saf suyla yıkanarak tuz, kum ve diğer bulaşmış materyaller uzaklaştırılmıştır. Örnekler ilk önce makroskopik olarak renk ve şekillerine göre ayrılmıştır. Ardından mikroskop altında 10X büyütmede daha detaylı (hücre bazında) bir şekilde incelenerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemleri Canon Powershot S50

(Japonya) fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilerek kayıt altına alınmıştır. Yıkama işleminden sonra 25 °C’de gölgede fan ile havalandırarak 12 saatte kurumuş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kurutulan alg örnekleri (a. *Gracilaria verrucosa*, b. *Gracilaria gracilis*, c. *Laurancia papillosa*, d. *Ulva rigida*, e. *Enteromorpha (Ulva) compressa*, f. *Chaetomorpha linum*, g. *Laurencia obtusa*, h. *Cystoseira crinita*, ı. *Halopteris scoparia*, i. *Cystoseira barbata*, j. *Corallina officinalis*, k. *Ulva lactuca*)

Kurutulan örnekler karıştırıcı yardımıyla kabaca parçalandıktan sonra Ika yellowline DI 25 model homojenizatörle homojen ve toz haline getirilmiş ve plastik torbalara konularak 8°C’de analizlere kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Bölgenin deniz suyu sıcaklık değerleri civalı termometre ile, tuzluluk değeri ise refraktometre ile ölçülmüştür. Toplam karoten ve klorofil-a tayini spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. 5 mg kurutulmuş örnek alınarak 5 ml metanol (Merck %100, Almanya) ile muamele edildikten sonra, hücreler Ika (Ultra Turrax T25) marka homojenitör ile 5 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Daha sonra 10 dakika 70 °C’de ultrason (Transonic T570/H (ELMA, Almanya)) banyoya tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakt madde 3500 rpm’ de santrifüj ile ayrılmıştır. Örnekler spektrofotometrede (Hitachi U- 2001, Japonya) 475 nm ve 666 nm dalga boylarında örnek sıvılarının absorpsiyon okunarak aşağıda verilen formüller ile toplam karoten ve klorofil-a miktarları hesaplanmıştır.

CKaroten (mg g^{-1}) = 4,5 A_{475} (Zou ve Richmond, 2000)

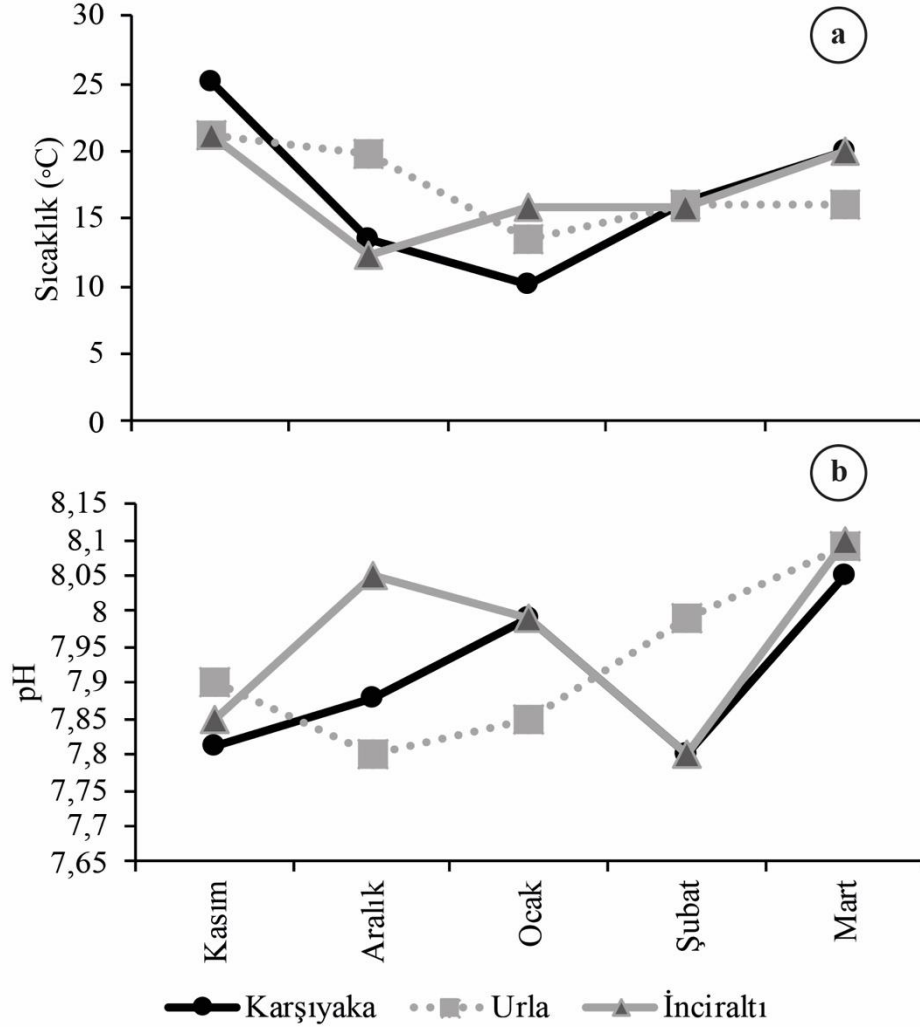
A_{475} 475 nm okunan absorbans değeri,

CKlorofil-a (mg g^{-1}) = 13,9 A_{666} (Sanchez vd., 2005)

A_{666} 666 nm okunan absorbans değeri

BULGULAR

İstasyonlardaki su sıcaklığı ve pH değerleri aylık olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı tüm istasyonlarda, minimum 10,1 °C, maksimum 25,1 °C olup, aylık olarak değişimleri grafikte gösterilmiştir (Şekil 3). Deneme süresince pH değerleri ise 7,8-8,1 aralığında ölçülmüştür.



Şekil 3. İstasyonlara ait su koşulları a) Su sıcaklığı, b) pH değişimi

Örnekleme, tırmık ve elle toplama ile gerçekleştirilmiştir. Her örnekleme bölgesine göre değişkenlik gösteren farklı yosun türleri tespit edilmiştir (Tablo 1). 3 bölgede toplamda 12 farklı alg türü bulunmuştur.

Yeşil Alglerden *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, Kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alglerden *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* türleri tespit edilmiştir.

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde belirlenen istasyonlardan toplanan kahverengi, kırmızı ve yeşil makro alg türleri

Tür	Bölge		
	Urla İstasyon	Karşıyaka İstasyon	İnciraltı İstasyon
Phaeophyta (Kahverengi alg)			
<i>Cystoseira barbata</i> ,	(-)	(+)	(-)
<i>Cystoseira crinita</i> ,	(+)	(+)	(-)
<i>Halopteris scoparia</i>	(+)	(+)	(-)

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde belirlenen istasyonlardan toplanan kahverengi, kırmızı ve yeşil makro alg türleri (devam)**Rhodophyta (Kırmızı alg)**

<i>Corallina officinalis</i>	(-)	(-)	(+)
<i>Gracilaria verrucosa</i>	(-)	(+)	(-)
<i>Gracilaria gracilis</i>	(+)	(+)	(+)
<i>Laurancia papillosa</i>	(-)	(+)	(-)
<i>Laurencia obtusa</i>	(-)	(+)	(+)

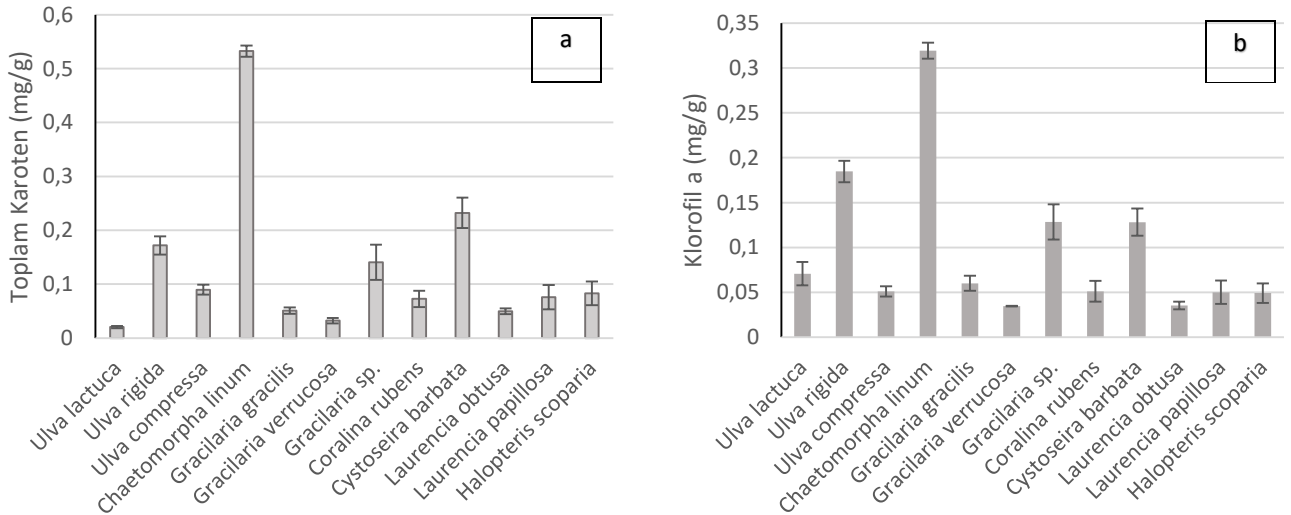
Chlorophyta (Yeşil alg)

<i>Ulva lactuca,</i>	(+)	(+)	(+)
<i>Ulva rigida,</i>	(-)	(+)	(+)
<i>Ulva compressa</i>	(-)	(+)	(+)
<i>Chaetomorpha linum</i>	(+)	(+)	(+)

*(+) istasyonda tespit edildi, (-) istasyonda tespit edilemedi

Toplam karoten miktarı en yüksek olan tür $0,532\pm 0,01$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. *Chaetomorpha linum*'u takiben sırasıyla $0,232\pm 0,029$ mg/g değeriyle *Cystoseira barbata* (Phaeophyta) ve $0,172\pm 0,017$ değeriyle *Ulva rigida* (Chlorophyta) türleri gelmektedir. En düşük toplam karoten miktarı ise $0,020\pm 0,002$ mg/g değeriyle *Ulva lactuca*'da ölçülmüştür. Ayrıca ortalama olarak bakıldığında toplam karoten miktarı en düşük olan grup Rhodophyta ($0,056$ mg/gr), en yüksek grup ise Chlorophyta ($0,203$ mg/gr) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4a).

Klorofil- a miktarı en yüksek olan tür ise $0,319\pm 0,008$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. *Chaetomorpha linum*'u takiben sırasıyla $0,185\pm 0,012$ mg/g değeriyle *Ulva rigida* (Chlorophyta) ve $0,128\pm 0,015$ değeriyle *Cystoseira barbata* (Phaeophyta) türleri gelmektedir (Şekil 4b). En düşük klorofil-a miktarı ise sırasıyla $0,034\pm 0,0003$ mg/g değeriyle *Gracilaria verrucosa* ve $0,035\pm 0,004$ mg/g değeriyle *Laurencia obtusa* türlerinde ölçülmüştür. Ayrıca ortalama olarak bakıldığında klorofil- a miktarı en düşük olan grup Rhodophyta ($0,046$ mg/g), en yüksek grup ise Chlorophyta ($0,156$ mg/g) olarak tespit edilmiştir.

**Şekil 4.** İzmir Körfezinden toplanan makroalg türlerinin pigment analizleri a) Toplam karoten miktarları b) Klorofil-a miktarları**TARTIŞMA ve ÖNERİLER**

Dünya genelinde 250 sucul bitki türünün ticari amaçla kullanıldığı bunlardan 150 tanesinin insan gıdası olarak tüketildiği bildirilmektedir (Kumari vd., 2010). Genellikle sucul bitkiler olarak adlandırılan denizel makro algler, pigmentlerine, morfolojilerine, anatomi ve besinsel kompozisyonlarına göre kırmızı (Rhodophyta), kahverengi (Phaeophyta) ve yeşil (Chlorophyta) makro algler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Rameshkumar vd., 2012). İzmir körfezinde Chlorophyceae (Yeşil alg), Rhodophyceae (Kırmızı Alg) ve Phaeophyceae (Kahverengi alg) sınıflarına ait türlerin 3 farklı istasyonda bulunduğu saptanmıştır. Yeşil Alg sınıfına ait *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum* Kırmızı alg sınıfına ait

Gracilaria verrucosa, *Gracilaria gracilis*, *Gracilaria sp.*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alg sınıfına ait *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* türlerinin tür tanımlaması yapılmıştır.

Algal pigmentler arasındaki fark, fotosentez işlemi için farklı derinliklerde ışık yakalamayı optimize etmek için gereken çevresel bir adaptasyondur (Haryatfrehni vd., 2015). Klorofil, karotenoid ve fikobilin olmak üzere üç tür makroalgal pigment vardır (Masojidek vd., 2013). İzmir Körfezinden toplanan tüm örneklerde karoten varlığı tespit edilmiştir. Toplam karoten miktarı en yüksek olan tür $0,532\pm 0,01$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam karoten miktarı ise $0,020\pm 0,002$ mg/g değeriyle *Ulva lactuca*'da ölçülmüştür. Dere vd., (2003) Marmara Denizinin ve Gemlik-Karacaali kıyılarından topladıkları *U. rigida* ve *U. lactuca* makro alglerinde sırasıyla 50-80 µg/g yaş ağırlık ve 50-170 µg/g yaş ağırlık hesapladıklarını bildirmişlerdir. Yine Marmara Denizi Erdek-Ormanlı kıyılarındaki *U. rigida* türünde 10-40 µg/g yaş ağırlık değerlerini bildirdiler (Dere vd., 2003). Durmaz vd., (2008b) Sinop körfezinden topladıkları *Cystoseira spp.*, *Ulva spp.* ve *Zostera spp.* örneklerin de toplan karoten anlizleri sonucunda sırasıyla $0,81\pm 0,15$ µg/g kuru ağırlık, $0,31\pm 0,03$ µg/g kuru ağırlık ve $1,91\pm 0,14$ µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Alglerin klorofil miktarı türe, biyolojik ve fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak değişim gösterir (Ramaraj vd., 2013).

Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır. Buna ek olarak pigmentlerin, antioksidan özellikleri vardır (Gündoğan vd., 2005; Hosikian vd., 2010). Klorofil- a miktarı en yüksek olan tür ise $0,319\pm 0,008$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. En düşük klorofil-a miktarı ise sırasıyla $0,034\pm 0,0003$ mg/g değeriyle *Gracilaria verrucosa* ve $0,035\pm 0,004$ mg/g değeriyle *Laurencia obtusa* türlerinde ölçülmüştür. Dere vd., (2003) Marmara Denizinin ve Gemlik-Karacaali kıyılarından topladıkları *U. rigida* ve *U. lactuca* makro alglerinde sırasıyla klorofil-a, 140-180 µg g⁻¹ yaş ağırlık ve 220-390 µg/g yaş ağırlık hesapladıklarını bildirmişlerdir. Durmaz vd., (2008a) Sinop körfezinden topladıkları *Ulva spp.* örneklerinde klorofil-a değeri olarak $706,8\pm 0,7$ µg g⁻¹ kuru ağırlık tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu değerler arasındaki farklılık türlerin çeşitliliği yanı sıra hem bölge iklim şartlarının hem de denizlerin farklı sıcaklıklarda olmasına bağlanabilir.

Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir ve potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano vd., 2012). Bazı karotenoidlerin provitamin-A özelliğinde olduğu (β-karoten) kanıtlanmıştır. Vitamin A eksikliği özellikle 90'lı yıllarda 1-4 yaş arası çocuklarda dünya çapında yıllık 1,2 milyon can kaybına neden olmuştur. Birçok patolojik risk azaltma üzerine yapılan bir araştırmalarda günlük alınan karotenoid takviyesinin etkin olduğu ortaya konulmuştur. Klorofil ve türevleri, gıda ürünlerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Bunun yanında, farmakolojik ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda yaraların iyileşmesini %25 hızlandırdığı belirtilmektedir (Cardozo vd., 2006).

Makroalgal pigmentin miktarı çevresel faktörlerin ekstrem değerlere çıkmasından (tuzluluk, sıcaklık, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden) etkilenir ve yüksek oranda pigment üretimine neden olur (Marin vd., 1998; Boussiba vd., 1999; Zucchi ve Necchi 2001).

Kurutulmuş ve toz haline getirilmiş algal biyomas yenilikçi fonksiyonel gıda üretimlerinde yeni içeriklerin eklenebilmesi (lipid ve lipid benzeri içerikler) ve kontrol özellikleri nedeniyle kullanılabilir. Özellikle bisküvi nispeten daha geleneksel ve bilinen bazı alglerle üretilmesi denenmiş bir üründür (Batista vd., 2013; Gouveia vd., 2007). Buna ek olarak gıda endüstrisinde, sağlıklı gıda üretimi için önemli bir kaynaktır. Renk, gıdalar için çok önemli karakteristik bir özelliktir. Yiyecekler hakkındaki ilk izlenimlerimizi ve yargılarımızı, gıdaların renkleri ve ürün üzerlerindeki yayımları oluşturmaktadır. Gıdaların lezzetli olup olmadıklarına, taze ya da bayat olduklarına, yenilebilir durumda olup olmadıklarına ilk olarak görünümüne bakarak karar verilir. Renklerin, gıdalarda beklentileri karşılama adına önemli bir kriter olması sebebiyle üretimde renklendirme işlemi uygulanmaktadır. Gıdanın işleme esnasında kaybettiği rengin geri kazandırılması, rengin gıda üzerinde homojen olarak dağılması, gıdanın sahip olduğu rengin iyileştirilmesi ve renksiz gıdalara renk kazandırılması amacıyla renklendirme işlemi yapılmaktadır (Gouveia vd., 2007).

Sucul bitkiler değerli protein, selüloz, vitamin, çoklu doymamış yağ asitleri, makro ve iz elementler içermektedir (Ortiz vd., 2006). Bununla birlikte, sucul bitkilerin besin madde kompozisyonları türe, habitata, olgunluğuna, çevresel koşullara ve mevsime göre değişmektedir (Ito ve Hori, 1989). Genellikle yeşil ve kırmızı makrofitler (%10- 30 kuru ağırlık) kahverengi makrofitlere (%5-15 kuru ağırlık) oranla daha fazla protein içerirler. Denizel makrofitlerin lipid içerikleri ise kuru ağırlık için %1- 6 arasındadır (Rameshkumar vd., 2012). Deniz bitkileri birçok ülkede endüstriyel ürün, gübre ve besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Asya'da temel kullanım alanı insan gıdasıdır. Japonya, Kore ve Çin'de makro alg (deniz bitkileri) yetiştiriciliği büyük bir endüstridir. Fakat makro alglerin endüstriyel kullanımı fikokoloitler gibi özel biyokimyasalların ekstraksiyonu ile sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte fermantasyon ve piroliz için endüstriyel düzeyde kullanımı henüz söz konusu değildir. Ancak ileride makro alglerin bu yönde de kullanımının mümkün olabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler doğrultusunda İzmir Körfezi'ndeki bazı makro alg türlerinin pigment kaynağının ekonomik değerleri ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca yağ asitleri, protein gibi önemli algal metabolit değerlerindeki araştırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje Numarası: FLP-2019-21237) Yazarlar, hem arazide hemde laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan öğrencilerimizden Ayberk Bayrak, Dilara Aksakal Nedim Erman Bilişik ve Burak Eren'e teşekkürlerini sunar.

ETİK STANDARTLARA UYUM**Yazar katkıları**

Yazar YD çalışmayı tasarlamıştır. Yazar SY ve YD makalenin ilk taslağını yazmıştır. AK ve SU arazi çalışmalarında yer almıştır. Tüm yazarlar tür tanımlaması ve örneklerin hazırlanmasında yer almışlardır. Tüm yazarlar son makaleyi okudu ve onaylamıştır.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Batista, A.P., Gouveia, L., Bvearra, N.M., Franco, J.M. & Raymundo, A., (2013). Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products. *Algal Resource*, 2: 164-173.
- Boussiba, S., Bing, W., Yuan, J.P., Zarka, A. & Chen, F., (1999). Changes in pigments profile in the green algae *Haeamtococcus pluviialis* exposed to environmental stresses, *Biotechnol Lett.*, 21, 601–604.
- Cardozo, K.H.M., Guaratini, T., Barros, M.P., Falcao, V.R., Tonon, A.P., Lopes, N.P., Campos, S., Torres, M.A., Souza, A.O., Copepicolo, P. & Pinto, E., (2006). Metabolites from algae with economical impact, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 146:60-78.
- Dere, Ş., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G., & Dere, E., (2003). The determination of total protein, total soluble carbohydrate and pigment contents of some macroalgae collected from Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia*, 45(3): 453-471.
- Durmaz, Y., H.A., Duyar, Ş., Gökpınar, L., Taskaya, Y.Ö., Öğretmen, N.M., Bandarra & N.M. Nunes (2008b). “Fatty Acids, α -tocopherol and Total Pigment Contents of *Cystoseira spp.*, *Ulva spp.* and *Zostera spp.* from Sinop Bay (Turkey)” *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 2 (3): 111-114.
- Durmaz, Y., H.A., Duyar, Ş., Gökpınar, Y.Ö., Öğretmen & N.M. Bandarra, (2008a). “*Ulva spp.* (Sinop, Karadeniz) Türünün Yağ Asitleri, A-Tokoferol ve Toplam Pigment Miktarının Araştırılması” *Journal of FisheriesScience.com*, 2(3), 350-356.
- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara, S., Gesualdo, M., Zito, A., Dachille, A., Caputo, P., Riccardi, R., Frasso, G., Lassandro, A., Di Mauro & Ciccone, M.M., (2012). Carotenoids and Cardiovascular Risk *Curr Pharm Des*, 18: 5577-5589.
- Gouveia L., Nobre B.P., Marcelo F.M., Mrejen S., Cardoso M.T., Palavra A.F. & Mendes R.L., (2007). Functional food oil coloured by pigments extracted from microalgae with supercritical CO₂. *Food Chemistry* 101 (2007) 717–723.
- Gündoğan, N., Citak, S., Yücel, N. & Devren, A., (2005). A note on the incidence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* I isolated from meat and chicken samples. *Meat Science* 69(4):807-10.
- Haryatfrehni, R., Dewi, S.C., Meilianda, A., Rahmawati, S. & Sari, I.Z.R., (2015). Preliminary Study the Potency of Macroalgae in Yogyakarta: Extraction and Analysis of Algal Pigments from Common Gunungkidul Seaweeds. *Procedia Chemistry* 14: 373–380.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R. & Danquah, M.K., (2010). Chlorophyll Extraction from Microalgae: A Review on the Process Engineering Aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, Article ID 391632, p:11.
- Ito, K., & Hori, K. (1989). Seaweed: chemical composition and potential food uses. *Food reviews international*, 5(1), 101-144.
- Kumari, V., Antonova, E., Fannon, D., Peters, E.R., Ffytche, D.H. & Premkumar, P., (2010). Beyond dopamine: functional MRI predictors of responsiveness to cognitive behaviour therapy for psychosis. *Front Behav Neurosci*; 4:4
- Limantara, L., P. Koehler, B. Wilhelm, R.J. Porra & H. Scheer. (2006). Photostability of Bacteriochlorophyll a and Derivatives: Potential Sensitizer for Photodynamic Tumor Therapy. *Photochemistry and Photobiology* 82: 770-780.
- Marin, N., Morales, F., Lodeiros, C. & Tamigneaux, E., (1998). Effect of nitrate concentration on growth and pigment synthesis of *Dunaliella salina* cultivated under low illumination and preadapted to different salinities, *J. Appl. Phycol.*, 10, 405–411.
- Masojidek, J., Torzillo, G., & Koblizek, M., (2013). Photosynthesis in Microalgae. *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology*, Second Edition. Edited by Amos Richmond and Qiang Hu. P:21-36.

- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A. & Rios, A., (2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry* 99 (1): 98–104.
- Pinchetti, J.L.G., Fernández, E.C., Diez, P.M. & Reina, G.G., (1998). Nitrogen availability influences the biochemical composition and photosynthesis of tank-cultivated *Ulva rigida* (Chlophyta), *Journal of Applied Phycology*, 10: 383-389.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W. & Chen, P.H. (2013). Chlorophyll is not accurate measurement for algal biomass. *Chiang Mai Journal of Science*, 40, 547-555.
- Rameshkumar, S., Ramakritinan, C.M. & Yokeshbabu, M. (2012). Proximate composition of some selected seaweeds from Palk bay and Gulf of Mannar, Tamilnadu, India. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences* 3(16), 1-5.
- Sanchez M.D., Mantell, C., Rodríguez, M., Martínez de la Ossa, E., Lubián, L.M. & Montero O., (2005). Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll-a from *Nannochloropsis gaditana*, *Journal of Food Engineering*, 66: 245–251.
- Topcuoğlu, S., Ergül, H. A., Baysal, A., Ölmez, E. & Kut, D., (2003). Determination of radionuclides and heavy metal concentrations in biota and sediment samples from Pazar and Rize stations in the eastern Black Sea. *Fre. Environ.Bull.* 12: 695-699.
- Zou, N. & Richmond, A., (2000). Light-path length and population density in photoacclimation of *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyceae). *Journal of Applied Phycology*, volume 12, p: 349-354.
- Zucchi, M.R., & Necchi Jr, O., (2001). Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. *Phycological Research*, volume 49, Issue 2, p: 103-114.