

**İSKENDERUN KÖRFEZİ (KUZEYDOĞU AKDENİZ)
KIYISALINDA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI
KAHVERENGİ VE KIRMIZI MAKROALG
TÜRLERİNİN PROTEİN, LİPİT VE YAĞ ASİTİ
İÇERİKLERİ****Sevim Polat*, Yeşim Özoğul, Esmeray Küley Boğa**

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Adana

Özet:

Bu çalışmada, Phaeophyta ve Rhodophyta gruplarına ait beş makroalg türünün besin maddesi bileşenleri ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Makroalg örnekleri Türkiye'nin kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi'nden toplanmıştır. Analizlerde kahverengi alglerden *Sargassum acinarum*, *Halopteris scoparia*, *Taonia atomaria*, *Dictyota dichotoma* ve kırmızı alglerden *Liagora* sp. kullanılmıştır. En yüksek protein içeriği kuru ağırlıkta %15.41 olarak *D. dichotoma*'da bulunmuş, bunu %12.57 ile *T. atomaria* takip etmiştir. Makroalglerdeki en yüksek lipit içeriği %12.7 ile *D. dichotoma*'da, %0.02 ile en düşük *H. scoparia*'da bulunmuştur. Türlerdeki kül içeriği kuru ağırlık olarak %15.15 ile %63.55 arasında değişmiştir. Makroalglerdeki yağ asiti kompozisyonu doymuş yağ asitleri (SFA) için %18.51-63.96, tekli doymamış yağ asitleri (MUFAs) için %15.25-23.02, çoklu doymamış yağ asitleri için %14.62-29.04 aralıklarında bulunmuştur. En yüksek dihomogammalinolenik asit (C_{20:3} n₆, DGLA) oranı %11.76 olarak kahverengi alglerden *S. acinarum*'da bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makroalg, Protein, Lipit, Yağ asidi kompozisyonu

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen SÜF2007BAP12 no'lu projeden üretilmiştir.

* Correspondence to: Sevim Polat, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana-TÜRKİYE

Tel: (+90 322) 338 60 74

E-mail: sevcan@cu.edu.tr

Abstract: Protein, Lipid and Fatty Acid Composition of Some Brown and Red Seaweeds from the Coast of İskenderun Bay (Northeastern Mediterranean)

Five seaweed species belonging to Phaeophyta and Rhodophyta were analyzed to determine the proximate composition and fatty acid profiles. Seaweeds were collected from İskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey. The Brown seaweeds (*Sargassum acinarum*, *Halopteris scoparia*, *Taonia atomaria*, *Dictyota dichotoma*) and only one red seaweed (*Liagora* sp.) were used for the analysis. The highest protein content was obtained for *D. dichotoma* (15.41 % dry wt) followed by *T. atomaria* (12.57 % dry wt). Lipid contents of seaweeds ranged from 12.7 % for *D. dichotoma* to 0.02 % dry weight for *H. scoparia*. The ash contents of all algae species were found to be in the range of 15.15% and 63.55 % on a dry weight basis. The fatty acid compositions of seaweed species were in the range of 18.51-63.96 % saturated (SFA), 15.25-23.02 % monounsaturated (MUFAs) and 14.62-29.04 % polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The highest dihomogammalinolenic acid (C_{20:3} n₆, DGLA) content (% 11.76) were determined in the brown seaweed, *S. acinarum*.

Keywords: Seaweed, Protein, Lipid, Fatty acid composition

Giriş

Makroalgler sığ sucul ekosistemlerin önemli öğeleri olup (Duarte, 1995; Valiela ve ark.,1997), besince zengin kıyusal ortamlarda yüksek biyomas değerlerine ulaşabilmektedirler. Makroalg topluluklarında birincil üretim düzeylerinin, çoğu verimli karasal bitki topluluklarına eşit ya da daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Graham ve Wilcox, 2000). Makroalgler tüketici organizmalara besin olarak katkı sağladıkları gibi, sucul canlılara üreme ve barınma ortamı da oluşturmaktadırlar. Yeşil (Chlorophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve kahverengi algler (Phaeophyta) makroalglerin yer aldığı alg gruplarıdır. Protein, mineral ve vitamin içeriği yönünden değerli bir besin kaynağı olmaları nedeniyle makroalgler insanlar tarafından da uzun yıllardır gıda olarak kullanılmaktadır (Fleurence, 1999; Wong ve Cheung, 2000; Subba Rao ve ark. 2007). Çin’de makroalglerin insan gıdası olarak kullanımının 2500 yıl öncesine dayandığı tahmin edilmektedir (Tseng,1981). Son yıllarda alg ürünleri tüketiminin Avrupa ülkelerinde de arttığı belirtilmektedir (Dawczynski ve ark., 2007). Günümüzde yaklaşık 221 makroalg ticari olarak değerlendirilmekte ve bunların %65’i insan gıdası olarak kullanılmaktadır (Zemke-White ve Ohno, 1999).

Dünya nüfusunun giderek artmasıyla artan besin ihtiyacının yanı sıra global iklim değişikliği ve kullanılabilir su kaynaklarının azalması, karasal gıda üretiminde azalmaya yol açmış ve bunun sonucunda insanlar denizel ürünlerin daha etkin kullanımına yönelmiştir. Son yıllarda makroalglerin katkı maddesi olarak kullanımı ve hatta tıp alanında kullanımı giderek artmaktadır (Wong ve Cheung, 2000). Makroalglerin hücre duvarında

bulunan agar, alginat ve karragen gibi polisakkaritler gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak ve eczacılıkta kullanılmaktadır. Uzakdoğu ve Asya ülkelerinde yoğun yetiştiriciliği yapılan *Porphyra* adlı makroalgün içerdiği iyot, biyoaktif maddeler ve antifungal maddeler nedeniyle tedavi edici değeri olduğu belirlenmiştir (Shameel ve Aftab, 1993).

Ülkemizin üç yanı denizlerle çevrili olmasına karşın, makroalglerin kullanım alanları oldukça sınırlı düzeydedir. Türkiye kıyıları makroalglerinin dağılımı ve taksonomisi konusunda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Aysel ve Güner, 1980; Dural ve ark., 1989; Aysel ve Gezerler-Şipal, 1996; Öztürk ve ark.,1996). Kıyılarımızda dağılım gösteren makroalglerin kimyasal içeriği ve kullanım olanakları konusundaki çalışmalar ise son yıllarda artış göstermiştir (Çetینگül ve Güner, 1996; Bilgin ve Ertan, 2002; Dere ve ark. 2003; Kaykaç ve ark. 2008; Polat ve Özoğul, 2008; Polat ve Özoğul, 2009).

Bu çalışmada ülkemizin kuzeydoğu Akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi’nde dağılım gösteren bazı makroalg türlerinin protein, lipid ve yağ asitleri yönünden biyokimyasal içeriklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, bölgede dağılım gösteren beş makroalg türü (*Sargassum acinarum* (Linn.) C. Agard., *Halopteris scoparia* (Linn.) Sauv., *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lam., *Taonia atomaria* (Wood.) J.Agard., *Liagora* sp.) kullanılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan makroalg örnekleri İskenderun Körfezi'nin kuzey-kuzeybatı kıyısından toplanmıştır. Analizler için bölgede dağılım gösteren dört kahverengi (*Sargassum acinarum*, *Halopteris scoparia*, *Dictyota dichotoma*, *Taonia atomaria*) ve bir kırmızı alg türü (*Liagora* sp.) seçilmiştir. Littoral zonun üst kesimlerinden toplanan makroalg örnekleri önce çeşme suyu ve daha sonra saf su ile iyice yıkanmış tuz, kum ve diğer yabancı maddelerden arındırılmıştır. Daha sonra makroalg örnekleri kurutma kağıtları üzerine serilerek fazla sularını bırakmaları sağlanmış ve bu işlemin ardından her bir tür ayrı ayrı polietilen poşetlere konulup etiketlenerek analizlere kadar -86°C de saklanmıştır.

Besin maddesi bileşenleri ve yağ asidi analizleri

Makro alg türlerinin biyokimyasal kompozisyonunu belirlemek için; yağ içeriği soksalet metoduna göre, nem oranı AOAC (1990)'e göre, ham protein Kjeldhal metoduna göre, kül oranı ise AOAC (1990)'e göre yapılmıştır. Besin maddesi bileşeni analizleri her bir tür için üç paralelli olarak yapılmış, sonuçlar % yaş ağırlık olarak bulunmuş ve ortalama± standart sapma olarak verilmiştir.

Kimyasal analizler arasında yağ asiti metil esterleri analizi (FAME), AOAC (1990)'e göre yapılmıştır. Analizde borontrifloride/metanol kullanılarak yağların metilesterifikasyonu yapılmıştır. Makroalgelere ait yağ asitleri gaz kromatografisi (GC Clarus 500, Perkin Elmer) kullanılarak tespit edilmiştir.

Gaz Kromatografisi Şartları

GC Clarus 500 cihazı (Perkin-Elmer, USA), bir adet alev iyonizasyon detektörü ve kolon SGE (30 m X 0.32 mm ID X 0.25 µm BP20 0.25, SGE Analytical Science Pty Ltd, Victoria, Australia) kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile 220°C ve 280°C dir. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakika 140°C'de tutulmuş, sonrasında her dakika 4°C arttırılarak 200°C'ye kadar, 200°C'den 220°C'ye de her dakika 1°C arttırılarak getirildi. Analizlerde enjekte edilen numune ölçüsü 1 µl olup, taşıyıcı gaz da 16 ps'de kontrol edildi. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlan-

mıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları ± standart sapma değerleri ile % olarak ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Makroalglerin Temel Besin Maddesi Bileşenleri

Çalışmada incelenen beş makroalg türüne ait temel besin maddesi bileşenlerinin yaş ağırlıktaki oranları Tablo 1'de, bu değerlere göre hesaplanan kuru maddedeki oranları ise Tablo 2'de verilmiştir. Kahverengi alglerden *D. dichotoma* en yüksek protein değerine sahip tür olurken (%15.41 kuru ağı.), *S. acinarum*'un protein içeriği diğer türlere oranla daha düşük (%6.30 kuru ağı.) bulunmuştur. Burtin (2003), kahverengi alglerin kuru maddedeki protein oranlarının %5-15 oranlarında, kırmızı ve yeşil alglerin ise %10-30 düzeylerinde olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada kahverengi alglerin protein oranları Burtin (2003)'in belirlediği sonuçlara benzer bulunmuştur. İncelenen türler içerisindeki tek kırmızı alg türü olan *Liagora* sp. nin kuru maddedeki protein oranı ise %8.01 olarak bulunmuştur.

Dawczynski ve ark., (2007), her ne kadar kırmızı alglerin kuru maddedeki protein oranlarının kahverengi alglerden daha yüksek düzeylerde olduğunu belirtmiş olmakla birlikte, bu çalışmada tek kırmızı alg türü olan *Liagora* sp.'nin protein oranı, kahverengi alglerden *D. dichotoma* ve *T. atomaria*'nın protein oranlarından daha düşük bulunmuştur (Tablo 2). Makroalg türlerinde lipit içeriği kuru ağırlık olarak *D. dichotoma* hariç genellikle % 0.02-4.64 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu bulgulara benzer olarak Herbreteau ve ark. (1997) analizi yapılan makroalglerin çoğunluğunda lipit içeriğinin %4'den düşük olduğunu bildirmiştir. Ancak, bu çalışmada incelenen *D. dichotoma*'nın lipit içeriğinin diğer türlere oranla yaklaşık 3-4 kat daha fazla (%12.7) olduğu bulunmuştur. Ham kül değerleri türler arasında önemli farklılıklar göstermiş, en yüksek değer %63.55 olarak *Liagora* sp. de, en düşük değer ise %15.15 olarak *T. atomaria*'da bulunmuştur (Tablo 2). Ham kül içeriği açısından *Liagora* sp. ve *S. acinarum*'un mineral madde içerikleri yönünden diğer makro alglerden ayrıldıkları ve oldukça yüksek düzeylerde mineral madde içeriğine sahip oldukları dikkati çekmektedir.

Tablo 1. Makroalg türlerinin temel besin maddesi bileşenleri (% yaş ağı.)**Table 1.** The proximate composition of seaweed species (% wet weight).

Alg türleri	Nem	Protein	Lipit	Kül
<i>S. acinarum</i>	69.98±1.51	1.89±0.32	0.09±0.02	9.61±1.70
<i>H. scoparia</i>	62.30±0.25	2.81±0.35	0.01±0.0	6.54±0.73
<i>D. dichotoma</i>	70.40±1.65	4.56±0.41	3.76±0.28	5.20±0.36
<i>T. atomaria</i>	84.49±0.14	1.95±0.22	0.72±0.14	2.35±0.06
<i>Liagora</i> sp.	69.77±0.74	2.42±0.05	0.07±0.02	19.21±0.28

Tablo 2. Makroalg türlerinin temel besin maddesi bileşenleri (% kuru ağı.)**Table 2.** The proximate composition of seaweed species (% dry weight).

Alg türleri	Kuru madde	Protein	Lipit	Kül
<i>S. acinarum</i>	30.02	6.30	0.30	32.01
<i>H. scopario</i>	37.7	7.45	0.02	17.35
<i>D. dichotoma</i>	29.6	15.41	12.7	17.57
<i>T. atomaria</i>	15.51	12.57	4.64	15.15
<i>Liagora</i> sp.	30.23	8.01	0.23	63.55

Makroalglerin yağ asiti kompozisyonu

İncelenen beş farklı makroalg türünün ortalama yağ asiti kompozisyonu Tablo 3'te verilmiştir. Makroalglerin toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranları, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranlarından genelde daha yüksek bulunmuştur. *Taonia atomaria* türünde diğer türlerden farklı olarak toplam PUFA oranı (%20.17), toplam SFA oranından (%18.51) daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Türlerdeki yağ asiti kompozisyonu, doymuş yağ asitleri için % 18.51-63.96, tekli doymamış yağ asitleri için %15.25-23.02 ve çoklu doymamış yağ asitleri için %14.62-29.04 aralıklarında bulunmuştur. İncelenen türler arasında en yüksek oranda belirlenen doymuş yağ asitleri sırasıyla palmitik asit (C_{16:0}) ve miristik asit (C_{14:0}) olmuştur.

Bu sonuçlara benzer olarak Shanmugam ve Chendur (2008), *Ulva reticulata*'da en yüksek oranda belirlenen yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri (% 70.01) olduğunu ve bunun % 50.76'sının palmitik asit, %11.77'sinin ise miristik asitten oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, en yüksek palmitik asit ve miristik asit değeri sırasıyla %47.08 ve %13.48 oranlarında *Liagora* sp. de bulunmuştur. En düşük palmitik asit ve miristik asit değerleri ise *T. atomaria*'da sırasıyla %12.99 ve % 2.67 olarak bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) kompozis-

yonu *Halopteris scoparia*, *S. acinarum* ve *D. dichotoma* türlerinde benzer iken (%22.3-23.02), *T. atomaria* (%15.25) ve *Liagora* sp. (%17.50) türlerinde daha düşük bulunmuştur. Bu türlerde en yüksek düzeyde bulunan tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik asit (C_{16:1}) ve oleik asit (C_{18:1n9}) olmuştur. Yüksek oranlarda bulunması istenmeyen yağ asidi olan tekli doymamış yağ asitlerinden erukik asit (C_{22:1n9}) yalnızca *D. dichotoma* 'da %0.24 oranında bulunmuştur.

En yüksek PUFA içeriği *S. acinarum* 'da (%29.04) bulunmuş olup, bunu %27.44 ile *H. scoparia*, %20.17 ile *T. atomaria*, %17.14 ile *Liagora* sp. ve %14.62 ile *D. dichotoma* takip etmiştir. PUFA içeriği en yüksek olan *S. acinarum*'da oransal olarak en yüksek düzeyde belirlenen çoklu doymamış yağ asitleri %11.76 oranında C_{20:3n6} (dihomogammalinolenik asit (DGLA)), %9.06 oranında C_{20:4n6} (araşidonik asit) ve %3.83 oranında C_{18:2n6} (linoleik asit) asit olmuştur.

Bu yağ asitlerinin toplam PUFA içerisindeki oranları da sırasıyla %40.5, %31.2, ve %13.2 olarak belirlenmiştir. DGLA, son yıllarda özellikle insan sağlığı açısından son derece önemli olduğu anlaşılan ve lokal hormonlar olarak isimlendirilen eikosanoidlerin (prostaglandin (PG)E1 ve tromboxan (TX)) sentezindeki rolü ve önemi nedeniyle ilgi çeken bir yağ asitidir. DGLA, yine önemli eikosanoidlerden olan PGE2 ve TX'in

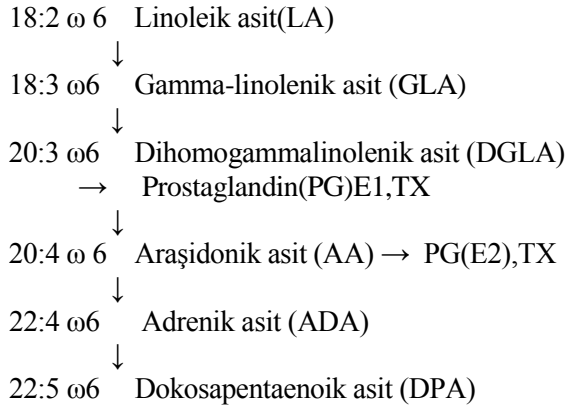
sentezinde rol oynayan araşidonik asitin de sentezinde kullanılmaktadır. Linoleik asitten itibaren DGLA, araşidonik asit ve bunlardan üretilen ei-

kosanoidlerin sentez yolu aşağıda açıklanmıştır (Berg ve ark., 2002).

Tablo 3. Makroalg türlerinin yağ asiti kompozisyonu.

Table 3. Fatty acid contents of seaweed species.

Yağ asitleri (%)	<i>S. acinarum</i>	<i>H. scoparia</i>	<i>D. dichotoma</i>	<i>T. atomaria</i>	<i>Liagora sp.</i>
C _{10:0}	-	-	-	0.05±0.04	-
C _{11:0}	0.06±0.01	-	0.10±0.01	-	0.69±0.18
C _{12:0}	0.06±0.01	0.15±0.01	0.05±0.01	1.06±0.52	0.18±0.05
C _{13:0}	-	-	0.12±0.01	0.35±0.02	-
C _{14:0}	4.22±0.07	8.17±0.21	7.70±0.16	2.67±0.31	13.48±0.91
C _{15:0}	0.61±0.01	0.77±0.09	0.65±0.04	0.33±0.09	0.54±0.04
C _{16:0}	34.62±0.28	33.79±2.17	16.72±0.76	12.99±1.14	47.08±2.39
C _{17:0}	0.16±0.01	0.41±0.01	0.06±0.01	0.62±0.17	0.34±0.06
C _{18:0}	1.53±0.08	3.62±0.51	0.60±0.00	0.35±0.12	1.33±0.03
C _{20:0}	0.59±0.04	0.19±0.04	0.25±0.05	-	0.32±0.04
C _{22:0}	0.57±0.03	0.79±0.12	0.29±0.02	-	-
C _{23:0}	-	-	0.82±0.40	0.09±0.06	-
C _{24:0}	-	-	0.23±0.05	-	-
∑ SFA	42.42	47.89	27.59	18.51	63.96
C _{14:1}	-	-	0.05±0.01	0.33±0.09	-
C _{15:1}	-	-	0.16±0.10	0.69±0.39	-
C _{16:1}	6.64±0.07	8.67±1.46	6.53±0.14	3.71±0.11	13.69±1.71
C _{17:1}	0.49±0.03	0.48±0.04	0.16±0.04	1.38±0.02	-
C _{18:1n9}	14.65±0.04	12.76±2.38	14.99±0.73	9.04±0.86	3.81±0.22
C _{20:1}	1.02±0.03	1.11±0.50	0.20±0.01	-	-
C _{22:1n9}	-	-	0.24±0.01	-	-
C _{24:1}	-	-	-	0.10±0.01	-
∑ MUFA	22.80	23.02	22.33	15.25	17.50
C _{18:2 n6}	3.83±0.25	7.30±0.01	2.25±0.12	4.01±1.20	6.22±0.21
C _{18:3 n6}	0.21±0.03	-	0.55±0.01	-	0.44±0.00
C _{18:3 n3}	1.96±0.09	1.54±0.54	1.34±0.08	2.97±0.57	2.83±0.21
C _{18:4 n6}	-	-	0.13±0.11	-	-
C _{20:2 cis}	0.15±0.01	7.47±0.40	1.40±0.18	0.22±0.01	4.17±0.04
C _{20:3 n6}	11.76±0.23	1.07±0.25	0.27±0.16	0.09±0.06	-
C _{20:4 n6}	9.06±0.46	7.47±0.40	6.73±1.31	7.13±0.87	0.61±0.06
C _{20:5 n3}	0.88±0.08	1.87±0.16	1.10±0.06	5.63±0.78	2.15±0.02
C _{22:2 cis}	0.74±0.18	0.55±0.04	0.64±0.03	-	-
C _{22:6 n3}	0.45±0.06	0.17±0.02	0.21±0.02	0.12±0.06	0.72±0.09
∑ PUFA	29.04	27.44	14.62	20.17	17.14
PUFA/SFA	0.68	0.57	0.52	1.08	0.26
∑n6	24.86	15.84	9.93	11.23	7.27
∑n3	3.29	3.58	2.65	8.72	5.70
n6/n3	7.55	4.42	3.74	1.28	1.27
DHA/EPA	0.51	0.09	0.19	0.02	0.33



DGLA ve arşidonik asitten itibaren sentezlenen eikosanoitlerden prostaglandinler ((PG)E1, (PG)E2) ve tromboxanların (TX), kanın pıhtılaşmasının önlenmesi, kan basıncını düşmesi, kolesterol sentezinin azaltılarak kolesterol düzeyini düşürülmesi, iltihaplı hastalıklarda ateş düşürücü vb. etkilerinin oluşu bilinmektedir (Willis ve Smith, 1989; Shimizu, 1998). Bu anlamda bu çalışmada dikkati çeken en önemli sonuçlardan birisi de yukarıda açıklanan özelliklerinden dolayı son yıllarda büyük ilgi gören DGLA'nın, çalışmada incelenen kahverengi makroalglerden *S. acinarum*'da yüksek orandaki bulunurluğudur (yağ içerisinde %11.76, PUFA içerisinde ise %40.5). *H. scopario* ve *Liagora* sp. türlerinde en yüksek oranlarda bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, C_{18:2n6} (linoleik asit) ve C_{20:2} cis olmuştur. İnsan beslenmesi açısından çok önemli yağ asitlerinden eikosapentaenoik asitin (EPA) en yüksek olduğu makroalg %5.63 oranıyla *T. atomaria* olmuştur.

Sonuç

Alglerin biyokimyasal içerikleri mevsim, sıcaklık, ışık şiddeti, besin durumu ve algin fizyolojik durumuna göre değişebildiğinden (Fleurence, 1999; Dawczynski ve ark., 2007), farklı bölgelerden ve yılın farklı zamanlarında alınan örneklerde besin içeriği yönünden farklılıklar görülebilmektedir. Bu çalışmada bulunan sonuçlara göre, makroalglerin önemli bir bitkisel potansiyel besin kaynağı olduğu söylenebilir. Deniz yosunlarında lipit içeriği düşük iken, omega 3 ve omega 6 ailesinden doymamış yağ asitleri daha yüksek düzeylerde bulunmaktadır (Shanmugam ve Palpandi, 2008). İngiltere Beslenme Kuruluşu (British Nutrition Foundation, 1992) sağlıklı ve dengeli bir beslenme için diyetlerin günde en az 0.2g EPA+DHA içermesi gerektiğini önermiştir. Makroalglerdeki düşük lipit ve nispeten önemli düzeylerde bulunan doymamış yağ asitleri bunla-

rın düşük yağ içeriğine sahip diyetler için uygun olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada incelenen türlerden birisi olan *S. acinarum*'un içerdiği yüksek düzeydeki DGLA oranı, bu yağ asidinin prostaglandin (PG)E1, tromboxan (TX) sentezi ve yine birçok eikosanoitlerin sentezinde rol oynayan arşidonik asit sentezindeki rolünden dolayı dikkatle üzerinde durulmalıdır. Kıyılarımızda şu ana kadar çalışılmamış türlerin besin içeriklerinin de ortaya konması, bu bitkisel kaynaklardan daha fazla yararlanılmasına olanak tanıyacaktır. Diğer taraftan, bu alglerdeki temel besin bileşenlerinin yanı sıra, aminoasit kompozisyonu, vitamin, mineral v.b. diğer kimyasal içeriklerinin de araştırılmasıyla çok daha çeşitli alanlarda kullanımı söz konusu olabilecektir.

Kaynaklar

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). (1990). Official methods of Analysis, 15th edition. AOAC, Washington, DC.
- Aysel, V., Güner, H., (1980). Ege ve Marmara denizindeki alg toplulukları üzerine kalitatif ve kantitatif çalışmalar. 4. *Gelidium capillaceum* (Gmel) Kütz. Topluluğu (Gelidiaceae, Gelidiales, Rhodophyta), *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, Ser B, **IV**(1-4):141-153.
- Aysel, V., Gezerler-Şipal, U., (1996). Marine flora of the Turkish Mediterranean coast (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Charophyceae and Angiospermae). *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**: 247-257.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L., (2002). Biochemistry, 5th. Edition, W.H. Freeman, New York.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.E. (2002). Selected chemical constituents and their seasonal variations in *Flabella petiolata* (Turra) Nizam and *Halimeda tuna* (Ellis & Sol.) J.V.Lamour in the Gulf of Antalya (northeastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany*, **26**: 87-90.
- British Nutrition Foundation. (1992). Unsaturated fatty acids. Nutritional and physiological significance. Report of British Nutrition Foundation. Chapman & Hall, London, pp. 156-157.

- Burtin, P., (2003). Nutritional value of seaweeds, *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, **2**(4):498-503.
- Çetingül, V., Güner, H., (1996). Ekonomik değerdeki bazı makroalglerin kimyasal içeriklerinin saptanması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **13**(1-2): 101-118.
- Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G., (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products, *Food Chemistry*, **103**: 891-899.
doi: [10.1016/j.foodchem.2006.09.041](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.041)
- 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**: 453-471.
- Duarte, C.M., (1995). Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes, *Ophelia*, **41**: 87-112.
- Dural, B., Güner, H., Aysel, V., (1989). Çandarlı Körfezi Ulvales ordosu üzerine taksonomik çalışmalar II. Ulvaceae A. *Ulva* L. Türleri, *Doğa Turk Botanik Dergisi C*, **13**(3): 474-487.
- Fleurence, J., (1999). Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses, *Trends in Food Science and Technology*, **10**: 25-28.
doi: [10.1016/S0924-2244\(99\)00015-1](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00015-1)
- Graham, L.E., Wilcox, L.W., (2000). *Algae*. Prentice Hall, Inc. 640 p.
- Kaykaç, G.O., Cirik, Ş., Tekinay, A.A., (2008). Yeşil Deniz Alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın Besin Kompozisyonu ve Aminoasit İçeriklerinin Mevsimsel Değişimi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**(1):9-12.
- Öztürk, M., Öztürk, M., Bat, L., (1996). Karadeniz'in Sinop kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **13**(3-4): 409-423.
- 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.
doi: [10.1080/09637480701446524](https://doi.org/10.1080/09637480701446524)
- Polat, S., Özoğul, Y., (2009). Fatty acid, mineral and proximate composition of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast, *Italian Journal of Food Sciences*, **21**(3): 317-324.
- Ruperez, P., (2002). Mineral content of the edible marine seaweeds, *Food Chemistry*, **79**: 23-26.
doi: [10.1016/S0308-8146\(02\)00171-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00171-1)
- Shameel, M., Aftab, J., (1993). Thallus structure, reproduction and antifungal activity of *Porphyta vietnamensis* (Bangiales, Rhodophyta) from Karachi coast, *Marine Research*, **2**: 11-16.
- Shanmugam, A., Chendur, P., (2008). Biochemical Composition and Fatty Acid profile of the Green Alga *Ulva reticulata*, *Asian Journal of Biochemistry*, **3**(1): 26-31.
doi: [10.3923/ajb.2008.26.31](https://doi.org/10.3923/ajb.2008.26.31)
- Shimuzu, T., (1998). The future potential of eicosanoids and their inhibitors in pediatric practice, *Drugs*, **56**(2):169-176.
doi: [10.2165/00003495-199856020-00001](https://doi.org/10.2165/00003495-199856020-00001)
- Subba Rao, P.V., Mantri, V.A., Ganesan, K., (2007). Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*, *Food Chemistry*, **102**: 215-218.
doi: [10.1016/j.foodchem.2006.05.009](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.009)
- Tseng, C.K., (1981). Commercial cultivation. In: Lobban, C.S., Wyne, M.J.(Ed.), *The Biology of Seaweeds*, Blackwell Sci. Publ., 680-725.
- Willis, A.L., Smith, D.L., (1989). Therapeutic impact of eicosanoids in atherosclerotic disease, *Eicosanoids*, **2**(2): 69-99.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K., (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I-proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties, *Food Chemistry*, **71**: 475-482.
doi: [10.1016/S0308-8146\(00\)00175-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00175-8)
- Zemke-White, L.W., Ohno, M., (1999). World seaweed utilization: end-of-century summary, *Journal of Applied Phycology*, **11**:369-376.
doi: [10.1023/A:1008197610793](https://doi.org/10.1023/A:1008197610793)