

## Mersin sahilinde Dağılımı Bulunan *Ulva rigida* (C. Agardh 1823)'nın Yağ Asidi Profiline Bölge Farklılıklarına Bağlı Değişimler

Büşra PEKSEZER, Mısra BAKAN\*, Nahit Soner BÖREKÇİ, Mehmet Tahir ALP, Deniz AYAS

Mersin University, Faculty of Fisheries 33160 Mersin- TURKEY

\*Corresponding author: [misrabakann@gmail.com](mailto:misrabakann@gmail.com)

### ÖZET

Çalışmada kullanılan *Ulva rigida* örnekleri Mersin sahilinin farklı noktalarından (1. istasyon; Çamlıbel, 2. istasyon; Karaduvar, 3. istasyon; Marina, 4. istasyon; Hilton) 2016 yılında ilkbahar mevsiminde toplanmıştır. *U. rigida*'nın toplam yağ ve yağ asidi düzeyleri belirlenmiştir. Toplam yağ düzeyi için sırasıyla 1. istasyon %0.87, 2. istasyon %1.03, 3. istasyon %0.41, 4. istasyon %4.99 olarak bulunmuştur. Dominant doymuş yağ asitleri (SFA) palmitik asit ve stearik asittir. Palmitik asidin en yüksek düzeyi 4. istasyon örneklerinde %40.64, en düşük düzeyi ise 1. istasyon örneklerinde %27.78 olarak bulunmuştur. Stearik asidin en yüksek düzeyi 4. istasyon örneklerinde %12.49, en düşük düzeyi 2. istasyon örneklerinde %2.71 olarak bulunmuştur.  $\Sigma$ SFA düzeyi istasyonlarda sırası ile %36.47, %41.32, %41.59, %54.70 olarak tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) palmitoleik asit ve oleik asittir. Palmitoleik asidin en yüksek düzeyi 2. istasyonda %3.69, en düşük düzeyi 3. istasyonda %1.69 olarak bulunmuştur. Oleik asidin en yüksek düzeyi 2. istasyon örneklerinde %14.08, en düşük düzeyi 3. istasyon örneklerinde %6.44 olarak bulunmuştur.  $\Sigma$ MUFA düzeyi istasyonlarda sırası ile %14.94, %21.69, %11.66, %13.83 olarak tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde (PUFA) dominant olan yağ asitleri gamma-linolenik asidin en yüksek düzeyi 2. istasyonda %8.21, en düşük düzeyi 4. istasyonda %2.70 olarak bulunmuştur.  $\Sigma$ PUFA düzeyi istasyonlarda sırası ile %6.54, %12.43, %5.72, %3.52 olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Ulva rigida*, lipit, yağ asidi, AI, TI, PUFA/SFA.

## ABSTRACT

The samples of *Ulva rigida* used in the study were collected from different points of Mersin coast (1st station; Çamlıbel, 2nd station; Karaduvar, 3rd station; Marina, 4th station; Hilton) in the spring season 2016. Total fat and fatty acid levels of *U. rigida* were determined. Total fat levels were found as 0.87% for the 1st station, 1.03% for the 2nd station, 0.41% for the 3rd station, and 4.99% for the spring season. Palmitic acid and stearic acid were dominant in saturated fatty acids (SFA). The highest level of palmitic acid was found to be 40.64% at the 4th station and the lowest at the 1st station (27.78%). The highest level of stearic acid was found as 12.49% at the 4th station, and the lowest level was found as 2.71% at the 2nd station.  $\Sigma$ SFA levels were determined as 36.47%, 41.32%, 41.59%, and 54.70% in stations, respectively. Palmitoleic acid and oleic acid are dominant in monounsaturated fatty acids (MUFA). The highest palmitoleic acid level was found as 3.69% at the 2nd station and 1.69% at the 3rd station. The highest oleic acid level was found as 14.08% at the 2nd station and 6.44% at the 3rd station.  $\Sigma$ MUFA level was determined as 14.94%, 21.69%, 11.66%, 13.83% in stations, respectively. The highest level of gamma-linolenic acid, the dominant fatty acids in polyunsaturated fatty acids (PUFA), was 8.21% at the 2nd station and the lowest at the 4th station 2.70%. PUFA levels were determined as 6.54%, 12.43%, 5.72%, and 3.52% in stations, respectively.

**KEY WORDS:** *Ulva rigida*, lipids, fatty acids, AI, TI, PUFA/SFA.

**How to cite this article:** PEKSEZER, B., BAKAN, M., BÖREKÇİ, N.S., ALP, M.T., AYAS, D. (2021). Mersin sahilinde Dağılımı Bulunan *Ulva rigida* (C. Agardh 1823)'nın Yağ Asidi Profiline Bölge Farklılıklarına Bağlı Değişimler, *MedFAR.*, 4(2):35-42.

## 1. Giriş

Dünyada bugün için tarımsal ve endüstriyel kaynaklar, hızla artan dünya nüfusunun gereksinimini karşılayamaz hale gelmiş, özellikle tarımsal üretimin yetersiz olduğu ülkeler, hızla gelişen teknolojileri ile birlikte deniz ürünlerinden çeşitli kullanım alanları geliştirmişlerdir (Drum, 2003). Büyük ölçüde alglerin egemen olduğu, doğadan toplanan ve üretimi yapılan sucul bitkiler, 1995 yılında 13,5 milyon tonluk üretim miktarına sahip iken, 2016 yılında 31,2 milyon tonluk üretimleri ile toplam su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahip olmuştur (FAO, 2018). Dünya genelinde, 43 ülkede toplam 291 makro alg türü kullanılmaktadır. Üretilen 28 milyon ton deniz alginin 800 bin tonluk kısmı doğadan toplanırken %94'ü yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir (Ak, 2015).

Alglerin dağılımına etki eden faktörler fiziksel, kimyasal ve dinamik faktörlerdir. Fiziksel faktörlerde substrat, sıcaklık, ışık, turbidite etki göstermektedir. Kimyasal faktörlerde ise tuzluluk, pH, deniz suyunda çözünmüş halde bulunan gazlar, besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler etki gösterir iken, dinamik faktörlerde ajitasyon, emersiyon, akıntılar, dalgalar, basınç etki göstermektedir (Aktar, 2010).

Fotosentez ile ilk üretimi gerçekleştiren algler, gıda zincirinin ilk halkasını oluşturdukları için deniz ekosisteminde çok önemli rolleri bulunmaktadır (Aktar, 2010). Bunun yanı sıra alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarında yararlanılmaktadır. Algler, özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli ikincil metabolitlere sahiptirler (Cirik, 2011; Gümüş, 2006). Alglerin insan beslenmesindeki önemi, sağlıklı beslenme açısından gerekli maddeleri istenilen düzeyde bulundurmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle yapısındaki yüksek protein, vitamin, aminoasit ve mineral maddeler ile düşük yağ düzeyi sağlıklı beslenme için balıktan ile birlikte alglerin tüketimini öne çıkarmaktadır (Kaykaç ve ark., 2008).

Denizel alglerin yağ asitleri genellikle doğrusal zincirlere, çift sayıda karbon atomuna, bir veya daha fazla çift bağa sahiptir. Özellikle algler, eikosapentaenoik asit gibi temel yağ asitlerinin kaynağı olabilir.  $\omega$ 3 yağ asitlerinin kalp hastalığı,

tromboz ve ateroskleroz riskini azalttığı düşünülmektedir. Aynı zamanda bazı alg yağ asitlerinin antiviral aktiviteye sahip olduğu da bildirilmiştir (Sánchez-Machado, 2004).

İnsan diyetindeki yağ asitlerinin en önemlileri olan eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) kaynaklarını içeren besinler su ürünleridir. İnsanlar, EPA ve DHA'nın fizyolojik etkilerini elde etmek için  $\alpha$ -Linolenik asit (ALA), EPA veya DHA'yı doğrudan almak zorundadır. Karasal bitkiler az miktarda ALA üretebilir, ancak memeli sistemi ALA'yı sentezleyemez. EPA ve DHA'nın başlıca kaynakları tek hücreli fitoplankton ve makro alglerdir. EPA ve DHA, alg tüketen ve besin zinciri yoluyla diğer türlere geçen balıklarda ve diğer deniz hayvanlarında birikir. Genel olarak, çoklu doymamış yağ asitleri, anti-arterioskleroz, anti-hipertansiyon, anti-inflamasyon, immüno-regülasyon etkileri olduğu bilinmektedir (Holdt ve Kraan, 2011).

Çalışmamızda kullanılan alg türü *Ulva rigida*'dır. Bu tür en çok ilkbahar ve yaz aylarında çoğalma gösterirler. Alg miktarını büyük oranda ortamdaki fosfat ve nitrat tuzları sınırlamaktadır. Bazı kıyı veya lagün sularında besin tuzlarının artmasıyla bağlantılı olarak, büyük miktarlarda alg gelişimi görülür. Algler insan gıdalarında veya hayvan yemlerinde kullanılmaktadır. C ve B1 vitaminleri ve antimikrobiyal maddeler içerdiği için tıbbi olarak da kullanımı bulunmaktadır. Alg türleri biyokütle üretimi için su ürünleri yetiştiriciliği ile de kolaylıkla yetiştirilebilir (Altun, 2017).

Ulva türleri besin bakımından zengin sulara bol miktarda bulunabilir. Yüksek miktarda biyokütle üreten, ötrofikasyona uğramış, kıyı bölgelerinde kolaylıkla çoğalabilirler. Ulva kozmopolit bir cinstir ve metabolizmasını belirli çevresel koşullar altında kolayca ayarlayabilir, bunun için yağlar ve yağ asitleri bu adaptasyonda önemli bir rol oynamaktadır (Nesterov ve ark., 2013). Yapılan çalışma ile *U. rigida*'nın toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi ve insan tüketimi açısından irdelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Yapılan çalışma 2016 yılının ilkbahar mevsiminde Mersin sahilindeki dört istasyondan (Çamlıbel, Karaduvar, Marina, Hilton) toplanan *U. rigida* örnekleri ile yürütülmüştür. Toplanan örnekler laboratuvar ortamına getirildikten sonra saf su ile yıkanmıştır ve daha sonra etüvde (50 °C)'de kurutma yapılmıştır. Kuru örnekler önce öğütücü yardımı ile parçalandıktan sonra analizlerde kullanılmak üzere falkon tüplerine aktarılarak derin dondurucuda -18 °C'de depolanmıştır.

### 2.1. Yağ Analizi

Örneklerin toplam yağ analizleri, Bligh and Dyer (1959) ekstraksiyon metoduna göre yapılmıştır. Her örnekten 10 g tartılarak cam tüplere aktarılmış ve üzerine 120 mL metanol/kloroform karışımı (1/2) eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler filtre edilerek balon jodelere aktarılmıştır. Süzme işlemi sırasında örneklere % 0.4'lük CaCl<sub>2</sub> çözeltisinden 20 mL eklenmiştir. Süzme işlemi takiben ağzı parafilm ile iyice kapatılan balon jodeler bir gece karanlıkta tutulmuştur. Bekletme sonucu iki faza ayrılan örneklerin alt fazı ayırma hunisi yardımıyla darası alınmış balon jodelere aktarılmıştır. Balon jodeler içerisinde bulunan çözücüler evaporatör yardımı ile uzaklaştırılmıştır.

Örnekteki % total lipit miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Yağ Miktarı (\%)} = (W2 - W1) / W3 \times 100$$

$$W1 = \text{Balonun darası, g}$$

$$W2 = \text{Balon darası + lipit, g}$$

$$W3 = \text{Örnek ağırlığı, g}$$

### 2.2. Yağ Asitleri Kompozisyon Analizi

Yağ asitlerinin metil esterleri (FAME); Ichibara ve ark. (1996) tarafından modifiye edilerek geliştirilen metoda göre yapılmıştır. İçerisinde lipit bulunan 25 mg ekstrakte edilmiş yağ örneği balon jodelere 2 mL n-heptan ve 4 mL 2 M metanolik KOH eklenerek alınmış, tüm lipit çözücüye geçene kadar oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmıştır. Daha sonra, lipit çözeltisi balon jodelerden santrifüj işlemi için ağzı kapaklı santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Soğutmalı santrifüjde 4000 rpm'de 10

dakika santrifüj edilen örneklerin, üst fazı pastör pipetleri ile çekilerek seyreltme tüplerine konulmuştur. Örnekler mL'inde 20-25 µg lipit olacak şekilde n-heptan ile seyreltilerek enjeksiyona hazır hale getirilmişlerdir. En son, viallere aktarılan örnekler GC'ye yerleştirilerek enjeksiyonları gerçekleştirilmiştir.

### 2.3. Yağ asitleri kompozisyon analizinde kullanılan gaz kromatografi cihazının (GC) özellikleri ve analiz şartları

Yağ asitleri kompozisyonları, flame ionization detektör (FID) ve bir silica capillary SGE column (30 m X 0.32 mm ID X 0.25 µm BP20 0.25 UM, USA) içeren Clarus 500 (Perkin Elmer, USA) gaz kromatografisi yardımıyla analiz edilmiştir. Enjektör ve FID detektörün sıcaklıkları sırasıyla 220°C, 280°C'ye ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı ilk 5 dakika boyunca 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C'ye kadar dakikada 4 °C, 200 °C'den 220 °C'ye ise dakikada 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1µL olup, taşıyıcı gazın kontrolü 16 ps'de olması sağlanmıştır. Enjeksiyon uygulaması 1:50 split oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu; standart 37 bileşenden oluşan FAME (Yağ asitleri metil esterleri) karışımının (Supelco) gelme zamanları ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

### 2.4. Yağ asitleri indeks hesaplama formülleri

Yağ asitleri kompozisyon analizi sonuçlarından bazı indeksler hesaplanmıştır. Atherogenicity İndeks (AI) ve Thrombogenicity İndeks (TI) yağ asitlerinin insan sağlığına etkilerini belirlemek için kullanılan indekslerdir (Ulbricht ve Southgate,1991). İnsan besini olan bir gıdanın içerdiği yağ asitlerinin kardiyovasküler hastalıkları ile ilişkisi matematiksel olarak bu formüller ile hesaplanmaktadır.

$$IA = [(12:0) + (4x 14:0) + (16:0)] / [(\sum PUFA n-6+n-3) + (\sum MUFA) + (\sum MUFA-18:1)]$$

$$IT = [(14:0+16:0+(18:0)] / [(0.5 x \sum MUFA) + 0.5x (\sum MUFA-18:1) + (4x n-6) + (3x n-3) + (n-3/n-6)]$$

## 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmanın analizlerinden elde edilen veriler IBM SPSS version 22 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Yağ ve yağ asitleri verilerinin değerlendirilmesi için istatistik analizi öncesinde bütün verilerin ayrılıklar yönünden kontrolü (Z değerine göre) ve varyansın homojenliği test (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi) yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılık “tek yönlü varyans analizi” (one-way Anova) yardımı ile belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

İlkbahar mevsiminde farklı bölgelerden toplanan *U. rigida*'nın toplam yağ düzeyleri belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** *U. rigida*'nın ilkbahar mevsimindeki toplam yağ düzeyi (%)

Çamlıbel	Karaduvar	Marina	Hilton
[1]	[2]	[3]	[4]
0.87	1.03	0.41	4.99
(0.82-0.91)	(0.98-1.08)	(0.39-0.43)	(4.88-5.09)

*U. rigida*'nın total yağ düzeyi 1. istasyonda %0.87, 2. istasyonda %1.03, 3. istasyonda %0.41, 4. istasyondan toplanan örnekte ise %4.99 olarak bulunmuştur.

İlkbahar mevsiminde farklı bölgelerden toplanan *U. rigida*'nın yağ asidi düzeyleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Doymuş yağ asitlerinden laurik asit düzeyi %0.15-0.69 aralığında, en yüksek düzeyi 3. İstasyonda olup, 1. ve 2. İstasyonlardaki örnekler arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ( $p < 0.05$ ). Miristik asit düzeyi %0.86-1.57 aralığında olup en yüksek düzeyi 4. İstasyondaki örneklerde belirlenmiştir. 4. istasyon ile diğer istasyonlar örnekler arasında istatistiksel bir farklılık vardır ( $p > 0.05$ ). Palmitik asit 1. istasyonda %27.78, 2. istasyonda %35.03, 3. istasyonda %31.65, 4. istasyonda %40.64 olarak bulunmuştur. 4. istasyon örnekleri ile diğer istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmaktadır ( $p > 0.05$ ).

Stearik asit düzeyi 1. istasyonda %6.81, 2. istasyonda %2.71, 3. istasyonda %6.94 olarak 4. İstasyonda %12.49 olarak bulunmuştur. 2. ve 4. istasyon örnekleri arasında istatistiksel farklılık var iken ( $p > 0.05$ ); 1. ve 3. istasyon arasında istatistiksel farklılık saptanmamıştır ( $p < 0.05$ ).  $\Sigma$ SFA düzeyi ile %36.47-54.70 aralığında olup en yüksek düzeyi 4. istasyonda tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit düzeyi 1. istasyonda %3.26, 2. istasyonda %3.69, 3. istasyonda %1.69, 4. istasyonda %1.94 olarak bulunmuştur. 1. ve 2. istasyon arasında, 3. ve 4. istasyonların arasında istatistiksel farklılık yok iken ( $p < 0.05$ ), her iki grup arasında istatistiksel bir ayrım vardır ( $p > 0.05$ ). Oleik asit düzeyi %7.50-%14.08 aralığında olup en yüksek değeri 2. istasyondadır. Gadoleik asit düzeyi %0.19-%2.49 aralığında olup en yüksek değeri 4. istasyondadır. 2. istasyon örnekleri ile diğer istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık vardır ( $p > 0.05$ ).  $\Sigma$ MUFA düzeyi ilkbahar mevsiminde istasyonlarda sırası ile %14.94, %21.69, %11.66, %13.83 olarak tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde, gamma linolenik asit düzeyi 1. istasyonda %4.41, 2. istasyonda %8.21, 3. istasyonda %3.64, 4. istasyonda %2.70 olarak bulunmuştur. 1. ve 3. istasyon örnekleri arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir ( $p < 0.05$ ). Linolelaidik asit düzeyi 1. istasyonda %1.32, 2. istasyonda %2.91, 3. istasyonda %1.82 olup bütün istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık vardır ( $p > 0.05$ ).  $\Sigma$ PUFA düzeyi istasyonlarda sırası ile %6.54, %12.43, %5.72, %3.52 olarak tespit edilmiştir. Atherogenicity İndeks (AI) düzeyi 0.97-2.15 aralığında, thrombogenicity İndeks (TI) 1.71-3.51 aralığında hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** *U. rigida*'nın ilkbahar mevsimine ait yağ asidi düzeyleri (%)

Yağ asidi (%)	Çamlıbel $\bar{X} \pm Sx$ [1]	Karaduvar $\bar{X} \pm Sx$ [2]	Marina $\bar{X} \pm Sx$ [3]	Hilton $\bar{X} \pm Sx$ [4]
laurik asit (C12:0)	0.15±0.05 <sup>b</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>	0.69±0.02 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Miristik asit (C14:0)	0.86±0.07 <sup>a</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.86±0.07 <sup>a</sup>	1.57±0.05 <sup>b</sup>
Pentadekanoik asit (C15:0)	0.23±0.11 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>c</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Palmitik asit (C16:0)	27.78±1.44 <sup>a</sup>	35.03±1.81 <sup>b</sup>	31.65±3.42 <sup>ab</sup>	40.64±0.63 <sup>c</sup>
Stearik asit (C18:0)	6.81±1.03 <sup>b</sup>	2.71±0.04 <sup>a</sup>	6.94±1.30 <sup>b</sup>	12.49±1.62 <sup>c</sup>
Araşidik asit (C20:0)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.66±0.12 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Henikosanoik asit (C21:0)	0.64±0.20 <sup>b</sup>	1.18±0.04 <sup>c</sup>	1.13±0.04 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Behenik asit (C22:0)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
<b>ΣSFA</b>	<b>36.47</b>	<b>41.32</b>	<b>41.59</b>	<b>54.70</b>
Pentadesenoik asit (C15:1)	0.64±0.20 <sup>b</sup>	1.47±0.20 <sup>c</sup>	0.83±0.16 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Palmitoleik asit (C16:1)	3.26±0.39 <sup>b</sup>	3.69±0.07 <sup>b</sup>	1.69±0.15 <sup>a</sup>	1.94±0.06 <sup>a</sup>
Heptadekenoik asit (C17:1)	0.55±0.11 <sup>b</sup>	0.56±0.02 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Trans oleik asit (C18:1n9t)	1.11±0.01 <sup>a</sup>	1.57±0.01 <sup>b</sup>	1.53±0.06 <sup>b</sup>	1.90±0.20 <sup>b</sup>
Oleik asit (C18:1n9c)	8.38±1.08 <sup>b</sup>	14.08±0.30 <sup>c</sup>	6.44±0.20 <sup>a</sup>	7.50±1.58 <sup>ab</sup>
Vaksenik asit (C18:1n7)	0.12±0.02 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Gadoleik asit (C20:1n9)	0.88±0.12 <sup>b</sup>	0.19±0.03 <sup>a</sup>	1.29±0.04 <sup>c</sup>	2.49±0.28 <sup>d</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>14.94</b>	<b>21.69</b>	<b>11.66</b>	<b>13.83</b>
Linolelaidik Asit (C18:2n6t)	1.32±0.16 <sup>b</sup>	2.91±0.06 <sup>d</sup>	1.82±0.14 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Linoleik asit (C18:2n6c)	0.40±0.07 <sup>c</sup>	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.82±0.02 <sup>d</sup>
α-Linolenik asit (C18:3n3)	0.29±0.03 <sup>b</sup>	0.89±0.09 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Gamma linolenik asit (C18:3n6)	4.41±0.54 <sup>b</sup>	8.21±0.63 <sup>c</sup>	3.64±0.25 <sup>b</sup>	2.70±0.01 <sup>a</sup>
Eikosatrienoik asit (C20:3n3)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Dihomo-γ-linolenik asit (C20:3n6)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Araşidonik asit (C20:4n6)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Eikosapentaenoik asit (C20:5n3)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
Dokosaheksaenoik asit (C22:6n3)	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.26±0.04 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>6.54</b>	<b>12.43</b>	<b>5.72</b>	<b>3.52</b>
PUFA/ SFA	0.17	0.30	0.14	0.06
Σn6	6.13	11.43	5.46	3.52
Σn3	0.41	1.00	0.26	0.00
Σn9	10.37	15.84	9.26	11.89
n6/n3	14.95	11.43	21	
n3/n6	0.06	0.08	0.04	
AI	0.98	0.97	1.69	2.15
TI	2.01	1.71	3.51	2.98
<b>Tanımlanamayan</b>	<b>42.05</b>	<b>24.56</b>	<b>41.03</b>	<b>27.95</b>

#### 4. Tartışma

Günümüzde alglerden birçok alanda yararlanılmaktadır. Çeşitli alg türleri içerdiği bileşenlere göre, endüstride fikokolloidlerin (algin, karragenan ve agar) ekstraksiyonu için ve bir farmasötik madde kaynağı olarak kullanılmıştır. Ayrıca bitkisel ilaç, gübre, fungusit, herbisit gibi kullanımlarının yanı sıra insan beslenmesinde de kullanılmaktadır (Aguilera-Morales ve ark., 2005; Cardozo ve ark., 2007; Ortiz ve ark., 2006). Deniz bitkileri, vitamin, protein, mineral, lif içerikleri ve esansiyel yağ asitleri açısından oldukça besleyici bir

gıda olarak bilinmektedir (Ortiz ve ark., 2006). Ortalama olarak makroalgler, 8 g porsiyon alımında bir kişinin günlük lif ihtiyacının %12,5'ini karşılamaktadır (Mac Artain ve ark., 2007).

Kırmızı ve kahverengi algler çoğunlukla insan besin kaynağı olarak kullanılır ve eski zamanlardan beri geleneksel olarak Çin, Japon ve Kore diyetinde önemli bir yere sahiptirler (Dawczynski ve ark., 2007). Bu çalışmada *U. rigida*'nın toplam yağ ve yağ asidi profilinin insan tüketimi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

*U. rigida*'nın biyokimyasal bileşimi ve lipit karakterizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada kuru örnek üzerinden total yağ düzeyi %12 olarak bulunmuştur. Majör yağ asitlerinden palmitik asit %12.2, oleik asit % 4.2 linolenik asit %10.3 olarak verilmiştir (Satpati ve Pal, 2011). Yaptığımız çalışmada ise bu değerler, total yağ düzeyi %0.41-4.99, yağ asitlerinde palmitik asit %27.78-40.64, oleik asit düzeyi %7.50-14.08, gamma linolenik asit düzeyi %2.70-8.21 olarak bulunmuştur. Satpati ve Pal (2011)'un yaptığı çalışmada doymamış yağ asidi miktarı, doymuş yağ asitlerinden daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada ise bu durumun tam tersi görülmüştür. Bizim çalışmada doymuş yağ asitlerinin düzeyi doymamış yağ asidi düzeyinden daha fazladır.

*Ulva* spp. genusuna ait yağ asitlerinin incelendiği bir çalışmada palmitik asit %30.5,  $\alpha$ -Linolenik asit %14.5 olarak bulunmuştur (McCauley, 2016). Yaptığımız çalışmada ise, palmitik asit düzeyi %27.78-40.64 arasında,  $\alpha$ -Linolenik asit düzeyi %0.00-0.89 aralığında bulunmuştur. Araştırmacıların bulguları bizim çalışmada elde edilen değerleri desteklemektedir.

Bulgaristan'ın Karadeniz kıyılarından Ekim ayında toplanan *U. rigida*'nın yağ asidi bileşimi üzerine yapılan çalışmada (yağ ağırlık üzerinden) toplam yağ asidi düzeyi %0.79 olarak bulunmuştur. Palmitik asit %63.56,  $\Sigma$ SFA %70.10, oleik asit %3.14,  $\Sigma$ MUFA %6.54,  $\alpha$ -Linolenik asit %5.18  $\Sigma$ PUFA % 23.36 olarak bulunmuştur (Ivanova, 2013). Bizim çalışmada ise bu değerler (istasyon farklılıkları hariç) palmitik asit %27.78-40.64,  $\Sigma$ SFA %36.47-54.70, oleik asit %6.44-14.08,  $\Sigma$ MUFA %11.66-21.69,  $\alpha$ -Linolenik asit %0.29-0.89  $\Sigma$ PUFA %3.52-12.43 olarak belirlenmiştir. Her iki çalışmanın bulguları arasındaki farklılıkların farklı mevsim ve bölgelerden alınan örneklerin ortamdaki ışık, besin düzeylerinin değişimi, deniz suyunun sıcaklık derecesi gibi faktörlerin yağ asidi kompozisyonuna etki etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer biyokimyasal bileşenler gibi, yağ asidi içeriği de mevsime ve diğer çevresel faktörlere göre değişir. Genel olarak alglerin, ortam sıcaklığında bir düşüş olduğunda çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA'lar) biriktirebildiği bilinmektedir Daha soğuk sularda yaşayan sucül türler genellikle daha büyük miktarlarda PUFA içerir (Holdt & Kraan, 2011).

Ivanova ve ark. (2013) PUFA düzeylerine bakıldığında Akdenize göre daha düşük su sıcaklığına sahip olan Karadeniz bölgesindeki PUFA düzeyinin daha yüksek düzeye sahip olduğu görülmektedir.

Lipitler, kuru ağırlık bazında alglerin %4.5'ini temsil eder ve bu içerik diğer deniz organizmalarından daha düşüktür. Gıda enerji kaynağı olarak katkıları bu nedenle düşük görünmektedir (Holdt & Kraan, 2011). Yaptığımız çalışmadaki örneklerin kuru ağırlık bazındaki total yağ düzeyi de bu oranın altında bulunmuştur. PUFA'lar, metabolik bağlantıları nedeniyle iki ailede sınıflandırılır. Biri linoleik asit ailesi (n-6 yağ asidi) ve diğeri  $\alpha$ -Linolenik asit ailesidir. Eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit, öncü  $\alpha$ -linolenik asit ile birlikte deniz lipidlerinin önemli yağ asididir. Hem EPA hem de DHA, temelde uzama ve desaturasyon yoluyla  $\alpha$ -Linolenik asitten üretilir (Narayan ve ark., 2006). Yaptığımız çalışmadaki EPA ve DHA düzeyini destekleyecek olan  $\alpha$ -Linolenik asit düzeyi de düşük bulunmuştur. İnsanlar için önerilen minimum PUFA/SFA değeri 0.45'tir (HMSO, 1994).

Yaptığımız çalışmada ise değerlerin %0.03-0.30 aralığında olduğu bulunmuştur. Düşük aterosklerik, trombojenik ve hiperkolesterolemik indekslere sahip gıda ürünlerinin ateroskleroza geciktirmek ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalık riski için iyi olduğu düşünülmektedir (EL-Wakf ve ark., 2010). Yaptığımız çalışmadaki AI ve TI değerleri yüksek düzeyde belirlenmiştir.

## 5. Sonuç

Çalışmamızda analizi yapılan *Ulva rigida* yaygın dağılıma sahip ve yüksek biyomaslara ulaşan bir alg çeşididir. Yapılan çalışma sonucunda lipit ve yağ asitleri düzeyleri bakımından düşük değerlere sahip olduğu, PUFA/SFA oranının düşük ve insan beslenmesinde öneme sahip olan EPA ve DHA gibi yağ asitlerini de düşük düzeyde içerdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte makroalgler balıklar gibi PUFA ların akümülatörü olmayıp, kendileri sentezlemektedir. Bu nedenle makroalglerin insan gıdası olarak tüketiminin artırılması insan beslenmesi için var olan PUFA ihtiyacının karşılanması için en

uygun ve maliyetsiz çözüm yolu olarak halen önemini korumaktadır.

### Kaynaklar

- Aguilera-Morales M., Casas-Valdez M., Carrillo Dominguez, S. B. (2005). González Acosta, F. Pérez-Gil Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. as a potential food source *Journal of Food Composition and Analysis*, 18 , pp. 79-88.
- Ak, İ. (2015). Sucul Ortamın Ekonomik Bitkileri, Makro Algler.Dünya gıda dergisi. pp,88-97.
- Aktar, S., Cebe, G.E. (2010). General Specifications, Using Areas Of Algae And Their Importance On Pharmacy, Ankara Ecz. Fak. Derg. 39 (3); 237-264.
- Altun, Z. (2017). Mersin körfezi'nin kıyusal zonunda toplanan *Ulva rigida* örneklerinde ağır metal ve yağ derişimlerinin incelenmesi. Mersin Üniversitesi.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911-917.
- Drum, R. (2003). Sea Vegetables for Food and Medicine, <http://www.partnerearteducationcenter.com/sexpan1.html>.
- Cardozo, K.H.M., Guaratini, T.M.P., Barros, V.R., Falcão, A.P. (2007). Tonon, N.P. Lopes, et al. Metabolites from algae with economical impact *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C, Toxicology and Pharmacology*, 146, pp. 60-78.
- Cirik, Ş. (2011). Su bitkileri I-Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi ve Yetiştirme Teknikleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 58, 135-145.
- Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products *Food Chemistry*, 103, pp. 891-899.
- EL-Wakf, A.M., Ebraheem, H.A., Serag, H.A., Hassan, H.A., Gumaih, H.S. (2010). Association between inflammation and the risk of cardiovascular disorders in atherogenic male rats: Role of virgin and refined olive oil. *J Am Sci.* 6(12):807-17.
- FAO. (2018). Dünyada Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu 2018, Özet.
- Gümüş, G. (2006). Deniz Marulunun Kimyasal Kompozisyonunun Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Holdt, S.L., Kraan. S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23, pp. 543-597.
- Ichibara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535-539.
- Ivanova, V., Stancheva M., Petrova, D. (2013). Fatty acid composition of Black Sea *Ulva rigida* and *Cystoseira crinita*. *Bulg. J. Agric. Sci., Supplement 1*: 42-47.
- Kaykaç, G.O., Cirik, Ş., Tekinay, A. A. (2008). Yeşil Deniz Alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın Besin Kompozisyonu ve Aminoasit İçeriklerinin Mevsimsel Değişimi. *E.Ü. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 25, Sayı/Issue (1)*: 9-12.
- MacArtain, P., Christopher, R.G., Brooks, M., Campbell, R., Rowland, I.R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutr Rev.* 65:535-543.



- McCauley J. I., Meyer, B.J., Winberg P.C., Skropeta, D. (2016). Parameters affecting the analytical profile of fatty acids in the macroalgal genus *Ulva*. *Food Chemistry* 209;332-340.
- Nesterov, V. N., O.A. Rozentsvet, E.S. (2013). Bogdanova. Influence of abiotic factors on the content of fatty acids of *Ulva Intestinalis*. *Contemporary Problems of Ecology*, 6, pp. 441-447.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C. et al. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*.
- Sánchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López-Hernández J., Paseiro-Losada, P. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible Seaweeds, *Food Chemistry*, 85: 439–444.
- Satpati G. G., Pal R. (2011). Biochemical composition and lipid characterization of marine green alga *Ulva rigida*- a nutritional approach. *Journal of Algal Biomass Utilization*. 2 (4): 10– 13.
- Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338, 985-992.
- Weihrauch, J.L., Posati, L.P., Anderson, B.A., Exler, J. (1975). Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of the American Chemists' Society*, 54, 3640.