

## Çanakkale Boğazı'ndan toplanan deniz marulu (*Ulva rigida*)'nun mevsimsel besin içeriğinin belirlenerek salata ve çorba olarak değerlendirilmesi

Nermin BERİK<sup>1</sup>, Ekrem Cem ÇANKIRILIGİL<sup>2</sup>, Hasan Basri ORMANCI<sup>3</sup>, Akın AKYILDIZ<sup>4</sup>

### Cite this article as:

Berik, N., Çankırılıgil, E.C., Ormanci, H.B., Akyıldız, A. (2022). Çanakkale Boğazı'ndan toplanan deniz marulu (*Ulva rigida*)'nun mevsimsel besin içeriğinin belirlenerek salata ve çorba olarak değerlendirilmesi. *Food and Health*, 8(2), 127-140. <https://doi.org/10.3153/FH22013>

<sup>1</sup> Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü,  
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi  
Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart  
Üniversitesi, 17100 Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Su Ürünleri Bölümü, Koyunculuk  
Araştırma Enstitüsü, 10200 Bandırma,  
Balıkesir, Türkiye.

<sup>3</sup> Uygulamalı Bilimler Fakültesi,  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,  
17100 Çanakkale, Türkiye

<sup>4</sup> İstanbul İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,  
Tarım ve Orman Bakanlığı, 34738  
Kadıköy, İstanbul, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

N.B. 0000-0003-3015-8688

E.C.Ç. 0000-0001-5898-4469

H.B.O. 0000-0003-3136-9196

A.A. 0000-0003-0023-992X

Submitted: 10.09.2021

Revision requested: 30.11.2021

Last revision received: 01.12.2021

Accepted: 06.12.2021

Published online: 20.03.2022

### Correspondence:

Nermin BERİK

E-mail:

[nberik@yahoo.com](mailto:nberik@yahoo.com)



© 2022 The Author(s)

Available online at

<http://jfhscientificwebjournals.com>

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, deniz marulu (*Ulva rigida*)'nun besin içeriğinde meydana gelen mevsimsel farkları saptayarak farklı tüketim tercihlerine göre duyuşal özelliklerini belirlemektir. Bu sebeple, Çanakkale Boğazı'ndan mevsimsel olarak toplanan *U. rigida*'nın hem yaş hem de kuru örneklerinin ham besin bileşimi, amino asit ve yağ asidi içerikleri belirlenmiştir. Bulgulara göre; *U. rigida* yüksek protein ve amino asit içeriğine sahipken, yaş örneklerde % 0.46-0.85, kuru örneklerde ise % 1.81-4.53 arasında değişen düşük ham yağ oranına sahip olduğu saptanmıştır. Sonrasında her mevsim elde edilen örneklerden alg salatası ve alg çorbası elde edilmiştir. Yapılan duyuşal analizlere göre en beğenilen tüketim tercihi tüm gruplar içinde alg salatası olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki tüketim tercihi de ilkbahar ve sonbahar örneklerinde en yüksek puanları almıştır. Sonuç olarak, *Ulva rigida* tüketiciler tarafından beğenilen ve besin içeriği ilkbaharda yüksek bulunan bir gıda kaynağıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Amino asit, Yağ asidi, Yosun, Besin bileşimi, Gıda

### ABSTRACT

**Evaluation of sea lettuce (*Ulva rigida*) collected from Çanakkale Strait as salad and soup by determining the seasonal nutritional content**

The main aims of this study are determining seasonal chemical composition of green seaweed and evaluating usage of a food source with different processing techniques. For this purpose, *Ulva rigida* were collected from Çanakkale Strait, Türkiye and amino acid, fatty acid and proximate composition were determined seasonally in both fresh and dried samples. According to results; *Ulva rigida* contains high protein and amino acids content whereas it has low fat content differs in the range of 0.46-0.85 % in fresh samples and 1.81-4.53 % in dried ones. In the following, the obtained algae samples in the all seasons were processed into salad and algae soup. Most favorite consuming options determined as algae salad among groups. Besides, two consuming options were scored highest in spring and autumn. In a conclusion, *Ulva rigida* is evaluated a desirable aquatic food source by the consumers, especially in spring.

**Keywords:** Amino acid, Fatty acid, Seaweed, Proximate composition, Food

## Giriş

Günümüzde artan gıda talebini karşılamak için araştırmacılar alternatif kaynaklara yönelmişlerdir. Makroalgler (deniz yosunları) ön plana çıkan denizel gıda kaynaklarıdır (Berik ve Çankırılıgil, 2020; Mchugh, 2003; Sørensen ve ark., 2019). Makroalglerin gıda olarak kullanımları Japonya'da IV., Çin'de V. yüzyıla dayanmaktadır. Türkiye'de makroalg tüketimi az olmasına karşın yurtdışında özellikle Çin, Japonya, Kore, Endonezya, Malezya, Fransa, Amerika, Kanada ve İskoçya'da tüketilmektedir (Mchugh, 2003). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'ya gerçekleştirilen göçler, makroalg tüketimine olan talebi bu kıtalara da taşımıştır (Turan, 2007). Pek çok çalışma makroalglerin yüksek protein, esansiyel amino asitler, algal polisakkaritler ve mineral içerikleri ile besleyici denizel gıda kaynakları olduğunu bildirmektedir (Ak ve ark., 2015; Lorenzo ve ark., 2017; Vizetto-Duarte ve ark., 2016). Makroalglerin doğal olarak toplanmalarının yanı sıra, yetiştiriciliği de yapılmaktadır (Ak ve ark., 2015). Dünya çapında 2018 yılında toplam 32.4 milyon tonluk alg üretimi gerçekleştirilmiş olup bu miktarın büyük çoğunluğunu makroalg türleri oluşturmaktadır. Elde edilen makroalgler ağırlıklı olarak gıda tüketiminde kullanılmakta olduğu gibi aynı zamanda çeşitli endüstri kollarında hammadde olarak da kullanılmaktadırlar (FAO, 2020). Bu özellikleri ile makroalgler pek çok türü gıda olarak kullanılabilen denizel kaynaklardır. Özellikle Türkiye denizlerinde geniş yayılım gösteren *Ulva*, *Porphyra*, *Gelidium*, *Rhodomenia*, *Laurencia* gıda olarak tüketilebilir türlerdir (Cirik ve Cirik, 2017).

Bu çalışmada, hem gıda olarak çok eski çağlardan beri kullanım alanı olan hem de kozmopolit bir alg olan *Ulva rigida* tercih edilmiştir. Deniz marulu olarak da adlandırılan *U. rigida* özellikle denizlerin sıg ve kayalık bölgelerinde azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin bol olduğu kısımlarda doğal olarak yayılım gösteren kozmopolit bir türdür (Cirik ve Cirik, 2017). Yüksek Biyolojik değerleri; *Ulva* türlerinin tüketimini de en az balık ve çift kabuklular kadar cazip kılmaktadır (Berik ve Çankırılıgil, 2020; Ortiz ve ark., 2006). *Ulva* türleri yüksek miktarlarda n-3 PUFA,  $\alpha$ -linolenik, B12 vitamini, faydalı iz elementler ve ulvan adı verilen oldukça kompleks yapıdaki karbohidratları içermektedirler (Alves ve ark., 2013; Berik ve Çankırılıgil, 2020; Girao ve ark., 2012). Besin içeriği açısından zengin bir tür olan *Ulva rigida*, tallusları tatlı suyla yıkanıp kurutulmuş veya taze olarak salatalarda ve çorbalarda tüketilebilmektedir (Ova Kaykaç, 2007). Ancak her alg gibi *Ulva* türlerinin de besleyiciliği doğal yayılım alanı ya da kültür ortamındaki besin tuzu, su sıcaklığı, tuzluluk, ışık ve mevsim gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Ak ve ark., 2012; Dawes, 1998; Öztaşkent ve Ak, 2021). Bu sebeple, çalışmamızda Çanakkale Boğazı'ndan toplanan *Ulva rigida* örneklerinin mevsimsel olarak besin içeriği (ham besin

bileşimi, amino asitler ve yağ asitleri)'nde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca her mevsimde toplanan makroalglerin taze formlarından salata; kurutulmuş formlarından çorba hazırlanarak tüketici beğeni analizleri gerçekleştirilmiştir. Makroalglerden üretilen gıdaların, büyük bir dışalım gücü bulunduğu düşünülürse bu çalışma, sonradan yapılacak çalışmalara ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacağını öngörmekteyiz.

## Materyal ve Metot

### Örnekleme ve İşleme

Çalışma ana materyali deniz marulu, *Ulva rigida* (C. Agardh, 1823) olarak seçilmiştir. Bu çalışmada, toplam 30 kg deniz marulu kullanılmıştır. *Ulva rigida* örnekleri Çanakkale Boğazı'ndaki Kepez ilçesi sahilinden (40° 6' 14.68"K, 26° 23' 45.81"D) mevsimsel olarak 2011-2012 yılları arasında toplanmıştır. Örnekleme ocak, nisan, temmuz ve ekim aylarında gerçekleştirilmiştir. Örnekleme sırasında alglerin toplandığı istasyonda suyun tuzluluğu yıl boyunca ‰ 24-26 arasında tespit edilmiştir. Su sıcaklığı ise kış mevsiminde 8°C, ilkbahar mevsiminde 13°C, yaz mevsiminde 20°C ve sonbahar mevsiminde 13°C olarak tespit edilmiştir. Hava sıcaklıkları ise kış mevsiminde 4°C, ilkbahar mevsiminde 12°C, yaz mevsiminde 24°C ve sonbahar mevsiminde 16°C olarak ölçülmüştür. Örnekleme istasyonu ve Akdeniz'deki *Ulva rigida* dağılımı Şekil 1'de görülmektedir.

Elde edilen algler, deniz suyu ile dolu taşıma kaplarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'na uygun koşullarda getirilmiş ve çalışmalar hemen başlatılmıştır. Öncelikle, algler talluslarında taşıdıkları epifit bitkiler ve sucul omurgasızlar gibi istenmeyen canlılardan temizlenmişlerdir. Sonrasında ise, algler ‰ 25'lik tuzlu suda yumuşak uçlu fırça ile fırçalanarak tüm kum taneciklerinden temizlenmişlerdir. Temizlenmiş alg tallusları ikiye ayrılarak yaş ve kuru olarak analizlere tabi tutulmuşlardır. Kurutma işlemi 40°C'deki etüvde 48 saat sürmüştür. Elde edilen yaş ve kurutulmuş örnekler kimyasal analizler uygulanmıştır.

Ayrıca yaş örneklerden salata, kuru örneklerden ise çorba yapılarak duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Deniz marulundan salata yapmak için; temizlenen alg talluslarının tek tek üzerine 15 ml susam yağı ve 2 gr kaya tuzundan oluşan karışım mutfak fırçası ile sürülmüş ve ardından her birine 5 (250 g) yaprak gelecek şekilde rulo yapıldıktan sonra 10 dakika marine olması beklenmiştir. Marine işlemi tamamlanınca rulolar düzleştirilmiş ve sıcak teflon tavada 165°C'de 3 dakika boyunca kızartılmış ve ardından 0,5 cm kalınlığında parçalara dilimlenerek servis edilmiştir. Deniz

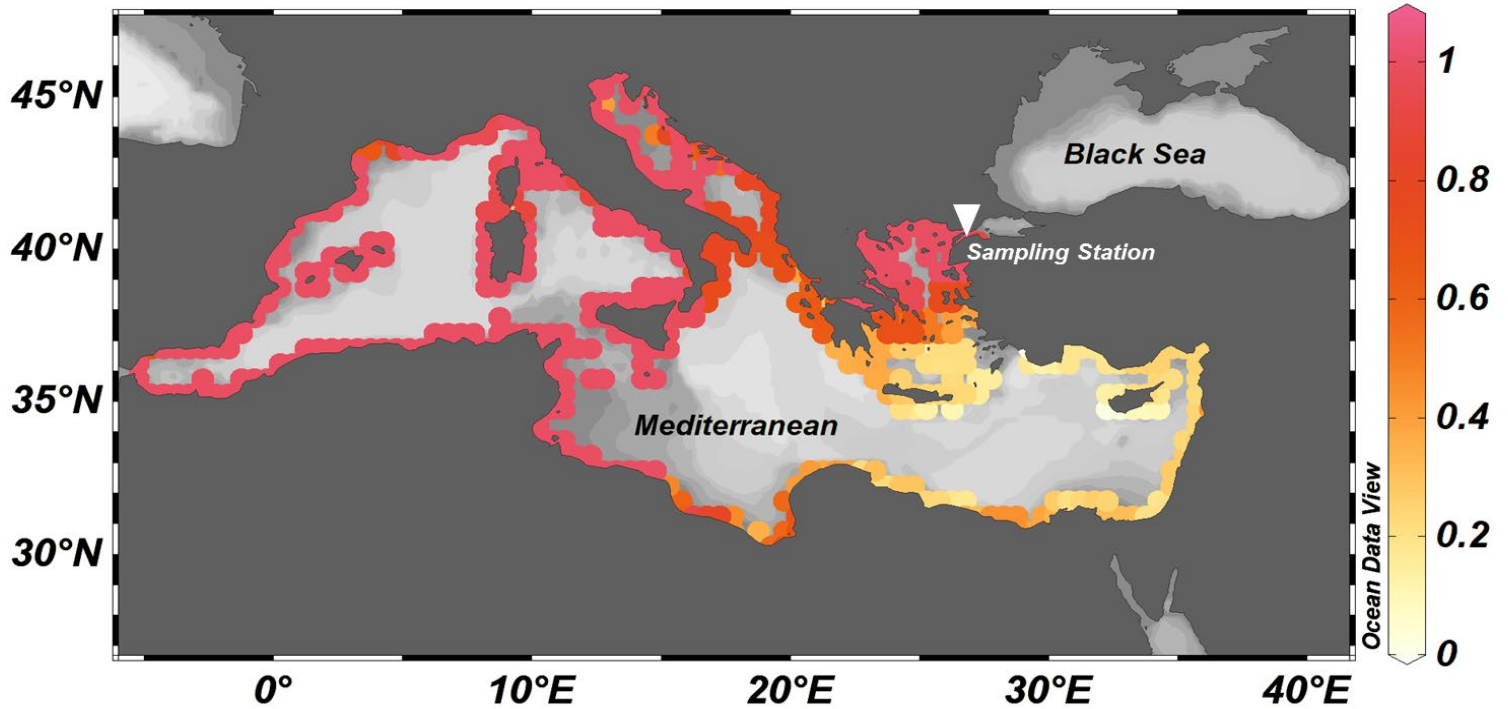
marulu çorbası için öncelikle 1 L önceden hazırlanmış tavuk suları kaynatılmış ve üzerine 100 g kurutulmuş makroalg yaprakları ilave edilerek karıştırılmıştır. Makroalg yapraklarının yumuşamasının ardından çorba karışımının kaynaması sonlandırılmıştır. Ardından 15 mL susam yağı, 100g kıyılmış yeşil soğan, 5 g kaya tuz ve 5 g karabiber çorbaya ilave edilerek, karıştırılmış ve servis edilmiştir. Algerin hazırlanması sırasında kullanılan kaya tuzu, karabiber, taze soğan, zeytinyağı ve susam yağı yerel marketlerden temin edilmiştir.

### Besin Bileşiminin Belirlenmesi

Algerin su (nem) içerikleri Horwitz (2000)'e göre gerçekleştirilmiştir. Homojenize edilmiş örnekler darası alınan petrilere 5 g tartılarak (16-18 saat) 105°C deki etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler tartılarak % su oranı hesaplanmıştır. Ham protein analizi Kjeldahl metoduna göre gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000). Homojenize edilen

örneklerden 0.5 g tartılarak 20 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile 420°C'de yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında elde edilen örnekler 50 mL saf su eklenerek 50 mL NaOH ile distile edilmişlerdir. Filtratlar 0,1 N HCl ile titre edilerek elde edilen değerler AOAC (2000) metoduna göre hesaplanmıştır.

Yağ analizi Folch ve ark. (1957)'nin uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Homojenize örneklerden 5 g tartılarak üzerlerine 20 mL metanol/kloroform (1:2) eklenmiş ve yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir (12 saat, 25°C). Elde edilen çözeltiler süzülerek 60°C'lik su banyosunda rotary evaporatör (IKA RV10 basic) kullanılarak distile edilerek son tartımları yapılmıştır. Kül tayininde ise 2 g ağırlığındaki homojenize örnekler porselen krozelere alınarak 550°C'de 5 saat süre ile yakma işlemine tabii tutulmuşlardır. Yakma işlemi sonrasında örneklerin son tartımları yapılmış ve sonuçlar Horwitz (2000) metoduna göre hesaplanmıştır.



**Şekil 1.** Deniz marulu (*Ulva rigida*)'nun Akdeniz'deki yayılım haritası ve örnekleme istasyonu. Yayılım datası Aquamaps'dan temin edilmiş olup (Kaschner ve ark., 2016) Ocean Data View ile görselleştirilmiştir (Schlitzer, 2020).

**Figure 1.** Distribution of *Ulva rigida* in the Mediterranean and the sampling station. The distribution data were obtained from Aquamaps (Kaschner et al., 2016), and the map was visualized with Ocean Data View (Schlitzer, 2020).

### ***Amino Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi***

Alg örnekleri 6 N HCl ile 110°C'deki etüvde 24 saat hidrolize edilmişlerdir. Hidrolizi yapılan örnekler 0.20 µm PTFE şırınga filtreden süzülümüş ve HCl, evaporatörde yüksek vakum altında 60°C'de uçurularak; geriye kalan kalıntı pH'ı 2.2 olan sodyum sitrat tampon çözeltisiyle (0.1 M, pH 2.2) seyreltilmiştir (Srivastava ve ark., 2006). Hidroliz işlemi tamamlanmış örneklerin aminoasit miktarlarının tespiti için EZ: faast GC/FID Free (Physiological) amino asit kitleri kullanılmıştır (Badawy ve ark., 2008). Hazırlanan ve türevlendirilen örnekler 2.0 µL halinde GC'ye (Finnigan Trace GC Ultra AI 3000 Thermo Finnigan analyzer) enjekte edilerek analiz edilmişlerdir. Analizlerde sabit faz olarak Zebron Zebron™ ZB-HAAC GC kolon (10 m x 0.25 mm) kullanılmış olup, mobil faz olarak helium seçilmiştir. Akış hızı 1.0 mL/dk, alev iyonizasyon dedektörü (FID) sıcaklığı ise 320°C olarak ayarlanmıştır. İnternal standart (IS) olarak Norvaline kullanılmış ve konsantrasyonu örneklerde 200 nmol/mL olacak şekilde hazırlanmıştır. Kolon fırınının sıcaklığı 110°C'den 320°C'ye kadar 35°C/dakika olacak şekilde artırılmıştır. Elde edilen pikler standartlar ile karşılaştırılarak, amino asit miktarları g/mg olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, 19 adet amino asidin tayini yapılmış olup, diğer amino asit ve benzeri yapıların (4-Hidroksiprolin, hidroksilizin, sarkosin, α-aminobutirik asit, β-aminoisobutirik asit, allo-İsolösin, thioprolin, α-aminoadipik asit, aminopimalik asit, ornitin, glisin-prolin, proline-hidroksiprolin, sistatyonin) toplam miktarları verilmiştir.

### ***Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi***

Yağ asidi analizinde öncelikle Folch ve ark. (1957)'na göre elde edilen ham yağ örneklerinin esterleştirme işlemi yapılmıştır. Bunun için 0.15 g ham yağ numunesi balonda tartılmış ve 5 mL metanolik 0.5 N NaOH ilave edilmiştir. Kaynama taşı atılarak soğutucu bağlanmış su banyosunda 15 dakika kaynatılarak sabunlaştırılmıştır. Soğutucunun üzerinden 5 mL BF<sub>3</sub> reaktifi katıldıktan sonra 5 dakika daha kaynatılmıştır. Daha sonra numuneye 2 mL heptan ilave edilmiş ve 1 dakika daha kaynatılmıştır. Soğutucu çıkarılmış ve örnek olarak 25 mL lik balon jöjeye alınmıştır. Balon doymuş NaCl ile çalkalanarak, oluşan üstteki heptan fazından mikro pipetle 1-2 mL alınarak cam vialer aktarılmıştır. İçine birkaç adet kristal anhidrik Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atılmıştır. Bu solüsyondan enjektörle örnek alınarak MS dedektöre sahip gaz kromatografisine (Thermo GS-MS Finnigan Trace DSQ) 2.0 µL enjekte edilmiştir (IUPAC, 1978). Analizlerde ZB-WAX 30 m kolon sabit faz olarak kullanılırken, hidrojen gazı mobil faz olarak tercih edilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 200°C, dedektör sıcaklığı 200°C, ilk fırın sıcaklığı ise 100°C olarak seçilmiş olup sıcaklık artışı 1°C/dakika olarak

ayarlanmıştır. Gaz kromatografisinde okunan değerler Xcalibur adlı programda değerlendirilmiştir.

### ***Duyusal Özelliklerin Belirlenmesi***

Duyusal analizlerde, her mevsim toplanan yaş makroalgler ile yapılan salata ve kurutulmuş makroalgler kullanılarak üretilen çorbaların tüketilebilirliğinin ölçülmesi amacıyla tüketici beğeni analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz için yaşları 18-60 yaş arasında değişen ÇOMÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi öğrencileri ve personeli hedef tüketici kitlesi olarak seçilmiştir. Yaş örneklerden üretilen salatanın analizinde her mevsim 78 kişi denemeye alınmış, kurutulmuş makroalglerden üretilen çorbanın analizi için her mevsim 82 kişi olacak şekilde duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Salatının ve çorba; görünüş, tat, koku ve genel beğeni kriterleri üzerinden değerlendirilmiş ve her iki ürünün değerlendirilmesi 7 noktalı hedonik skala üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu skala, tüm özellikler için, "hiç beğenmedim" (1) ile "çok beğendim" (7) değerleri arasında puanlanmıştır. Analizde ayrıca panelistlerin her bir nitelik için varsa düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir (Meilgaard ve ark., 1999).

### ***İstatistiksel Analizler***

Araştırmada alglerin besin kompozisyonu, amino asit ve yağ asidi içeriklerin mevsimsel farklılıkların tespiti amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Verilerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) için uygunluğu Anderson-Darling (normal dağılım için) ve Levene eşit varyans (homojen dağılım için) testleri uygulanarak belirlenmiştir. Salata ve çorba ürünlerine ait duyusal tüketici beğenilerinin, mevsimsel farklılıklarının tespiti amacıyla parametrik olmayan analizlerden Kruskal-Wallis analizi uygulanmıştır. İstatistik analizlerde Minitab 17 ve IBM SPSS Statistics 21 istatistik paket programları kullanılmıştır.

### ***Bulgular ve Tartışma***

#### ***Besin Bileşimi***

*Ulva rigida*'nın besin kompozisyonu "su (nem), protein, yağ ve kül" Tablo 1.'de verilmiştir. Sonuçlara göre yaş örneklerde en yüksek su değeri kış mevsiminde (%83.89) saptanmıştır (P<0.05). Makroalglerin su içerikleri yaş ağırlıkta %80-90 arasında değişmektedir (García-Casal ve ark., 2007). Kurutulmuş örneklerde ise nem içeriği %8.49-12.23 arasında tespit edilmiştir. Örneklerle uygulanan kurutma işlemi sonrasında alglerin su (nem) oranları %85.31 ile %88.76 arasında azalmış olup en düşük değer ilkbahar mevsiminde (%8.49) saptanmıştır. Diğer aylarda tespit edilen su (nem) içeriklerinin ise istatistiksel olarak birbirlerinden farksız olduğu görülmektedir (P>0.05). Kurutulmuş örneklerin protein, yağ ve kül içerikleri ise yapılan kurutma işleminden

sonra azalan su oranına bağlı olarak nispi olarak artış göstermiş olup, en yüksek değerler ilkbahar mevsiminde saptanmıştır ( $P>0.05$ ).

Yaş ve kuru örneklerde en yüksek protein içeriği ilkbahar mevsiminde toplanan örneklerde tespit edilmiş ve bunu sırasıyla yaz, sonbahar ve kış mevsimi izlemiştir ( $P<0.05$ ). Yaz mevsiminde ışık şiddetinin ve su sıcaklığının artması ile deniz suyunda meydana gelen aşırı alg çoğalmaları nedeniyle sular besin tuzu bakımından fakirleşmektedir (Cirik ve Cirik, 2017). Bunun sonucunda da sudaki azot miktarı azalmakta ve dolayısıyla alglerin yapılarındaki protein oranı da düşük tespit edilebilmektedir. Benzer şekilde, birincil üretimde en yoğun üretim su sıcaklığının yükseldiği ilkbahar aylarında görülürken ortamdaki azot ve fosfatın bu üretimle azalmasıyla alglerin protein içerikleri de azalmaya başlamaktadır. Bu nedenle kış aylarında hem ışık, hem de sıcaklık alglerin fotosentez hızını etkilediği için protein içerikleri de düşük çıkabilmektedir. Alglerin protein içerikleri buldukları ortamın tuzluluğuna ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Lobban ve Harrison, 1994). Bu nedenle aynı bölgelerde toplanan aynı türe ait örneklerin içerikleri farklılıklar göstermiştir.

Çalışmamızda elde edilen örneklerin yağ içerikleri yaş örneklerde  $\% 0.46 \pm 0.05 - 0.85 \pm 0.02$  arasında, kuru örneklerde ise  $\% 1.81 \pm 0.21 - 4.53 \pm 0.60$  arasında birbirlerine yakın değerlerde tespiti edilmesine karşın mevsimler arasında istatistiksel farklar tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Hem yaş ve hem de kuru örneklerde en yüksek yağ oranı yaz mevsiminde tespit edilirken, en düşük yağ oranı kış mevsiminde tespit edilmiştir. Alglerin yağ içerikleri ise diğer deniz ürünlerine göre oldukça düşük olup, genellikle tüm alg türlerinde  $\%1-5$  arasında değişmektedir (Ivanova ve ark., 2013). *Ulva* türleri ile yapılan başka çalışmalarda da ham yağ oranı çalışmamız sonuçları ile benzer bulunmuştur (Ak, 2015; Ivanova ve ark., 2013; Ortiz ve ark., 2006).

Örneklerin ham kül oranları yaş ve kuru örneklerde bahar aylarında en yüksek değerde tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). İlkbahar aylarında, kar sularının erimesi ve yağışların başlaması gibi çevresel etkilerle denizel ortama taşınan besin tuzu miktarı artmaktadır. Makroalgler azot başta olmak üzere

bu besin tuzlarını vakuollerinde depolamaktadırlar (Lobban ve Harrison, 1994). Bu nedenle, protein prosesine benzer bir şekilde, ham kül miktarı bahar aylarında yüksek miktarda bulunurken, daha sonra besin tuzlarının kullanımlarına bağlı olarak azalmaktadır (Topçu ve Ak, 2013). En düşük ham kül miktarı ise yaş örneklerde yaz ayında, kurutulan örneklerde ise kış ayında tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Kuru ve yaş örnekler arasındaki bu farklılık, kış mevsiminde elde edilen yaş örneklerdeki yüksek su miktarının kurutma işlemi sebebiyle yaşanan su kaybı ile bazı besin tuzlarının kaybedilmiş olması ile açıklanabilir.

### **Amino Asit Kompozisyonu**

*Ulva rigida* yaş ve kuru örneklerinin mevsimlere bağlı amino asit değişimi Tablo 2 ve Tablo 3’de verilmiştir. Yapılan bu çalışmada, farklı mevsimlerde toplanan makroalglerin amino asit değişimleri incelenmiştir. Triptofan hiçbir grupta tespit edilememiştir. Yüksek ısı ve düşük pH’ya karşı hassas olan triptofan ön yakma işlemi nedeniyle kaybedilebilmektedir (Çankırılıgıl ve ark., 2020). Triptofan gibi asit hidrolizinden etkilenen asparajin (ASN) ve glutamin (GLN) ise, sırasıyla aspartik asit (ASP) ve glutamik asite (GLU) dönüşmüştür. Bu amino asitlerin bulgularda verilen miktarları, dönüştükleri amino asitlerin (ASP+ASN ve GLU+GLN) toplamaları şeklinde sunulmuştur. Aspartik asit ve glutamik asit alglere karakteristik tadını veren amino asitler olup (Yaich ve ark., 2011), çalışmamızda da en yüksek miktarlarda tespit edilen aminoasitlerdir. Ortiz ve ark. (2006) da çalışmalarında iki farklı alg türünün aminoasit kompozisyonunu karşılaştırarak bu türlerden *Ulva lactuca*’nın glutamik asit açısından zengin olduğunu ve bunu aspartik asit, alanin, lösin ve fenilalaninin takip ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, esansiyel amino asitlerden isolösin, lösin, lizin, fenilalanin, tireonin ve valin tüm gruplarda tespit edilmiştir. Metiyonin ise yaz örneklerinde hiç tespit edilememiş; kış mevsiminde ise sadece kurutulan örneklerde tespit edilememiştir. Kuru örneklerdeki bu değişimin sebebinin, zaten düşük miktarlarda bulunan metiyoninin su çıkışı ile kaybedilmesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, makroalglerin asparik asit ve glutamik asit bakımından zengin olduğu, ancak metiyonin ve histidin açısından fakir olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Černá, 2011; Dawczynski ve ark., 2007).

**Tablo 1.** Deniz marulu (*Ulva rigida*)’nun mevsimsel besin bileşimi**Table 1.** Seasonal proximate composition of sea lettuce (*Ulva rigida*)

	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<b>Yaş Örnek</b>				
Su (nem) (%)	83.89 ±1.37 <sup>a</sup>	75.55 ±0.88 <sup>c</sup>	78.44 ±0.65 <sup>b</sup>	80.60 ±0.83 <sup>b</sup>
Ham Protein (%)	8.55 ±0.30 <sup>d</sup>	13.60 ±0.57 <sup>a</sup>	11.34 ±0.62 <sup>b</sup>	9.52 ±0.59 <sup>c</sup>
Ham Yağ (%)	0.46 ±0.05 <sup>c</sup>	0.85 ±0.02 <sup>a</sup>	0.64 ±0.01 <sup>b</sup>	0.60 ±0.02 <sup>b</sup>
Ham Kül (%)	5.40 ±0.07 <sup>c</sup>	6.73 ±0.30 <sup>a</sup>	4.60 ±0.09 <sup>d</sup>	6.16 ±0.05 <sup>b</sup>
<b>Kurutulmuş Örnek</b>				
Su (nem) (%)	12.23 ±0.94 <sup>a</sup>	8.49 ±0.08 <sup>b</sup>	10.73 ±0.58 <sup>a</sup>	11.84 ±0.62 <sup>a</sup>
Ham Protein (%)	15.78 ±0.63 <sup>d</sup>	25.98 ±0.12 <sup>a</sup>	20.65 ±1.03 <sup>b</sup>	17.93 ±0.15 <sup>c</sup>
Ham Yağ (%)	1.81 ±0.21 <sup>d</sup>	4.53 ±0.60 <sup>a</sup>	3.32 ±0.04 <sup>b</sup>	2.19 ±0.03 <sup>c</sup>
Ham Kül (%)	24.36 ±0.64 <sup>c</sup>	28.54 ±0.06 <sup>a</sup>	21.63 ±1.01 <sup>c</sup>	25.88 ±0.09 <sup>d</sup>

Veriler ortalama ±Standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkları göstermektedir (P<0,05)

**Tablo 2.** *Ulva rigida* yaş örneklerinin mevsimsel amino asit kompozisyonu (mg/g)**Table 2.** Seasonal amino acid composition of non-dried *Ulva rigida* specimens (mg/g)

Amino Asitler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<b>Esansiyel Amino Asitler</b>				
Triptofan (TRP)	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
İsolösin (ILE)	5.92 ±0.54 <sup>b</sup>	7.43 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.49 ±0.16 <sup>c</sup>	7.64 ±0.36 <sup>a</sup>
Lösin (LEU)	7.76 ±0.89 <sup>b</sup>	10.97 ±0.20 <sup>a</sup>	0.96 ±0.01 <sup>c</sup>	10.71 ±0.58 <sup>a</sup>
Lizin (LYS)	6.33 ±0.47 <sup>b</sup>	12.54 ±0.73 <sup>a</sup>	0.84 ±0.18 <sup>c</sup>	8.18 ±0.22 <sup>b</sup>
Metionin (MET)	1.07 ±0.36 <sup>bc</sup>	3.86 ±0.67 <sup>a</sup>	T.E.	1.77 ±0.19 <sup>b</sup>
Fenilalanin (PHE)	4.50 ±0.31 <sup>a</sup>	6.03 ±0.32 <sup>a</sup>	0.65 ±0.02 <sup>b</sup>	6.00 ±0.72 <sup>a</sup>
Tireonin (THR)	4.58 ±0.87 <sup>a</sup>	5.12 ±0.10 <sup>a</sup>	0.49 ±0.04 <sup>b</sup>	4.59 ±0.09 <sup>a</sup>
Valin (VAL)	8.84 ±0.39 <sup>a</sup>	8.30 ±0.65 <sup>a</sup>	1.49 ±0.35 <sup>b</sup>	8.36 ±0.41 <sup>a</sup>
<i>Toplam EAA</i>	42.34 ±1.24 <sup>c</sup>	57.33 ±1.36 <sup>a</sup>	8.77 ±0.51 <sup>d</sup>	50.05 ±1.44 <sup>b</sup>
<b>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</b>				
Histidin (HIS)	3.34 ±0.26 <sup>a</sup>	3.07 ±0.54 <sup>a</sup>	2.85 ±0.20 <sup>a</sup>	2.79 ±0.06 <sup>a</sup>
Alanin (ALA)	5.73 ±0.38 <sup>b</sup>	7.08 ±0.03 <sup>a</sup>	1.06 ±0.02 <sup>c</sup>	6.77 ±0.27 <sup>a</sup>
Aspartat + Asparjin (ASP+ASN)	40.14 ±0.97 <sup>a</sup>	26.83 ±2.83 <sup>b</sup>	24.61 ±0.82 <sup>b</sup>	24.04 ±2.25 <sup>b</sup>
Glutamat + Glutamin (GLU+GLN)	14.75 ±2.49 <sup>b</sup>	26.69 ±0.60 <sup>a</sup>	1.38 ±0.00 <sup>c</sup>	25.05 ±1.00 <sup>a</sup>
Glisin (GLY)	4.64 ±0.25 <sup>b</sup>	9.53 ±0.34 <sup>a</sup>	0.76 ±0.04 <sup>c</sup>	8.48 ±0.54 <sup>a</sup>
Prolin (PRO)	6.38 ±0.69 <sup>b</sup>	10.66 ±1.05 <sup>a</sup>	0.70 ±0.01 <sup>c</sup>	9.84 ±0.91 <sup>a</sup>
Serin (SER)	3.87 ±0.66 <sup>a</sup>	4.86 ±0.75 <sup>a</sup>	0.48 ±0.02 <sup>b</sup>	4.36 ±0.30 <sup>a</sup>
Tirosin (TYR)	3.10 ±0.77 <sup>a</sup>	4.51 ±0.16 <sup>a</sup>	0.60 ±0.03 <sup>b</sup>	3.80 ±0.40 <sup>a</sup>
Sistin (C-C)	1.75 ±0.28 <sup>a</sup>	1.57 ±0.27 <sup>a</sup>	T.E.	1.24 ±0.16 <sup>a</sup>
<i>Toplam NEAA</i>	80.35 ±1.81 <sup>b</sup>	91.73 ±2.01 <sup>a</sup>	29.58 ±1.13 <sup>c</sup>	83.60 ±1.71 <sup>b</sup>
<i>EAA/NEAA</i>	0.53	0.62	0.30	0.60
<b>Toplam Amino Asitler</b>	126.03 ±3.25 <sup>b</sup>	152.15 ±3.11 <sup>a</sup>	41.20 ±1.57 <sup>c</sup>	136.44 ±3.64 <sup>b</sup>
<b>Diğer Amino Asit Benzeri Yapılar</b>	28.34 <sup>a</sup>	26.11 <sup>a</sup>	15.46 <sup>c</sup>	21.40 <sup>b</sup>

Veriler ortalama ±Standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkları göstermektedir (P<0.05).

T.E.; tespit edilemedi, EAA; esansiyel amino asitler, NEAA; esansiyel olmayan amino asitler, OAA; diğer amino asitler.

**Tablo 3.** *Ulva rigida* kuru örneklerinin mevsimsel amino asit kompozisyonu (mg/g)**Table 3.** Seasonal amino acid composition of dried *Ulva rigida* specimens (mg/g)

Amino Asitler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<b>Esansiyel Amino Asitler</b>				
Triptofan (TRP)	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
İsolösin (ILE)	7.58 ±1.40 <sup>b</sup>	20.09 ±1.56 <sup>a</sup>	1.49 ±0.38 <sup>c</sup>	11.40 ±0.93 <sup>b</sup>
Lösin (LEU)	12.37 ±0.29 <sup>b</sup>	33.04 ±0.12 <sup>a</sup>	1.66 ±0.10 <sup>c</sup>	15.80 ±2.19 <sup>b</sup>
Lizin (LYS)	10.07 ±0.57 <sup>b</sup>	25.98 ±2.30 <sup>a</sup>	0.82 ±0.06 <sup>c</sup>	14.23 ±0.96 <sup>b</sup>
Metionin (MET)	T.E.	5.12 ±0.28 <sup>a</sup>	T.E.	5.13 ±0.66 <sup>a</sup>
Fenilalanin (PHE)	7.37 ±0.86 <sup>b</sup>	18.76 ±0.76 <sup>a</sup>	1.04 ±0.12 <sup>c</sup>	8.96 ±1.02 <sup>b</sup>
Tireonin (THR)	5.42 ±0.39 <sup>b</sup>	13.73 ±1.57 <sup>a</sup>	0.90 ±0.11 <sup>c</sup>	8.14 ±0.24 <sup>b</sup>
Valin (VAL)	9.57 ±0.65 <sup>c</sup>	25.01 ±1.39 <sup>a</sup>	1.65 ±0.14 <sup>d</sup>	14.87 ±0.30 <sup>b</sup>
<i>Toplam EAA</i>	57.61 ±1.26 <sup>c</sup>	150.14 ±2.26 <sup>a</sup>	9.38 ±0.57 <sup>d</sup>	83.76 ±1.89 <sup>b</sup>
<b>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</b>				
Histidin (HIS)	5.24 ±0.54 <sup>ab</sup>	8.41 ±1.83 <sup>a</sup>	1.82 ±0.20 <sup>b</sup>	5.23 ±0.42 <sup>ab</sup>
Alanin (ALA)	8.30 ±0.81 <sup>b</sup>	20.59 ±0.09 <sup>a</sup>	1.88 ±0.21 <sup>c</sup>	10.33 ±0.98 <sup>b</sup>
Aspartat + Asparjin (ASP+ASN)	27.81 ±0.38 <sup>b</sup>	47.21 ±5.28 <sup>a</sup>	10.89 ±1.03 <sup>c</sup>	54.94 ±3.28 <sup>a</sup>
Glutamat + Glutamin (GLU+GLN)	22.74 ±2.88 <sup>b</sup>	70.70 ±6.35 <sup>a</sup>	2.88 ±0.22 <sup>c</sup>	39.44 ±1.18 <sup>b</sup>
Glisin (GLY)	7.03 ±0.42 <sup>c</sup>	23.48 ±1.42 <sup>a</sup>	0.52 ±0.10 <sup>d</sup>	11.50 ±1.11 <sup>b</sup>
Prolin (PRO)	10.17 ±0.77 <sup>b</sup>	25.11 ±1.60 <sup>a</sup>	1.25 ±0.03 <sup>c</sup>	13.91 ±0.92 <sup>b</sup>
Serin (SER)	4.71 ±0.43 <sup>c</sup>	14.27 ±0.17 <sup>a</sup>	1.67 ±0.15 <sup>d</sup>	8.21 ±0.39 <sup>b</sup>
Tirosin (TYR)	3.56 ±0.23 <sup>b</sup>	12.10 ±0.83 <sup>a</sup>	0.48 ±0.08 <sup>c</sup>	5.22 ±0.50 <sup>b</sup>
Sistin (C-C)	0.53 ±0.09 <sup>bc</sup>	5.12 ±0.32 <sup>a</sup>	T.E.	1.27 ±0.18 <sup>b</sup>
<i>Toplam NEAA</i>	84.84 ±2.18 <sup>c</sup>	218.59 ±4.29 <sup>a</sup>	20.58 ±0.76 <sup>d</sup>	144.82 ±3.08 <sup>b</sup>
<i>EAA/NEAA</i>	0.68	0.69	0.46	0.58
<b>Toplam Amino Asitler</b>	147.69 ±2.62 <sup>c</sup>	377.05 ±6.36 <sup>a</sup>	31.78 ±1.28 <sup>d</sup>	233.82 ±3.49 <sup>b</sup>
<b>Diğer Amino Asit Benzeri Yapılar</b>	29.19 <sup>b</sup>	47.28 <sup>a</sup>	19.88 <sup>c</sup>	40.49 <sup>a</sup>

Veriler ortalama ±Standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler istatistikî farkları göstermektedir (P<0.05). T.E.; tespit edilemedi, EAA; esansiyel amino asitler, NEAA; esansiyel olmayan amino asitler, OAA; diğer amino asitler.

Yapılan analizde yaş ve kuru numunelerde toplam amino asit miktarı en yüksek ilkbahar mevsiminde en düşük ise yaz mevsiminde tespit edilmiştir (P<0.05). Yaz mevsimi amino asit içeriği yönünden diğer mevsimlere nazaran oldukça düşük bir içeriğe sahiptir (P<0.05). Yaz örneklerinin protein oranları diğer mevsimlerle benzer bulunurken, aminoasit oranları oldukça düşük tespit edilmiştir. Yüksek protein oranına rağmen, total amino asit içeriğinin düşük çıkması bahar aylarında alglerin vakuollerinde azot başta olmak üzere çeşitli besin tuzlarını biriktirmesi ile açıklanabilir. Algler azotlu bileşikler (nitrit, nitrat, üre, amonyak) sucül ortamdan almakta (Hanisak, 1983; Topçu ve Ak, 2013) ve bunları kofullarında depolayabilmektedirler (Lobban ve Harrison, 1994). Bu azotlu bileşikler amonyum formuna indirgenerek kloroplastlarda amino asit sentezinde kullanılmaktadır. Ortamdaki amonyum konsantrasyonu arttıkça alglerin amonyum alımı da artmaktadır (Lobban ve Harrison, 1994; Topçu ve Ak, 2013). Bahar aylarında, yağmur suları ile ortamdaki miktarı artan bu azotlu bileşikler ve besin tuzlarının amino asit sentezinde kullanıldığı söylenebilir. Bu sebeple protein ve amino asit miktarlarında artış saptanmıştır. Yaz aylarında amino asit miktarının düşük tespit edilme sebebi ise protein olmayan azotlu bileşiklerin var olmasına rağmen amino asit sentezinde kullanılacak kadar yeterli

olmalarını olarak açıklanabilir. Ayrıca, Lobban ve Harrison (1994) alglerdeki amino asitlerin ihtiyaç halinde mitokondride enerji üretimi için kullanılabilirliğini belirtmektedir. Protein oranının amino asit miktarına kıyasla fazla bulunmasının sebebi ise; Kjeldahl metodunda protein oranının toplam azot miktarı baz alınarak hesaplanması olarak açıklanabilir. Protein olmayan diğer azotlu bileşiklerin miktarı protein hesaplamalarını etkilemektedir. Tablo 2 ve 3'de diğer amino asit benzeri yapıların miktarları görülmektedir. Bu maddeler, yaz örneklerinde toplam amino asitlerin yaklaşık %29-40'ını kapsarken, bu oran diğer mevsimlerde %11-18 arasında bulunmuştur.

### Yağ Asidi Kompozisyonu

İnsan beslenmesinde önemli besin öğelerinden birisi de, yağ asitleridir (Hosomi ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar çoklu doymamış yağ asitleri ağırlıklı beslenmenin, pek çok ciddi rahatsızlığa karşı koruyucu etki yaptığını göstermektedir (Ellulu ve ark., 2015). Makro algler faydalı çoklu doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengin gıda kaynaklarıdır (Rodrigues ve ark., 2015). Çalışmamızda deniz marulu (*Ulva rigida*)'nun mevsimsel yağ asidi içeriği belirlenmiş olup; yaş ve kuru numunelerdeki yağ asidi içerikleri Tablo 4 ve Tablo 5'de verilmiştir. Analizde 32 adet yağ asidi piki tespit edilmiş



ve piklerin tümü tanımlanmıştır. Bu yağ asitlerinden 14 adedi doymuş yağ asitlerini (SFA), 18 adedi ise doymamış yağ asitlerini (UFA) oluşturmaktadır. Yaş makroalg örneklerinde doymuş yağ asitlerinin toplamı, deniz suyu sıcaklığının arttığı yaz aylarında azaldığı; kış mevsiminde ise arttığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Palmitik asit (C16:0) doymuş yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asitidir ve doymuş yağ asitleri toplamının %60-70'ini oluşturmaktadır. Alg örneklerinin tekli doymamış yağ asitleri toplamı ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek, ilkbaharda ise en düşük miktarlarda tespit edilmiştir. *Ulva rigida* örneklerinde en yüksek miktarda bulunan tekli doymamış yağ asidi palmitoleik asit (C16:1) olarak tespit edilmiştir. Palmitoleik asit en yüksek değerine yaz mevsimi yaş örneklerinde (%16.80  $\pm$ 0.97) ulaşmıştır. Palmitoleik asidi, oleik asit ve nervonik asit izlemektedir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) kompozisyonu incelendiğinde ise; yaz mevsiminde en yüksek oranda, kış mevsiminde ise en düşük oranlarda olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Makroalgler düşük miktarda ham yağ içermektedirler. Ancak bu yağ çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından oldukça zengindir (Kumari ve ark., 2010). Benzer çalışmalarda *Ulva* türlerinin düşük lipid içeriğine karşın yüksek PUFA içerdiğini göstermektedir (Ivanova ve ark., 2013; Ortiz ve ark., 2006). Besin niteliği bakımından değerini arttıran önemli bir özelliktir. Bu grupta ise alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (C22:6 n-3) baskın yağ asitleri olarak göze çarpmaktadır. Sulardaki birincil üreticiler olarak alg türlerinin; insanlar için gıdalarla alınması elzem olan esansiyel yağ asitlerinden linoleik asit ve  $\alpha$ -linolenik asiti yüksek oranlarda sentezledikleri bilinmektedir (Santos ve ark., 2017; Singh, 2005).

Yaş makroalg örneklerinde PUFA/SFA oranları farklı mevsimlerde 0,17-0,86 arasında değişirken omega-6:omega-3 (n-6/n-3) oranı ise 0,51-0,96 arasında değişim göstermektedir. Kuru örneklerde ise, PUFA/SFA oranları 0,10-0,52, n-6/n-3 oranı ise 0,63-1,31 arasında belirlenmiştir (Tablo 4, 5). Algler kurutulduktan sonra yaş örneklerine göre doymuş yağ asitleri toplamında istatistiksel olarak artış saptanırken, doymamış yağ asitlerinde azalma tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Buna bağlı olarak MUFA, PUFA, n-6 ve n-3 miktarları ile PUFA/SFA ve n-6/n-3 oranlarının da azaldığı tespit edilmiştir.

### Duyusal Özellikler

Deniz marulunun gıda olarak tüketilebilirliğini belirlemek için duyusal analiz yapılmıştır. Mevsimsel olarak toplanan yaş ve kurutulmuş makroalglerden sırasıyla salata ve çorba yapılmış ve söz konusu ürünlere tüketici beğeni testi uygulanmıştır. Duyusal analizlere ait sonuçlar Tablo 7'de görülmektedir. Yaş örneklerden elde edilen salataların görünüş,

lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri incelenmiş ve analiz sonuçlarına göre ilkbahar mevsimi tüm duyusal kriterlerde 6'nın üzerinde değerler alarak salatanın en beğenildiği mevsim olmuştur. Salatada ilkbahar mevsimini sonbahar mevsimi takip etmektedir. Sonbahar mevsiminde toplanan örneklerde ise tekstür kriteri (5.3) dışında, tüm kriterler 6 ve üzerinde skor almışlardır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, duyusal değerler mevsimler arasında önemli bir farklılık göstermektedir ( $P<0.05$ ). Kurutulmuş makroalg örneklerinden elde edilen çorbalar, salatalara göre genel olarak daha yüksek duyusal sonuçlar almıştır. Salatada olduğu gibi en yüksek sonuçlar ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde toplanan örneklere aittir. Tüketici beğeni testi kişi frekans grafikleri Şekil 2 ve Şekil 3'de görülmektedir. Tüketici beğeni analizi puanları frekans yönünden incelendiğinde, makroalg salatası örneklerinde en yüksek beğeni puanı olan 7; görünüş, lezzet, tekstür ve genel beğeni kriterlerinde sırasıyla ilkbahar (38 panelist; %49), ilkbahar ve sonbahar (28 panelist; %36), sonbahar (24 panelist; %31) ve sonbahar (24 panelist; %31) mevsimlerinde almıştır. Bir diğer yüksek puan olan 6 ise yine ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde duyusal kriterlerde en yüksek frekansta tercih edilmişlerdir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde 6 ve 7 puan tüm duyusal kriterler içinde %50'den fazla sayıda tercih edilen puanlamalar olmuşlardır. Alg çorbasında ise, görünüş ve tat ilkbahar mevsiminde; koku ve genel beğeni ise sonbahar mevsiminde 6 ve 7 puanla yüksek olarak bulunmuştur.

### Sonuç

Makroalgler önemli makro ve mikro besinler açısından zengindir. Pek çok ülkede nitelikli biyolojik içerikleri nedeniyle gıda kaynağı olarak kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada incelenen tüm parametreler; deniz marulunun yaş ve kuru olarak tüketilebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak ham besin bileşimi, gerek amino asit, gerekse yağ asidi içeriği yönünden *Ulva rigida*, karasal kaynaklı gıdalarla yarışabilecek niteliklere sahiptir. Özellikle bahar aylarında söz konusu bu parametreler açısından makroalgler daha da zenginleşmektedir. Türkiye denizlerinde yaygın olan fakat geleneksel mutfagımızda olmayan makroalgler daha fazla ilgiyi hak etmektedir. Asya ülkeleri başta olmak üzere pek çok ülkede salata, sos, çorba vb. birçok yemekte vazgeçilmez gıda maddeleridir. Bu amaçla yaş alglerden üretilen salata ile kuru algler kullanılarak elde edilen çorba tüketiciler tarafından beğeni kazanmış olup özellikle *Ulva rigida*'nın besin içeriğinin en zengin olduğu bahar aylarında en yüksek puanları kazanmışlardır. Bu sonuçlar sağlıklı beslenmek isteyenlerin ve özellikle et yemeyenlerin su bitkileri tüketimine yatkın olabileceğini; yemek listelerinde makroalg bulunmamasının tanıtım eksikliğinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Ayrıca, söz konusu türün biyokimyası ile ilgili Çanakkale Boğazı kaynaklı



çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalar ile sektörde yeni arayışlar içerisinde olan girişimci ve temsilciler denizlerimizde hazır bulunan bu türü işleyerek su ürünleri işleme sektörüne de katkı sağlayacaklardır.

**Tablo 4.** *Ulva rigida* yaş örneklerinin mevsimsel yağ asidi kompozisyonu (%)

**Table 4.** Seasonal fatty acid composition of non-dried *Ulva rigida* specimens (%)

Yağ asitleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
C10:0	0.35 ±0.04 <sup>a</sup>	0.36 ±0.02 <sup>a</sup>	T.E.	T.E.
C11:0	0.09 ±0.01 <sup>a</sup>	0.06 ±0.01 <sup>b</sup>	0.06 ±0.01 <sup>b</sup>	T.E.
C12:0	5.49 ±0.27 <sup>a</sup>	3.34 ±0.17 <sup>c</sup>	2.38 ±0.12 <sup>d</sup>	4.50 ±0.25 <sup>b</sup>
C13:0	4.85 ±0.03 <sup>a</sup>	3.03 ±0.01 <sup>b</sup>	1.80 ±0.01 <sup>c</sup>	1.08 ±0.02 <sup>d</sup>
C14:0	5.33 ±0.48 <sup>a</sup>	3.62 ±0.36 <sup>b</sup>	2.61 ±0.25 <sup>c</sup>	3.71 ±0.23 <sup>b</sup>
C15:0	0.42 ±0.01 <sup>a</sup>	0.42 ±0.02 <sup>a</sup>	0.28 ±0.00 <sup>b</sup>	T.E.
C16:0	38.04 ±0.04 <sup>a</sup>	31.37 ±0.65 <sup>c</sup>	28.41 ±0.60 <sup>d</sup>	33.67 ±0.98 <sup>b</sup>
C17:0	0.56 ±0.04 <sup>a</sup>	0.19 ±0.02 <sup>c</sup>	0.36 ±0.04 <sup>b</sup>	0.23 ±0.02 <sup>c</sup>
C18:0	2.20 ±0.03 <sup>a</sup>	1.80 ±0.02 <sup>b</sup>	1.64 ±0.01 <sup>c</sup>	1.52 ±0.01 <sup>d</sup>
C20:0	2.42 ±0.42 <sup>a</sup>	0.89 ±0.00 <sup>b</sup>	0.72 ±0.01 <sup>b</sup>	1.85 ±0.19 <sup>a</sup>
C21:0	0.58 ±0.01 <sup>a</sup>	0.43 ±0.01 <sup>b</sup>	0.18 ±0.01 <sup>c</sup>	0.13 ±0.01 <sup>d</sup>
C22:0	2.78 ±0.03 <sup>a</sup>	1.84 ±0.02 <sup>b</sup>	0.74 ±0.01 <sup>d</sup>	0.80 ±0.00 <sup>c</sup>
C23:0	0.18 ±0.02 <sup>a</sup>	0.08 ±0.02 <sup>b</sup>	0.04 ±0.02 <sup>c</sup>	T.E.
C24:0	0.94 ±0.01 <sup>a</sup>	0.80 ±0.04 <sup>b</sup>	0.50 ±0.01 <sup>c</sup>	0.40 ±0.02 <sup>d</sup>
<b>ΣSFA</b>	<b>64.24 ±0.72<sup>a</sup></b>	<b>48.23 ±0.99<sup>b</sup></b>	<b>39.72 ±0.86<sup>c</sup></b>	<b>47.88 ±0.39<sup>b</sup></b>
C14:1	0.88 ±0.01 <sup>a</sup>	0.60 ±0.02 <sup>b</sup>	0.28 ±0.02 <sup>c</sup>	0.10 ±0.03 <sup>d</sup>
C15:1	0.20 ±0.02 <sup>a</sup>	0.14 ±0.03 <sup>b</sup>	T.E.	T.E.
C16:1	14.52 ±0.53 <sup>a</sup>	12.03 ±0.96 <sup>b</sup>	16.80 ±0.97 <sup>a</sup>	14.48 ±1.01 <sup>a</sup>
C17:1	0.54 ±0.03 <sup>c</sup>	0.55 ±0.09 <sup>c</sup>	1.40 ±0.18 <sup>b</sup>	2.25 ±0.25 <sup>a</sup>
C18:1	4.27 ±0.04 <sup>c</sup>	4.40 ±0.02 <sup>bc</sup>	5.11 ±0.20 <sup>b</sup>	8.07 ±0.59 <sup>a</sup>
C20:1	1.85 ±0.03 <sup>a</sup>	0.90 ±0.02 <sup>b</sup>	0.85 ±0.02 <sup>c</sup>	0.45 ±0.01 <sup>d</sup>
C22:1	0.87 ±0.14 <sup>c</sup>	2.08 ±0.21 <sup>a</sup>	1.51 ±0.16 <sup>b</sup>	2.34 ±0.20 <sup>a</sup>
C24:1	1.44 ±0.10 <sup>a</sup>	0.38 ±0.06 <sup>b</sup>	T.E.	T.E.
<b>ΣMUFA</b>	<b>24.57 ±0.38<sup>b</sup></b>	<b>21.09 ±0.71<sup>c</sup></b>	<b>25.95 ±0.92<sup>ab</sup></b>	<b>27.69 ±1.24<sup>a</sup></b>
C18:2n-6	2.06 ±0.04 <sup>b</sup>	6.64 ±0.30 <sup>a</sup>	7.18 ±0.22 <sup>a</sup>	6.72 ±0.23 <sup>a</sup>
C18:3n-6	0.57 ±0.13 <sup>c</sup>	1.53 ±0.17 <sup>b</sup>	4.60 ±0.26 <sup>a</sup>	4.67 ±0.43 <sup>a</sup>
C18:3n-3	3.13 ±0.47 <sup>c</sup>	6.26 ±0.32 <sup>b</sup>	8.84 ±0.19 <sup>a</sup>	3.53 ±0.27 <sup>c</sup>
C20:2	0.72 ±0.04 <sup>c</sup>	2.70 ±0.27 <sup>a</sup>	1.47 ±0.26 <sup>b</sup>	0.12 ±0.02 <sup>d</sup>
C20:3n-6	0.50 ±0.06 <sup>a</sup>	0.61 ±0.11 <sup>a</sup>	0.25 ±0.02 <sup>b</sup>	0.17 ±0.02 <sup>b</sup>
C20:3n-3	0.90 ±0.07 <sup>b</sup>	0.91 ±0.24 <sup>b</sup>	1.58 ±0.13 <sup>a</sup>	0.53 ±0.03 <sup>c</sup>
C20:4n-6	0.21 ±0.03 <sup>b</sup>	0.22 ±0.02 <sup>b</sup>	1.54 ±0.10 <sup>a</sup>	0.23 ±0.03 <sup>b</sup>
C20:5n-3	0.52 ±0.04 <sup>a</sup>	0.46 ±0.02 <sup>a</sup>	0.17 ±0.02 <sup>c</sup>	0.32 ±0.04 <sup>b</sup>
C22:2	0.52 ±0.04 <sup>c</sup>	2.72 ±0.07 <sup>a</sup>	1.43 ±0.11 <sup>b</sup>	0.23 ±0.03 <sup>d</sup>
C22:6n-3	2.06 ±0.23 <sup>c</sup>	8.64 ±0.39 <sup>a</sup>	7.27 ±0.38 <sup>b</sup>	7.91 ±0.33 <sup>ab</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>11.19 ±1.03<sup>c</sup></b>	<b>30.69 ±1.54<sup>a</sup></b>	<b>34.33 ±1.58<sup>a</sup></b>	<b>24.44 ±1.28<sup>b</sup></b>
<b>PUFA/SFA</b>	<b>0.17</b>	<b>0.64</b>	<b>0.86</b>	<b>0.51</b>
<b>Σn-6</b>	<b>3.34 ±0.22<sup>d</sup></b>	<b>9.00 ±0.5<sup>6c</sup></b>	<b>13.57 ±0.18<sup>a</sup></b>	<b>11.79 ±0.68<sup>d</sup></b>
<b>Σn-3</b>	<b>6.61 ±0.80<sup>c</sup></b>	<b>16.27 ±0.80<sup>a</sup></b>	<b>17.86 ±0.33<sup>a</sup></b>	<b>12.30 ±0.57<sup>b</sup></b>
<b>n-6/n-3</b>	<b>0.51</b>	<b>0.55</b>	<b>0.76</b>	<b>0.96</b>

Veriler ortalama ±Standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkları göstermektedir (P<0.05). T.E.; tespit edilemedi, SFA; doymuş yağ asitleri, MUFA; tekli doymamış yağ asitleri, PUFA; çoklu doymamış yağ asitleri, n-3; omega 3 yağ asidi, n-6; omega 6 yağ asidi.

**Tablo 5.** *Ulva rigida* kuru örneklerinin mevsimsel yağ asidi kompozisyonu (%)**Table 5.** Seasonal fatty acid composition dried *Ulva rigida* specimens (%)

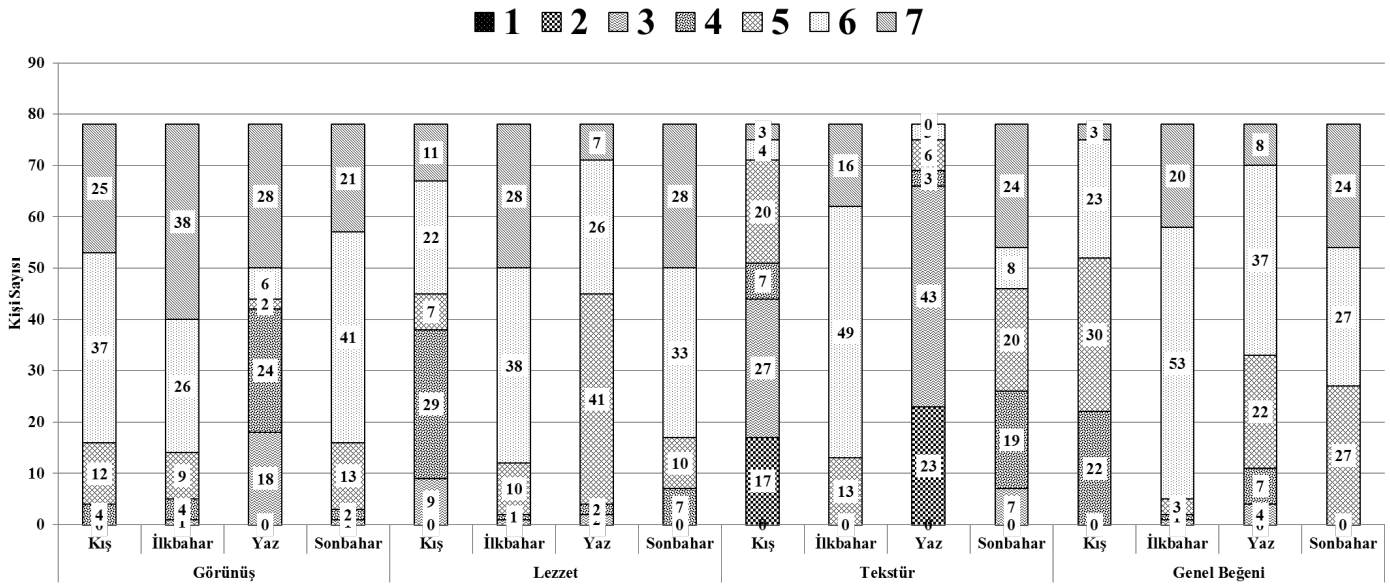
Yağ asitleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
C10:0	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
C11:0	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
C12:0	6.29 ±0.27 <sup>a</sup>	3.78 ±0.57 <sup>c</sup>	2.92 ±0.16 <sup>c</sup>	4.78 ±0.16 <sup>b</sup>
C13:0	5.55 ±0.29 <sup>a</sup>	4.33 ±0.25 <sup>b</sup>	2.86 ±0.30 <sup>c</sup>	2.22 ±0.18 <sup>c</sup>
C14:0	5.85 ±0.28 <sup>a</sup>	4.40 ±0.42 <sup>b</sup>	4.29 ±0.08 <sup>b</sup>	5.28 ±0.16 <sup>a</sup>
C15:0	1.43 ±0.36 <sup>a</sup>	1.16 ±0.21 <sup>a</sup>	0.94 ±0.09 <sup>a</sup>	1.03 ±0.13 <sup>a</sup>
C16:0	40.20 ±1.05 <sup>a</sup>	33.80 ±0.93 <sup>b</sup>	30.50 ±1.69 <sup>c</sup>	34.24 ±0.75 <sup>b</sup>
C17:0	0.42 ±0.04 <sup>ab</sup>	0.22 ±0.03 <sup>b</sup>	0.54 ±0.21 <sup>a</sup>	0.24 ±0.03 <sup>b</sup>
C18:0	2.33 ±0.30 <sup>a</sup>	2.26 ±0.11 <sup>a</sup>	2.45 ±0.13 <sup>a</sup>	2.18 ±0.34 <sup>a</sup>
C20:0	2.49 ±0.17 <sup>a</sup>	1.42 ±0.17 <sup>b</sup>	1.99 ±0.40 <sup>ab</sup>	2.04 ±0.27 <sup>ab</sup>
C21:0	1.05 ±0.08 <sup>a</sup>	0.77 ±0.09 <sup>b</sup>	0.33 ±0.04 <sup>d</sup>	0.57 ±0.06 <sup>c</sup>
C22:0	2.99 ±0.31 <sup>a</sup>	2.23 ±0.11 <sup>b</sup>	1.14 ±0.14 <sup>c</sup>	1.86 ±0.17 <sup>b</sup>
C23:0	0.64 ±0.20 <sup>b</sup>	0.35 ±0.11 <sup>b</sup>	0.27 ±0.11 <sup>b</sup>	1.28 ±0.25 <sup>a</sup>
C24:0	2.25 ±0.27 <sup>a</sup>	1.60 ±0.32 <sup>bc</sup>	2.18 ±0.12 <sup>ab</sup>	1.33 ±0.12 <sup>c</sup>
<b>ΣSFA</b>	<b>71.49 ±0.99<sup>a</sup></b>	<b>56.33 ±1.65<sup>b</sup></b>	<b>50.41 ±1.56<sup>c</sup></b>	<b>57.04 ±0.70<sup>b</sup></b>
C14:1	1.21 ±0.15 <sup>a</sup>	0.85 ±0.19 <sup>a</sup>	0.35 ±0.19 <sup>b</sup>	0.26 ±0.09 <sup>b</sup>
C15:1	0.24 ±0.08 <sup>a</sup>	0.20 ±0.06 <sup>a</sup>	0.23 ±0.11 <sup>a</sup>	0.21 ±0.07 <sup>a</sup>
C16:1	12.74 ±0.59 <sup>b</sup>	10.82 ±0.68 <sup>c</sup>	15.05 ±0.34 <sup>a</sup>	13.37 ±0.39 <sup>b</sup>
C17:1	0.66 ±0.14 <sup>c</sup>	0.64 ±0.14 <sup>c</sup>	1.72 ±0.35 <sup>b</sup>	3.87 ±0.27 <sup>a</sup>
C18:1	2.35 ±0.24 <sup>b</sup>	2.15 ±0.21 <sup>b</sup>	2.88 ±0.18 <sup>a</sup>	3.01 ±0.13 <sup>a</sup>
C20:1	0.72 ±0.10 <sup>a</sup>	0.54 ±0.12 <sup>ab</sup>	0.62 ±0.15 <sup>a</sup>	0.31 ±0.03 <sup>b</sup>
C22:1	0.79 ±0.15 <sup>c</sup>	1.46 ±0.08 <sup>ab</sup>	1.37 ±0.15 <sup>b</sup>	1.75 ±0.09 <sup>a</sup>
C24:1	2.48 ±0.13 <sup>a</sup>	1.50 ±0.19 <sup>b</sup>	1.38 ±0.11 <sup>b</sup>	2.13 ±0.22 <sup>a</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>21.20 ±0.31<sup>b</sup></b>	<b>18.17 ±0.95<sup>c</sup></b>	<b>23.61 ±0.36<sup>a</sup></b>	<b>24.92 ±0.33<sup>a</sup></b>
C18:2n-6	2.13 ±0.30 <sup>b</sup>	7.11 ±0.34 <sup>a</sup>	7.76 ±0.45 <sup>a</sup>	7.05 ±0.64 <sup>a</sup>
C18:3n-6	T.E.	0.34 ±0.06 <sup>c</sup>	1.61 ±0.24 <sup>b</sup>	1.97 ±0.06 <sup>a</sup>
C18:3n-3	1.57 ±0.29 <sup>b</sup>	4.80 ±0.32 <sup>a</sup>	5.11 ±0.19 <sup>a</sup>	1.59 ±0.40 <sup>b</sup>
C20:2	0.54 ±0.08 <sup>c</sup>	3.03 ±0.31 <sup>a</sup>	1.69 ±0.30 <sup>b</sup>	1.43 ±0.12 <sup>b</sup>
C20:3n-6	0.25 ±0.08 <sup>a</sup>	0.27 ±0.05 <sup>a</sup>	0.26 ±0.14 <sup>a</sup>	0.19 ±0.05 <sup>a</sup>
C20:3n-3	0.40 ±0.02 <sup>b</sup>	0.63 ±0.13 <sup>a</sup>	0.39 ±0.09 <sup>b</sup>	0.19 ±0.05 <sup>b</sup>
C20:4n-6	0.18 ±0.03 <sup>b</sup>	0.18 ±0.05 <sup>b</sup>	0.77 ±0.04 <sup>a</sup>	0.13 ±0.04 <sup>b</sup>
C20:5n-3	0.58 ±0.08 <sup>a</sup>	0.41 ±0.15 <sup>ab</sup>	0.30 ±0.03 <sup>b</sup>	0.19 ±0.03 <sup>b</sup>
C22:2	0.19 ±0.06 <sup>b</sup>	1.91 ±0.25 <sup>a</sup>	1.59 ±0.15 <sup>a</sup>	0.13 ±0.03 <sup>b</sup>
C22:6n-3	1.47 ±0.07 <sup>b</sup>	6.82 ±0.97 <sup>a</sup>	6.50 ±0.33 <sup>a</sup>	5.17 ±1.04 <sup>a</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>7.31 ±0.84<sup>c</sup></b>	<b>25.50 ±2.45<sup>a</sup></b>	<b>25.98 ±1.39<sup>a</sup></b>	<b>18.05 ±0.98<sup>b</sup></b>
<b>PUFA/SFA</b>	<b>0.10</b>	<b>0.45</b>	<b>0.52</b>	<b>0.32</b>
<b>Σn-6</b>	<b>2.55 ±0.37<sup>c</sup></b>	<b>7.90 ±0.45<sup>b</sup></b>	<b>10.41 ±0.67<sup>a</sup></b>	<b>9.33 ±0.57<sup>a</sup></b>
<b>Σn-3</b>	<b>4.02 ±0.46<sup>c</sup></b>	<b>12.66 ±1.45<sup>a</sup></b>	<b>12.29 ±0.44<sup>a</sup></b>	<b>7.15 ±0.69<sup>b</sup></b>
<b>n-6/n-3</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>	<b>0.85</b>	<b>1.31</b>

Veriler ortalama ±Standart hata olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkları göstermektedir (P<0,05). T.E.; tespit edilemedi, SFA; doymuş yağ asitleri, MUFA; tekli doymamış yağ asitleri, PUFA; çoklu doymamış yağ asitleri, n-3; omega 3 yağ asidi, n-6; omega 6 yağ asidi.

**Tablo 6.** *Ulva rigida*'dan elde edilen alg salatası ve alg çorbasının duyuusal beğeni testi sonuçları**Table 6.** Sensorial appreciation of algae salad and algae soup prepared by *Ulva rigida*

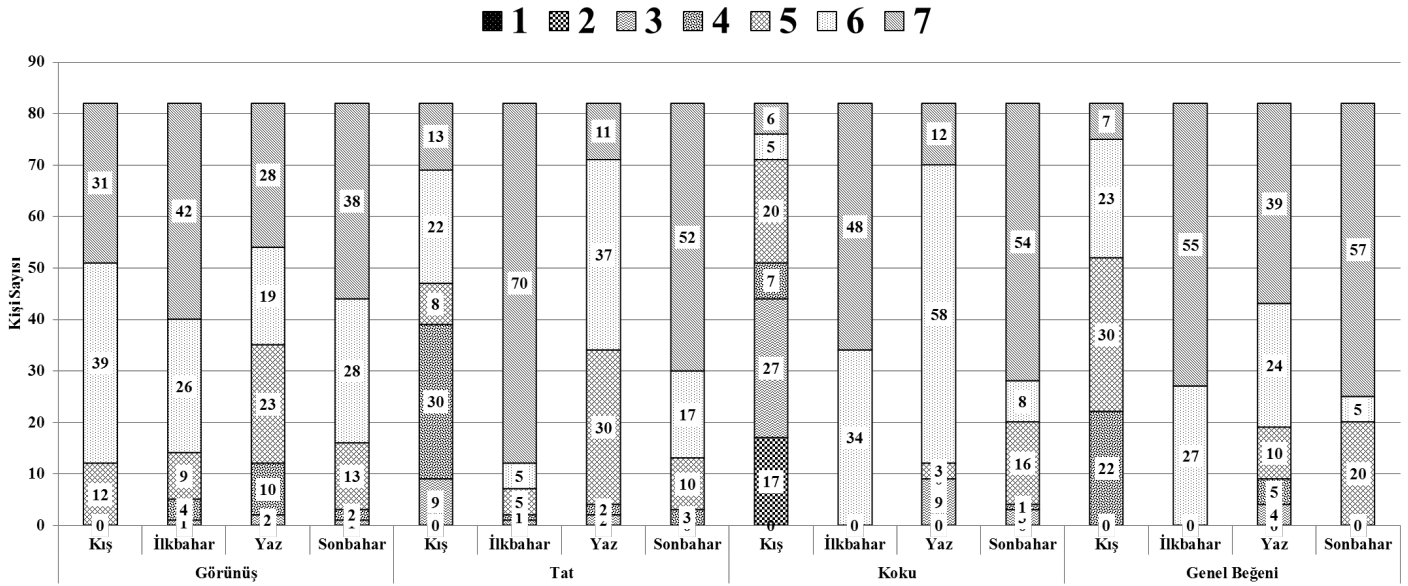
Duyusal Kriterler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<b>Alg Salatası (Yaş örnek)</b>				
Görünüş	6.1 ±0.8 <sup>a</sup>	6.2 ±0.9 <sup>a</sup>	5.0 ±1.7 <sup>a</sup>	6.0 ±0.8 <sup>a</sup>
Lezzet	5.0 ±1.3 <sup>b</sup>	6.2 ±0.8 <sup>a</sup>	5.4 ±0.8 <sup>b</sup>	6.1 ±0.9 <sup>a</sup>
Tekstür	3.7 ±1.4 <sup>b</sup>	6.0 ±0.6 <sup>a</sup>	3.0 ±1.0 <sup>b</sup>	5.3 ±1.4 <sup>a</sup>
Genel Beğeni	5.1 ±0.9 <sup>a</sup>	6.2 ±0.7 <sup>a</sup>	5.5 ±1.0 <sup>a</sup>	6.0 ±0.8 <sup>a</sup>
<b>Alg Çorbası (Kuru örnek)</b>				
Görünüş	6.2 ±0.7 <sup>a</sup>	6.3 ±0.9 <sup>a</sup>	5.7 ±1.1 <sup>a</sup>	6.2 ±0.9 <sup>a</sup>
Tat	5.0 ±1.3 <sup>b</sup>	6.7 ±0.7 <sup>a</sup>	5.6 ±0.8 <sup>ab</sup>	6.4 ±0.8 <sup>a</sup>
Koku	3.8 ±1.5 <sup>b</sup>	6.6 ±0.5 <sup>a</sup>	5.8 ±1.1 <sup>a</sup>	6.3 ±1.1 <sup>a</sup>
Genel Beğeni	5.2 ±0.9 <sup>b</sup>	6.7 ±0.5 <sup>a</sup>	6.1 ±1.1 <sup>a</sup>	6.5 ±0.9 <sup>a</sup>

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkları göstermektedir (P<0.05).



**Şekil 2.** Salata örneklerine ait duyuusal beğeni analizi kişi frekansı grafiği. 1 ile 7 arasında değişen her bir puanı veren kişi sayısı (frekans) grafik üzerinde ilgili puan segmentinde gösterilmiştir.

**Figure 2.** Frequency graph of algae salad's sensorial appreciation test. The person count (frequency) who gave each score varying between 1 and 7 was shown in the relevant score segment on the graph.



**Şekil 3.** Çorba örneklerine ait duyuusal beğeni analizi kişi frekansı grafiği. 1 ile 7 arasında değişen her bir puanı veren kişi sayısı (frekans) grafik üzerinde ilgili puan segmentinde gösterilmiştir.

**Figure 3.** Frequency graph of algae soup's sensorial appreciation test. The person count (frequency) who gave each score varying between 1 and 7 was shown in the relevant score segment on the graph.

#### Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** -

**Finansal destek:** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi: 2012/023

**Teşekkür:** Yazarlar proje desteği için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve tür tayini ile arazi çalışmalarındaki katkılarından ötürü Prof. Dr. İlknur Ak'a teşekkür ederler.

**Açıklama:** -

#### Kaynaklar

**Ak, İ., Cirik, S., Göksan, T., Koru, E. (2012).** Effect of salinity on growth characteristics and pigment composition of two strains of *Dunaliella viridis* Teodoresco: laboratory and outdoor studies. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(2), 337–342.

**Ak, İ. (2015).** Sucul ortamın ekonomik bitkileri; makro algler. *Dünya Gıda Dergisi*, 12, 88-97.

**Ak, İlknur, Öztaşkent, C., Özüdoğru, Y., Göksan, T. (2015).** Effect of sodium acetate and sodium nitrate on biochemical composition of green algae *Ulva rigida*.

*Aquaculture International*, 23(1), 1–11.

<https://doi.org/10.1007/s10499-014-9793-3>

**Alves, A., Sousa, R.A., Reis, R.L. (2013).** A practical perspective on ulvan extracted from green algae. *Journal of Applied Phycology*, 25(2), 407-424.

<https://doi.org/10.1007/s10811-012-9875-4>

**AOAC (2000).** *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. (W. Horwitz, Ed.) (17th ed.). Washington DC, USA: Association of Official Analytical Chemists. ISBN: 935584-67-6

**Badawy, A.A.B., Morgan, C.J., Turner, J.A. (2008).** Application of the Phenomenex EZ:faast™ amino acid analysis kit for rapid gas-chromatographic determination of concentrations of plasma tryptophan and its brain uptake competitors. *Amino Acids*, 34(4), 587-596.

<https://doi.org/10.1007/s00726-007-0012-7>

**Berik, N., Çankırılıgil, E. C. (2020).** the elemental composition of green seaweed (*Ulva rigida*) collected from Çanakkale, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, 34(3), 74-79.

<https://doi.org/10.26650/ASE2019557380>

**Çankırılıgil, E.C., Berik, N., Alp Erbay, E. (2020).**

Optimization of hydrolyzation procedure for amino acid analysis in fish meat with HPLC-DAD by response surface methodology (RSM). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(2), 113-123.

<https://doi.org/10.12714/egejfas.37.2.01>

Černá, M. (2011). Seaweed proteins and amino acids as nutraceuticals. In F. Toldra (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (pp. 297-312). Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00024-7>

Cirik, Ş., Cirik, S. (2017). *Su Bitkileri: Deniz Bitkilerinin Ekolojisi, Biyolojisi ve Kültür Teknikleri*. İzmir: Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. ISBN: 9754834172

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

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.041>

Dawes, C.J. (1998). *Marie Botany*. New York, A.B.D.: John Wiley ve Sons. ISBN: 9780471078449

Ellulu, M. S., Khaza'ai, H., Abed, Y., Rahmat, A., Ismail, P., Ranneh, Y. (2015). Role of fish oil in human health and possible mechanism to reduce the inflammation. *Inflammopharmacology*, 23(2-3), 79-89.

<https://doi.org/10.1007/s10787-015-0228-1>

FAO (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome.

<https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>

Folch, J., Lees, M., Sladane-Stanley, G.H.A. (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5)

García-Casal, M.N., Pereira, A.C., Leets, I., Ramírez, J., Quiroga, M.F. (2007). High iron content and bioavailability in humans from four species of marine algae. *The Journal of Nutrition*, 137(12), 2691-2695.

<https://doi.org/10.1093/jn/137.12.2691>

Girao, P.M., Pereira da Silva, E.M., de Melo, M.P. (2012). Dietary lycopene supplementation on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles submitted to confinement: Effects on cortisol level and antioxidant response.

*Aquaculture Research*, 43(5), 789-798.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02890.x>

Hanisak, M.D. (1983). The Nitrogen Relationships of Marine Macroalgae. In E.J. Carpenter & D.G. Capone (Eds), *Nitrogen in the Marine Environment* (p. 699-730). Academic Press, New York.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-160280-2.50027-4>

Horwitz, W. (2000). *Official methods of analysis of AOAC international (Oma)*. Education Gaithersburg. ISBN: 0935584676.

Hosomi, R., Yoshida, M., Fukunaga, K. (2012). Seafood Consumption and Components for Health. *Global Journal of Health Sciences*, 4(3), 72-86.

<https://doi.org/10.5539/gjhs.v4n3p72>

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). (1978). *Standards methods for the analysis of oils, fats and derivatives* No Title (6th ed.). Oxford, UK: Pergamon Press. ISBN: 9781483280820

Ivanova, V., Stancheva, M., Petrova, D. (2013). Fatty acid composition of Black Sea *Ulva rigida* and *Cystoseira crinita*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19, 42-47.

Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Garilao, C., Rius-Barile, J., Rees, T., Froese, R. (2016). AquaMaps. Retrieved February 8, 2018, from <http://www.aquamaps.org/>

Lobban, C.S., Harrison, P.J. (1994). *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge, İngiltere: Cambridge University Press. ISBN: 9780511626210

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511626210>

Lorenzo, J.M., Agregán, R., Munekata, P.E.S., Franco, D., Carballo, J., Şahin, S., Lacomba, R., ve Barba, F.J. (2017). Proximate composition and nutritional value of three macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Marine Drugs*, 15(11), 1-11.

<https://doi.org/10.3390/md15110360>

Mchugh, D.J. (2003). *A guide to the seaweed industry*. Rome-Italy. ISBN: 9251049580

Meilgaard, M., Civille, G. V, Carr, B. T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press. ISBN: 9781003040729

<https://doi.org/10.1201/9781003040729>

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, 98-104.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>

Ova Kaykaç, G. (2007). *Bazı alg türlerinin (Cystoseira barbata, Ulva rigida ve Gracilaria verrucosa) tatlarında etkili olan aminoasitlerin mevsimsel değişimi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Öztaşkent, C., Ak, İ. (2021). Effect of LED light sources on the growth and chemical composition of brown seaweed *Treptacantha barbata*. *Aquaculture International*, 29, 19-205.

<https://doi.org/10.1007/s10499-020-00619-9>

Rodrigues, D., Freitas, A.C., Pereira, L., Rocha-Santos, T.A.P., Vasconcelos, M.W., Roriz, M., Rodríguez-Alcalá, L.M., Gomes, A.M.P., Duarte, A.C. (2015). Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal. *Food Chemistry*, 183, 197-207.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.057>

Santos, M.A.Z., Colepicolo, P., Pupo, D., Fujii, M.T., de Pereira, C.M.P., Mesko, M.F. (2017). Antarctic red macroalgae: a source of polyunsaturated fatty acids. *Journal of Applied Phycology*, 29(2), 759-767.

<https://doi.org/10.1007/s10811-016-1034-x>

Schlitzer, R. (2020). Ocean Data View. <https://odv.awi.de>

Singh, M. (2005). Essential fatty acids, DHA human brain. *Indian Journal of Pediatrics*, 72(3), 239-242.

<https://doi.org/10.1007/BF02859265>

Sørensen, L.E., Jeppesen, P.B., Christiansen, C.B., Hermansen, K., Gregersen, S. (2019). Nordic seaweed and diabetes prevention: Exploratory studies in KK-Ay mice. *Nutrients*, 11(6).

<https://doi.org/10.3390/nu11061435>

Srivastava, A., Hamre, K., Stoss, J., Chakrabarti, R., Tonheim, S.K. (2006). Protein content and amino acid composition of the live feed rotifer (*Brachionus plicatilis*): With emphasis on the water soluble fraction. *Aquaculture*, 254(1-4), 534-543.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.11.014>

Topçu, N., Ak, İ. (2013). *Farklı azot kaynaklarının Cystoseria barbata'nun büyüme ve biyokimyasal kompozisyonuna etkisi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

Turan, G. (2007). *Su Yosunlarının Thalassoterapi'de kullanımı*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.

Vizetto-Duarte, C., Custódio, L., Barreira, L., Da Silva, M. M., Rauter, A. P., Albericio, F., Varela, J. (2016). Proximate biochemical composition and mineral content of edible species from the genus *Cystoseira* in Portugal. *Botanica Marina*, 59(4), 251-257.

<https://doi.org/10.1515/bot-2016-0014>

Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C., Attia, H. (2011). Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. *Food Chemistry*, 128(4), 895-901.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.114>