



Sinop Kıyılarının Yeşil Alglerinden *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753)'in Biyokimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişiklikler^[*]

Ali KARAÇUHA^{1*} Gökhan YILDIZ¹ Melek ERSOY KARAÇUHA²

¹Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye

²Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye

Geliş Tarihi: 03.06.2022

Kabul Tarihi: 16.09.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Karacüha, A. Yıldız, G. & Ersoy Karacüha, M. (2022). Sinop Kıyılarının Yeşil Alglerinden *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753)'in Biyokimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişiklikler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 350-357.

How to cite: Karacüha, A. Yıldız, G. & Ersoy Karacüha, M. (2022). Seasonal Changes in Biochemical Content of Green Algae *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753) From Sinop Coasts. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 350-357.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0419-9964>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-2123-0871>

ID: <https://orcid.org/0000-0001-6210-9624>

*Sorumlu yazarın:

Ali KARAÇUHA
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
57000 Sinop, Türkiye.
✉: ali_karacuha@hotmail.com

Öz: Bu çalışmada, yeşil alglerden *Ulva intestinalis* türünün ekolojik özellikleri ile besin kompozisyonundaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma materyali Sinop kıyıları boyunca seçilen dört farklı noktadan mevsimsel olarak toplanmıştır. Yapılan analizler sonunda mevsimler ve istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($P<0,05$) tespit edilmiş olup, kış mevsimi protein değerlerinde ($11,63\pm 2,30$) diğer mevsimlere göre belirgin artış gözlenmiştir. *U. intestinalis* türünde $71,25\pm 1,13$ oranında karbohidrat tespit edilirken bunu $20,50\pm 0,16$ ile kül, $7,82\pm 1,16$ ile protein ve $0,44\pm 0,04$ ile yağın izlediği saptanmıştır. Deniz suyunun fizikokimyasal parametreleri ile *U. intestinalis* türünün besin kompozisyonunu arasında yapılan korelasyon analizine göre sadece yaz mevsiminde pH ile protein değerleri arasında pozitif bir korelasyon görülmüştür. Bunun yanı sıra yıl boyunca pH ile karbohidrat değeri arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin *U. intestinalis* türünün en kullanışlı dönemlerini tespit etmede önemli bir veri kaynağı olacağına inanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Karadeniz, kimyasal kompozisyon, Sinop, *Ulva intestinalis*.

Seasonal Changes in Biochemical Content of Green Algae *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753) From Sinop Coasts^[*]

Abstract: In this study, it was aimed to determine the ecological characteristics of the green algae *Ulva intestinalis* and the change in nutrient composition. The study material was collected seasonally from four different locations along the coast of Sinop. At the end of the analysis, statistically significant differences ($P<0.05$) were found between seasons and stations, and a significant increase was observed in winter protein values ($11.63\pm 2.30\%$) compared to other seasons. In *U. intestinalis*, $71.25\pm 1.13\%$ carbohydrate was detected, followed by $20.50\pm 0.16\%$ ash, $7.82\pm 1.16\%$ protein and $0.44\pm 0.04\%$ fat detected. According to the correlation analysis between the physicochemical parameters of sea water and the nutritional composition of *U. intestinalis*, a positive correlation was observed between the pH and protein values only in summer. In addition, a negative correlation was found between pH and carbohydrate value throughout the year. It is believed that the data obtained as a result of this study will be an important data source in determining the most useful periods of *U. intestinalis*.

*Corresponding author's:

Ali KARAÇUHA
Sinop University, Faculty of Fisheries, 57000
Sinop, Türkiye
✉: ali_karacuha@hotmail.com

Keywords: Black sea, chemical composition, Sinop, *Ulva intestinalis*.

^[*] Bu makale, Gökhan YILDIZ'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Gökhan YILDIZ's master thesis.

GİRİŞ

Algler, içerdiği biyokimyasal özellikleri nedeniyle denizel ortamların en önemli kaynaklarından biri olarak görülmekte olup hem insan hem de hayvan sağlığına faydalı oldukları bilinmektedir (Fleurence, 1999). Özellikle yapısında yer alan yüksek protein, amino asit, vitamin ve mineral maddeler ile düşük yağ miktarı, sağlıklı beslenme için balıktan sonra alglerin tüketilebilecek cazip besin kaynakları arasında yer almasını sağlamaktadır (Southgate, 1990).

Alglerin kimyasal bileşimi ile ilgili çalışmalar 1900'lü yıllarda başlamış olup (İrkin & Erduğan, 2014) besinsel katkısı ile ilgili yapılan son yıllardaki araştırmalar yüksek vitamin, mineral, protein ve karbohidrat içeriğine sahip düşük kalorili gıdalar olduklarını göstermiştir (D'Armas vd., 2019). Ancak alglerin gıda sektöründe ve endüstriyel alanlarda kullanılabilmesi için bileşenlerin en yüksek olduğu dönemlerinin bilinmesinin gerekli olduğu bildirilmektedir (Yeşilova vd., 2017).

“Deniz yosunları (seaweeds)”, dünyanın tüm kıyısız alanlarında bol miktarda bulunan ve bunlar arasında yeşil algler (*Chlorophyta*) sınıfı tek hücreli, koloni oluşturan veya çok hücreli türlerden oluşmakta ve fotosentez ürünlerini, karbohidrat, nişasta ve yağ şeklinde depolamaktadır (İrkin & Erduğan, 2014). Bu sebeple, gıda sektöründe alg grupları içerisinde özellikle yeşil algler (*Chlorophyta*), yüksek miktarlarda vitamin, mineral ve protein içermelerinden dolayı kullanılmaktadır (Kaykaç vd., 2008).

Ülkemiz makroalglerinin besin kompozisyonuna ait çalışmalar incelendiğinde araştırmaların daha çok Akdeniz, Ege ve Marmara Denizi'nde yapıldığı görülmektedir (Aras & Sayın, 2020; Berik & Çankırılığil, 2019; Çetingül vd., 1995; İrkin & Erduğan, 2014; Kaykaç vd., 2008). Karadeniz'deki alglerin kimyasal içerikleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Karaçuha & Yıldız, 2017; Yeşilova vd., 2017). Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop kıyılarından zengin besin içerikleri nedeniyle farklı alanlarda da kullanım olanağı olan ve her mevsim doğal olarak yayılım gösteren *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki (kül, protein, yağ ve karbohidrat) mevsimsel değişimlerin ve verimli şekilde yararlanılabilmesi açısından en uygun mevsimin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Sinop kıyılarında baskın olarak bulunan Chlorophyta grubu (yeşil algler) alglerden *Ulva intestinalis* çalışma materyali olarak seçilmiş ve 2014 yılında örneklemeler dört farklı istasyonun (Hamsilos (42°3'35.69"N, 35°2'37.46"E), Akliman (42°2'53.07"N, 35°2'46.69"E), DSİ (Devlet Su İşleri; 42°0'23.78"N,

35°7'5.23"E) ve Karakum (42°0'55.14"N, 35°11'10.14"E) üst infralittoral bölgesindeki 0-1 derinliğe kadar olan kayalık substratumlarda mevsimsel olarak elle toplanmıştır (Şekil 1). Ancak örnekleme sırasında sonbahar mevsiminde toplanan örnekler kurutulduktan sonra analizler için yeterli miktar elde edilemediğinden çalışmaya dahil edilmemiştir. Toplanan materyalin tür tayini Gallordo vd., (1993)'ne göre yapılmıştır.

Analizler için toplanan örnekler ağzı kilitli plastik poşetlere deniz suyu içerisinde alınarak en kısa sürede laboratuvara getirilip kum, taş ve epifitlerden temizlendikten sonra 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan örneklerden fazla suyu uzaklaştırmak için kurutma kâğıtları üzerine alınmış ve daha sonra 60°C'ye ayarlı etüvde 48 saat bekletilmiştir (Zhuang and Zhang, 2001). Biyokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla etüvden alınan örnekler öğütücü desteğiyle toz haline getirilmiş, silika jel içerisinde ağzı kapalı kutularda muhafazaya alınmış ve hemen ardından üç tekerrürlü olarak toplam kül, protein ve yağ analizleri yapılmıştır. Örneklerdeki toplam ham protein tayini Kjeldahl metodu (AOAC, 1995), yağ tayini için Bling ve Dyer, (1959) ve inorganik madde miktarı (kül) tayininde de AOAC (1984) yöntemi kullanılmıştır. İstasyonlardaki deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri her mevsim ölçülmüştür.



Şekil 1. Örnekleme alanı (Google Haritalar).

Figure 1. Sampling area (Google Map).

İstatistiksel Analizler: İstatistiksel analizler, SPSS sürüm 24.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) sonucuna göre TUKEY'in çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. *U. intestinalis* türünün besin içerikleri ile toplandığı istasyonlardaki fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkileri mevsimsel olarak ortaya çıkarmak için two-tailed Pearson Korelasyon katsayı matrisi “r” yöntemi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için Kolmogorov Smirnov testi yapılmıştır. Çalışılan makroalgin biyokimyasal bileşimi üzerinde mevsim, toplandığı istasyon ve/veya deniz suyuna ait fizikokimyasal parametrelerin etkileri gibi çok sayıda parametre vardır. Bunlar arasındaki yüksek düzeydeki korelasyon nedeniyle; değişken sayısını azaltmak için

özdeğerleri 1'den yüksek olan değişkenler kullanılmış, beklenen ağırlığı elde etmek için de Kaiser normalizasyonu ve doğrudan Oblimin rotasyonu ile Temel Bileşen Analizi (PCA) yapılmıştır.

BULGULAR

Mevsimsel olarak dört istasyondan toplanan örneklere ait kimyasal içerik değerleri ile istasyon ve mevsimler arasında gerçekleştirilen tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) sonuçlarından elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada *U. intestinalis* türün kül, yağ ve karbohidrat değerleri açısından en verimli döneminin yaz, protein bakımından ise kış mevsiminin olduğu ve deniz suyu sıcaklığındaki düşüşle birlikte mevsimsel bir artış gösterdiği saptanmıştır (Tablo 1, Şekil 2). Bununla birlikte, makroalglerde karbohidrat miktarlarının yaz aylarında daha yüksek olmasının sebebi olarak bu mevsimde yüksek fotosentetik faaliyet göstermeleri olduğu öne sürülmektedir (Yeşilova vd., 2017). *U. intestinalis* türün mevsimsel yağ yüzdelerine bakıldığında, en düşük yağ içeriğinin kış mevsiminde (%0,34±0,02), en yüksek değer ise yaz mevsiminde (%0,54±0,04) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2b). Kaykaç vd., (2008) *Ulva rigida* türün maksimum yağ içeriğinin sonbaharda, minimum yağ içeriğini ise yazın elde edildiğini bildirmektedir. İrkin, (2009) tarafından ise *U. rigida* türün yağ içeriğinin maksimum değeri aynı şekilde sonbaharda tespit edilirken, minimum değer ise kışın saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada *U. intestinalis* türün minimum yağ içeriğinin kış mevsiminde saptanmasına karşın, maksimum değer yaz mevsiminde bulunması hem Kaykaç vd., (2008) hem de İrkin, (2009)'nin sonuçları ile örtüşmemektedir. Nitekim makroalglerdeki lipid içeriğinin türler arasında değişim göstermekle birlikte ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre de

değişim gösterdiği rapor edilmektedir (Mishra vd., 1993). Manivannan vd., (2008), *U. intestinalis* türün yağ içeriğinin %1,33±0,20 ile yağ içeriği en düşük tür olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler Manivannan vd., (2008) tarafından elde edilen değerleri desteklemektedir. Chakraborty ve Bhattacharya, (2012) ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre yağ içeriğinin değişim gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, *U. intestinalis* türünde kül değerleri bakımından mevsimler arasında bir düzensizlik olduğu, en düşük kül miktarının (%20,12±0,12) ilkbahar mevsiminde ve en yüksek (%21,11±0,17) yaz mevsiminde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 2b). Zavodnik (1987) de benzer şekilde *U. rigida* türünün kül içeriğinde düzensiz değişimler olduğunu ve bu düzensizliğin algin büyümesi sırasında arttığını belirtmiştir. Bununla birlikte İrkin, (2009), *U. rigida* türünün kül içeriğinde en düşük miktarını yazın, en yüksek miktarını ise kışın elde etmiştir. Kaykaç vd.,

(2008)'nin çalışmasında da benzer şekilde *U. rigida*'nın minimum kül içeriği yaz mevsiminde saptanmış fakat İrkin (2009)'nin çalışmasından farklı olarak maksimum değeri ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Çetingül, (1993), kirli veya kirli sayılabilecek istasyonlarda yeşil alglerin kül içeriklerinde değişken değerler elde edildiğini, ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak yeşil alglerden *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Enteromorpha linza* ve *Codium tomentosum* türleri kül oranlarının ilkbahar ve yaz mevsiminde artıp sonbahar ve kış mevsiminde azaldığını saptamıştır. Padua vd., (2004), kış mevsiminde *U. oxysperma* için %18,91 ile %22,14, *U. lactuca* için %12,54 ile %13,23 arasında ve *U. fasciata* için %17,75 ile %20,61 arasında kül düzeyini bildirmişlerdir. Alglerin kül içerikleri karasal bitkilerden oldukça fazla olup ve daha yüksek seviyelerde kül içerdiği rapor edilmiştir (Ruperez vd., 2002).

Tablo 1. *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki (kül, protein, yağ ve karbohidrat) yüzde oranların istasyon ve mevsimlere göre dağılımı ve tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA).

Table 1. Distribution of the percentage ratios in the nutritional composition (ash, protein, fat and carbohydrate) of *Ulva intestinalis* by station and season and one-way analysis of variance (one-way ANOVA).

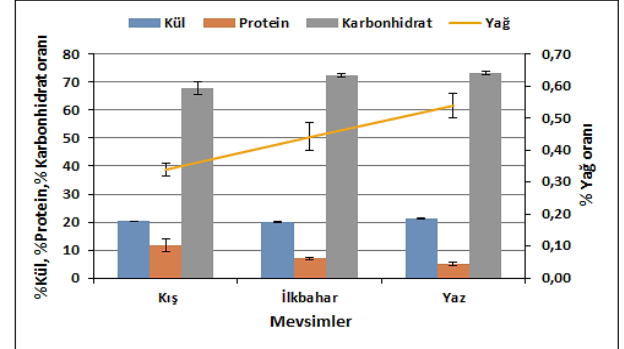
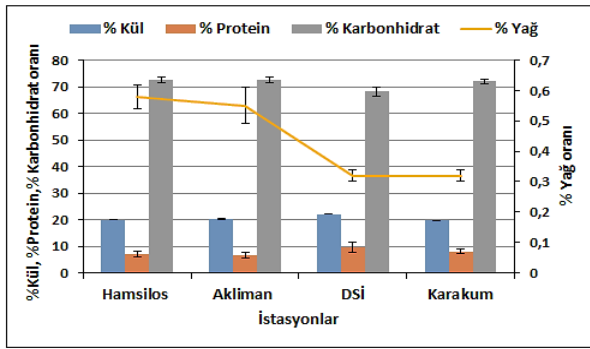
Kış				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	20,56±0,06 ^{Aa}	11,75±2,48 ^{Aa}	0,47±0,03 ^{Ba}	67,22±2,57 ^{Ba}
Aklıman	20,40±0,26 ^{Aa}	10,44±2,03 ^{Aa}	0,43±0,01 ^{Ba}	68,74±1,77 ^{Ba}
DSİ	20,41±0,07 ^{Aa}	14,23±3,16 ^{Aa}	0,23±0,01 ^{Bb}	65,14±3,24 ^{Ba}
Karakum	19,71±0,16 ^{ABb}	10,09±1,54 ^{Aa}	0,23±0,03 ^{Bb}	69,98±1,41 ^{Ba}
Ortalama	20,27±0,14	11,63±2,30	0,34±0,02	67,77±2,25
İlkbahar				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	19,87±0,28 ^{Bb}	4,46±0,65 ^{Bb}	0,51±0,01 ^{Bb}	75,16±0,39 ^{Aa}
Aklıman	19,70±0,14 ^{Ab}	5,44±0,62 ^{ABb}	0,84±0,14 ^{Aa}	74,02±0,62 ^{Aa}
DSİ	20,86±0,03 ^{Ba}	8,27±0,38 ^{Ba}	0,21±0,02 ^{Bc}	70,69±0,37 ^{Ab}
Karakum	20,03±0,02 ^{Ab}	9,62±0,58 ^{Aa}	0,21±0,01 ^{Bc}	70,14±0,56 ^{Bb}
Ortalama	20,12±0,12	6,95±0,56	0,44±0,05	72,50±0,49
Yaz				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	19,63±0,03 ^{Bc}	4,86±0,28 ^{Ba}	0,75±0,07 ^{Aa}	74,76±0,15 ^{Aa}
Aklıman	20,64±0,46 ^{Ab}	4,13±0,18 ^{Ba}	0,37±0,03 ^{Bb}	74,86±0,26 ^{Aa}
DSİ	24,78±0,1 ^{Ca}	6,20±1,69 ^{Ba}	0,52±0,03 ^{Ab}	68,5±1,63 ^{Bb}
Karakum	19,39±0,08 ^{Bc}	4,33±0,46 ^{Ba}	0,52±0,02 ^{Ab}	75,76±0,57 ^{Aa}
Ortalama	21,11±0,17	4,88±0,63	0,54±0,04	73,47±0,65
İstasyonların Mevsimsel Ortalaması				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	20,02±0,12	7,02±1,11	0,58±0,04	72,38±1,04
Aklıman	20,25±0,29	6,67±0,94	0,55±0,06	72,54±0,88
DSİ	22,02±0,07	9,57±1,74	0,32±0,02	68,11±1,75
Karakum	19,71±0,09	8,01±0,86	0,32±0,02	71,96±0,85

*Her değer ortalama±standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı üst yazılı işaretler (ort±standart sapma, 3 tekrarlı grup) birbirinden istatistiksel olarak farklıdır. Her bir parametre için aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c: istasyonlar arası ve A, B, C: mevsimler arası) ifade edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Bu çalışmada, *U. intestinalis* türünün protein düzeyi ile sıcaklık arasında negatif bir ilişkisi olduğu görülmüştür (Şekil 2b). Bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Zavodnik, (1987) *U. rigida* türünün maksimum protein içeriğini şubat sonunda, minimum protein içeriğini ise mart ayında tespit ettiğini bildirmişlerdir. Kaykaç vd., (2008), çalışmalarında *U. rigida* türünün protein içeriğinin en yüksek değerini kış mevsiminde, en düşük değerini ise ilkbahar mevsiminde saptamıştır. Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda *U. intestinalis* türünün maksimum protein oranlarının bulunduğu mevsimin kış olması diğer literatürlerle benzerlik göstermiş fakat minimum değerinin

bulunduğu mevsimin yaz olması farklı bir sonuç olarak tespit edilmiştir. Parthiban vd., (2013), protein içeriğinin farklı cinslere, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve bu değişimlerde en büyük payın su kalitesine ait olduğunu bildirmiştir. Mevsimler arasındaki bu dalgalanmanın türün bağlı bulunduğu sudaki sıcaklık, tuzluluk, azot ve nutrient gibi faktörlerin değişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada, protein içeriğinin farklı alg cinslerine, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, bu değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve değişimlerde belirlenen en büyük payın su kalitesi ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Saranya & Gırja, 2013). DSİ istasyonundaki yüksek protein seviyeleri ise bu yerlerdeki kirliliğe bağlanabilir. Parchevskij ve Rabinovich, (1991) kanalizasyon ve atık su atıklarıyla kirlenmiş Karadeniz kıyı bölgelerinde yatay ve dikey olarak asılı halatlar üzerinde *U. intestinalis* yetiştirdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca Cirik ve Cirik, (1999) tarafından *Ulva* türlerinin nitrofil (azot seven)

algler olduğunu ve kış aylarında sudaki nütrient seviyesinin maksimum olmasından dolayı artışın meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte Munda ve Gubensek, (1986) alglerin azot miktarı dolayısıyla da protein miktarlarının buldukları ortamın tuzluluğu ve mevsimsel değişimlerine bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar, kışın azalan ışık şiddetiyle birlikte deniz alglerinin metabolizmalarında da değişimler olduğu ve bu durumun da düşük molekül ağırlıklı peptidlerle taze aminoasitlerin birikmesine ve protein sentezinin azalması/durdurulmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısı ile çalışmamızda kış mevsiminde elde edilen yüksek protein miktarındaki artışın sebebi olarak gelişim döneminin yavaşlaması ve metabolik faaliyetlerdeki azalışla beraber ışık şiddeti, sıcaklık vb. fiziksel parametrelerdeki değişime bağlı ortaya çıktığını düşündürmektedir. Nitekim *U. intestinalis* yılın her döneminde üreme durumunda bulunabilen bir tür olmasına rağmen maksimum üreme, gelişme ve yayılışının özellikle yaz aylarında gerçekleştiği belirtilmektedir (Burrows vd., 1991).



Şekil 2. *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki yüzde oranların mevsimsel ortalamalarının istasyonlara göre dağılımı (a) istasyon ortalamalarının mevsimlere dağılımı (b).

Figure 2. Distribution of seasonal averages of the percentages in the nutritional composition of *Ulva intestinalis* according to stations (a) distribution of station averages to seasons (b)

Genel olarak deniz alglerinin kuru maddede yaklaşık %40 karbohidrat, %0,6-%4,3 yağ ve % 8-40 kül içerdiği; yeşil alglerin % 0,6-4,3 yağ ve %10-26 protein içerikleri olduğu; kahverengi alglerin %15, yeşil alglerin %3-18 ve kırmızı alglerin %3-20 oranında total protein içerdiği belirtilmektedir (İrkin & Erduğan, 2014; Kaykaç vd., 2008). Bununla birlikte yeşil algler içerisinde *Ulva* türlerinin protein miktarının kuru ağırlık üzerinden %15-20 arasında olduğu (İrkin & Erduğan, 2014), yağ içeriklerinin gruplara göre de farklılıklar gösterdiği ve yeşil alglerin yağ miktarı bakımından oldukça fakir olduğu bildirilmektedir (Aysel vd., 1992; Orhon, 2009). Negreanu-Pirjol vd., (2011) tarafından Karadeniz'in Romanya kıyılarında *Ulva* türlerinde %18,38 oranında kül, %14,5 oranında total protein ve %0,69 oranında yağ içerdiği tespit edilmiştir. Metin ve Baygar, (2018), *U. intestinalis* türü kül içeriğinin mevsimlere göre %11,75-17,35 arasında, Aras ve Sayın, (2020) ise %27,49±0,43 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde

edilen değerlerin mevsimsel ortalamaları dikkate alındığında içerik olarak en yüksek oranda bulunan parametrenin karbohidrat (%71,25±1,13) olduğu bunu kül (%20,50±0,16), protein (%7,82±1,16) ve yağ (%0,44±0,04) içeriklerinin izlediği tespit edilmiş olup önceki çalışmalardan elde edilen bulgular ile bazı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Bunun sebebi olarak karşılaştırma yapılan çalışmalardaki verilerin farklı mevsim/mevsimlerden elde edilmesi olarak düşünülmektedir.

Tablo 2. Mevcut çalışma ile karşılaştırmalı olarak *U. intestinalis* türün biyokimyasal içerikleri

Table 2. Biochemical contents of *U. intestinalis* in comparison with the current study

Türler	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbohidrat (%)	Kaynak
<i>U. intestinalis</i>	20,50±0,14	7,82±1,16	0,44±0,03	71,25±1,13	Mevcut çalışma (ort)
<i>U. intestinalis</i>	-	-	1,33	-	Manivannan vd., 2008
<i>U. intestinalis</i>	27,49	15,77	1,04	-	Aras & Sayın, 2020
<i>E. intestinalis</i>	1,63	15,02	1,63	-	Akköz vd., 2011
<i>U. intestinalis</i>	13,34	9,18	0,44	64,36	Metin & Baygar, 2018
<i>Ulva</i> spp.	18,38	14,5	0,69	54,95	Negreanu-Pirjol vd., 2011

Çalışmamızdaki deniz suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi Tablo 3'te verilmiştir. Özellikle sıcaklık değerlerinin mevsimlere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 3. Deniz yüzey suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi (K: kış; İ: ilkbahar; Y: yaz).
Table 3. Seasonal variation of some physicochemical parameters of sea surface water according to stations (K: winter; I: spring; Y: summer).

Parametreler	Hamsilos			Aklıman		
	K	İ	Y	K	İ	Y
Sıcaklık (°C)	8,36	11,39	21,71	8,7	12,66	21,51
Tuzluluk (ppt)	17,16	17,35	18,32	17,42	17,62	18,52
pH	8,33	8,22	8,62	8,1	8,38	8,57
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,49	6,46	5,35	7,02	5,85	5,25
İletkenlik (mS/cm)	27,61	27,13	29,55	28,33	27,57	28,86
TDS (ppt)	14,6	12,57	15,78	12,64	13,79	14,03
Yoğunluk (σ _t)	11,5	11,4	12,7	11,9	11,8	12,4
Parametreler	DSİ			Karakum		
	K	İ	Y	K	İ	Y
Sıcaklık (°C)	9,07	12,86	22,97	9,05	13,17	22,18
Tuzluluk (ppt)	17,82	17,01	18,24	18,08	17,99	17,61
pH	8,22	8,39	8,73	8,19	8,42	8,56
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,37	5,83	5,33	8,44	5,67	5,32
İletkenlik (mS/cm)	27,01	27,43	29,46	29,05	27,03	28,51
TDS (ppt)	13,52	13,72	14,73	14,1	13,52	14,26
Yoğunluk (σ _t)	11,3	12,4	12,9	12,3	12,2	13,1

Makroalg türlerinin yaşadığı deniz suyunun ekolojik değişkenleri ile bunların inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat içerikleri arasında elde edilen

korelasyon katsayıları mevsimlere göre Tablo 4 'te verilmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen artışı arasındaki negatif korelasyon, korelasyon analizi ile de desteklenmiştir (Tablo 4).

Ayrıca korelasyon analizinde yaz ve ilkbahar mevsimlerinde sıcaklık ile pH arasında pozitif yönde bir korelasyon gözlenirken aynı zaman da pH ile çözünmüş oksijen arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiş olması, çözünmüş oksijen miktarındaki mevsimsel azalmayı destekleyen sıcaklıkla bağlantılı bir diğer çevresel faktör olduğunu göstermiştir (Tablo 4). Deniz suyunun yoğunluğu sıcaklık, tuzluluk ve basıncın etkisine bağlı olarak değişebilen fiziksel bir özelliktir ve sıcaklık artışına paralel olarak yoğunluğun düşmesi beklenmektedir. Fakat yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler bu bilgi ile örtüşmemektedir. Bunun nedeninin mevsimler arasında önemli oranda yağış farklılıkları bulunması ve bunun tuzluluk değişimini meydana getirmesi olabilir. Bu çalışmada, meydana gelen tuzluluk farkının deniz yüzey suyu yoğunluğuna etkisinin, mevsimsel sıcaklık farkının etkisinden daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. *Ulva intestinalis* türünün yaz, ilkbahar ve kış mevsimi örneklemelerinden elde edilen inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat (%) ile ekolojik değişkenler arasındaki ilişkinin Pearson Korelasyon katsayısı Sig. (2-tailed) matrisi (K: karbohidrat; Pr: protein; Y: yağ; Sıc: sıcaklık; Tuz: tuzluluk; İletk: iletkenlik; Yoğ: yoğunluk; Ç.O.: çözünmüş oksijen)

Table 4. Pearson Correlation coefficient of the relationship between inorganic matter (ash), protein, fat and carbohydrate content (%) obtained from summer, spring and winter sampling of *Ulva intestinalis* and ecological variables Sig. (2-tailed) coefficient matrix (K: carbohydrate; Pr: protein; Y: fat; Sıc: temperature; Tuz: salinity; İletk: conductivity; Yoğ: density; Ç.O.: dissolved oxygen)

Parametreler	K. (%)	Pr. (%)	Y. (%)	KH (%)	Sıc. (°C)	Tuz. (ppt)	pH	Ç.O. (mg/l)	İletk. mS/cm)	TDS (ppt)	Yoğ. (σ _t)		
Kül	yaz	1	,881	-,229	-,984*	,801	,282	,906	,077	,478	-,071	,083	
	ilkbahar		,537	-,722	-,639	,345	-,655	,311	-,278	,127	,309	,746	
	kış		,517	-,654	-,689	-,633	-,832	,306	-,880	-,790	-,131	-,838	
Protein	yaz		1	,246	-,950*	,857	,123	,990**	,535	,700	,351	,322	
	ilkbahar			-,783	-,990**	,848	,285	,798	-,807	-,293	,545	,893	
	kış			1	-,289	-,976*	,203	-,002	,378	-,356	-,931	,060	
Yağ	yaz			1	-,056	-,002	-,098	,205	,880	,600	,955*	,278	
	ilkbahar				-,789	-,356	,100	-,277	,280	,564	-,006	-,649	
	kış				,077	-,956*	-,956*	,187	-,573	-,081	-,008	-,176	
Karbohidrat	yaz				1	-,839	-,241	-,965*	-,248	-,582	-,089	-,165	
	ilkbahar					-,855	-,158	-,808	,810	,193	-,593	-,944	
	kış					-,006	,215	-,410	,516	,987*	-,031	,967*	
Sıcaklık	yaz					1	-,325	,794	,450	,240	-,023	,663	
	ilkbahar						,347	,996**	-,997**	,166	,890	,880	
	kış						,948	-,461	,415	,150	-,281	,248	
Tuzluluk	yaz						1	,259	-,375	,580	,192	-,897	
	ilkbahar							,338	-,385	-,440	,104	-,061	
	kış							-,347	,680	,367	-,052	,455	
pH	yaz							1	,453	,751	,348	,186	
	ilkbahar								-,999**	,244	,923	,856	
	kış								,182	-,453	,897	-,491	
Çözünmüş oksijen	yaz								1	,522	,785	,648	
	ilkbahar									1	-,203	-,842	
	kış										,597	,627	
İletkenlik	yaz									1	,794	-,204	
	ilkbahar										,597	,131	
	kış										-,046	,995**	
TDS	yaz										1	,045	
	ilkbahar											1	,761
	kış												1
Yoğunluk													1

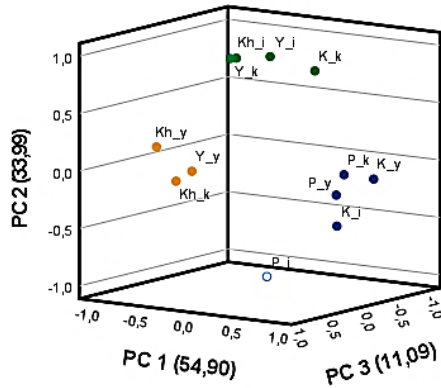
** Korelasyon 0,01 düzeyinde önemlidir * Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir.

Deniz suyunun ekolojik değişkenleri ile *U. intestinalis* türün inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat içerikleri arasında yapılan korelasyon analizi, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde protein değerleri ile pH

arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ancak her mevsim karbohidrat değeri ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). *U. intestinalis* türünden yaz mevsiminde elde edilen yağ değerlerinin TSD ile pozitif ve

kış mevsiminde sıcaklık ve tuzluluk ile negatif korelasyon gösterdiği, karbohidrat değerlerinin ise kış mevsiminde iletkenlik ve yoğunluk ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak ilkbahar mevsiminde protein ve yaz mevsiminde pH/kül ile negatif korelasyonu olduğu saptanmıştır. Ayrıca temel ekolojik parametrelerden sıcaklığın ilkbahar mevsiminde pH ile pozitif ve çözünmüş oksijen ile negatif korelasyon gösterdiği, diğer yandan pH ile çözünmüş oksijen arasında ise negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, kış mevsiminde iletkenlik ile yoğunluk değerleri arasında ise pozitif ($P < 0,01$) korelasyonun olduğu saptanmıştır (Tablo 4).

Makroalgdeki besin içeriği değişkenleri arasındaki mevsimsel ilişkiyi netleştirmek için yapılan çalışmamızda, temel bileşen analizi (PCA) sonucu üç olası grup (PC1, PC2 ve PC3) ile tüm varyansın %99,38'ini açıklayarak mevsimsel dağılımının önemli olduğunu, özellikle karbohidrat-protein oranlarının negatif yönde ilişkili olduğu, protein-kül değerleri ile karbohidrat-yağ değerlerinin ise yakından ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 4). Ayrıca makroalgdeki besin içeriği ile fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi netleştiren PCA analizi ise 2 olası grup (PC1 ve PC2) ile açıklanmıştır.



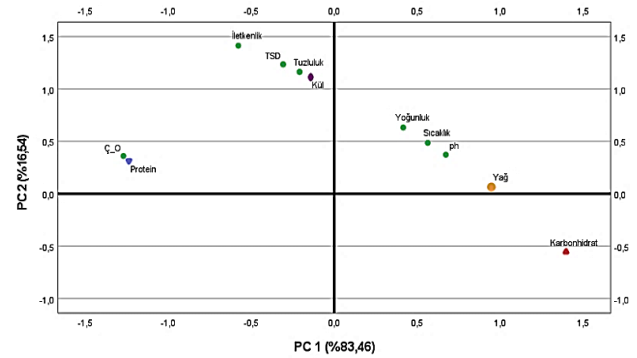
Şekil 4. *Ulva intestinalis* türünden 4 istasyonda elde edilen %kül, %protein, %yağ ve %karbohidrat değerleri ortalamalarının mevsimler arasındaki farklılıklar için temel bileşen analizi (PCA) (Kh: karbohidrat; K: kül; P: protein; Y: yağ; k: kış; i: ilkbahar; y: yaz).

Figure 4. Principal component analysis (PCA) for the seasonal differences of the mean %ash, %protein, %fat and %carbohydrate values obtained from *Ulva intestinalis* at 4 stations (Kh: carbohydrate; K: ash; P: protein; Y: fat; k: winter; i: spring; y: summer).

Buna göre toplam varyansın %83,46'sını açıklayan PC1 fiziksel parametrelerden sıcaklık, pH ve yoğunluğun yağ ve karbohidrat içerikleri ile yakından ilişkili olduğu buna karşın çözünmüş oksijenin protein içeriği ile uzak ilişkili olduğu; %16,54'ünü açıklayan PC2 fiziksel parametrelerden ise sıcaklık, tuzluluk, pH, iletkenlik, TSD ve yoğunluk ile *U. intestinalis* türün kül içeriğinin önemli ölçüde ve yakından ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 5). Bu bilgiler ışığında makroalglerin besin değerlerinde mevsimsel bazı değişiklikler üzerinde

fizikokimyasal bazı parametrelerin etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Alglerin biyokimyasal bileşiminin besin, su sıcaklığı, tuzluluk, ışık, mevsim ve tür gibi birçok çevresel faktör tarafından dalgalanabileceği bildirilmektedir (Chakraborty ve Bhattacharya, 2012; İrkin, 2009; Kaykaç vd., 2008; Manivannan vd., 2008; Yeşilova vd., 2017). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, deniz alglerinin kimyasal bileşimi ile coğrafi alan, çevresel koşullar ve gelişim gösterdikleri mevsimlerdeki farklılıklar arasındaki ilişkiyi doğrulamaktadır.



Şekil 5. *Ulva intestinalis* türünden 4 istasyonda elde edilen %kül, %protein, %yağ ve %karbohidrat ile fizikokimyasal parametre değerleri ortalamaları arasındaki mevsimler farklılıklar için temel bileşen analizi (PCA).

Figure 5. Principal component analysis (PCA) for seasonal differences between the averages of physicochemical parameter values with %ash, %protein, %fat and %carbohydrate obtained at 4 stations from *Ulva intestinalis*.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Deniz alglerinden *U. intestinalis* türünün düşük yağ içeriği ve önemli bir karbohidrat ve protein içeriği göstermesi, dünyadaki karasal sebzeler ve diğer deniz algleri ile karşılaştırıldığında sağlıklı bir gıda olarak kabul edilebileceğini düşündürmektedir. Ancak bölgesel, dönemsel ve türsel farklılıkların alglerin kimyasal içerik oluşumunu etkilediğini göstermektedir. Çalışmamız sonuçlarının *U. intestinalis* türünün en kullanışlı dönemlerini tespit etmede önemli bir veri kaynağı olacağına inanılmaktadır. Ancak, kıyısız alanlara değişik kaynaklardan gelen kirleticiler, pestisit, nütrient madde girdileri ile iklimsel farklılıkların, alglerin biyokimyasal içeriklerini değiştirebilmektedir. Bu sebeple, alglerin biyokimyasal içeriklerinde meydana gelen dönemsel değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi için daha geniş alanda ve daha sık periyodlarla yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

AOAC. (1984). *Official methods of analysis 14th. ed.* Association Analytical Chemists, Washington, DC.

- AOAC. (1995).** *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA.
- Akköz, C., Arslan, D., Ünver, A., Özcan, M.M. & Yılmaz, B. (2011).** Chemical composition, total phenolic and mineral contents of *Enteromorpha intestinalis* (L.) Kütz. and *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. seaweeds. *Journal of Food Biochemistry*, **35**(2), 513-523.
- Aras, A. & Sayın, S. (2020).** Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, **3**(1), 22-35.
- Berik, N. & Cankiriligil, E.C. (2019).** The elemental composition of green seaweed (*Ulva rigida*) collected from Çanakkale, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, **34**(3), 74-79. Doi: 10.26650/ASE2019557380
- Bling, E.G. & Dyer, W.J. (1959).** A rapid methods of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917. DOI: 10.1139/o59-099
- Burrows, E.M., Dixon, P.S. & Irvine, L.M. (1991).** *Seaweeds of the British Isles: Chlorophyta. Vol. 2.* HM Stationery Office.
- Çetingül, V. (1993).** *Ekonomik değerdeki bazı deniz alglerinin kimyasal içeriklerinin saptanması.* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 159s.
- Çetingül, V., Aysel, V., Güner, H., Demiralp, C. & Özcan, S. (1995).** Comparative study of the chemical composition of some macroalgae in the Gulf of Izmir (Aegean Sea, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 239-245.
- Chakraborty, S. & Bhattacharya, T. (2012).** Nutrient composition of marine benthic algae found in the Gulf of Kutch coastline, Gujarat, India. *Journal of algal biomass utilization*, **3**(1), 32-38.
- Cirik, Ş. & Cirik, S. (1999).** Aquatic Plants (The biology, ecology and aquaculture techniques of seaweeds). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, **58**, 188.
- Cirik, Ş., Akçalı, B. & Bilecik, N. (2001).** Marine plants of Gökova Bay (Aegean Sea). *Piri Reis Bilim Seri*, (4).
- D'Armas, H., Jaramillo, C., D'Armas, M., Echavarría, A. & Valverde, P. (2019).** Proximate composition of several macroalgae from the coast of Salinas Bay, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, **67**(1), 61-68. DOI: 10.15517/rbt.v67i1.33380
- Fleurence, J. (1999).** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in food science & technology*, **10**(1), 25-28. DOI: /10.1016/S0924-2244(99)00015-1
- Gallardo, T., Garreta, A.G., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. & Boudouresque, C.F. (1993).** Check-list of Mediterranean seaweeds. II. Chlorophyceae. *Wille I. Bot. Mar.*, **36**, 399-421.
- İrkin, L.C. (2009).** *Çanakkale Boğazı'nda yayılış gösteren bazı makroalglerin kimyasal kompozisyonunun araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- İrkin, L.C. & Erduğan, H. (2014).** Chemical composition of *Ulva rigida* C. Agardh from the Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, **20**(2).
- Karaçuha, A. & Yıldız, G. (2017).** Karadeniz'in Sinop yarımadası kıyılarında dağılım gösteren *Cystoseira crinita* Duby'nın kimyasal kompozisyonu üzerine mevsimsel inceleme. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **2**(2), 51-61.
- Kaykaç, G.O., Cirik, Ş. & Tekinay, A.A. (2008).** Yeşil Deniz alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın besin kompozisyonu ve aminoasit içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Su Ürünleri Dergisi*, **25**(1), 9-12.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Devi, G.K., Hemalatha, A. & Anantharaman, P. (2008).** Biochemical composition of seaweeds from Mandapam coastal regions along Southeast Coast of India. *American-Eurasian Journal of Botany*, **1**(2), 32-37.
- Metin, C. & Baygar, T. (2018).** Determination of nutritional composition of *Enteromorpha intestinalis* and investigation of its usage as food. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **35**(1), 7-14. DOI: 10.12714/egejfas.2018.35.1.02
- Mishra, V.K., Temelli, F., Ooraikul, B., Shacklock, P.F. & Craigie, J.S. (1993).** Lipids of the red alga, *Palmaria palmata*. *Botanica Marina*, **36**(2), 169-174. DOI: 10.1515/botm.1993.36.2.169
- Munda, I.M. & Gubenšek, F. (1986).** The amino acid content of some benthic marine algae from the Northern Adriatic. *Botanica Marina*, **29**, 367-372. DOI: 10.1515/botm.1986.29.4.367
- Negreanu-Pîrjol, B., Negreanu-Pîrjol, T., Paraschiv, G., Bratu, M., Sîrbu, R., Roncea, F. & Meghea, A. (2011).** Physical-chemical characterization of some green and red macrophyte algae from the Romanian Black Sea littoral. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, **12**(2), 173-184.

- Orhon, O. (2009).** *Çeşme Yarımadası bazı denizel alg türlerinin kimyasal içerikleri ve besin değerleri.* Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 75s.
- Pádua, M. D., Fontoura, P. S. G., & Mathias, A. L. (2004).** Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). *Brazilian archives of biology and technology*, **47**(1), 49-55. DOI: [10.1590/S1516-89132004000100007](https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000100007)
- Parchevsky, V.P. & Rabinovich, M.A. (1991).** Growth rate and harvest of the green alga *Enteromorpha intestinalis* on artificial substrates in a wastewater outfall area. *Биология моря*, **17**(2), 30-36.
- Parthiban, C., Saranya, C., Girija, K., Hemalatha, A., Suresh, M. & Anantharaman, P. (2013).** Biochemical composition of some selected seaweeds from Tuticorin coast. *Advances in Applied Science Research*, **4**(3), 362-366.
- Ruperez, P., Ahrazem, O. & Leal, J.A. (2002).** Potential antioxidant capacity of sulphated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**, 840-845. DOI: [10.1021/jf010908o](https://doi.org/10.1021/jf010908o)
- Saranya, C. & Girija, K. (2013).** Estimation of major pigment content in seaweeds collected from Pondicherry Coast. *International Journal of Science and Technology*, **9**(1), 522-525.
- Southgate, D.A.T. (1990).** Dietary fiber and health. In: *Dietary Fiber-Chemical and Biological Aspects* (eds., D.A.T. Southgate, K. Waldron, I.T. Johnson, G.R. Fenwick). The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK 10-19p.
- Yeşilova, K., Balkis, N. & Taşkın, E. (2017).** Seasonal investigation of the protein, carbohydrate and lipid contents of dominant macroalgae on the western coast of the Black Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(1), 46-55.
- Zavodnik, N. (1987).** Seasonal variations in the rate of photosynthetic activity and chemical composition of the littoral seaweeds *Ulva rigida* and *Porphyra leucosticta* from the North Adriatic. *Botanica Marina* **30**, 71-82. DOI: [10.1515/botm.1987.30.1.71](https://doi.org/10.1515/botm.1987.30.1.71)
- Zhuang, S.H. & Zhang, M. (2001).** *Biodiversity investigation. II. The biodiversity in intertidals of Yantai littoral regions.* Shandong Map Publisher, Jinan.