



Research Article

DOĞAL TATLISU ORTAMLARINDAN YIĞIN HALİNDE TOPLANAN *Cladophora glomerata* (LINNAEUS) KÜTZING VE *Mougeotia* sp. TÜRLERİNİN BİYOKİMYASAL KOMPOZİSYONU

Dilek Yalçın Duygu¹, İlkay Açıkgöz Erkaya², Özge Sızmaz³

Cite this article as:

Yalçın Duygu, D., Açıkgöz Erkaya, İ., Sızmaz, Ö. (2019). Doğal tatlısu ortamlarından yığın halinde toplanan *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. türlerinin biyokimyasal kompozisyonu. *Aquatic Research*, 2(1), 24-31. <https://doi.org/10.3153/AR19003>

¹ Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

² Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kırşehir, Türkiye

³ Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZ

Tatlısu algleri sucul ekosistemlerde biyoaktif maddelerin önemli kaynaklarıdır. Bu sekonder metabolitler kozmetik, gıda ve ilaç endüstrisinde kullanılmaktadırlar. *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. tatlı sularda yaygın olarak bulunan filamentli makroalg olup, birçok organizma için yaşam alanı ve besin kaynağıdır. Bu çalışmanın amacı, doğal habitatta yetişen iki makroalg *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin pigment, protein, karbonhidrat, lipit ve kül oranlarının tespit edilerek, biyokütle üretmek için doğal ortamlarının platform olarak kullanılmasındır. *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin (% kuru ağırlık) üzerinden sırasıyla; protein (%14.26 ve %6.15), karbonhidrat (%64.52 ve %70.91), lipit (%0.55 ve %1.00) ve kül (%20.73 ve %18.74) miktarları tayin edilmiştir. *C. glomerata*'nın toplam klorofil miktarı (9.06 ±0.07 µg/mL) ve toplam karoten miktarı (756.4 ±0.05 µg/mL) olarak ölçülmüştür. *Mougeotia* sp.'nin toplam klorofil miktarı (2.18 ±0.17 µg/mL) ve toplam karoten miktarı (196.4 ±0.005 µg/mL) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin beslenme, farmasötik ve kozmetik ürünler için kullanılabilirliğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Cladophora*, *Mougeotia*, Karbonhidrat, Lipit, Protein

ABSTRACT

BIOCHEMICAL COMPOSITIONS OF *Cladophora glomerata* (LINNAEUS) KÜTZING AND *Mougeotia* sp. SPECIES COLLECTED IN BULK FROM NATURAL FRESHWATER ENVIRONMENTS

Freshwater algae are important sources of bioactive substances in aquatic ecosystems. These secondary metabolites are used in the cosmetics, food and pharmaceutical industries. *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing and *Mougeotia* sp. are common filamentous macroalgae in freshwater and are the habitat and food source for many organisms. The aim of this study is to determine the pigment, protein, carbohydrate, lipid and ash ratios of two macroalgae *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. grown in natural habitat and to use the natural environment as a platform to produce biomass. Biochemical analysis of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. (% dry weight): protein (14.26 % and 6.15 %), carbohydrate (64.52 % and 70.91 %), lipid (0.55 % and 1.00 %) and ash (20.73% and 18.74 %) were determined respectively. The total amount of chlorophyll (9.06 ±0.07 µg/mL) and total carotene amount (756.4 ±0.05 µg/mL) of *C. glomerata* were measured. Total amount of chlorophyll (2.18 ±0.17 µg/mL) and total carotene amount (196.4 ±0.005 µg/mL) of *Mougeotia* sp. were determined. These results suggest that *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. may be used for nutritional, pharmaceutical and cosmetic products.

Keywords: *Cladophora*, *Mougeotia*, Carbohydrate, Lipid, Protein

Submitted: 11.10.2018

Accepted: 25.12.2018

Published online: 31.12.2018

Correspondence:

Dilek YALÇIN DUYGU

E-mail: dilekduygu06@hotmail.com

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

Giriş

Algler tek veya çok hücreli, gruplar halinde koloni oluşturan, basit yapı, boyutları 3-10 µ ile 70 cm olabilen fotosentetik organizmalardır. Fotosentez ile ilk üretimi gerçekleştiren algler, gıda zincirinin birinci halkasını oluşturdukları için sucul ekosistemlerde önemli rolleri bulunmaktadır (Akköz ve ark., 2009). Çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine bağlı olarak alglerin dağılımına; substrat, sıcaklık, ışık, turbidite, tuzluluk, pH, O₂ ve CO₂ miktarı, besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler gibi faktörler etki eder (Cirik ve Cirik, 2011). Algler, ekosistemde enerji döngüsünün kritik işlevlerine sahiptir. Alg biyokütlesi fikokolloidlerin (aljinat, karragen ve agar) ekstraksiyonunda, farmasötik madde kaynağı ve dünyanın farklı bölgelerinde gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Ramaraj ve ark., 2014).

Genel olarak, makro ve mikroalglerden elde edilen ürünler, yüksek oranda mineral, vitamin, protein, aminoasit, uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri ve karbonhidrat içeren düşük kalorili gıdalar olarak kabul edilmiştir. Tatlı su algleri tarafından üretilen primer veya sekonder metabolitler potansiyel biyoaktif bileşiklerdir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, biyolojik aktiviteleri kimyasal olarak benzersiz olan birçok bileşik alglerden izole edilmiştir ve bunları geliştirmek için çalışmalar halen devam etmektedir (Ryan ve ark., 2010). Alglerin hücre içi protein miktarları türden türe değişiklik gösterir (%10-70). Yağ içerikleri ise %1-5 arasında değişmektedir. Buna rağmen içerdiği esansiyel yağ asitleri diğer kara bitkilerinden çok daha fazladır. Yağ asitlerinin, organizmadaki yağlar için yapı taşları olarak hizmet görmeleri ve hücre membranlarının yapı taşları olmaları nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli fonksiyonu bulunmaktadır (Demirel ve Özpınar, 2003).

Sucul ortamlarda balık miktarı doğrudan suda bulunan ve yüksek besin değeri olan bitkisel organizmalar ile alg popülasyonlarına bağlıdır. Ayrıca algler fotosentez sonucu suyun karbondioksit miktarını azaltıp, oksijen miktarını yükselterek balıkların yaşamaları için uygun ortam oluşturmaktadırlar. Balıklar, ω-3 yağ asidini kendileri sentezleyemediklerinden bunu küçük deniz canlıları ve deniz bitkilerinden alırlar. Beslenmedeki bu döngü insanlara kadar uzandığından sucul ortamlarda alglerin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Filamentli yeşil algler, tatlı su habitatlarında alg topluluklarının önemli bileşenini oluşturur. Filamentler mükemmel bir adaptasyon şeklidir ve alglerin dar alanları daha iyi kullanılmasına ve daha iyi emilim kontrolüne olanak sağlar (El-Swaify, 2017). *Cladophora* cinsi üyeleri *Cladophorales* ordosuna mensup olup, dallanmış filamentli yeşil alglerdir. Deniz ve tatlı sularda birçok organizma için yaşam alanı ve besin kaynağıdır. Dünyadaki tatlı sularda en yaygın bulunan

filamentli makroalg grubunu oluştururlar. Genellikle kayalıklar üzerinden kıyıya doğru genişleyerek büyür ve kötü kokulu, keçe şeklinde algal yığın oluşturur. Hücreleri oldukça büyük ve silindirik şekilli, kloroplastları ağsı yapıda olup, üremeleri izogami şeklindedir (Dodds ve Gudder, 1992). *Cladophora* baskın olarak bentik organizma grubudur. Metabolizması ve morfolojisi hidrodinamik koşullarla ilgilidir. *Cladophora* türlerinin yetişmesi için azot ve fosfor sınırlayıcı besinlerdir (Dodds ve Gudder, 1992). *Cladophora* türlerinin, doymuş ve doymamış yağ asitleri, steroller, terpenoidler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddeler içerdiği ortaya çıkmıştır (Fabrowska ve ark., 2015). *Cladophora* türleri, sınıflandırılması en zor olanlar arasındadır. Bu durum, çoğunlukla yaşam alanlarındaki, yaş ve çevre koşullarından büyük ölçüde etkilenecek görünümündeki büyük farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Tatlı sularda yaşayanlar, hücre boyutlarında ve dallanma düzeninde farklılık gösteren çeşitli morfolojik formlardan oluşur. *Cladophora* Kützing cinsinin thallus organizasyonu, dallanmış veya dallanmamış, uniseriat filamentlerden daha karmaşık yapılara kadar uzanır (El-Swaify, 2017). *C. glomerata* filamanları apikal veya interkalar büyüme ile koyu yeşil renk oluşturan, sırayla ve düzenli olarak dallanmış, genişlemiş filamentlerden oluşan dallar, genellikle alt tabakaya bağlı üst sınırlarda kalabalık, dalların apekslerine doğru hafifçe silindirik hücreleri taşıyan ikincil dallardan oluşur (Naw ve Win, 2011).

Tatlı su makroalgi *Mougeotia*, *Zygnematales* ordosuna mensuptur. *Zygnematales* ordusu içerisinde en yaygın ve iyi bilinen üç cinsten (*Spirogyra*, *Zygnema*) biri olan *Mougeotia* cinsi, küçük durgun su kütleleri, küçük akarsular, göl ve göletler dahil olmak üzere geniş bir habitat yelpazesinde bulunur. Dünya çapında 138 *Mougeotia* türü tanımlanmıştır (John ve ark., 2002). Gönüloğlu (2017) tarafından oluşturulan ve kendi akademik çalışmaları ile diğer alg sistematigi ve ekolojisi konusunda yapılmış olan yayınlardan derlenen içeriklerden oluşan “Türkiye Algleri Veri Tabanı”nda yer alan güncel verilere göre Türkiye’de 17 adet *Mougeotia* türü tespit edilmiştir. *Mougeotia* türleri tatlı sularda yayılış gösteren, dallanmamış lifli yapıdadır. Hücre duvarı, karakteristik olarak düz ve paraleldir. Genellikle hücrenin uzunluğunu dolduran, eksensel plaka veya şerit şeklinde tek bir kloroplastı vardır. Kloroplast düz veya kıvrılmış olarak, bazen de hücrenin ortasına kadar dar bir şerit olarak görülebilir. Bir veya daha fazla pirenoide sahiptir. Hücreleri, uzun dallanmamış serbest yüzen filamentler oluşturur. *Mougeotia*’da kloroplastlar sitoplazmik iplikcikler üzerinde asılıdır ve ışığa bağlı olarak hücre içinde hareket edebilir. Bu nedenle bazen yüzeyde, bazen kenarda ve bazen de kıvrılmış olarak görülebilir (Bellinger ve Sigeo, 2015).

Denizlerde yaşayan makro alglerle ilgili çalışmalar fazla olmakla birlikte, tatlı su ortamlarında gelişen makroalglerle ilgili çalışmalar çok daha azdır (Bharadwaj ve ark., 2014b; Ge ve ark., 2018; Mitova, 1999; Tipnee ve ark., 2015; Wongsawad ve Peerapornpisal, 2015). Bu çalışmanın amacı, tatlısularda yığın halinde üreme gösteren *Cladophora* ve *Mougeotia* cinslerine ait iki makroalgün doğal ortamlarından toplanıp, biyokimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi, besin değerlerinin tespit edilmesi ve biyokütle üretmek için doğal ortamlarının platform olarak kullanılmasındır.

Materyal ve Metot

Makroalglerin Toplanması ve Teşhisi

Makroalg numuneleri; *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. Ankara'da farklı iki tatlısu havuzundan toplanmıştır (Şekil 1a, b, c, d). Türlerin teşhisinde tür teşhis anahtarları kullanılmıştır (Huber-Pestalozzi, 1982; Huber-Pestalozzi ve ark., 1982; John ve ark., 2002; Prescott, 1951). Alglerde tür teşhisleri yapılırken göz önüne alınan birçok kriter bulunmaktadır. İpliksi alglerin teşhisleri ise oldukça zordur. İpliksi alglerin teşhisleri sırasında, diğerlerinden ayırt edici bazı yapıların varlıkları, üremeleri sırasında oluşturdukları zygospor ve konjugasyona ait belirleyici özellikleri, filamentin uzunluğu ve genişliği teşhis kriterleri arasında yer almaktadır. Ancak *Mougeotia* cinsi için bu yapılar tam olarak gözlemlenemediğinden tür düzeyinde teşhis yapılamamış ve bu nedenle cins düzeyinde verilmiştir.

Hasat ve Örneklerin Hazırlığı

Toplanan örnekler, tatlı su ile yıkanıp iyice durularak kum ve diğer döküntülerden temizlenmiştir. Laboratuvara getirilen numuneler daha sonra tekrar damıtılmış su ile yıkanmış ve epifitler elle ayrılmıştır (Şekil 1e). Numunelerin içerisinde farklı türlerin olup olmadığı mikroskop incelemesi ile

yapılmıştır. Toplam ve homojen numuneler (35°C, 72 saat) kurutulmuştur. Elde edilen toz örneklerin kimyasal kompozisyon analizleri yapılmaya kadar oda sıcaklığında (25°C) saklanmıştır.

Pigment Ekstraksiyon Analizi

Makroalg ekstresinin pigment tayini için spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır. Yaş numuneden 0,5 gram tartılmış ve üzerine 25 mL metanol (%96) ilave edilmiştir. Bir dakika boyunca santrifüjde 1000 rpm'de homojenleştirilmiş ve homojenat süzölmüştür. Süpernatant ayrıldıktan sonra, absorbans Thermo Scientific spektrofotometrede (Genesys 10S UV-Vis) 400-700 nm'de okunmuştur. Klorofil-a 666 nm, klorofil-b 653 nm ve toplam karoten 470 nm maksimum absorbansda tespit edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında pigment konsantrasyonu; klorofil (Khl) içeriği (Khl-a, Khl-b, toplam Khl-(a+b)) ve toplam karoten, Lichtenthaler ve Wellburn'a (1985) göre aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Khl-a} = (15.65 \times A_{666} - 7.340 \times A_{653})$$

$$\text{Khl-b} = (27.05 \times A_{653} - 11.21 \times A_{666})$$

$$\text{ToplamKhl-(a+b)} = \text{Klorofil-a} + \text{Klorofil-b}$$

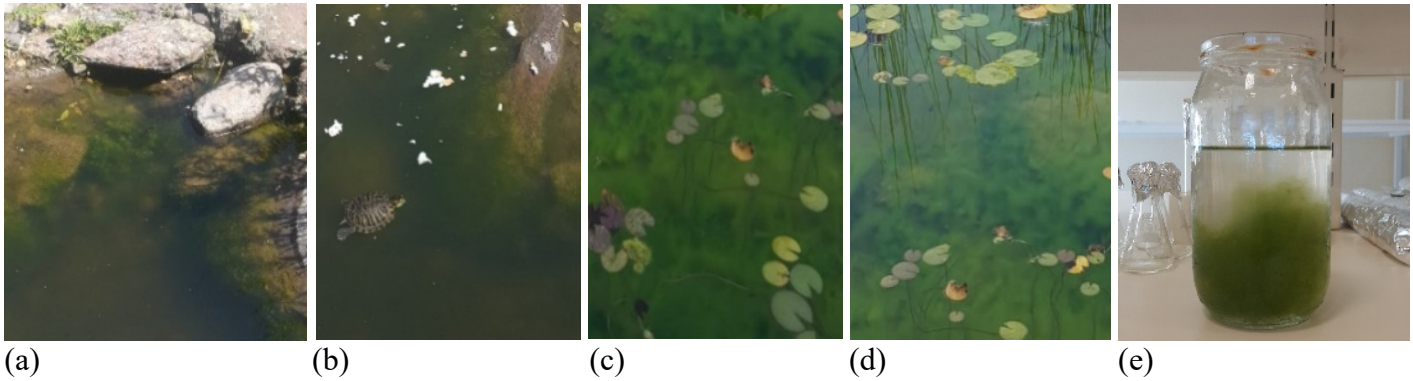
$$\text{ToplamKaroten} = (1000 A_{470} - 2.860 \text{ Khl-a} - 129.2 \text{ Khl-b}/245)$$

Ham Besin Madde Analizleri

Örneklerin toplam protein, karbonhidrat, lipit ve kül analizleri AOAC (1990) standart metotlarına göre belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Tüm çalışmalar üç tekrarlı yapılmış ve ortalama (\pm) standart sapma (SD) olarak verilmiştir. İstatistiksel analizler Microsoft Excel kullanılarak yapılmıştır.



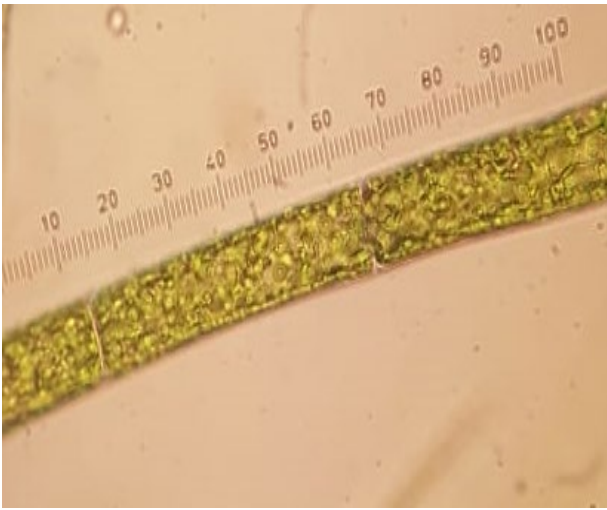
Şekil 1. (a-b) *Cladophora glomerata*, (c-d) *Mougeotia* sp., (e) hasat makroalg örneği

Figure 1. (a-b) *Cladophora glomerata*; (c-d) *Mougeotia* sp.; (e) harvested macroalgae sample

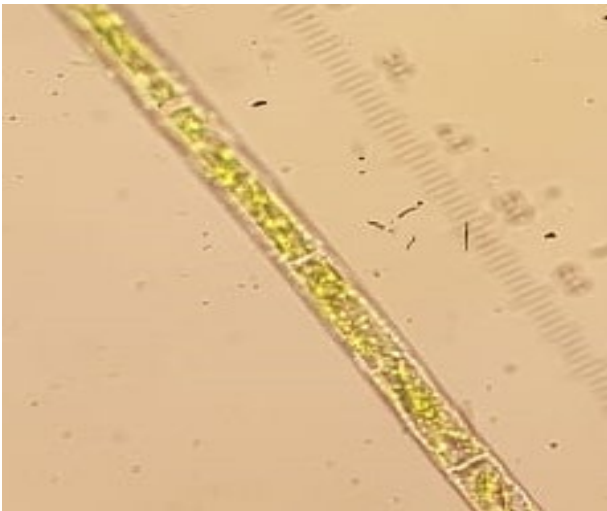
Bulgular ve Tartışma

Alglerin Morfolojik Olarak Tanımlanmaları

Her iki türe ait alg örneklerinin morfolojisi, laboratuvarında mikroskop altında dikkatle incelenerek, *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp. olarak tanımlanmıştır. *C. glomerata*'nın hücre genişliği 25-35 µm, hücre uzunluğu 55-127.5 µm olarak ölçülmüştür. *Mougeotia* sp. türünün ise hücre genişliği 10 µm, hücre uzunluğu 45-90 µm olarak tespit edilmiştir. Türlerin tanımlanmasında tür teşhis anahtarları kullanılmıştır (Huber-Pestalozzi, 1982; Huber-Pestalozzi ve ark., 1982; John ve ark., 2002; Prescott, 1951). Işık mikroskobu altında gözlemlenen *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin morfolojilerine ait resimler (Şekil 2a ve 2b)'de gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2. Makroalglerin mikroskop fotoğrafları (a) *C. glomerata*, (b) *Mougeotia* sp.

Figure 2. Microscopic images of macroalgae (a) *C. glomerata* (b) *Mougeotia* sp.

Türlerin sistematik sınıflandırması:

Empire: Eukaryota	Empire: Eukaryota
Kingdom: Plantae	Kingdom: Plantae
Subkingdom: Viridiplantae	Subkingdom: Viridiplantae
Infrakingdom: Chlorophyta	Infrakingdom: Streptophyta
Phylum: Chlorophyta	Phylum: Charophyta
Subphylum: Chlorophytina	Class: Conjugatophyceae
Class: Ulvophyceae	(Zygnematomyceae)
Order: Cladophorales	Order: Zygnematales
Family: Cladophoraceae	Family: Zygnemataceae
Genus: <i>Cladophora</i>	Genus: <i>Mougeotia</i>

Kültürlerin Pigmentleri

C. glomerata ve *Mougeotia* sp.'nin %96 metanol ekstraktlarının absorpsiyonu spektrofotometre ile ölçülerek klorofil ve karoten tayinleri yapılmıştır. Sonuçlar (Tablo 1)'de sunulmuştur.

Fotosentez, inorganik bileşiklerin ve ışık enerjisinin fotoototroflar tarafından organik maddeye dönüştürüldüğü eşsiz bir güneş ışığı dönüşümü sürecidir. Tüm fotosentetik organizmalar, ışık enerjisini toplamak için organik pigmentler içerir. Üç ana pigment sınıfı bulunmaktadır ki bunlar; klorofil, karoten ve fikobilindir (Masojidek ve ark., 2013). Alglerin klorofil/karoten miktarı ve verimi alg türlerine, taksonomik kompozisyonlarına, fizikokimyasal ve biyolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Ramaraj ve ark., 2013). Klorofil, algal biyokütleden elde edilen en önemli ve değerli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde sadece katkı maddesi olarak değil, aynı zamanda doğal gıda boyası olarak da kullanılır. Ayrıca antimutajenik ve antioksidan özelliklere sahiptir (Gündoğan ve ark., 2005; Hosikian ve ark., 2010). Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir ve potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano ve ark., 2012). Söz konusu pigmentlerin ekonomik önemlerinden dolayı, bu çalışmada iki makroalgün toplam klorofil ve karoten miktarları tespit edilmiştir.

C. glomerata'nın klorofil-a miktarı (5.07 ± 0.21 µg/mL), klorofil-b miktarı (3.99 ± 0.03 µg/mL), toplam klorofil miktarı (9.06 ± 0.07 µg/mL) ve toplam karoten miktarı (756.4 ± 0.05 µg/mL) olarak ölçülmüştür. Bizim sonuçlarımızla benzer şekilde Naw ve Win (2011) yılında *Cladophora*'nın morfolojisi ve besinsel değerleri hakkında yapmış oldukları çalışmada klorofil-a miktarını %0.31-0.65 arasında, toplam karoteni ise %0.21-0.38 arasında tespit etmiştir.

Çalışmamızda *Mougeotia* sp.'nin klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karoten ortalamaları sırasıyla (1.47 ± 0.13 µg/mL), (0.71 ± 0.01 µg/mL), (2.18 ± 0.17 µg/mL) ve (196.4 ± 0.005 µg/mL) şeklinde tespit edilmiştir. *Mougeotia*

cinsi ile ilgili yapılmış bu konudaki çalışmalar oldukça azdır. Muntean ve ark. (2007) yaptığı çalışmada, *Mougeotia* suşunun, gıda üretimi için bir bileşen olarak kabul edilmek üzere önemli seviyelerde karotenoidler içerdiğini belirtmiştir. Düşük seviyelerde de olsa beş provitamin A karotenoidleri içerdiğini ve önemli bir karoten ve güçlü bir antioksidan olan luteinin yüksek değerlerde olduğunu tespit etmiştir. Aynı ordoya mensup *Spirogyra varians*'ın klorofil-a miktarı (6.0 µg/mL), klorofil-b miktarı (3.0 µg/mL), toplam klorofil miktarı (9.0 µg/mL) olarak tespit edilmiş, bu klorofil oranı bizim türümüzden daha yüksek bulunmuştur. Ancak toplam karoten miktarı (1.8 µg/mL) ile bizim türümüze kıyasla daha düşüktür (Tipnee ve ark., 2015). *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp. türlerinin klorofil ve karoten üretimi için umut verici alternatif kaynak özelliği taşıdığı görülmektedir.

Kültürlerin Biyokimyasal Kompozisyonları

C. glomerata ve *Mougeotia* sp.'nin protein, karbonhidrat, lipit ve kül içeriği (Tablo 2)' de gösterilmiştir.

Protein, gıdaların besin değerine katkıda bulunan en önemli bileşendir. Pek çok su yosunu, kuru ağırlıklarının makul bir miktarına kadar protein üretme kabiliyetine sahiptir, bu da organik gübre, hayvan yemi ve insan beslenmesi için iyi bir protein kaynağı oluşturmaktadır (Dawczynski ve ark., 2007). Hasni (2007), *C. glomerata*'nın protein içeriğinin %7.81- %14.57 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda (% kuru ağırlık) üzerinden *C. glomerata*'nın protein miktarı %14.26 olarak tespit edilmiştir. Bu oran Hasni (2007)'nin

elde ettiği değerle paralellik göstermektedir. Messyasz ve ark. (2015) çalışmamızda olduğu gibi tatlı sudan topladığı *C. glomerata*'nın protein miktarını %14.45 olarak ölçmüştür ki bu sonuç elde ettiğimiz protein miktarına çok yakındır. Naw ve Win (2011) ise kurutulmuş *Cladophora* sp.'nin protein içeriğinin yaklaşık %17.97 - %30.23 olduğunu, yaş numunenin protein içeriğinin %40.51 olduğunu tespit etmişlerdir. El-Swaify (2017) *Cladophora* sp.'de toplam proteini %3.1 olarak bulmuştur. Bu sonuç bizim elde ettiğimiz protein miktarına göre daha düşüktür. Çalışmamızda *Mougeotia* sp.'nin (% kuru ağırlık) üzerinden protein miktarları %6.15 olarak tespit edilmiştir. Bharadwaj ve ark. (2014a) *Mougeotia*'nın biyokimyasal kompozisyonu üzerine yaptığı çalışmada protein miktarını 25.4 mg/mL olarak ölçmüştür.

Karbonhidrat metabolizma ve metabolik süreçler için vazgeçilmez bir bileşendir. Alg karbonhidratlarının antiviral, diyet lifi ve antioksidan özelliklerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde önemli faydaları olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, karbonhidratların türleri ve bolluğu alg türleri arasında farklılık göstermektedir (Wijesekara ve ark., 2011). Çalışmamızda karbonhidrat miktarı *C. glomerata*'da (%64.52) ve *Mougeotia* sp.'de (%70.91) olarak tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda *C. glomerata*'nın karbonhidrat miktarı (%52.54- %60.98) oranında bulunurken (Fabrowska ve ark., 2015) *Mougeotia* sp.'nin karbonhidrat miktarı 32 mg/mL (Bharadwaj ve ark., 2014a) olarak rapor edilmiştir.

Tablo 1. *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karoten miktarı

Table 1. Chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll and total carotene amount of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp.

Kültürler	Klorofil-a (µg/mL)	Klorofil-b (µg/mL)	Toplam Klorofil (µg/mL)	Toplam Karotenoid (µg/mL)
<i>C. glomerata</i>	5.07 ±0.21	3.99 ±0.03	9.06 ±0.07	756.4 ±0.05
<i>Mougeotia</i> sp.	1.47 ±0.13	0.71 ±0.01	2.18 ±0.17	196.4 ±0.005

Tablo 2. *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin toplam protein, karbonhidrat, lipit ve kül miktarı

Table 2. Total protein, carbohydrate, lipid and ash content of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp.

Kültürler	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Lipit (%)	Kül (%)
<i>C. glomerata</i>	14.26	64.52	0.55	20.73
<i>Mougeotia</i> sp.	6.15	70.91	1.00	18.74

Son zamanlarda algal lipid üretimi üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır. İnsan ve hayvan gıdası, kimya ve ilaç endüstrileri ile kozmetik sanayinde algal lipidlerin kullanılmasına yönelik yoğun ilgi gösterilmektedir. Özellikle algal lipidler yağ, hayvan yemi ve biyodizel üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışmamızda *C. glomerata*'nın lipid miktarı (%0.55) olarak bulunmuştur. Bulunan bu miktar El-Swaify (2017) (%0.3)'den daha yüksek iken, Çetingül ve ark. (2000) (%0.93) ve Naw ve Win (2011) (%4.6 - %10.75) tarafından tespit edilmiş olan lipid miktarından daha düşüktür. *Mougeotia* sp. kültüründe lipid oranı (%1.00) olarak tespit edilirken Ge ve ark. (2017) aynı ordodan *Spirogyra* sp.'nin lipid miktarını %2.8 olarak bulmuşlardır. Çalışmamız sırasında *C. glomerata*'da toplam kül miktarı %20.73 olarak bulunmuştur. El-Swaify (2017) *C. glomerata*'da kül miktarını %10 ve Akköz ve ark. (2009) %2.4, Çetingül ve ark. (2000) %27.62, Naw ve Win (2011) %18.90- %36.80 Messyasız ve ark. (2015) %39.25 olarak tespit etmişlerdir. Khuantrairong ve Traichaiyaprn (2011) ise *Cladophora* sp. üzerinde yaptıkları çalışmada kül içeriğinin, farklı fosfor konsantrasyonlarında %14.7'den %16.86'ya kadar değiştiğini bulmuştur. Kül miktarı *Mougeotia* sp.'de %18.74 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan makroalglerin, biyokimyasal bileşimi, kayda değer miktarda pigment, protein ve karbonhidrat içeriğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu türlerin, besin kalitesinin artırılarak gıda sanayiinde alg bazlı ürünlerin çeşitlendirilmesi için ticari değerinin artırılacağı düşünülmektedir. Ayrıca doğal ortamlarındaki makroalglerin ticari amaç ile toplanarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Etik Standart ile Uyumluluk

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

Kaynaklar

Akköz, C., Arslan, D., Unver, A., Ozcan, M.M., Yılmaz, B. (2009). Chemical composition and mineral content of *Enteromorpha intestinalis* and *Cladophora glomerata* Kütz. Seaweeds. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 513-523.

AOAC (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 771p. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf> (accessed 10.08.18)

- Bellinger, E.G., Sigeo, D.C. (2015). *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. 285p. Retrieved from <https://leseprobe.buch.de/images-adb/7a/42/7a42da49-fec0-415d-b57f-30666d6a110b.pdf> (accessed 11.05.17)
- Bharadwaj, M., Shrivastava, A.K., Shrivastava, R. (2014a). Phycochemical analysis of two members of order Zygnematales. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 2(2), 27-30.
- Bharadwaj, M., Shrivastava, A.K., Shrivastava, R. (2014b). Phycochemical and antimicrobial study of vigorous freshwater alga *Mougeotia*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3(4), 1020-1024.
- Cirik, Ş., Cirik, S. (2011). *Su Bitkileri I-Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi ve Yetiştirme Teknikleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, s. 1-17, ISBN 9789754834178
- Çetingül, V., Aysel, V., Kurumlu, Y. (2000). Ege Denizi (Türkiye) sahillerinde yayılış gösteren *Cladophora dalmatica* Kütz. ve *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* (J.Ag.)'un biyokimyası ve ağır metal içeriği. *Turkish Journal of Marine Science*, 6(1), 9-22.
- Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103, 891-899.
- Demirel, G., Özpınar, H. (2003). Yosunlar ve hayvan beslemede kullanımları. *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 22(1-2-3), 103-108.
- Dodds, W.K., Gudder, D.A. (1992). The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28(4), 415-427.
- El-Swaify, Z.A. (2017). Phytochemical studies on *Cladophora* species from the Nil River Edges, Egypt. *International Journal of Chemical Science*, 1(2), 13-22.
- Fabrowska, J., Łęska, B., Schroeder, G. (2015). Freshwater *Cladophora glomerata* as a new potential cosmetic raw material. *CHEMIK*, 69(8), 491-497.
- Ge, S., Madill, M., Champagne, P. (2018). Use of fresh water macroalgae *Spirogyra* sp. for the treatment of municipal wastewaters and biomass production for biofuel applications. *Biomass and Bioenergy*, 111, 213-223.

- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara, S., Gesualdo, M., Zito, A., Dachille, A., Caputo, P., Riccardi, R., Frasso, G., Lassandro, G., Di Mauro, A., Ciccone, M.M. (2012). Carotenoids and cardiovascular risk. *Current Pharmaceutical Desing*, 18, 5577-5589.
- Gönülöl, A. (2017). *Turkishalgae electronic publication*. Retrieved from <http://turkiyealgleri.omu.edu.tr> (accessed 12.12.18)
- Gündoğan, Y., Gül, A., Çakır Arıca, Ş., Çavuşoğlu, K. (2005). *Cladophora glomerata* (Chlorophyce)'da ağır metal birikiminin araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 181-194.
- Hasni, S. (2007). *Phycochemical Studies on Some Fresh Water Green Algae of Karachi*. India: University of Karachi, p. 12-25.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R., Danquah, M.K. (2010). Chlorophyll extraction from microalgae: a review on the process engineering aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 39, 32-43.
- Huber-Pestalozzi, G. (1982). *Das Phytoplankton Des Süßwassers, 8. Teil Conjugatophyceae, Zynematales and Desmidiales, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. p. 25-47.
- Huber-Pestalozzi, P., Huber-Pestalozzi, G., Förster, K., Med, G. (1982). *Das Phytoplankton des Süßwassers: section 8 pt 1, Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae)*. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. p. 30-55.
- John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. (2002). *The freshwater algae of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge: Cambridge University Press., 697p.
- Khuantrairong, T., Traichaiyaprn, S. (2011). The nutritional value of edible freshwater alga *Cladophora* sp. (Chlorophyta) grown under different phosphorus concentrations. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13, 297-300.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592.
- Masojidek, J., Torzillo, G., Koblizek, M. (2013). Photosynthesis in Microalgae. In: A. Richmond & Q. Hu (Eds.), *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology* (p. 21-36). London, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Published by Blackwell Publishing Ltd.
- Messyasz, B., Leska, B., Fabrowska, J., Pikosz, M., Roj, E., Cieslak, A., Schroeder, G. (2015). Biomass of freshwater *Cladophora* as a raw material for agriculture and the cosmetic industry. *Open Chemistry*, 13, 1108-1118.
- Mitova, M.I., Usov, A.I., Bilanb, M.I., Stefanov, K.L., Dimitrova-Konaklievac, S.D., Tonovc, D.P., Popov, S.S. (1999). Sterols and polysaccharides in freshwater algae *Spirogyra* and *Mougeotia*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 54, 1016-1020.
- Muntean, E., Bercea, V., Dragos, N., Muntean, N. (2007). Potential use of *Mougeotia* sp. algae in food production, based on its carotenoid. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 8(1), 143-148.
- Naw, M.W.D., Win, S.S. (2011). Morphology and nutritional values of green alga *Cladophora* from Kachin State. *Universities Research Journal*, 4(1), 99-111.
- Prescott, G.W. (1951). *Algae of the western great lakes area*. Michigan: Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, 977p.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W., Chen, P.H. (2013). Chlorophyll is not accurate measurement for algal biomass. *Chiang Mai Journal of Science*, 40, 547-555.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W., Chen, P.H. (2014). An exploration of the relationships between microalgae biomass growth and related environmental variables. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, 135, 44-47.
- Ryan, W.H., Senthil, C., Ashish, B., Das, K.C. (2010). Effect of biochemical stimulants on biomass productivity and metabolite content of the microalga, *Chlorella sorokiniana*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162, 2400-2414.

- Tipnee, S., Ramaraj, R., Unpaprom, Y. (2015). Nutritional evaluation of edible freshwater green macroalga *Spirogyra varians*. *Emergent Life Sciences Research*, 1(2), 1-7.
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., Kim, S.K. (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84, 14-21.
- Wongsawad, P., Peerapornpisal, Y. (2015). Morphological and molecular profiling of *Spirogyra* from Northeastern and northern Thailand using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(4), 382-389.