

Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh'nın (Chlorophyceae=Yeşil Algler) Biyokimyasal İçeriği

Coşkun Fırat, *Mehmet Öztürk, Ergün Taşkın, Oğuz Kurt

Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 45140 Manisa, Türkiye
*E mail: mozturk@bayar.edu.tr

Abstract: *Biochemical contents of Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyceae=Green Algae). Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh and Caulerpa taxifolia (Vahl) C. Agardh (Chlorophyceae=Green Algae) are invasive species and a problem in the Mediterranean Sea. C. taxifolia was not reported from Turkey but C. racemosa was distributed in the Aegean and Mediterranean coasts of Turkey. In this study, a chemical content of C. racemosa that was seasonally collected from Seferihisar (Izmir, Aegean Sea) was determined during 2002-2003. Chemical analysis indicated that C. racemosa has 92.75-95.93% total water, 12.94-20.18% protein, 8.02-19.50% ash and 0.65-1.11 mg/100 ml soluble carbohydrates.*

Key Words: Algae, ash, *Caulerpa racemosa*, edible seaweeds, protein.

Özet: *Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh ve Caulerpa taxifolia (Vahl) C. Agardh (Chlorophyceae=Yeşil Algler) Akdeniz'de problem olan istilacı türlerdir. C. taxifolia Türkiye kıyılarında bulunmamasına karşın C. racemosa Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında yayılış göstermektedir. Bu çalışmada, Seferihisar (İzmir, Ege Denizi)'den 2002-2003 yıllarında toplanan C. racemosa'nın biyokimyasal içeriği mevsimsel olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarında toplam su miktarı %92.75-95.93, ham protein %12.94-20.18, inorganik madde (kül) %8.02-19.50 ve suda eriyebilir karbonhidrat 0.65-1.11 mg/100ml olduğu saptanmıştır.*

Anahtar Kelimeler: Algler, *Caulerpa racemosa*, kül, protein, yararlı algler.

Giriş

Ülkemiz kıyılarında *Caulerpa* genusuna ait 6 takson belirtilmiştir; *C. ollivieri* Dostál (Akdeniz); *C. prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux (Akdeniz ve Ege Denizi); *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh var. *racemosa* (Akdeniz ve Ege Denizi); *C. racemosa* var. *lamourouxii* f. *requienii* (Montagne) Weber-van Bosse (Akdeniz); *C. scalpelliformis* (Brown ex Turner) C. Agardh (Akdeniz); *C. sertularioides* (S.G. Gmelin) M. Howe (Marmara Denizi) (Aysel ve diğ. 2001). Bu taksonlar dışında Akdeniz'de iki tür daha bulunmaktadır; *C. mexicana* Sonder ex Kützinger ve *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Gallardo ve diğ. 1993, Cirik ve Akçalı 2002).

Terörist yosun olarak bilinen ve bu adını hızlı yayılabilme özelliğinden alan *C. racemosa*'nın Ege Denizi kıyılarında geniş yayılış alanına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Cirik ve diğ. 2001).

Türkiye'de denizel alglerin biyokimyasal içerikleriyle ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Çetingül ve diğ. 1994, Ertan ve diğ. 1995, Ertan ve diğ. 1997, Çetingül ve diğ. 2000, Çetingül 2001, Fırat ve diğ. 2004). Bu çalışmada *C. racemosa* türünün biyokimyasal içeriği mevsimsel olarak çalışılmıştır.

Yapılan çeşitli araştırmalarda yeşil (Chlorophyceae), kahverengi (Pheophyceae) ve kırmızı (Rhodophyceae) alglerin biyokimyasal değerlerinin alt ve üst sınırları Tablo 1'de verilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma materyalimizi oluşturan *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae=Yeşil Algler) Seferihisar-Haritaçılar Sitesi

sahilinden Ekim 2002-Temmuz 2003 tarihleri arasında mevsimsel olarak örneklenmiştir. Bu tür yatay uzanan 20-50 cm uzunluğunda olup silindirik şeklinde gövdeye benzer kısımlarından tutunma zeminine doğru renksiz ve çok dallı rizoidler çıkar. Üst kısma doğru ise dikey olarak gelişen 5-10 cm boyunda ve üzerinde üzüm salkımı şeklinde yapılar bulunan dallar çıkar. Yaklaşık 3 mm boyundaki bu dalcıkların çapları 1-1,5 mm olup uç kısımları yassı biçimdedir. Daha çok sıcak denizlerde görülen bu tür Akdeniz'de Fransa, Mısır, Tunus, İsrail, Lübnan, Suriye, Yunanistan, İtalya ve Türkiye kıyılarından belirtilmiştir (Gallardo ve diğ. 1993, Verlaque ve diğ. 2000, Cirik ve Akçalı 2002).

Tablo 1. Yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerin biyokimyasal değerleri (Levring ve diğ. 1969, Burkholder ve diğ. 1971, Munda 1972, Ertan ve diğ. 1995, Çetingül, 2001).

	Chlorophyceae (%)	Phaeophyceae (%)	Rhodophyceae (%)
Toplam Su	68-86	66-93	50-90
Inorganik Madde	12-90	11-53	15-75
Total Protein	3-18	12- (15)- 23	3-20
Karbonhidrat	1-47	-----	20-47

Örneklemeler üst-infralittoral zonun 0-2 m derinlikleri arasında maske-şnorkel yardımıyla dalarak elle toplanmıştır. Toplanan örnekler deniz suyu ile birlikte plastik kavanozlara konularak buzluk yardımıyla laboratuara getirilmiştir. Türlerin yabancı maddelerden arındırılması için önce bol çeşme suyu ile sonrada saf su ile yeterince yıkanmış ve ayıklanmıştır. Toplanan alglerin bir kısmı örnekteki su miktarını tayin etmekte kullanılmıştır, geri kalan kısmı önce dışarıda doğal olarak, daha

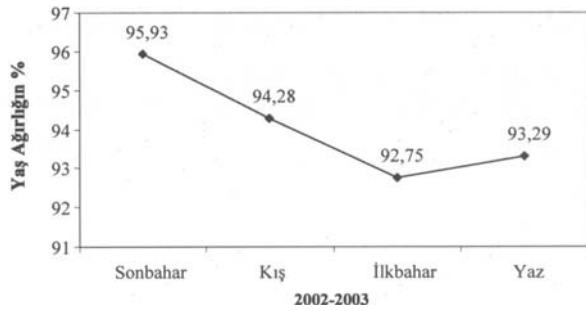
sonra da 70°C'deki etüvde kurutulmuştur. Kuru algler porselen havanda öğütüldükten sonra elekten geçirilmiş ve elde edilen homojen alg tozları bütün işlem ve analizlerde kullanılmıştır.

Su miktarı ve kuru madde tayininde ısıtma-kurutma yöntemi; İnorganik ve organik maddeler tayininde yakma yöntemi; Suda Eriyebilir Karbonhidrat analizinde Anthrone metodu kullanılmıştır; Total Azot Kjeldahl metodu, Protein içeriği 6,25 faktörü ile tespit edilmiştir. Analizlerin sonuçları 3 tekrarin ortalaması alınarak verilmiştir. Ayrıca örnekleme yapılan istasyondan suyun fiziko-kimyasal parametreleri de ölçülmüştür.

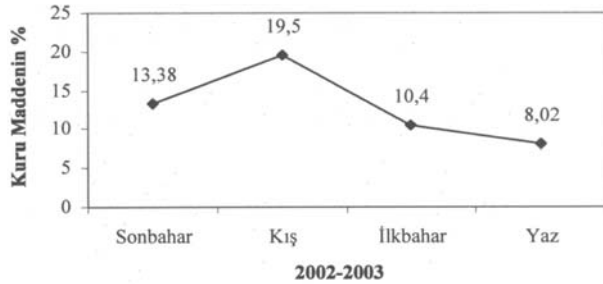
Tablo 2. *C. racemosa*'nın ait analiz sonuçları.

Mevsimler	*Toplam Su Miktarı (%)	*Kuru Madde Miktarı (%)	*İnorganik Madde Miktarı (%)	*Organik Madde Miktarı (%)	Eriyebilir Karbonhidrat Miktarı (mg/100ml)	*Total Azot Miktarı (%)	*Total Protein Miktarı (%)
Sonbahar	95,93	4,07	13,38	86,62	1,11	3,23	20,18
Kış	94,28	5,72	19,50	80,50	0,97	2,99	18,68
İlkbahar	92,75	7,25	10,40	89,60	0,65	2,56	16,00
Yaz	93,29	6,71	8,02	91,98	0,86	2,07	12,94
Ortalama	94,06	5,94	12,83	87,17	0,90	2,71	16,95

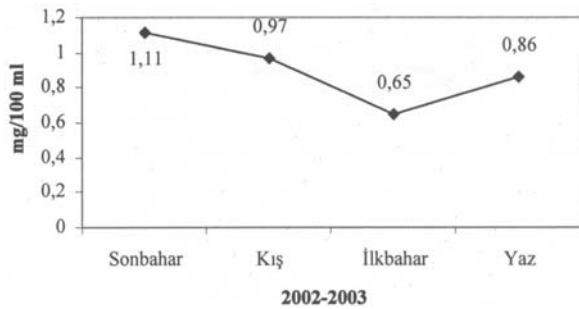
*Kuru Maddenin Yüzdesi; °Yaş Ağırlığının Yüzdesi



Şekil 1. *C. racemosa*'nın toplam su miktarının mevsimsel değişimi.



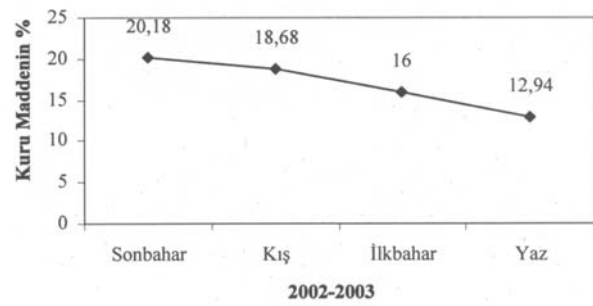
Şekil 2. *C. racemosa*'nın inorganik madde miktarının mevsimsel değişimi.



Şekil 3. *C. racemosa*'nın suda eriyebilir karbonhidrat miktarının mevsimsel değişimi.

Bulgular

C. racemosa türünün analiz sonuçlarında toplam su miktarı ortalama % 94,06, inorganik (kül) % 12,83, ham protein % 16,95 ve suda eriyebilir karbonhidrat 0,90 mg/100ml olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Analiz çalışmaları sonucunda toplam su miktarı, inorganik (kül), ham protein ve suda eriyebilir karbonhidratın mevsimsel değişimi grafik olarak sunulmuştur (Şekil 1-4).



Şekil 4. *C. racemosa*'nın toplam protein miktarının mevsimsel değişimi

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında geniş yayılım alanına sahip olan ve Seferihisar-Haritacılar Sitesi (İzmir) koyundan toplanan *C. racemosa* türünün biyokimyasal analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda *C. racemosa*'nın protein içeriğinin yeşil algler için verilen değerlere göre üst sınır olan %18'e yakın olduğu tespit edilmiştir.

Çetingül ve diğ. (2000) yeşil alg *Cladophora dalmatica* üzerine yaptıkları araştırmada protein miktarı %8,13 olarak belirtilmiştir. Bilgin ve Ertan (2002) *Flabellia petiolata* türü için protein miktarı %22,45, *Halimeda tuna* için ise %13,78 olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında *C. racemosa* yeşil algler içerisinde *F. petiolata* türünden sonra en yüksek değere sahiptir.

South ve Whittick (1987) deniz alglerinin insan gıdası olarak 160 türünün (25 Chlorophyceae, 54 Phaeophyceae, 81 Rhodophyceae) kullanıldığını ve yenilebilir deniz alglerinin çoğunda protein miktarının kuru ağırlığın %20-25'i olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil alglerden yiyecek olarak özellikle *Monostroma*, *Caulerpa*, *Enteromorpha*, *Ulva* türleri kullanılmaktadır.

Tablo 3. *C. racemosa*'nın biyokimyasal içeriğinin diğer yeşil alglerle karşılaştırılması.

	Toplam Su (%)	İnorganik Madde (%)	Total Protein (%)
<i>Caulerpa racemosa</i> (Bu çalışma)	94.06	12.83	16.95
<i>Cladophora dalmatica</i> (Çetingül ve diğ. 2000)	82.28	27.62	8.13
<i>Flabellia petiolata</i> (Bilgin ve Ertan 2002)	73.04	36.87	22.45
<i>Halimeda tuna</i> (Bilgin ve Ertan 2002)	79.16	68.10	13.78

Tablo 4. *C. racemosa* ile diğer bazı alg türlerinin protein içeriği bakımından karşılaştırılması.

Protein (Kuru ağırlığın Yüzdesi)	<i>Caulerpa racemosa</i>		<i>Ulva lactuca</i>	<i>Porphyra tenera</i>	<i>Caulerpa lentillifera</i>	<i>Codium reediae</i>
	(Bu çalışmada)	(Burkholder ve diğ. 1971)	(Fleurence 1999)	(Fleurence 1999)	(McDermid ve Stuercke 2003)	(McDermid ve Stuercke 2003)
	16,95	8,06	10 - 21	33 - 47	9,7	7 - 10,5

Tablo 4'de *C. racemosa* ile gıda endüstrisinde kullanılan diğer alglerin protein oranları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi yaptığımız çalışmada *C. racemosa* türündeki protein oranı uzun yıllardır gıda amaçlı kullanılan alg türlerine bakıldığında gıda için uygun bir değer olarak görülmektedir. *Caulerpa lentillifera* ve *Codium reediae* türlerine oranla protein değerinin daha fazla olduğu görülmektedir (McDermid and Stuercke 2003).

Sonuç olarak; ülkemiz kıyılarında giderek artan bir yayılış alanına sahip olan *C. racemosa* türü, protein içeriği bakımından gıda endüstrisinde kullanılan alglerin protein içeriğine eş değerde olduğu tespit edilmiştir. Bu türün ülkemizde de gıda alanında kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Bunun için bu türle ilgili çalışmalar daha da artırılarak kullanım alanları hayata geçirilmelidir.

Kaynakça

- Aysel, V., A. Gönüz, A. Şenkardeşler, M. Alpaslan and F. Aysel. 2001. Problems of *Caulerpa* Lamour. (Caulerpaceae) of Turkey and will be take measures. OT Sistematiği Bot. Dergisi, 8 (2): 151-156.
- Bilgin, Ş. and Ö.O. Ertan. 2002. Selected chemical constituents and their seasonal variations in *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin and *Halimeda tuna* (Ellis & Solier) J.V. Lamouroux in the Gulf of Antalya (North-eastern Mediterranean). Turk J Bot. 26: 87-90.
- Burkholder, P.R., L.M. Burkholder and L.R. Almodovar. 1971. Nutritive constituents of some Caribbean marine algae. Botanica Marina, 14 (2): 132-135.
- Cirik, Ş., B. Cihangir, A. Choukhi, A. Lök, C. Metin, F. Küçüksezgin, E. Demirkurt, H. Eronat, E.M. Tıraşın, A. Ünlüoğlu, B. Akçalı, R. Kavcıoğlu, O. Altay, A. Konaş. 2001. Akdeniz'de *Caulerpa* türlerinin araştırılması. Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müd., Bitki Koruma ve Erozyonla Mücadele Daire Başk., Proje No: DBTE 128.
- Cirik, Ş. and B. Akçalı 2002. Transporting and settling of introduced organisms of marine environment: legal, economic and ecologic aspects and control of biological invasion. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 19 (3-4): 507-527
- Çetingül, V., B. Dural, V. Aysel and H. Güner. 1994. An investigation on the soluble carbohydrate and protein content of some of the red algae collected from different sites of Izmir Bay (in turkish). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 11 (41): 11-18.
- Çetingül, V., V. Aysel and Y. Kurumlu-Kuran. 2000. Biochemical investigation and heavy metal contents of *Cladophora dalmatica* Kützing and *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* J. Agardh from Aegean Sea (Turkish Coast). Turkish Journal Marine Sciences, 6 (1): 9-22.
- Çetingül, V. 2001. Seasonal changes in composition of *Petalonia fascia* (O.F. Müll.) Kuntze (in turkish). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 18 (1-2): 117-124.
- Ertan, Ö. O., H. Gülyavuz, İ. Turna and S. Savaş. 1995. Seasonal Variation of chemical composition of *Padina pavonia* (L.) Gaillon 1847 in Antalya Bay (in turkish). II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Ankara, 11-13 Eylül 1995.
- Ertan, Ö. O., İ. Turna, H. Gülyavuz, S. Savaş, A. Morkoyunlu and Ş. Ateş. 1997. Seasonal Variation of Chemical Composition in Some Macroalgae (in turkish). S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi 5: 140-153.
- Fırat, C., M. Ozturk, E. Taşkın and O. Kurt. 2004. Seasonal changes in chemical contents of *Padina pavonica* (L.) Lamouroux (Phaeophyceae) and *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux (Rhodophyceae) *SDÜ, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 11 (1): 47-52.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science & Technology 10: 25-28.
- Gallardo, T., A. Gómez Garreta, M. A. Ribera, M. Cormaci, G. Furnari, G. Giaccone and C. Boudouresque. 1993. Check-list of Mediterranean Seaweeds. II. Chlorophyceae Wille s.l., Botanica Marina, 36: 399-421.
- Levring, T., H.A. Hoppe and O.J. Schmid. 1969. Marina Algae: A survey of research and utilization. Cram De Gruyter and Co., 421 p. Hamburg.
- McDermid, K.J. and B. Stuercke 2003. Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. Journal of Applied Phycology, 15: 513-524
- Munda, I. 1972. On the chemical composition, distribution and ecology of some common benthic marine algae from Iceland. Botanica Marina, 15 (1): 1-45.
- Parekh, R.G., L.V. Maru and M.J. Dave. 1977. Chemical composition of green seaweeds of Saurashtra Coast. Botanica Marina, 20: 359-362.
- South, G.R. and A. Whittick. 1987. Introduction to Phycology. Blackwell Sci. Publications, Great Britain.
- Verlaque, M., C. F. Boudouresque, A. Meinesz and V. Gravez. 2000. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpaceae, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. Botanica Marina 43: 49-68.