

***Petalonia fascia* (O.F. Müll.) Kuntze'nın Biyokimyasal Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi**

Vildan Çetingül

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *Seasonal changes in composition of Petalonia fascia (O.F.Müll) Kuntze.* In this investigation the seasonal changes in biochemical composition of one of benthic algae *Petalonia fascia* which belongs to divisio of Phaeophyta and its potential use as raw material were also estimated. The samples were collected from littoral zone of Narlıdere station of İzmir Bay seasonally. The parameters had been determined as contents of water, ash, protein, fat and as mineral matters nitrogen, phosphorus, sodium, potassium, magnesium, iron, copper, zinc, manganese. Additionally the amounts of chlorophyll a, chlorophyll b, charetenoides were also determined. According to the results of chemical analyses, water, ash, protein and fat contents were ranged between 79.19-85.06% (wet weight), 18.42-22.80% (dry weight), 12.00-23.87%, 1.21-3.25% respectively. The amount of pigments were determined as maximum level in April and in minimum level in July. İnorganic materials such as nitrogen were found 1.92-3.82%, phosphorus 3800-6950 ppm, potassium 26600-48000 ppm, sodium 4800-7100 ppm, calcium 1350-2200 ppm, magnesium 0.10-0.18 % (dry weight), iron 310-530 ppm, copper 2.01-3.84 ppm, zinc 40.02-55.14 ppm, manganese 12.41-33.12 ppm were determined.

Key Words: Biochemical composition, *Petalonia fascia*

Özet: Bu çalışmada, bentik alglerden Phaeophyta divisiosuna ait *P. fascia*'nın bazı biyokimyasal bileşenlerinin mevsimlere göre değişimi ve hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Örnekler, İzmir Körfezi-Narlıdere istasyonunun littoral zonundan mevsimsel olarak toplanmıştır. Bu çalışmada saptanan parametreler şunlardır: Su, kül, protein, yağ, mineral maddeler olarak da azot, fosfor, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, çinko, manganez'dir. Ayrıca klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları da tespit edilmiştir. Türün kimyasal analiz sonuçları şöyle belirlenmiştir. Su miktarı % 79.19-85.06 (yaş ağırlığın), kuru ağırlığın %18.42-22.80'i kül, %12.00-23.87'i protein, %1.21-3.25'i yağ olarak bulunmuştur. Pigmentlerin miktarları ise nisan ayında maksimum, temmuz ayında ise minimum düzeyde saptanmıştır. İnorganik maddelerden (kuru ağırlıkta) azot %1.92-3.82, fosfor 3800-6950 ppm, potasyum 26600-48000 ppm, sodyum 4800-7100 ppm, kalsiyum 1350-2200 ppm, magnezyum % 0.10-0.18, demir 310-530 ppm, bakır 2.01-3.84 ppm, çinko 40.02-55.14 ppm, manganez 12.41-33.12 ppm arasında tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyokimyasal kompozisyon, *Petalonia fascia*.

Giriş

Dünyanın artan nüfusunun ortaya çıkardığı hammadde gereksinimi, beslenme sorunları ve kirlenme problemleri ülkeleri içsu ve denizlerin canlı kaynaklarına yöneltmiş bulunmaktadır. Hatta yapılmış olan birçok araştırmalar, sucul kaynak-

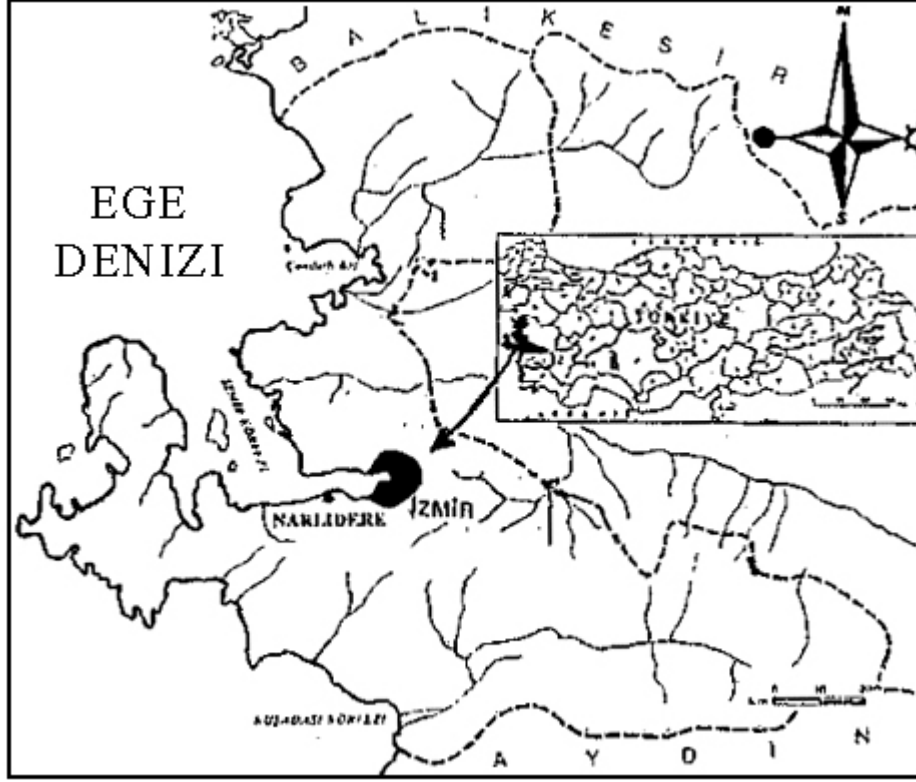
lardan elde edilen protein miktarının karasal organizmalardan elde edilenlere eşdeğerde olduğunu ortaya koymuştur (Lee ve diğ., 1977; Jeon ve diğ., 1980). Alglerin endüstriyel kullanımı çok eski yıllarda soda ve iyot üretiminden başlayarak alginat, karragen ve agar gibi ekstrakte edilen organik maddeler

eldesine kadar değişmiştir (Zablackis ve Santos, 1986; Desikachary, 1967; Haug ve Jensen, 1954; Güven ve diğ., 1975). Dünyada ekonomik amaçlarla toplanan ve kültürü yapılan alglerin % 50'si gıda sanayinde, % 40'ı ilaç ve kozmetik sanayinde % 10'u da diğer çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Güner ve Aysel, 1989; Güven, 1970). Deniz alglerinin kimyasal bileşimleri kara bitkilerinkinden farklı olup mevsimlerden, iklim ve algi çevreleyen suyun kimyasal bileşiminden etkilenmektedir (Zavodnik, 1973). Bununla beraber alglerin kimyasal bileşimi onların kullanım alanlarını da belirler (Murthy ve Radia, 1978). Kahverengi alglerden elde edilen maddelerin başında alginik asit olmak üzere fukoidan, laminaran ve mannitol gelmektedir (Güner ve Aysel, 1989). Kahverengi alglerden olup yapraksı bir yapıya sahip olan *Petalonia sp.*'nin çeşitli (tuzluluk üzerine Munda, 1978a; sistematik üzerine Searles ve Schneider, 1978; Calvin ve Lindstrom, 1980; Garbary, 1976; Zeybek ve diğ., 1986; Kitayama ve diğ.,1995; Bárbara ve Cremades, 1996; kimyasal olarak Coulson 1955; Takagi ve diğ.,1970; Augier, 1977; Sugimura ve diğ.,1981; ekolojik olarak Munda, 1978 b; Femino ve Mathieson, 1980 v.s.) çalışmaları yapılmıştır. Araştırmada yer alan *P.fascia*'nın kimyasal bileşenlerinin kantitatif olarak tayin edilmesi bu algin ekonomik olarak kullanılabilirliğini belirlemiş olacaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal olarak 1997 yılı Nisan-Temmuz-ekim-ocak aylarında İzmir Körfezi Narlıdere-Sahil Evleri'nden toplanmış olan (Şekil 1) *Petalonia fascia* (O.F.Müll.) Kuntze seçilmiştir. Toplanan algler laboratuvarında biyokimyasal çalışmalar için önce çeşme suyuyla sonrada destile suyla iyice yıkandıktan sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur. Yaş

materyallerden önce birer gram alınarak su miktarları için 70°C'lik etüvde 8-10 saat tutulmuştur.Böylelikle yaş ve kuru ağırlık arasındaki farkın bulunmasıyla alglerin su miktarları saptanmıştır (A.O.A.C.,1975). Kurutulmuş materyallerin kül miktarları ise standart yöntem uygun olarak öğütülmüş birer gram örneğin 600°C'de sekiz saat yanmasıyla belirlenmiştir (A.O.A.C., 1975). Azot (N), fosfor (P), sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarları da Bremner (1965)'in mikro Kjeldahl yöntemi uygulanarak saptanmıştır. Protein miktarları total azot değerinin 6.25 ile çarpılmasıyla bulunmuştur. Fosfor miktarları spektrofotometrede 436 nm dalga boyunda sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarları ise alev fotometresinde tespit edilmiştir. Materyalin yağ miktarları ise Soxlet ekstraksiyonuyla saptanmıştır. Kurutulmuş materyalin iz element düzeyleri ise (demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), manganez (Mn), nitrik asit-perklorik asit karışımı ile yaş yakma yöntemine göre analiz edilmiştir ve atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS - Varian Tectron 1250) değerler okunmuştur (Uysal ve Tunçer, 1982). Fotosentetik pigment (klorofil a, b, toplam klorofil (a+b) ve karotenoid) miktarları klasik % 80 aseton ekstrak-siyonuna tabi tutularak saptanmıştır. Elde edilen pigment ekstrak-tında, spektrofotometre ile klorofil a (Kl a) için 663 nm, klorofil b (Kl b) için 645 nm ve karotenoid için ise 450 nm' deki absorbans değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen 663 ve 645 nm absorbans değerleri Kirk (1968) tarafından ortaya konan nomograma uygulanarak Kl a, Kl b ve toplam Kl (a+b) miktarları bulunmuştur. 450 nm' deki absorbans değeri, Kocaçalışkan ve Kadroğlu (1990) tarafından aşağıdaki formüle uygulanarak karotenoid miktarı belirlenmiştir. Toplam karotenoid = $4.07 \cdot A_{450} - (0.0435 \cdot Kl a mik. + 0.367 \cdot Kl b mik.)$



Şekil 1. Araştırma bölgesi

Bulgular

Araştırma süresince alglerde yapılan tayinlerde maksimum su oranı nisan ayında % 85.06, minimum su oranı ise temmuz ayında % 79.19 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Protein oranlarında gözle görülür bir mevsimsel değişim gözlenmiş olup değişim % 23.87 ile % 12.00 arasında saptanmıştır (Tablo 1). Yapılan analizler sonucunda yağ oranlarının nisan ayında maksimum değere (% 3.25), ocak ayında ise minimum değere (% 1.21) değere ulaştığı görülmüştür (Tablo 1). Kl a miktarı nisan ayında en yüksek (%20.60), temmuz ayında ise en düşük (12.40) düzeyde bulunmuştur (Tablo 1). Kl b miktarının maksimum ve minimum değerleri % 12.84 (nisan) ve % 7.12

(temmuz) olarak saptanmıştır (Tablo 1). Toplam Kl (a+b) miktarı en yüksek oranda nisan (% 33.44), en düşük oranda da temmuz ayında (% 19.52) ayda tespit edilmiştir (Tablo 1). Karotenoid değerleri ise en yüksek oranda nisan ayında (% 3.47), en düşük oranda da temmuz ayında (% 0.89) tespit edilmiştir (Tablo 1).

Kül tayinleri sonucunda maksimum oranın % 22.80 (nisan), minimum oranın ise % 18.42 (temmuz) olduğu bulunmuştur (Tablo 2). P miktarının 6950 ppm (nisan) ile 3800 ppm (ekim) arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 2). Ca 'un maksimum oranı 2200 ppm (nisan), minimum oranı ise 1350 ppm (ekim) olarak saptanmıştır (Tablo 2). Na değerleri 7100 ppm (temmuz) ile 4800 ppm (ocak) arasında, K değerleri ise

48000 ppm (nisan) ile 26600 ppm (ocak) arasında değişmektedir. (Tablo 2). Mg miktarının % 0.18 (nisan) ile % 0.11 (ocak) arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

İz elementlerden Fe 'in maksimum ve minimum düzeyleri 530 ppm (nisan)

ile 310 ppm (ocak) arasında, Cu 'in değerleri ise 3.84 ppm (temmuz) ile 2.01 ppm (ocak) arasında bulunmuş iken Zn miktarları 40.02 ppm ve 55.14 ppm (temmuz ve ekim) arasında, Mn miktarları ise 12.41 ppm ve 33.12 ppm (nisan ve temmuz) arasında saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. *Petalonia fascia'* nin organik bileşenleri (% kuru ağırlık, *% yaş ağırlık)

Parametreler	Aylar			
	Nisan	Temmuz	Ekim	Ocak
*T.Su	85.06 ± 2.56	79.19 ± 2.66	81.02 ± 1.64	83.12 ± 0.89
Kuru madde	14.94 ± 0.48	20.81 ± 1.08	19.28 ± 0.46	16.88 ± 0.89
T.Protein	23.87 ± 0.36	17.18 ± 1.36	12.00 ± 0.86	19.87 ± 0.76
Yağ	3.25 ± 0.58	1.80 ± 0.10	1.75 ± 0.07	1.21 ± 0.15
Kl a	20.60 ± 0.13	12.40 ± 0.14	14.22 ± 0.09	17.80 ± 0.08
Kl b	12.84 ± 0.07	7.12 ± 0.10	8.56 ± 0.13	11.64 ± 0.88
Kl (a+b)	33.44 ± 2.35	19.52 ± 0.44	22.78 ± 0.26	29.44 ± 1.51
Karotenoit	3.47 ± 0.10	0.89 ± 0.02	1.53 ± 0.02	1.56 ± 0.07

Tablo 2. *Petalonia fascia'* nin inorganik bileşenleri (ppm, *%kuru ağırlık)

Parametreler	Aylar			
	Nisan	Temmuz	Ekim	Ocak
Kül	22.80±0.93	18.42±0.70	19.34±0.57	20.56±1.04
*N	3.82±0.15	2.75±0.10	1.92±0.08	3.18±0.15
P	6950±98.48	5100±48.53	3800±132.2	4050±80.89
K	48000±1552.42	41000±1322.88	32590±629.84	26600±624.5
Na	6900±96.43	7100±85.44	6600±141.77	4800±82.61
Ca	2200±34.64	1500±87.17	1350±96.43	1600±62.45
*Mg	0.18±0.01	0.14±0.01	0.10±0.01	0.11±0.01
Fe	530±8.00	450±9.53	328±16.64	310±7.81
Cu	2.37±0.12	3.84±0.12	2.62±0.15	2.01±0.05
Zn	44.71±0.71	40.02±0.12	55.14±0.20	41.12±0.23
Mn	12.41±0.20	33.12±0.21	21.38±0.12	15.82±0.18

Tartışma

P. fascia' nin vegetatif gelişmesiyle meydana gelen alg dokularındaki su içeriği nisan ayında hızlı bir şekilde artmıştır ve üreme periyodu esnasında maksimum değere ulaşmıştır. Suyun minimum içeriği ise temmuz ve de ekim ayında tallusun yaşlandığı zamanda saptanmıştır (Tablo 1).

Alglerin azot miktarı tuzluluğa ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak

değişmektedir. Bu nedenle büyüme ve üreme sırasında azot miktarları azalır veya artar (Munda ve Gubensek 1976). Kışın azalan ışık şiddetiyle deniz alglerinin metabolizmalarında değişimler olmaktadır. Bu durum düşük molekül ağırlıklı peptitlerle taze amino asitlerin birikmesine ve protein sentezinin azalması veya durdurulmasına neden olmaktadır (Haas ve Hill 1933). *P. fascia'* nin azot ve protein miktarları da kışın ve ilkbaharda daha yüksek, yazın ve

sonbaharda ise daha düşük oranlarda bulunmuştur (Tablo 1). Alglerdeki maksimum protein birçok türde mart ayında, çoğunlukla türlerin en hızlı büyüme periyodunda, minimum protein miktarı ise tallus yapısının bozulmaya başladığı zaman meydana geldiği belirtilmiştir (Zavodnik ve Juranic, 1982). Ercegovic (1952) bazı kahverengi alglerle yaptığı çalışmada, alglerin protein miktarının tüm kış ve erken ilkbaharı içeren vegetatif periyotta maksimuma ulaştığını ve mayıs ayında da minimuma düştüğünü belirtmiştir.

Türün yağ içeriğindeki mevsimsel değişimlerin algin büyümesine bağlı olarak geliştiği saptanmıştır. Vegetatif büyümenin olduğu ilkbaharda (nisan) yağ oranı maksimum düzeyde bulunmuştur (Tablo 1). Bu sonuçlar, çeşitli kahverengi alglerle çalışan Zavodnik (1973, 1983) ve Munda (1962)'nin elde ettikleri sonuçlara uygunluk göstermektedir. Klorofil içeriğindeki değişimlerin vegetatif büyüme esnasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Kl a ve Kl b' nin yüksek konsantrasyonları büyümenin başlamasıyla saptanmış olup tallin bozulmaya başlamasıyla pigment miktarlarında düşme kaydedilmiştir (Tablo 1). Elde edilen bu sonuçlar Zavodnik (1973)'in sonuçlarına paralellik göstermektedir. Bu türün pigment konsantrasyonlarının algin azot ve protein içeriği ile ilişkili olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Zavodnik (1987) *Ulva rigida* C.Ag. ve *Porphyra leucosticta* Thuret'in klorofil içerikleri ile azot içeriğinin alakalı olduğunu belirtmiştir. *P.fascia*'nın karotenoid içeriğinin klorofil içeriğiyle ilişki içinde olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu sonuçlar Zavodnik (1973, 1987)'in sonuçlarına da uyum göstermektedir. Büyükkışık (1990)'da İzmir Körfezi'ndeki fitoplanktonların klorofil seviyelerinin, azotlu bileşiklerde artışa bağlı olarak yükseldiğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda alglerdeki yüksek pigment konsantrasyonların, çevre

deniz suyundaki esas nutrientlerin artmasıyla da bulunduğu belirtilmiştir (Laiponte ve Tenore 1981, Lee ve Titly Yanov 1978). Zavodnik (1987)'de yüksek pigment içeriğinin deniz suyunun yüksek nitrat miktarından dolayı olabileceğini ileri sürmüştür. Zavonik (1979) *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link'nin kirli ortamdaki klorofil ve karotenoid miktarlarının temiz ortamdaki miktarlarına nazaran daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Zaten kirliliğin de söz konusu olduğu Narlıdere'de bulunan bu türün azot ve pigment konsantrasyonları da yüksek bulunmuştur.

Kül içeriğinin de nisan ayında arttığı, temmuz ayında düşüş gösterdiği görülmüştür (Tablo 2). Bu sonuçlar Munda (1962) ve Zavodnik (1973)'in kahverengi alglerle yaptıkları çalışmaların sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, türün kül miktarlarıyla protein miktarlarının paralellik gösterdiği, protein değerlerinin arttığı zamanlarda kül değerlerinin de arttığı görülmektedir (Tablo 2). Bu durum, *Petalonia*'nın vegetatif gelişmesinin hızlı olduğu zamanda (nisan ayında) saptanmıştır.

Klorofil içeriğinin azot içeriğiyle paralellik göstermesine karşın, fosfor içeriği ile ilişkisinin olmadığı da belirtilmiştir (Zavodnik, 1987). P ve N alg formlarının büyümesi için gerekli elementlerdir (Blinks, 1951). Yapılmış olan birçok çalışmada, bentik türlerin N ve P oranlarının mevsimlere, bölgelere ve deniz suyuna göre bir değişim gösterdiği bildirilmiştir (Munda, 1962; Zavodnik, 1983). Deniz suyundaki nutrientlerin çeşitli konsantrasyonlarının, alglerdeki N ve P miktarlarının düşük veya yüksek seviyelerini de düzenlediği belirtilmiştir (Provasoli, 1969). Deniz suyunun esas elementlerinden olan Na, K, Ca ve Mg iyonlarının alg hücrelerindeki fazla birikiminin plazmolemma ile sağlandığı ileri sürülmüştür (Walker, 1957). Bu türün

P, K, Na, Ca ve Mg miktarları mevsimsel olarak farklılık göstermektedir (Tablo 2). Sitakararao ve Tipnis (1967) alglerdeki Na ve K içeriğinin mevsimle ve ekolojik faktörlerle ilişkisi olmadığını belirtmişlerdir. Ho (1981) ise yerleşim bölgelerinden toplanan alglerin hücrelerindeki N, P, Ca ve diğer mineral elementlerin kırsal alandan toplananlara nazaran daha fazla olabileceğini ileri sürmüştür. Bu çalışmada *P. fascia*'nın Na ve K miktarları mevsime bağlı olmaksızın fazla bulunmuştur ve çalışma periyotları sırasında bu türün K miktarı Na, Ca, Mg miktarlarından daha fazla miktarda bulunmuştur (Tablo 2). Bu sonuçlar da Vinogradov (1953) ve Murthy ve Radia (1978)'nin sonuçlarına paralellik göstermektedir. Ayrıca *P. fascia*'nın Ca ve Mg değerlerinin en yüksek olarak ilkbahar örneklerinde görülmesinin sebebini, türün tallusunun vegetatif gelişmesinin en fazla zaman olduğuna bağlayabiliriz. İz elementler algler tarafından çevresindeki sudan geçerek birikmekte (Zingde ve diğ., 1976) ve çözülmüş iyonik halde bulunmaktadır (Bryan ve Humestane, 1973). Alglerdeki iz element değişimi, çevredeki iz elementlerin değişiminden ve hücrelerindeki metabolik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Diğer yandan bu türde ölçülen iz element düzeylerinin de mevsimlere göre değişimler gösterdiği bulunmuştur (Tablo 2). Fe, Cu, Zn ve Mn arasında mevsime bağlı olmaksızın en fazla bulunan element Fe olmuştur (Tablo 2). Çetingül ve Aysel (1998) aynı istasyondan alınmış kahverengi alglerin (*Dictyopteris polypodioides* (D.C.) Lam., *Cystoseira barbata* (Good. et Woodw.) C.Ag., *C. compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin), *Colpomenia sinuosa* (Mert. et Roth) Derb. et Sol. in Castagne, *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lam., *Halopteris scoparia* (L.) Sauv.) ortalama Zn miktarını 31.25-360.25 $\mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) arasında bulmuşlar iken bu

çalışmada *P. fascia*'nın Zn miktarı 40.02-55.14 ppm arasında bulunmuştur (Tablo 2). Aynı şekilde bu çalışmada Cu (2.01-2.37 ppm) en düşük oranda bulunan element olup Çetingül ve Aysel (1998)'in yaptıkları çalışmadaki (Narlidere istasyonu) kahverengi alglerin Cu miktarlarından (4.68-48.48 $\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık) daha az oranda saptanmıştır (Tablo 2). Mn ise Zn'dan miktar olarak daha düşük oranda bulunmuştur (Tablo 2). Munda (1978 b), Cirik ve diğ., (1988) ve Erdin ve Özsöz (1983) kahverengi alglerle yaptıkları çalışmalarda, Mn miktarını Zn miktarından daha fazla bulmuşlardır.

Bu araştırmanın bulgularına göre, iz elementlerin konsantrasyonlarının düzeyleri Fe>Zn>Mn>Cu sırasını takip etmiş olup, bu durum alg türlerinde sağlanan iz element birikim sırasına (Munda, 1978 b; Cirik ve diğ., 1988) yakınlık göstermektedir.

Alglerin kullanım alanını belirleyebilmek için önce onun kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Deniz alglerinin kimyasal yapısı, içinde bulunduğu suyun kimyasal bileşimini yansıtmakla kalmayıp mevsimsel değişimleri de göstermektedir. Aynı zamanda alglerin hayat devresindeki mevsimsel değişimler onun kimyasal yapısını da değiştirmektedir.

Bu nedenle ekonomik önemi olabileceği düşünülen *P. fascia*'nın besin kaynağı olarak kullanımı yanında tarımda hayvan yemi ve gübre için de ham ve tamamlayıcı madde olarak değerlendirilmesi bakımından önemi üzerinde durulmalıdır.

Kaynakça

- A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Horwitz, W (ed.). 12th Edition.
- Augier, H. 1977. Les hormones des algues. Etat actuel des connaissances. V-Index alphabétique par espèces des travaux de caractérisation des hormones

- endogènes. Bot. Mar. XX:187-203.
- Bárbara, I., Cremades, J. 1996. Seaweeds of the Ria de A Coruña (NW Iberian Peninsula, Spain). Bot. Mar. 39:371-388.
- Blinks, L.R. 1951. Physiology and biochemistry of algae. In: Manual of Phycology (Ed. Smith, G.M.), 263-291.
- Bremner, M. M. 1965. Total nitrogen. Editör C.A.Black. Methods of Soil Analysis. Part. 2. Amer. Soc. of Agr. Inc., Pub., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1149-1178.
- Bryan, G.W., Hummerstone, L.G. 1973. Brown seaweeds as indicators of heavy metals in estuaries in South West England. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 53: 705-720.
- Büyükkışık, B. 1990. Zooplankton grazing Inner the Part of Izmir Bay. XXXIIe Congres-Assemble Pleinere PerPignan, Comite d'Océanographie Chimique, 15-20 Octobre, 1990, France. Rapp. comm. Int. Mer Medit., 32.1,5.
- Calvin, N.I., Lindstrom, S.C. 1980. Intertidal algae of Port Valdez, Alaska: Species and distribution with annotations. Bot. Mar. XXIII: 791-797.
- Cirik, Ş., Uysal, H., Parlak, H., Demirkurt, E., Küçüksezgin, F. 1988. Heavy metal accumulation by marine vegetation in polluted waters of Izmir Bay. International Symposium on Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries. Balçova, İzmir, 33-38.
- Coulson, C.B. 1995. Plant proteins. V. Proteins and amino acids of marine algae. J. Sci. Food Agr. 6, 674-682.
- Çetingül, V., Aysel, V. 1998. Ekonomik değerdeki bazı kahverengi ve kırmızı alglerin ağır metal birikim düzeyleri. E.Ü. Su Ürün. Der. 15.1-2: 63-76.
- Desikachary, T.V., 1967. Seaweed resources of India, Proc. Seminar Sea salt and flora (Ed. Krishnamurthy, V.) Bhavangar.
- Ercegovic, A., 1952. Jadranske cistozire. Fauna i Flora Jadrana. 2:1-212. Split.
- Erdin, N., Özsöz, Ş., 1983. Deniz alglerinin anorganik element içerikleri. E.Ü. Faculty of Science Journal Series B, 501-507.
- Femino; R.J., Mathieson, A.C. 1980. Investigations of New England marine algae IV. The ecology and seasonal succession of tide pool algae at Bald Head Cliff, York, Marine, U.S.A. Bot. Mar. XXIII: 319-332.
- Garbary, D. 1976. Life-forms of algae and their distribution. Bot. Mar. XIX: 97-106.
- Güner, H., Aysel, V. 1989. Tohumuz bitkiler sistematigi, Cilt I. E.Ü. Fen Fak. Kitaplar Serisi 108, 245 s.
- Güven, K.C. 1970. Memleketimiz deniz yosunlarının değerlendirilmesi, Eczacılık Bülteni, XII (2), 162-164.
- Güven, K.C. Güler, E., Berkarda, B., Aktin, E., Koyuncuoğlu, H., Hakyemez, G., Bergişadi, N., Güven, N. 1975. Algler üzerinde kimyasal ve farmakolojik araştırmalar. T. B. T. A. K. V. Bilim Kongresi, 13-22.
- Haas, P., Hill, T.G. 1933. Observations on the metabolism of certain seaweeds. Ann. Bot. 47: 55-67.
- Haug, A., Jensen, A. 1954. Seasonal variations in the chemical composition of *Alaria esculenta*; *Laminaria saccharina*, *Laminaria hyperborea* and *Laminaria digitata* from Northern Norway. Norwegian Institute of Seaweed Research. Oslo Report, 4, 1-14.
- Ho, Y.B. 1981. Mineral element content in *Ulva lactuca* L. with reference to eutrophication in Hong Kong coastal waters. Hydrologia 77: 43-47.
- Jeon, Y.H., Lee, K.O., Ryu, H.S., 1980. Studies on the extraction of seaweed proteins. Extraction of water soluble proteins in unexploited seaweeds. J. Kor. Soc. Food & Nut. 9:(1), 15-22.
- Kirk, J.T.O. 1968. Studies on the dependence of chlorophyll synthesis on protein synthesis in *Euglena gracilis* together with a nomogram for determination of chlorophyll concentration. Planta (Berl.), 78: 200-207.
- Kitayama, T., Dai, H.P., Han, J.X. 1995. Brown algae from Zhoushan Islands, Zhejiang Province, China. Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany) 21 (4):169-178.
- Kocaçalışkan, İ., Kadioğlu, A., 1990. Bitki fizyolojisi laboratuvar klavuzu. Atatürk Üniv., Fen-Edeb. Fak. yayını No:119, Erzurum, 40 s.
- Laiponte, B.E., Tenore, K.R. 1981. Experimental outdoor studies with *Ulva fasciata* Delile. I. Interaction of light and nitrogen on nutrient uptake, growth and

- biochemical composition. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 53: 135-152.
- Lee, K.O., Ryu, H.S., Woo, S.I. 1977. II- Extraction of NaCl and alcohol soluble proteins. Bull.Kor. Fish. Soc. 10: 189-197.
- Lee, B.D., Titlyanov, E.A. 1978. Adaptation of benthic plants to light. III.Content of photosynthetic pigments in thallus of marine macrophytes from differently illuminated habitats. Biologia morya 2: 47-55. (In Russian)
- Munda, I. 1962. Geographical and seasonal variations in the chemical composition of some Adriatic brown algae. Nova Hedwigia IV. Weinheim Cramer II, 263-274.
- Munda, I., Gubensek, F. 1976. The amino acid composition of some common marine algae from Iceland. Bot. Mar. XIX: 85-92.
- Munda, I.M. 1978 a. Salinity dependent distribution of Benthic algae in estuarine areas of Icelandic fjords. Bot.Mar. XXI: 451-468.
- Munda, I.M. 1978b. Trace metal concentrations in some Icelandic seaweeds. Bot.Mar. XXI: 261-263.
- Murthy, M.S., Radia, P. 1978. Eco-biochemical studies on some economically important intertidal algae from Port Okha (India). Bot.Mar. XXI: 417-422.
- Provasoli, L. 1969. Algal nutrition and eutrophication. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1700: 574-593.
- Searles, R.B., Schneider, C.W. 1978. A checklist and bibliography of North Carolina seaweeds. Bot.Mar. XXI: 99-108.
- Sitakararao, V., Tipnis, U.K. 1967. Chemical composition of some marine algae from Gujarat State. Proc.Sem.Sea,Salt and Plants,Bhavnagar,India (Ed.V. Krishna-murthy), 277-289.
- Sugimura, Y., Hase, T., Matsubara, H., Shimokoriyama, M. 1981. Studies on algal cytochromes. III. Amino acid sequence of cytochrome c-553 from a brown alga, *Petalonia fascia*. J.Biochem. Tokyo. Oct; 90 (4): 1213-9.
- Takagi, N., Hsu, HY., Takemoto, T. 1970. Studies on the hypotensive constituents of marine algae. V.Amino acid constituents of *Petalonia fascia*. Yakugaku-Zasshi. Jul; 90 (7): 899-902.
- Uysal, H., Tunçer, S. 1982. Levels of heavy metals in some commercial food species in the Bay of Izmir (Turkey). VI^{es} Journées Etud.Poll. Cannes, CIESM, 323-327.
- Vinogradov, A.P. 1953. The elementary chemical composition of marine organisms. Sears Found, Mar. Res., Mem. II. New Haven, 647 pp.
- Walker, N.A. 1957. Ion permeability of the plasmolemma of the plant cell. Nature, 180: 94-95.
- Zablockis, E., Santos, G.A. 1986. The carrageenan of *Catanelia nipae* Zanard., a Marine Red Algae. Bot. Mar. XXIX: 319-322.
- Zavodnik, N. 1973 a. Seasonal variations in rate of photosynthetic activity and chemical composition of littoral seaweeds common to North Adriatic. Part.I. *Fucus virsoides* (Don). J.Ag. Bot.Mar. 16: 155-165.
- Zavodnik, N. 1979. Observations on *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link (Phaeophyta, Ectocarpales) in the North Adriatic Sea. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit. 25/26 (4):197-198.
- Zavodnik, N., Juranic, Lj. 1982. Content of phosphorus and protein in seaweeds from the area of Fazana (North Adriatic Sea). Acta Adriat. 23: 271-279.
- Zavodnik, N. 1983. Influence of sewage on the growth and chemical composition of seaweeds. Konf. Aktuelnim Problemima Zastita Voda 83. Knjiga 1: 39-43 (In croatian).
- 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. Bot. Mar. 30: 71-83.
- Zeybek, N., Güner, H., Aysel, V., 1993. The marine algae of Turkey / Türkiye deniz algleri. Proceed. 5th Optima Meeting Istanbul, 8-15 Sept. 1986, 169-197.
- Zingde, M.D., Singbal, S.Y.S., Moraes, C.F., Reddy, C.V.G. 1976. Arsenic, copper, zinc and manganase in marine flora and fauna of costal and esturine waters around Goa, India. Ind. J. Mar. Sci. 5: 212-217.