

Giresun'dan Toplanan *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh Deniz Yosununun Antioksidan Aktivitesinin İncelenmesi

Bahar BİLGİN SÖKMEN¹, Sinem AYDIN², Yasemin SAĞKAL¹, İhsan AKYURT²

¹Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

²Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: bahar.sokmen@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.11.2016

Kabul Tarihi: 15.11.2016

Özet

Karadeniz (Giresun, Türkiye), zengin deniz yosunu kaynaklarına sahiptir, fakat deniz yosunlarının biyolojik aktiviteleri ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu araştırma, kahverengi bir yosun olan *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (*Cystoseiraceae*) (*C. barbata*)'nın antioksidan aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Total fenolik içeriği Folin-Ciocalteu metodu ile belirlendi. Antioksidan aktivite (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (DPPH) radikal giderme aktivitesi, 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) radikal giderme aktivitesi, indirgeme gücü ve toplam flavonoid içeriği tayinleri kullanılarak saptandı. *C. barbata*'nın sulu ekstresinin ve standart antioksidanların DPPH ve ABTS radikali giderme aktiviteleri Rutin>Trolox>*C. barbata* yosun ekstresi şeklinde bulunmuştur. Total fenolik ve flavonoid içeriği, sırasıyla 94,55 ± 0,006 mg gallik asid eşdeğeri/g ekstre ve 45,92 ± 0,011 mg kateşin eşdeğeri/g ekstre olarak belirlendi. Tüm antioksidan tayinlerinde, ekstre nin aktivitesi konsantrasyona bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır. DPPH ve ABTS tayinlerindeki IC₅₀ değerleri, sırasıyla 971,36 ± 51,82 and 1247,72 ± 35,70 µg/mL'dir. İndirgeme gücünün 200 µg/mL konsantrasyondaki absorbans değeri, 0,133 ± 0,002'dir.

Anahtar Sözcükler: *Cystoseira barbata*, Kahverengi alg, Antioksidan aktivite.

Investigation of the Antioxidant Activity of Seaweed *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh Collected from Giresun

Abstract

The Black Sea (Giresun, Turkey) has rich seaweed sources, but few studies has been encountered about their biological activity. The target of the current exploration is to define the *in vitro* antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (*Cystoseiraceae*) (*C. barbata*) which is a brown algae. Total phenolic content was determined via Folin-Ciocalteu method. The antioxidant activity was determined by using four methods 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radical scavenging assay, reducing power and total flavonoid content assays. DPPH and ABTS radical scavenging activities of the extract and standards were found the this order: Rutin>Trolox>extract of *C. barbata*. A total phenolic and flavonoid contents of 94.55 ± 0.006 mg gallic acid equivalent/g extract and 45.92 ± 0.011 mg catechin equivalent/g extract were determined, respectively. In all antioxidant assays, the activity of the extract increased significantly in a concentration dependent manner. The IC₅₀ values in the DPPH and ABTS assays were 971.36 ± 51.82 and 1247.72 ± 35.70 µg/mL, respectively. The absorbance value in 200 µg/mL concentration of reducing power is 0.133 ± 0.002.

Key Words: *Cystoseira barbata*, Brown algae, Antioxidant activity.

Giriş

Deniz ortamı karasal doğal ürünlerde bulunmayan yapısal/kimyasal olarak farklı özellikler sergileyen olağanüstü bir biyoaktif doğal ürün rezervidir. Bu bileşikler karasal ekosistemlerden farklı metabolik yollarla sentezlenmektedir. Deniz algleri tarafından sentezlenen bu bileşikler, mevsimsel farklılıklar ve coğrafik dağılıştan etkilenmektedir (Kolsi ve ark., 2015). Ayrıca, günümüzde bu bileşiklerden farmasötik, besin endüstrisi, ilaç ve kozmetik sanayinde de faydalanılmaktadır (Badea ve ark. 2009).

Yüksek miktarda esansiyel ve serbest amino asit içerikleri nedeniyle deniz yosunları yiyecek olarak ve gıda katkısı olarak da kullanılabilen önemli bir besin kaynağıdır (Özdemir ve ark., 2006).

Deniz yosunları kıyı sistemlerinde temel üreticiler olarak anahtar rol oynamaktadır. (Juszkiewiczve ark., 2004). *C. barbata* yuvarlak ya da yassılaştırmış yapıda bir tallusa sahiptir. Tallusun boyu 50-60 cm uzunluğunda bazen daha da uzun olabilir. *Cystoseira*'lar, çok yıllık kahverengi alglerdir. *C. barbata*, alanları kayalık kıyı bölgelerinde deniz yaşamının gelişmesinde önemli role sahiptir (Minicheva ve ark.,2008). Ayrıca Türkiye'de denizden toplanarak alginat elde edilmesinde kullanılmaktadır (Duan, 2013).

Serbest radikaller, hücrelerin tümünde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucunda meydana gelebilmektedir. Serbest radikaller, hücre içinde lipid peroksidasyonuna, DNA hasarlarına ve proteinlerin oksidasyonuna neden olurlar. Son yıllarda serbest radikallerin insan sağlığına karşı zararları giderek önem kazanmış, arteroskleroz, diyabet, kanser ve yaşlanma gibi pek çok rahatsızlığın serbest radikallerin etkisiyle meydana geldiği ortaya konmuştur. Canlı organizmalar serbest radikallerin zararlarından korunabilmek için antioksidatif sistemlere sahiptir.

Antioksidanlar serbest radikallerle reaksiyona girerek bu radikallerin başlattığı zincir reaksiyonlarını durduran moleküllerdir. Son yıllarda sentetik antioksidanların yan etkilerinin görülmeye başlanmasıyla bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Bektaş, 2011). Antioksidan olarak kullanılabilen doğal ve ekonomik bir kaynak bulmak amacıyla, günümüze kadar birçok bitkinin antioksidan potansiyelleri tespit edilmiştir (Ravacci ve ark., 2009).

Bu çalışmada, Giresun kıyılarından toplanan esmer deniz yosunu olarak bilinen *C. barbata* deniz yosununun su ile geri soğutucu altında 30 dakika kaynatılarak elde edilen

ekstresinin toplam fenolik ve flavonoid içeriği, indirgeme gücü, DPPH radikal giderme aktivitesi ve ABTS radikali giderme aktivitesi yöntemleri kullanılarak antioksidan aktiviteleri incelendi.

Materyal ve Metodlar

Çalışmamızda kullanılan yosun örneği, Giresun İli Espiye İlçesi Gülburnu Mevkii'nden 2010 yılı Aralık ayı içinde toplandı. Toplama işlemi 0-1 m derinlikten elle yapıldı. Yosun türünün teşhisi Prof. Dr. Veysel Aysel tarafından yapılmıştır (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü). Yosun materyali destile suyla yıkanıp oda sıcaklığında kurutuldu ve geri soğutucu altında 30 dakika kaynatılarak sulu ekstresi hazırlandı (%10 ağırlık/hacim). Whatman kağıdından (No.1) filtre edildikten sonra rotary evaporatörde düşük basınç altında 40-50 °C sıcaklıkta çözücü uzaklaştırılıncaya kadar buharlaştırıldı. Yosun ekstresinin stok çözeltisi (1 mg/mL), dimetilsülfoksit (DMSO) kullanılarak hazırlandı ve ekstre antioksidan çalışmalarında kullanılıncaya kadar +4 °C'de saklandı.

DPPH Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

Yosun ekstresinin ve standart antioksidan maddelerin DPPH radikal giderme aktivitesi Brand-Williams metoduna göre DPPH radikali kullanılarak tayin edildi (Brand-Williams ve ark., 1995). 20 mg/L DPPH çözeltisi metanolde çözüldü ve günlük olarak hazırlandı. Bu çözeltden 1,5 mL alınarak üzerine farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış (250-1000 µg/mL) yosun ekstresinden 0,75 mL ilave edildi. Absorbans 517 nm'de 30. dakikada köre karşı spektrofotometrede ölçüldü. Kontrol olarak 0,75 mL metanol ve 1,5 mL DPPH çözeltisi kullanıldı. Standart olarak 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asid (Troloks) ve Kuarsetin-3-rutinozid trihidrat (Rutin) kullanıldı. DPPH radikali giderme aktivitesi % inhibisyon değerleri ise aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Ekstre}}) / A_{\text{Kontrol}} \times 100]$$

A_{Kontrol} : Kontrol absorbans değeri

A_{Ekstre} : Yosun ekstresinin absorbans değeri

DPPH'in % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstre ve standart madde konsantrasyonu IC₅₀ olarak tanımlanır. Bu değer, % inhibisyon - ekstre konsantrasyonu grafiğinden elde edilen doğru denkleminde hesaplandı ve sonuçlar µg/mL olarak verildi.

Demir İndirgeme Gücü Tayini

Yosun ekstresinin indirgeme gücü tayini Oyaizu metoduna göre yapıldı (Oyaizu, 1986). Standart ve ekstrenin 50-200 µg/mL konsantrasyonlardaki çözeltileri hazırlandı. Standart olarak BHT kullanıldı. 2,5 mL ekstre alınarak üzerine sırasıyla 2,5 mL potasyum fosfat tamponu (pH'ı 6,6 olan 0,2 M) ve 2,5 mL % 1'lik potasyum ferri siyanür ilave edilerek karışım su banyosunda 50 °C'de 20 dakika inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında reaksiyon karışımlarına 2,5 mL % 10'luk triklorasetik asit (TCA) ilave edildi ve tüpler vortekslendi. Karışım 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatandan 2,5 mL alınarak bunun üzerine 2,5 mL destile su ve 0,5 mL % 0,1'lik demir (III) klorür çözeltisi ilave edilip 10 dakika karanlıkta bekletildi. Spektrofotometrede 700 nm'de köre karşı absorban değerleri ölçüldü.

ABTS Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

1 mL destile suda 7,4 mM ABTS çözüldü, üzerine 2,6 mM potasyum persülfattan 1 mL ilave edilerek karıştırıldı ve karışım 12-16 saat karanlıkta bekletildikten sonra üzerine 60 mL metanol ilave edildi. Oluşan çözeltinin absorbanı 734 nm'de spektrofotometrede metanole karşı okundu. Her deney için bu karışım günlük olarak hazırlandı. Bu şekilde hazırlanan metanollü 2,850 mL ABTS çözeltisine 150 µL yosun ekstresi eklenerek karışım 2 saat karanlıkta bekletildi. Spektrofotometrede 734 nm'de absorban değeri okundu. Standart olarak Troloks ve Rutin kullanıldı (Arnao ve ark., 2001). ABTS radikali giderme aktivitesi % inhibisyon değerleri aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Ekstre}}) / A_{\text{Kontrol}} \times 100]$$

A_{Kontrol} : Kontrol absorban değeri

A_{Ekstre}: Yosun ekstresinin absorban değeri

ABTS'nin % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstre ve standart madde konsantrasyonu IC₅₀ olarak tanımlanır. Bu değer, % inhibisyon-ekstre konsantrasyonu grafiğinden elde edilen doğru denkleminde hesaplandı ve sonuçlar µg/mL olarak verildi.

Toplam Fenolik İđeriđinin Belirlenmesi

Yosun ekstresinin toplam fenolik iğeriği Folin-Ciocalteu ayıracı kullanılarak Slinkard ve Singleton'un metodu kullanılarak belirlendi (Slinkard ve Singleton, 1997). Standart olarak gallik asit kullanıldı. Tüplere 1 mg/mL konsantrasyonunda hazırlanan ekstrede ya da standart antioksidan maddeden (20-100 µg/mL) 0,1 mL ilave edildi. Daha sonra tüplere sırasıyla 4,5 mL destile su ve 0,1 mL Folin-Ciocalteu ayıracı (1:3 oranında seyreltilmiş) ilave edildi. 3 dakika sonra tüplere % 2'lik sodyum karbonat çözeltisinden 0,3 mL ilave edilerek tüpler vortekslendi. Karışım 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede 760 nm'de absorbans değerleri okundu. Toplam fenolik miktarı gallik asidin kullanıldığı standart grafik denkleminde mg gallik asit eşdeğer/g ekstre olarak hesaplandı.

Toplam Flavonoid İđeriđinin Belirlenmesi

Toplam flavonoid iğeriği, Zhishen ve arkadaşlarının metoduna göre tayin edildi (Zhishen ve ark., 1999). Çalışmada standart olarak kateşin kullanıldı. Tüplere 1 mg/mL konsantrasyonunda hazırlanan ekstrede ya da standart antioksidan maddeden (20-100 µg/mL) 0,25 mL ilave edilerek üzerlerine destile su (1,25 mL) ve 75 µL sodyum nitrit (% 5) çözeltisi eklenip karıştırıldı. Tüpler 6 dakika bekletildikten sonra alüminyum klorür (% 10, 150 µL) ilave edilerek karışım 5 dakika daha bekletildi. Karışıma son olarak 0,5 mL sodyum hidroksit (1,0 M) ve 725 µL destile su ilave edilip karışım vortekslendi ve 510 nm'de spektrofotometrede absorbans değerleri okundu. Toplam flavonoid miktarı kateşinin kullanıldığı standart grafik denkleminde mg kateşin eşdeğer/g ekstre olarak hesaplandı.

Sonuçlar ve Tartışma

Bir maddenin ortamdaki serbest radikalleri giderme özelliği arttıkça o maddenin antioksidan aktivitesi de artmaktadır (Tekeli ve ark., 2008). DPPH radikal giderme aktivitesi yöntemi doğal ekstraların antioksidan kapasitesini belirlemede yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin esası, antioksidan etkisiyle DPPH serbest radikale proton transferi reaksiyonu sonucunda absorbansın 517 nm’de azalmasına dayanmaktadır (Okan ve ark., 2013).

ABTS radikali giderme aktivitesi, ABTS radikal katyonunun absorbansının antioksidan tarafından engellenmesi esasına dayanır (Okan ve ark., 2013). Maksimum absorbansı 734 nm’de gösteren bu yeşil radikalin absorbans değeri, antioksidanlarla girdiği reaksiyon periyodu süresince azalmaktadır (Orakçı, 2010). Deneylede potasyum persülfat ile ABTS’nin oksidasyonu sonucunda üretilen ABTS radikali hem lipofilik bileşenlerde hem de hidrofilik bileşenlerde kullanılabilir (Okan ve ark., 2013).

Yosun ekstresi ve standartların DPPH radikali giderme aktiviteleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *C. barbata* ve standartların DPPH antioksidan kapasiteleri.

	Konsantrasyon (µg/mL)	% İnhibisyon*	IC ₅₀ (µg/mL)*
<i>C. barbata</i>	250	17,52 ± 0,71	971,36 ± 51,82
	500	19,6 ± 0,76	
	750	39,51 ± 1,87	
	1000	53,26 ± 2,83	
Troloks	250	80,25 ± 1,41	155,8 ± 2,73
	500	83,34 ± 1,24	
	750	87,97 ± 2,34	
	1000	90,34 ± 1,41	
Rutin	250	84,13 ± 1,44	148,61 ± 2,54
	500	89,67 ± 2,11	
	750	92,26 ± 1,45	
	1000	94,18 ± 2,86	

*3 tekrarlı deneylerin ortalaması ± standart sapma

IC₅₀ değerinin düşük değerde olması, ekstrenin ya da standartların DPPH radikali giderme aktivitelerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan yosun

ekstresinin konsantrasyonu arttıkça giderilen DPPH radikali miktarında da orantılı olarak bir artış saptanmıştır. Yosun ekstresi, standart antioksidanlar ile karşılaştırıldığında DPPH radikali giderme aktiviteleri, Rutin>Troloks>*C. barbata* yosun ekstresi şeklinde sıralanmaktadır. *C. barbata* yosununun en düşük ve en yüksek DPPH radikali giderme aktivitesi inhibisyon değerleri 250 ve 1000 µg/mL konsantrasyonlarda sırasıyla % 17,51 ± 0,71 ve % 53,26 ± 2,82 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan yosun ekstresinin konsantrasyonu arttıkça giderilen DPPH radikali miktarında da orantılı olarak bir artış saptanmıştır.

IC₅₀ değerinin düşük değerde olması, ekstrenin ya da standartların ABTS radikali giderme aktivitelerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan yosun ekstresinin konsantrasyonu arttıkça giderilen ABTS radikali miktarında da orantılı olarak bir artış saptanmıştır. *C. barbata* yosun ekstresinin ve standartların ABTS radikali giderme aktiviteleri Tablo 2’de verilmiştir. Yosunun ekstresinin en düşük ABTS radikali giderme aktivitesi inhibisyon değeri 250 µg/mL konsantrasyonda % 23,79 ± 3,46 olarak belirlenirken, en yüksek inhibisyon değeri 1000 µg/mL konsantrasyonda % 42,79 ± 1,91 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. *C. barbata* ve standartların ABTS antioksidan kapasiteleri.

	Konsantrasyon (µg/mL)	% İnhibisyon*	IC ₅₀ (µg/mL)*
<i>C. barbata</i>	250	23,79 ± 3,47	1247,72± 35,70
	500	34,81 ± 1,87	
	750	38,28 ± 1,41	
	1000	42,80 ± 1,92	
Trolox	250	77,71 ± 1,99	160,9 ± 4,12
	500	82,35 ± 1,58	
	750	86,83 ± 2,11	
	1000	89,64 ± 0,96	
Rutin	250	91,06 ± 1,49	137,29 ± 2,35
	500	93,11 ± 0,64	
	750	94,27 ± 0,22	
	1000	96,22 ± 0,01	

*3 tekrarlı deneylerin ortalaması ± standart sapma

Bir ekstrenin indirgeme gücü $\text{Fe}[(\text{CN})_6]^{+3}$ 'nin $\text{Fe}[(\text{CN})_6]^{+2}$ 'ye indirgenmesiyle belirlenebilmektedir. İndirgenmiş ürüne Fe^{+3} 'ün ilave edilmesiyle 700 nm'de Prussian mavisi renginde bir kompleks olan $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ meydana gelmektedir. Absorbansdaki artış kompleksin oluşumundan kaynaklanan artışı, yani indirgeme kapasitesindeki artışı göstermektedir (Zoral ve Turgay, 2014). *C. barbata* ekstresinin ve BHT'nin demir indirgeme gücü değerleri Tablo 3'te verildi. En düşük indirgeme gücü kapasitesi 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ konsantrasyonda $0,015 \pm 0,003$ olarak bulunurken, en yüksek indirgeme gücü kapasitesi 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ konsantrasyonda $0,1325 \pm 0,002$ olarak bulundu. Hem yosun ekstresinin hem de BHT'nin indirgeme gücü antioksidan kapasitesinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı bulundu.

Tablo 3. *C. barbata* ve standardın demir indirgeme gücü.

	Konsantrasyon ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Demir İndirgeme Gücü Absorbansı*
<i>C. barbata</i>	50	$0,091 \pm 0,004$
	100	$0,101 \pm 0,006$
	150	$0,123 \pm 0,003$
	200	$0,133 \pm 0,002$
BHT	50	$0,154 \pm 0,015$
	100	$0,182 \pm 0,012$
	150	$0,213 \pm 0,017$
	200	$0,285 \pm 0,019$

*3 tekrarlı deneylerin ortalaması \pm standart sapma

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi, antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında bilgi vermektedir. Folin-Ciocalteu ayırıcı toplam fenolik madde ölçümü için kullanılmaktadır. Folin-Ciocalteu ayırıcı fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı bir reaktif olup fenolik özellikli antioksidanların spektrofotometrik tayininde sıklıkla kullanılır. Folin-Ciocalteu reaktifi ile fenolik maddelerin okside olması neticesinde 745-765 nm'de gözlenebilen renkli bir ürün oluşur (Kayıhan, 2012). Flavonoidler, yüksek oranlarda antioksidan ve şelatlama kapasitelerine sahip, insanlar tarafından sentezlenemeyen fakat bitkiler tarafından

sentezlenebilen bileşiklerdir. Flavonoidler çiçeklerdeki renklerden (sarıdan kırmızıya hatta mora) de sorumludur (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009).

Araştırmamızda *C. barbata*'nın sulu ekstresinin fenolik bileşik miktarının gallik asit eşdeğeri, gallik asitin standart eğri grafiğinden $94,55 \pm 0,006$ mg gallik asit eşdeğeri/g ekstre olarak hesaplandı. Flavonoid bileşik miktarının kateşin eşdeğeri ise, kateşinin standart eğri grafiğinden $45,92 \pm 0,011$ mg kateşin eşdeğeri/g ekstre olarak hesaplandı.

Yapılan literatür taramalarında Karadeniz kıyılarından toplanan *C. barbata* yosununun antioksidan aktivitesi ile ilgili literatüre rastlanmamıştır. Türkiye kıyılarından toplanan *C. barbata* yosununun antioksidan aktivitesi ile ilgili araştırmalar da oldukça azdır. Trifan ve arkadaşları (2015), Romanya Karadeniz sahil kıyısından topladıkları *C. barbata* yosununun aseton ekstresinin DPPH, ABTS radikali giderme aktivitelerini, indirgeme gücü kapasitesi ve toplam fenolik içeriğini incelemişlerdir. Toplam fenolik içeriği $236,03 \pm 1,20$ mg gallik asit eşdeğeri/g ekstre olarak belirlenmiştir. DPPH, ABTS ve indirgeme gücünün IC_{50} değerleri sırasıyla $88,5 \pm 0,3$; $13,9 \pm 0,2$ ve $17,6 \pm 0,0$ $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. Özgün ve Turan (2015), İskenderun Körfezi'nden topladıkları *C. barbata*'nın toplam fenolik içeriğini $0,456 \pm 0,06$ mg/g olarak belirlemiştir. Sellimi ve arkadaşları (2014), Tunus sahilinden topladıkları *C. barbata* yosunundan izole ettikleri bir polisakkaritin antioksidan aktivite gösterdiklerini kaydetmişlerdir. Negreanu-Pirjol ve arkadaşları (2012), *C. barbata*'nın etanol ekstresinin yüksek oranlarda antioksidan aktivite sergilediğini belirtmişlerdir. Kosanic ve arkadaşları (2015), *C. barbata* yosununun aseton ekstresinin toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini, indirgeme gücünü inceleyerek antioksidan özelliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Literatür araştırmalarından elde edilen verilerle bu çalışmada elde edilen sonuçlar uygunluk göstermektedir.

Bu sonuçlar ışığında, *C. barbata*'nın sulu ekstresinin antioksidan özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Literatür araştırmaları sonucu *C. barbata*'ya ait fazla veriye ulaşılmadığından, bu çalışmanın antioksidan literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca günümüzde, geleceğe yönelik sentetik antioksidanların yerini alabilecek doğal antioksidan arayışları hızla sürmektedir. Bu tür çalışmalarla yüksek antioksidan aktiviteye sahip bitki ekstraktları belirlenerek, farmakoloji, kozmetik, vb. gibi endüstriyel uygulamalara yönelik devamlılığının sağlanması düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Arnao, M.B., Cano, A., Acosta, M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry* 73: 239-244.
- Badea, V., Balaban, D.P., Rapeau, G., Amariei, C., Badea, C.F. 2009. Antibacterial activity evaluation of *Cystoseira barbata* biomass and some alginates upon bacteria from oropharyngeal cavity. *Romanian Biotechnological Letters* 14: 4851-4857.
- Bektaş, E. 2011. *Cotinus coggygria* (Scop.) Bitkisinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 77, Edirne.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. 2009. Meyve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi, *Akademik Gıda* 7: 41-46.
- Duan, E. 2013. Bazı Deniz Makroalglerinden (*Ulva* sp., *Cystoseira* sp. ve *Corallina* sp.) Fermente Sıvı Organik Gübre Üretimi ve Taze Fasülye (*Phaseolus vulgaris*) Verimine Etkisinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 64, Giresun.
- Juszkiewicz, A., Zaborska, A., Laptas, A., Olech, Z. 2004. A study of the inhibition of jackbean urease by garlic extract. *Food Chemistry* 85: 553-558.
- Kayhan, S. 2012. Farklı Lokalitelerden Toplanan *Gypsophila perfoliata* L. var. *perfoliata*'nın Antioksidan ve Antibakteriyal Aktivitesinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, pp.51, Denizli.
- Kolsi, R., Frikha, D., Jribi, I., Hamza, A., Feki, L., Belghith, K. 2015. Screening of antibacterial and antifungal activity in marine macroalgae and magnoliophytea from the coast of Tunisia. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 7: 47-51.
- Kosanic, M., Rankovic, B., Stanojkovic, T. 2015. Biological potential of marine macroalgae of the genus *Cystoseira*. *Acta Biologica Hungarica* 66: DOI: 10.1556/018.66.2015.4.2.
- Minicheva, G., Maximova, O.V., Moruchkova, N.A., Simakova, U.V., Shirshov, P.P., Sburlea, A., Dencheva, K., Aktan, Y. ve Sezgin, M. 2008. *State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7)*. Black Sea Commission Publications, 419 pp, İstanbul.
- Negreanu-Pirjol, T., Negreanu-Pirjol, B., Sirbu, R., Prashiv, G.M., Meghea, A. 2012. Comparative studies regarding the antioxidative activity of some therapeutic marine algae species along the Romanian Black Sea coast. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 13: 1744-1750.
- Okan, T.O., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 13: 48-59.
- Orakçı, E.E. 2010. Gilaburunun Antioksidan Aktivitesi. Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Bitirme Tezi, pp.36, Erzurum.
- Oyaizu, M.1986. Studies on products of browning reaction: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition* 44: 307-315.
- Özdemir, G., Horzum, Z., Sukatar, A., Yavaşoğlu, N.U.K. 2006. Antimicrobial activities of volatile components and various extracts of *Dictyopteris membranaceae* and *Cystoseira barbata* from the coast of Izmir, Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 44: 183-188.
- Özgün, S., Turan, F. 2015. Biochemical composition of some Brown algae from İskenderun Bay, the Northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment* 21: 125-134.
- Ravacci, G.R., Brentani, M.M., Waitzberg, D.L. 2009. Docosahexaenoic (Dha) acids increase cell death of human cancer mammary epithelial cells by lipid rafts alteration. *Annals of Nutrition and Metabolism* 55: 464- 464.
- Sellimi, S., Kadri, N., Barragan-Montero, V., Laouer, H., Haiji, M., Nasri, M. 2014. Fucans from a Tunisian Brown seaweed *Cystoseira barbata*: Structural characteristics and antioxidant activity. *International Journal of Biology and Macromolecul* 66: 281-288.
- Slinkard, K., Singleton, V. 1997. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28: 49-55.
- Tekeli, Y., Sezgin, M., Şanda, M.A. 2008. Konya'da yetişen *Centaurea pterocaulo* Truatv.'in fenolik yapısı ve antioksidan etkisi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 3: 35-41.
- Trifan, A., Bucur, L., Sava, D., Cioanca, O., Hancianu, M., Miron, A. 2015. *In vitro* antioxidant activity, phenolic content and profile of *Cystoseira barbata* from Romanian Black Sea. *Planta Medica* 81: DOI: 10.1055/s-0035-1565557.

- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64: 555-559.
- Zoral, F.B., Turgay, Ö. 2014. Çeşitli gıda artıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 17: 24-33.