

Karadeniz Bölgesi Karalahana Ekstraktlarının Antioksidan Kapasiteleri

¹Sevil CENGİZ, ²Birgül VANIZOR KURAL, ³Nurçin KÜÇÜK KENT, ⁴Meltem UÇAR, ⁵Asım ÖREM, ⁶Fulya BALABAN YÜCESAN

¹Gümüşhane Üniversitesi, SBF, Acil Yardım Ve Afet Yönetimi, sevil_cengiz@yahoo.com, ORCID No: 0000-0002-3562-1793

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya, bvanizorkural@hotmail.com, ORCID No: 0000-0003-0730-9660

³Gümüşhane Üniversitesi, SBF, Acil Yardım Ve Afet Yönetimi, nkucuk10@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-8823-2671

⁴Lefke Avrupa Üniversitesi, SBMYO, Tıbbi Laboratuvar Bölümü, mucar@eul.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-5554-2622

⁵Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya, aorem64@ktu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-8450-5783

⁶Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya, fulyabl@yahoo.com ORCID No: 0000-0002-9854-4721

Özet

Brassica ailesinin bir üyesi olan kara lahana (*Brassica oleracea L. var. acephala DC.*) ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak tüketilmektedir. Antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuar, antioksidan gibi sağlığa üzerine faydalı etkileri çeşitli çalışmalarla tespit edilmiştir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi kıyı şeridinde bulunan Samsun, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinden toplanan karalahana yapraklarından elde edilen etanolü ve sulu ekstraktların antioksidan kapasiteleri değerlendirildi. Hazırlanan ekstraktların toplam antioksidan seviye (TAS), toplam fenolik miktarı (TFM), toplam flavonoid, demir iyonunu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve 2.2.-difenil-1-pikrihidrazil radikali (DPPH•) süpürme aktiviteleri spektrofotometrik yöntemlerle tayin edildi. Karalahananın antioksidan düzeylerinde illere göre bakıldığında etanolik ekstraktlarda FRAP (askorbik Asit, Flavonoid, DPPH ve TAS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($p<0.05$), sulu ekstraktlarda iller arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0.05$). Bu sonuçlar doğrultusunda toplanan numunelerin aynı coğrafi bölgeden olsa dahi illerin farklı iklim şartlarına ve toprak yapısına sahip olmaları dolayısıyla antioksidan kapasitelerinde farklılıklar olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı illerden toplanan numunelerin sulu ve etanolik ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinde; ekstrakt farklılığından ileri geldiği düşünülen istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0.05$). Bu sonuçlar doğrultusunda günlük hayatta çokça tükettiğimiz bu bitkilerin hastalıklara karşı mücadelelerde alternatif birer savaşçı olarak etkilerinin ortaya konması için daha ileri çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Karalahana, Doğu Karadeniz Bölgesi, Brassica

The Antioxidant Capacities of Kale Extracts in Eastern Black Sea

Abstract

Black cabbage (*Brassica oleracea L. var. acephala DC.*), a member of the Brassica family, is widely consumed in our country, especially in the Black Sea Region. Beneficial effects on health such as antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory and antioxidant have been identified in various studies. In this study, antioxidant capacities of ethanolic and aqueous extracts obtained from kale leaves collected from Samsun, Giresun, Trabzon, Rize and Artvin provinces located on the coastline of the Eastern Black Sea Region were evaluated. Total antioxidant level (TAS), total phenolic content (TFM), total flavonoid, iron ion reducing antioxidant power (FRAP) and 2.2.-diphenyl-1-picrihydrazil radical (DPPH•) scavenging activities of the prepared extracts were determined by spectrophotometric methods. When the antioxidant levels of black cabbage were examined according to the provinces, a statistically significant difference was found between the FRAP (ascorbic Acid, Flavonoid, DPPH and TAS values) in ethanolic extracts ($p<0.05$), but no statistically significant difference was observed between provinces in aqueous extracts ($p>0.05$). It is thought that even if the samples collected from the same geographical region are from the same geographical region, the differences in antioxidant capacities due to the different climatic conditions and soil structure of the provinces are effective in the antioxidant activities. In line with these results, it is thought that further studies are needed to reveal the effects of these plants, which we consume a lot in daily life, as alternative fighters in the fight against diseases.

Keywords: Antioxidant Capacity, Kale, Eastern Black Sea Region, Brassica.

1 Giriş

Genellikle hardal ailesi olarak bilinen *Brassicaceae*, dünya çapında dağılmış yaklaşık 341 cins ve 3.977'den fazla çiçekli bitki türünü içinde barındırır. Karalahana (*Brassica oleracea var. acephala DC.*), *Brassicaceae* ailesi (*Cruciferae*) bitki türleri arasında yer almaktadır (Dhevi, Shankar, Sathivelu & Segaran, 2019). "En sağlıklı sebzeler listesinde" yer alan karalahana (*Brassica oleracea var. Acephala*) son yıllarda "süper yiyecek" olarak da büyük bir popülerlik kazanmış, gövde boyunca yapraklarla karakterize turpgillerden bir sebzedir (Samec, Urlic, & Branka Salopek-Sondi, 2019). Ülkemizde özellikle Karadeniz sahilinde sıklıkla yetiştirilmektedir. Karalahana geniş biyolojik aktivitesini; yetişme koşullarına ve iklime bağlı olarak değişken zengin kimyasal içeriğine borçludur. Karalahananın enerji bakımından fakir, vitaminler (vitamin K, A, C, E, B2) ve mineraller, fenolik asit

ve yağ asit içeriği bakımından zengin olduğu birçok çalışmada rapor edilmiştir. Diğer Brassica türleri arasında en yüksek konsantrasyonda; sodyum, magnezyum, fosfor, β - karoten, nikotinamid, folik asit, arginin, lösin, metiyonin, triptofan, tirozin, sistein, lutein, zeaksantin ve karetenoide sahiptir. Karalahananın yeşil yapraklarında; karbohidrat olarak en çok fruktoz olmak üzere glukoz ve sükröz, serbest organik asit çeşidi olarak; sitrik asit ve malik asit olduğu belirlenmiştir. Aminoasit içeriği olarak en çok glutamik asit bulunurken; ikinci sırada aspartik asit gelmektedir (Sikora & Bodziarczyk, 2012; Ayaz, Glew, Millson, Huang,, Chuang & Ayaz, 2006; Ayaz, Ayaz, Karaoglu, Gruz, Valentová, Ulrichová & Strnad, 2008; Zhao, Wang, Lian, Xia & Zheng, 2020; Lisiewska, Z. Kmiecik & Korus, 2008).

Karalahana yapısında bulunan bu zengin içerikten dolayı antioksidan, antibakteriyal, antifungal, antiviral, antiaging, antimikrobiyal ve antikanserojen gibi birçok aktivitesi yapılan çalışmalarla rapor edilmiştir. Karalahananın yapısındaki bileşenlerin antioksidan kapasitesinin yanı sıra lipoprotein oksidasyonunu önleyici aktiviteleri olduğu da belirlenmiştir. (Küçük,2007).

Gıdalarla alınan antioksidan maddeler; oksidan maddelerin (reaktif oksijen ve nitrojen türleri (ROS ve RNS) zararlı etkilerine karşı koruyucu bileşiklerdir. Hücre ve dokulardaki yüksek serbest radikal konsantrasyonu oksidatif stres, gama, UV ve X-ışını radyasyonu, psiko-duygusal stres, kirli gıda, olumsuz çevresel koşullar, fiziksel efor, sigara, alkolizm ve uyuşturucu bağımlılığı, yoğun iş hayatı gibi çeşitli olumsuz faktörlerden kaynaklanabilir. Kronik oksidatif stresin kanser, kalple ilgili hastalıklar ve yaşlanmanın hızlanması gibi çeşitli hastalıklara yol açtığı bildirilmiştir (Serafini & Peluso,2016; Choi & Cha, 2014; Samah, Mahmood & Muhamad, 2014; Yesiloglu & Audin, 2013).

Bitkiler içerik olarak; yetiştikleri bölgenin coğrafik alanı ve iklimi, toprak yapısı ve suya bağlı olarak farklı cins ve miktarlarda değişiklik gösterdiklerinden sağlık üzerine etkilerinde farklılık olması kaçınılmazdır (Arumugam & Razis, 2018; Zhang, Satterfield, Brodbelt, Britz, Clevidence & Novotny, 2003).

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi kıyı şeridinde bulunan illerinden toplanarak harman yapılarak hazırlanan kara lahana ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri belirlenmeye dolayısıyla ateroskleroz ve kardiovasküler hastalıklar gibi oksidatif maddelerin neden olduğu sağlık problemlerine karşı koruyucu rolü ortaya konulmaya çalışıldı. Diğer brassica türleri ile ilgili birçok çalışma mevcut iken; karalahana üzerinde fazla durulmamış olması, bu çalışmanın temel nedenlerinden biri olmuştur.

2 Yöntem

2.1 Örneklerin Toplanması ve Ekstraktların Hazırlanması

Doğu Karadeniz Bölgesi kıyı kesimi çeşitli illerinden Eylül 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında; Trabzon (T), Rize (R), Giresun (G), Artvin (A), Samsun (S) karalahananın taze ve yeşil yaprakları araştırmacılar tarafından biyolojik aktivitelerinde herhangi bir değişikliğe sebep olmaması için ilaçlama yapılmayan deniz seviyesindeki bahçelerden bizzat temin edilerek harman edildi. Toplanan karalahana saf su ile defalarca yıkanarak serin ve karanlık ortamda kurutularak öğütücüde (Retsch ZM 200, Germany) küçük parçalara ayrıldı. Sokhlet, Clevenger düzenekleri ve rotary evaporatörü yardımıyla etanolü ve sulu ekstraktlar hazırlandı. Ana çözeltiler önce filtre kâğıdı ardından, Whatman 0,2 μ m filtrelerden geçirildikten ana çözelti konsantrasyonları belirlendi. Ekstraktlar deney gününe kadar -80°C 'de saklandı (Ayaz, Glew, Millson, Huang,, Chuang, & Ayaz, 2006; Küçük Kent, Vanizör Kural, Örem & Cengiz, 2016. Tüm deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2 Karalahana Ekstraktlarında Antioksidan Tayinler

2.2.1 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini

Toplam fenolik madde miktar tayini yöntemi fenolik bileşiklerin folin reaktifi ile alkali ortamda renkli kompleks oluşturması esasına dayanır (Singh, Upadhyay, Bahadur, Singh, Singh & Rai, 2006) Ana çözeltilerden seyreltilerek hazırlanan sulu ve etanolü ekstraktların TFM miktarları μg gallik asit /mg ekstrakt cinsinden belirlendi. Deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2.2 Flavonoid Miktarının Belirlenmesi

Flavonoid içeriği, flavonoidlerin alimünyum ile yapmış oldukları komplekslerin ölçümü esasına dayanılarak μg Kuarsetin/mg ekstrakt olarak tayin edildi (Karadeniz, Burdurlu, Koca & Soyer, 2005). Deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2.3 Demir (III) İndirgeme/Antioksidan Kuvvet (FRAP) Yöntemi

Oyaizu tarafından geliştirilen metoda göre Demir indirgeme kuvveti (FRAP), μM troloks /mg ekstrakt ve μM askorbik asit /mg ekstrakt olarak tayin edildi (Oyaizu, 1986). Deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2.4 .DPPH• Radikali Temizleme Aktivitesi Yöntemi

DPPH• radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yakalama kapasitesi Hatano metodu kullanılarak ölçüldü (Winston, 1991). Bu metot; DPPH•'tan kaynaklanan mor rengin şiddetinin antioksidanlarla muamele ile azalarak absorbansın düşüşü prensibine dayanır. Farklı numune konsantrasyonlarıyla muamele edilen DPPH•'ın absorbansındaki değişim ölçülerek, DPPH• konsantrasyonunu yarıya düşüren numune miktarı μg / mL cinsinden belirlenmekte ve IC50 değeri olarak ifade edilmektedir. Deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2.5 Toplam Antioksidan Kapasitenin (TAS) Belirlenmesi

Toplam antioksidan kapasite, Erel'in oluşturduğu metot kullanılarak belirlendi (Erel,2004) Numunelerin TAS kapasiteleri mM troloks olarak tespit edildi. Deneyler üç kez tekrarlandı (n=3).

2.2.6 İstatistiksel Analizler

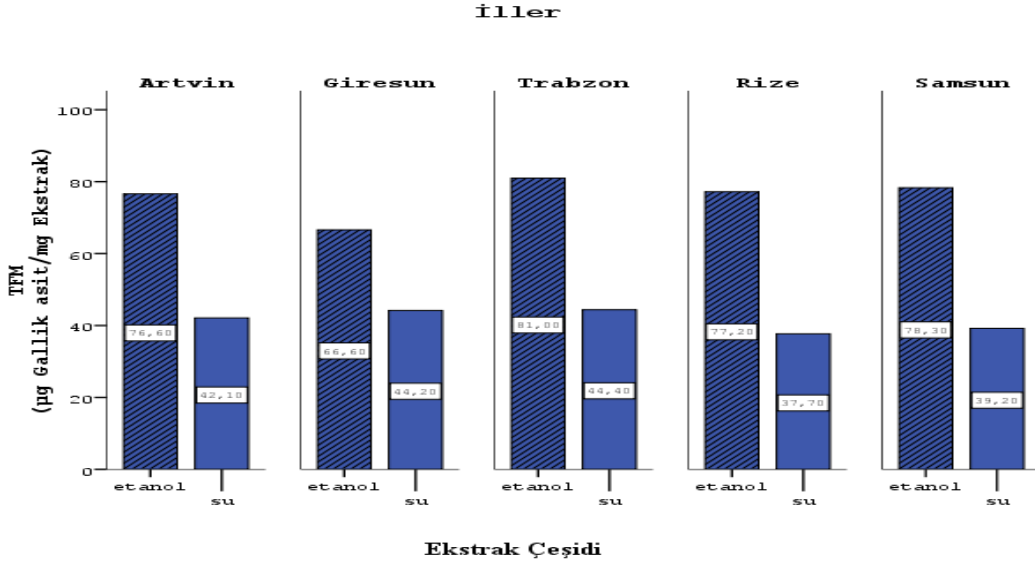
Elde edilen değerler, aritmetik ortalama ve standart sapması olarak ifade edildi. Ölçümle elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu her bir grupta Kolmogorov Smirnov testi ile incelendi. Karalahana ekstraktlarının bulguları çözücülerine göre normal dağılıma uygunluk göstermediğinden; Mann Witney U Testi yapıldı. İllere göre ekstraktlar arasında anlamlı farklılık olup olmadığı ise Kruskal Wallis testi ile ölçüldü. $p < 0,05$ olanlar anlamlı olarak kabul edildi.

3 Bulgular ve Tartışma

3.1 Karalahana Ekstraktlarında Antioksidan Tayin Sonuçları

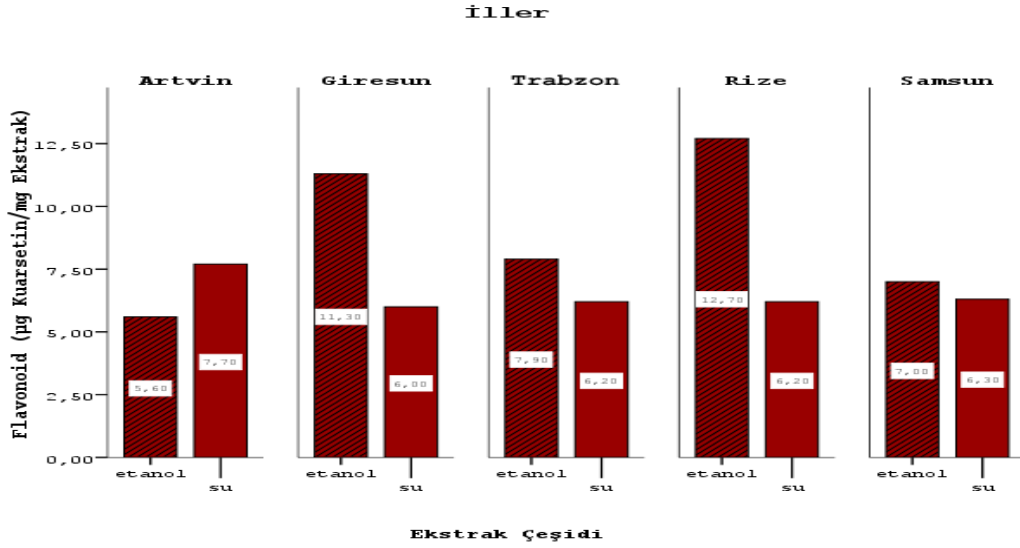
Artvin, Giresun, Rize, Samsun ve Trabzon sahil kesimleri deniz seviyesindeki bahçelerden toplanan karalahana yaprakları kurutulularak hazırlanan etanolik ve sulu ekstraktların antioksidan aktiviteleri incelendi (n=3).

Çalışmaya dahil edilen tüm iller için etanolik ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarı sulu ekstraktlara göre daha yüksek ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi ($p < 0,05$). Aynı çözücüde hazırlanan (etanol yada su) farklı illerdeki ekstraktlar arası anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$).



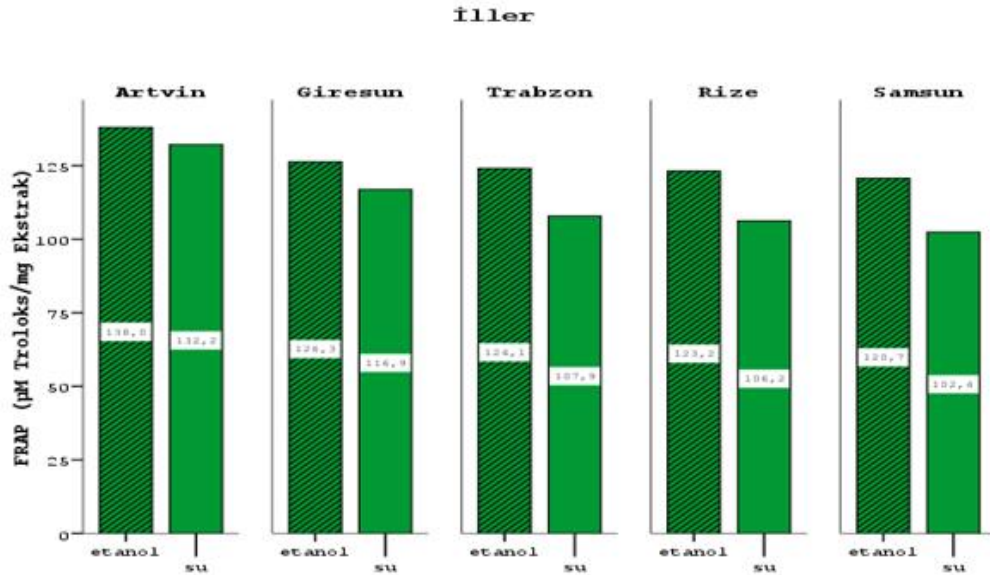
Şekil 1. İllere Göre Karalahanadan Elde Edilen Sulu ve Etanolü Ekstraktların TFM (μg Gallik Asit) Miktarları (n=3).

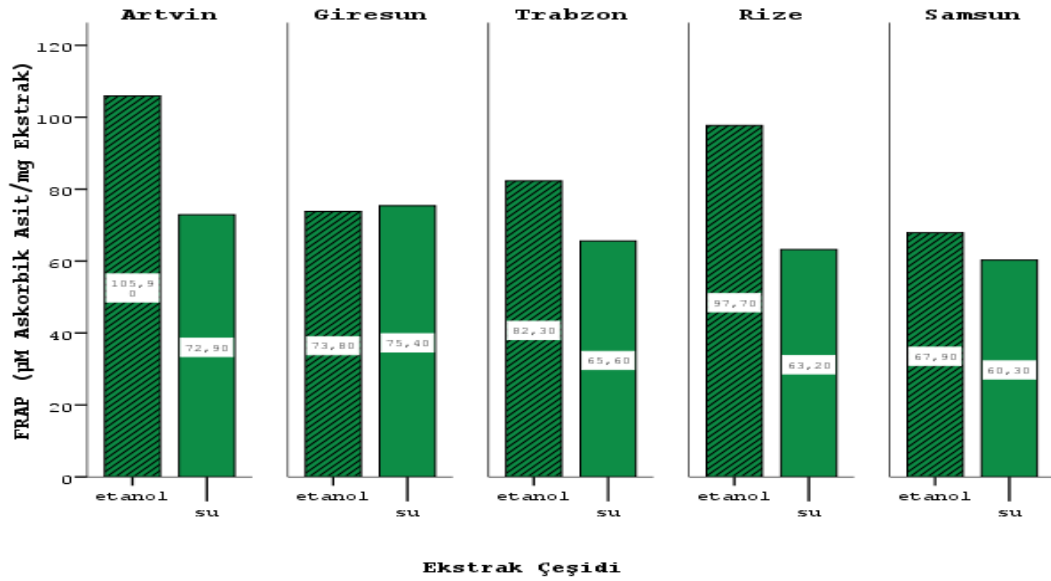
Çalışmaya dâhil edilen Artvin hariç diğer illere ait etanolik ekstraktlar flavonoid içeriği bakımından; sulu ekstraktlara göre daha yüksek ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi ($p < 0,05$). İller arasında da etanolik ekstraktların flavonoid değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi ($p < 0,05$). (Şekil 2).



Şekil 2. İllere Göre Karalahanadan Elde Edilen Sulu ve Etanollü Ekstraların Flavonoid (µg Kuarsetin) Miktarları(N=3).

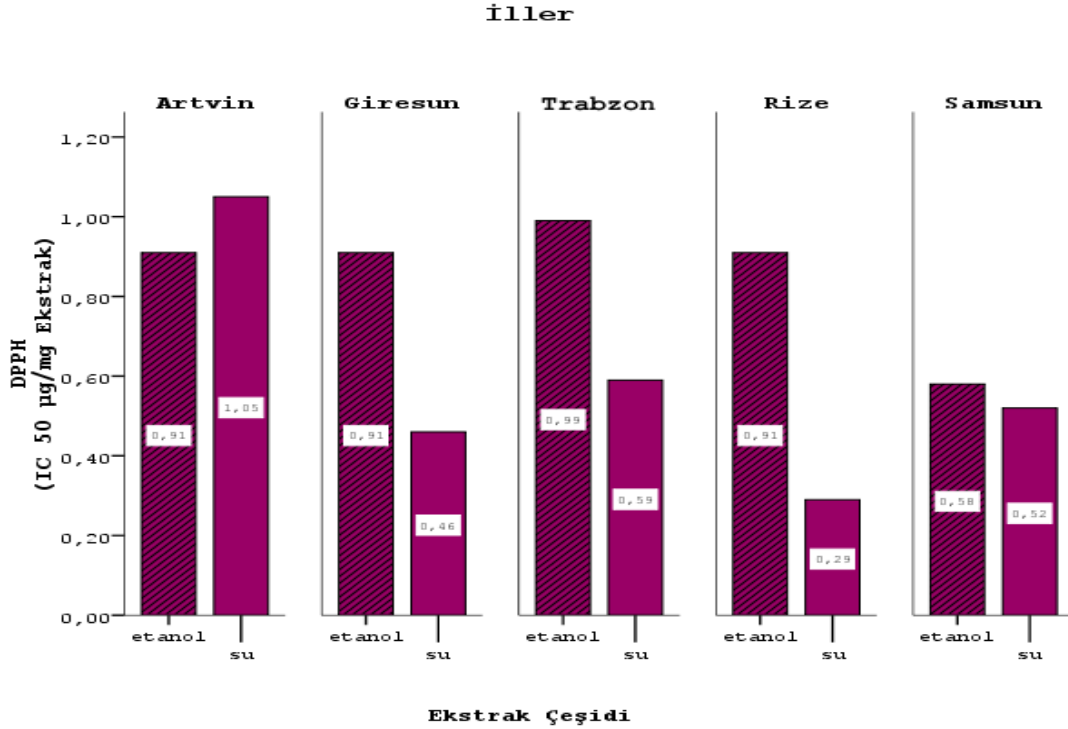
Demir indirgeme / FRAP miktarları askorbik asit ve troloks standardına göre µM askorbik asit / mg ekstrak ve µM troloks / µg ekstrak cinsinden hesaplandı. Etanolik ekstraktlar sulu ekstraktlara göre biraz yüksek ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi ($p < 0,05$). İller arasında etanolik ekstraktlarda FRAP (Askorbik asit) değerleri bakımından anlamlı farklılık olduğu belirlendi ($p < 0,05$). (Şekil3)





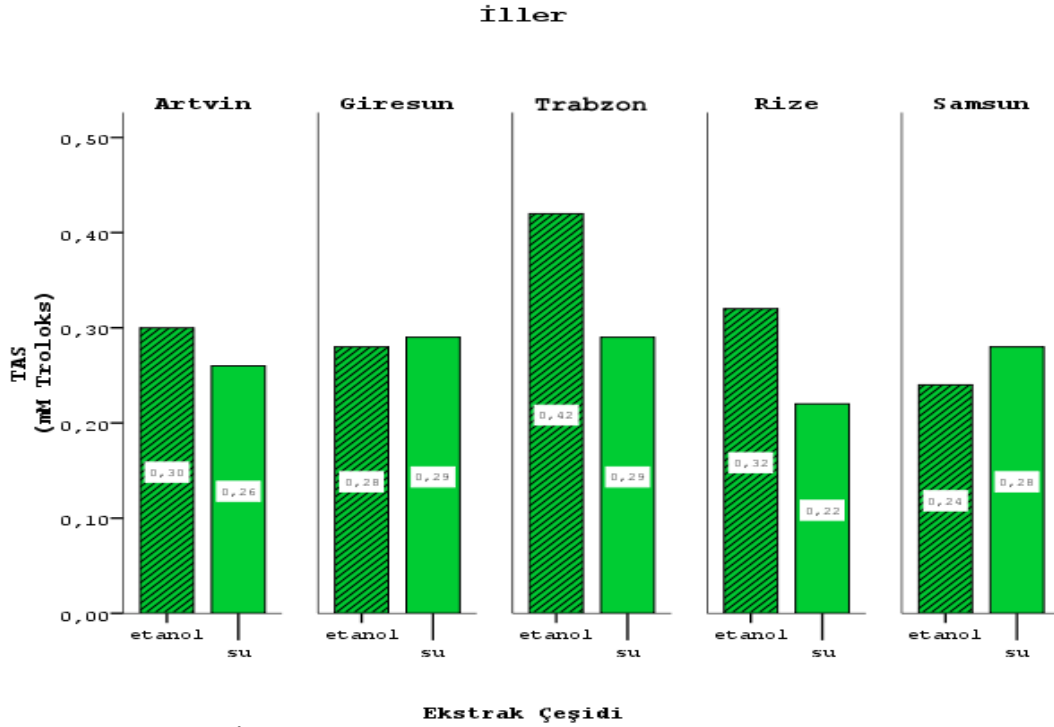
Şekil 3. İllere Göre Karalahanadan Elde Edilen Sulu ve Etanolü Ekstraktların .FRAP (µM Troloks) FRAP (µM Askorbik asit) miktarları(n=3).

En düşük DPPH aktivitesine sahip olan ekstrakt en iyi aktiviteye sahipti. Etanolü ekstraktlar arasında Samsun iline ait etanolü ekstrakt, sulu ekstraktlar arasında ise Rize iline ait sulu ekstrakt en yüksek aktiviteye sahiptir (Şekil 4). Sulu ekstraktlar etanolü ekstraktlara göre daha yüksek aktiviteye sahip olmalarına rağmen sadece etanolik ekstraktlarda iller arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi. ($p > 0,05$)



Şekil 4. İllere Göre Karalahanadan Elde Edilen Sulu ve Etanolü Ekstraktların DPPH• Yakalama Kapasitesi.

Toplam antioksidan içeriğe bakıldığında; Etanolü ve sulu ekstraktlar arasında Trabzon iline ait etanolü ve sulu ekstraktlar en yüksek TAS içeriğine sahiptir. (Şekil 5) Etanolü ekstraktlar sulu ekstraktlara göre yüksek ve TAS içeriği bakımından hem iller arasında hem de çözücü türü olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,05$) .



Şekil 5. İllere Göre Karalahanadan Elde Edilen Sulu ve Etanollü Ekstraktların TAS (µM) (n=3)

Tablo 1. Etanolik (E) ve Sulu (S) Karalahana Ekstraktlarında İllere Göre Antioksidan Seviyeleri (n=3)

Ekstraktlar	TFM	FRAP		Flavonoid	DPPH	TAS
	µg gallik asit /mg ekstrakt	µM troloks /mg ekstrakt	µM askorbik asit / mg ekstrakt	µg Kuersetin/ mg ekstrakt	IC 50 µg/ mg ekstrakt	mM troloks
AE	76,6 ± 13,3	138,0 ± 5,8	105,9 ± 14,0	5,6 ± 0,1	0,91±0,1	0,30 ± 0,01
GE	66,6 ± 15,7	126,3 ± 16,8	73,8 ± 12,3	11,3 ± 0,0	0,91±0,1	0,28 ± 0,01
TE	81,0 ± 10,7	124,1 ± 12,4	82,3 ± 8,4	7,9 ± 1,3	0,99±0,3	0,42 ± 0,04
RE	77,2 ± 18,7	123,2 ± 16,2	97,7 ± 12,0	12,7 ± 1,1	0,91±0,3	0,32 ± 0,03
SE	78,3 ± 24,7	120,7 ± 3,6	67,9 ± 0,9	7,0 ± 0,1	0,58±0,1	0,24 ± 0,01
E	75,9 ± 5,4	126,4 ± 6,7	85,5 ± 16,0	8,7 ± 2,6	0,9±0,1	0,31 ± 0,06
P*	0,856	0,397	0,032	0,011	0,028	0,013
AS	42,1 ± 9,3	132,2 ± 9,8	72,9 ± 5,1	7,7 ± 2,4	1,05±0,2	0,26 ± 0,00
GS	44,2 ± 4,8	116,9 ± 6,0	75,4 ± 5,3	6,0 ± 0,7	0,46±0,1	0,29 ± 0,01
TS	44,4 ± 12,1	107,9 ± 4,4	65,6 ± 7,2	6,2 ± 1,3	0,59±0,2	0,29 ± 0,00
RS	37,7 ± 15,4	106,2 ± 9,5	63,2 ± 6,4	6,2 ± 0,8	0,29±0,2	0,22 ± 0,00
SS	39,2 ± 16,5	102,4 ± 8,6	60,3 ± 10,4	6,3 ± 0,5	0,52±0,1	0,28 ± 0,02
S	41,5 ± 2,9	113,1 ± 11,9	67,5 ± 6,4	6,5 ± 0,7	0,6±0,2	0,27 ± 0,02
P**	0,925	0,055	0,129	0,814	0,09	0,028
P***	0,00	0,006	0,003	0,011	0,011	0,042

P*: etanollü ekstraktlarda iller arası p***: sulu ekstraktlarda iller arası p***: etanollü ve sulu ekstraktlar arası P <0,05 anlamlı kabul edildi,

Bitkilerin farklı antioksidan özellikleri; yapılarında bulunan vitamin, mineral, vitamin kofaktörleri, hormonlar, fiber yapılarının yanı sıra bitkisel kimyasallardan (fitokimyasal antioksidanlardan) kaynaklanmaktadır (Karadeniz, Burdurlu, Koca & Soyer, 2005).

Zhou ve ark. (2006) Koloroda'da yetişen aralarında patates, ıspanak, domates, kabağı da bulunan 38 bitki üzerine yaptıkları bir çalışmada; karalahananın diğer sebzeler arasında en yüksek miktarda 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonik asid)

radikal (ABTS•+) yakalama aktivitesine (58,7 µmol TE/g) ve toplam fenolik içeriğe (16,3–18,8 mg GE/g) sahip olduğu olduğunu rapor etmişlerdir. Ortama eklenen DPPH• radikalının 10 dakika sonra kalan miktarını belirleyerek yaptıkları çalışmada da en fazla azalmanın yine karalahana (%75–77) olduğunu belirlemişlerdir (Zhou & Yu, 2006).

Brassica aile türleri bileşimlerindeki farklılıklardan dolayı başta antioksidan aktivitesi de dahil olmak üzere biyolojik etkilerinin farklılıklar gösterdiği ve bunu yapılarında bol miktarda bulunan zengin içeriğe borçlu oldukları, ve bu içeriklerin de seviyelerinin çevresel ve büyüme faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir.

Diğer aile üyelerinin antioksidan tayinleri, antikanser etkisi, lipid peroksidasyonu üzerine etkileri incelenmiş olmasına rağmen karalahana hakkında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Soare, Dinu, Babeanu & Fortofoiu, 2016).

Posedek ve ark. (2007) yaptıkları derlemede literatür bilgilerini göz önüne alarak *brassica* türlerine göre antioksidan kapasite miktar sıralamasının karalahana > brüksel lahanası > brokoli > karnabahar > beyaz lahana şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir (Posedek, 2007).

Thavarajah ve ark. (2016) ve Eryılmaz Açıkgoz ve Deveci (2011)'nin yaptıkları çalışmalarda karalahananın diğer *brassica* aile üyeleri arasında en iyi vitamin kaynağı olduğunu belirlediler. (Thavarajah, Thavarajah, Abare, Basnagala, Lacher, Smith & Combs, 2016; Eryılmaz, Acikgoz & Deveci, M. 2011). Ayrıca Ayaz ve ark. (2006). Jahangir ve ark.(2009); karalahananın A, B1,B2, B6, C ve E, folik asit ve niasin, yağ asitleri, polifenoller; flavonoidler ve karotenler, lif, lutein, zeaksantin ve temel minerallerce (özellikle K, Ca, Mg, Fe ve Cu) zengin olduğunu belirtir (Ayaz, Glew, Millson, Huang,, Chuang, & Ayaz, 2006 ; Jahangir, Kim, Choi & Verpoorte, 2009).

Karalahana yapraklarında başlıca ferrulik asit ve kafeik asit, olmak üzere dokuz çeşit fenolik asit bulunurken; tohumlarında ise en fazla sinaptik asit olmak üzere 10 çeşit fenolik bileşik bulunmaktadır. Lahana yapraklarında kafeik, ferulik ve sinapik asit türevleri en sık tanımlanan fenolik asitlerdir (Ayaz, Glew, Millson, Huang,, Chuang & Ayaz, 2006).

Bitkilerin; içinde yer alan polifenolik içerikler sayesinde obezite, tip 2 diyabet, metabolik sendrom, kanser gibi hastalıklarına karşı koruyucu etkileri çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Farhat, Drummond, E.A.S. & Al-Dujaili. (2017)). Bu içerikler arasında yer alan polifenollerde diğer bileşiklerle sinerji içinde önemli ölçüde *brassica* bitkilerinin biyolojik aktivitesine katkıda bulunur (Samec, Urlic & Branka Salopek-Sondi, 2019). Polifenol sınıfının en büyük grubu flavonoidlerdir. Epidemiyolojik çalışmalarda, flavonoid içeriklerin tüketiminin kanser ve kardiyovasküler hastalıkları azalttığı görülmüştür. Bu yüzden flavonoidler; antioksidan, antimutajenik, çöpcü aktiviteye sahip olabilir. Karalahana flavonoidçe zengindir. Kuersetin ve kaempferol yapısında en fazla bulunan flavonoidlerdir (Akdaş & Bakkalbaşı, 2017).

Karalahana içindeki madde seviyeleri çeşitliliğe, olgunluk aşamasına, büyüme, çevresel koşula da bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden farklı yazarların sonuçlarını doğrudan karşılaştırmak zordur.

Ayaz ve ark. (2006) yaptığı bir çalışmada; karalahananın yapraklarında toplam fenolik içeriğini 1366 ng/g kuru ağırlık, tohumlardakini ise 6057 ng/g kuru ağırlık olarak bulmuşlardır. Karalahananın yapısında bulunan toplam fenolik içerikle DPPH yakalama kapasitesi arasında yüksek oranda korelasyon olduğunu öne sürmüşlerdir. DPPH• radikali yakalama kapasitelerini ise tohumlarda IC50 değerini 3,86-7,70 µg/mL arasında değişkenlik gösterirken, yapraklarında ise 2,14-400 µg/mL olduğunu rapor etmişlerdir (Ayaz, Glew, Millson, Huang,, Chuang & Ayaz, 2006).

Agarwal ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada; yaprak lahananın total fenolü 35.64, DPPH IC50 değeri 18 µg/mL, flavonoid miktarını ise 20,87 mg/mL olarak belirlediler (Agarwal, Raj & Chaturvedi. 2017).

Olsen ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada metanolik karalahana ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarını, kuersetin ve kaempferol ve flavonol miktarlarını sırasıyla ortalama 384 ± 62 mg gallik asit/100g kuru ağırlık, 58 ± 4 mg/100g kuru ağırlık, 44 ± 8 mg /100g, 646 ± 123 mg/100g olarak rapor etmişlerdir (Olsen, Aaby & Borge, 2009)

Sikora ve ark. (2008), yaptıkları bir çalışmada turpgiller ailesi üyelerinin vitamin C, karetenoid ve toplam polifenol içeriğini ve ısının bu aktivitelere etkisini incelemişlerdir. Karalahananın biberden sonra en fazla vitamin C içeriğine 48-150 (107±3,1 mg/100 g) sahip olduğunu, karetenoid bakımından ise *brassica* türleri arasında en zengin içeriğe (2,7 ± 0,20 mg / 100 g) sahip olduğunu, toplam polifenol içeriğinin diğerlerine göre neredeyse iki kat oranda (773 ± 46,88 mg / 100 g kuru ağırlık) olduğunu ve toplam antioksidan kapasitesinin ise diğerlerinden fazla (36,2 ± 1,05 µM trolox/g ekstrak) olduğunu rapor etmişlerdir (Sikora, Leszczynska, Filipiak-Florkiewicz & Pisulewski, 2008).

Küçük ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada Karadeniz Bölgesinden çeşitli illerden toplayarak hazırladıkları karalahananın; sulu ekstraktlarda toplam fenolik içeriğini 28,9 ± 2,1mg/kateşin/g ekstrak, 34,3±1,6 mg gallikasit/g ekstrak, flavonoid miktarını 6,64 ± 0,6 mg/g ekstrak, toplam antioksidan aktiviteyi de 0,24 ± 0,02 mmol/g ekstrak, metanolik ekstraktlarda ise; toplam fenolik içeriği 53,5 ± 4,1 mg kateşin/g ekstrak, 55,2 ± 4,7 mg gallikasit/g ekstrak, flavonoid miktarını 12,9 ± 0,9 mg/g ekstrak, toplam antioksidan aktiviteyi de 0,15 ± 0,02 mmol/g ekstrak olarak rapor edilmiştir (Küçük, 2007)

Wachtel-Galor ve ark. (2008) choy-sum, brokoli, lahanası ve karnabahar için FRAP değerlerini (sırasıyla 563.4, 391.1, 348 ve 276.8 µmol / kg) şeklinde bildirmiştir (Wachtel-Galor, Wong & Benzie, 2008).

Çömlekçioğlu ve ark. (2018); karalahananın aslında bir Akdeniz bitkisi olmasına rağmen Karadeniz bitkisi olarak anıldığını belirterek; lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) yapraklarının antioksidan aktivitesinin mevsime bağlı değişiklik gösterip göstermediğini belirlemek için yaptıkları çalışmada; Kahramanmaraş ilinde Kasım ve Mart tarihleri arasında karalahana numuneleri ile hazırladıkları metanollü ekstraktlarının total fenolik 7.32-11.63 mg/g, total flavonoid miktarları 2.01-3.96 µg g⁻¹,

FRAP değerleri 13.43-29.77 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve DPPH IC50 değerleri ise 1.31-1.91 mg/g. değişkenlik gösterdiğini, bunun sebebini ise mevsimsel olarak değişen glucosinolatların gerek içerik gerekse tür farklılıklarından olabileceğini öne sürdüler (Çömlekçioğlu & Mehtap 2018).

İsmail ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada ısının antioksidan aktivite değişikliklere sebep olup olmadığını değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada; taze karalahana ekstraktlarının etanolik ekstraktlarının yüksek fenolik içeriğe (3689 \pm 66 mg ferulik asit/100 g) ve yüksek toplam antioksidan aktiviteye (50,2 \pm %1,3) sahip olmasına rağmen, sadece bir dakika kaynar suda bekletilmesiyle önemli oranda hem fenolik içeriğinde (%12 oranında 3251 \pm 123 mg/100 g), hem de toplam antioksidan aktivitesinde (45,9 \pm 1,3%) azalma gözlemlendiği rapor etmişlerdir. Ayrıca az miktar su ile 6 dakika mikrodalgada tutulması ile karetenoidini %15 oranında kaybettiği gözlemlenmiştir (İsmail, Marjan & Foong, 2004).

Armesto ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada; farklı pişirme yöntemlerinin Galega lahanasının antioksidan kapasitesi ve flavonoid, organik asit ve mineral içeriklerinin üzerine etkisini; bu sebzelerin organik asitler, potasyum, kalsiyum ve mineraller bakımından zengin olduğunu ve yüksek antioksidan kapasiteye ve yüksek toplam flavonoid içeriğe sahip olduğunu belirlediler. DPPH yönteminde, ham lahananın % inhibisyonu (10,4 mg/mL konsantrasyon) %75,10 ile %91,32 değerleri arasında, FRAP değerleri ise 1227.29 ile 1368.30 $\mu\text{mol Fe (II) / 100 g}$ numune arasında değiştiğini tespit ettiler. Bu çalışmada analiz edilen çiğ lahananın ortalama toplam flavonoid içeriği 58.74 \pm 1,25 mg eşdeğer kateşin/100 g idi. Buharla pişirme hariç tüm pişirme yöntemlerinin lahananın biyoaktif içeriklerini azalttığını belirlediler. Buharla pişirmeler hariç DPPH inhibisyonu %62-60 arasında azaldı. FRAP değerleri buharla pişirmelerde sadece %16,8 azalmaya sebep olurken bu oran vukumla pişirmede %81,2- 82,43 gibi yüksek oranda azalmaya sebep olduğu gözlemlendi (Armesto, Gomez-Limia, Carballo & Martine, 2019).

Kapusta-Duch ve ark. (2016) pişmiş lahananın toplam antioksidan aktivitesindeki oluşan değişiklikleri; suda çözünür bileşiklerin süzülmesine, antioksidan bileşiklerin bozulmasına, oksidatif reaksiyonlar veya ısıya duyarlı bileşiklerin kaybı gibi çeşitli fenomenlerin birleşik etkilerine atfedilmiştir (Kapusta-Duch, Kuznierewicz, Leszczynska & Borczak, 2016).

Ancak Martínez-Hernández ve ark. (2013), taze ve pişmiş (haşlanmış, vakumda kaynatılmış, buharda pişirilmiş, basınçlı pişirilmiş, mikrodalgada, vakumlu mikrodalgada, ızgarada, kızartılmış ve vakumda kızartılmış) brokolinin antioksidan aktivitesini analiz etmiş ve vakumlu kaynatma dışındaki tüm pişirme yöntemlerinin antioksidan aktivite kapasitenin arttığı belirlendi (Çömlekçioğlu & Mehtap 2018).Türkmen vd. (2005) ayrıca haşlanmış, mikrodalgada pişirilmiş ve buharda pişirilmiş brokolide artan antioksidan kapasitesini gözlemlenmiştir (Martínez-Hernández, Artés-Hernández, Colares-Souza, Gómez, García-Gómez & Artés, 2013).

Fenoli ve ark. Karalahayı (2013); kara lahanayı en çok tüketen ülkeler olarak belirledikleri Türkiye, İtalya ve Portekiz'de biyoaktif içeriklerin ülkelere göre farklılıklar gösterdiğini belirlediler.

İsmail ve Ark. (2004) sebzelerin antioksidan kapasitesinin; ekstre edildiği çözücünün tipine ve polaritesine bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Daha az polar çözücülerde hazırlanan ekstraktların, metanollü veya etanollü ekstraktlara göre daha aktif antioksidan maddelere sahip olduğunu öne sürmüşlerdir (Agarwal, Raj & Chaturvedi. 2017).

Bizde bu çalışmada; benzer coğrafik bölgede olmalarına rağmen iklim, toprak yapısı, meteorolojik olarak farklılıklar gösteren Karadeniz Bölgesindeki beş farklı ilden sonbahar sonu kış başı topladığımız çiğ karalahana yapraklarını rakım farkı oluşmaması için deniz seviyesinde bulunan bahçelerden toplayarak, illere göre harmanlayıp, sokhet, clevenger ve rotary evaporatörünü kullanarak hazırlanan düzeneklerle beraber etanolik ve sulu ekstraktları hazırlayarak filtreden geçirdik. Yapılan antioksidan aktivite çalışmalarında alınan karalahana numunelerinin her birinin farklı bir antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 1).

Toplam fenolik madde ve flavonoid miktarlarını; etanolik ekstraktlarda ortalama 66,6-81,0 μg gallik asit /mg ekstrak ve 5.6-12,7 μg kuarsetin asit /mg ekstrak arasında illere göre; TFM: Trabzon > Samsun > Rize > Artvin > Giresun; Flavonoid: Rize > Giresun > Trabzon > Samsun > Artvin olarak belirlendi. Sulu ekstraktlarda ise: toplam fenolik madde miktarları 37,7- 44,4 μg gallik asit /mg ekstrak arası ve flavonoid miktarları ise 6,0-7,7 μg kuarsetin asit /mg ekstrak arasında illere göre; TFM: Trabzon > Giresun > Artvin > Samsun > Rize; Flavonoid : Artvin > Samsun > Rize > Trabzon > Giresun olduğunu belirlendi. (Tablo 1).

FRAP, DPPH yakalama kapasiteleri ve TAS değerlerini; etanolik ekstraktlarda ortalamalara göre; FRAP (trolloks): 120,7-138,0 μM trolloks /mg ekstrak olarak, illere göre Artvin > Giresun > Trabzon > Rize > Samsun; FRAP (askorbik asit): 67,9-105,9 μM askorbik asit /mg ekstrak ve illere göre Artvin > Rize > Trabzon > Giresun > Samsun; DPPH : IC50 0,58-0,99 μg /mg ekstrak Trabzon > Artvin = Rize = Giresun > Samsun; TAS : 0,24-0,42 mM trolloks /mg ekstrak Trabzon > Rize > Artvin > Giresun > Samsun olarak belirlendi.

Sulu ekstraktlarda ise; FRAP (Trolloks): 102,4-132,2 μM trolloks /mg ekstrak olarak illere göre Artvin > Giresun > Trabzon > Rize > Samsun; FRAP (Askorbik asit): 60,3-75.4 μM askorbik asit /mg ekstrak ve illere göre Giresun > Artvin > rabzon > Rize > Samsun; DPPH : IC50 0,29-1,05 μg /mg ekstrak Artvin > Trabzon> Samsun> Giresun > Rize; TAS : 0,22-0,29 mM trolloks /mg ekstrak Trabzon > Giresun > Samsun > Artvin > Rize olarak sıralandığı gözlemlendi (Tablo 1).

Bu çalışmada da; TFM, flavonoid, FRAP ve TAS miktarları etanolik ekstraktlarda sulu ekstraktlara göre daha yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 1). Çalışmaya dâhil edilen tüm iller için TFM, flavonoid, FRAP, ve TAS miktarları etanollü ekstraktlarda sulu ekstraktlara göre daha yüksek olduğu belirlendi. En düşük DPPH aktivitesine sahip olan ekstrak en iyi aktiviteye sahipti. Etanollü ekstraktlar arasında Samsun iline ait etanollü ekstrak, sulu ekstraktlar arasında ise Rize iline ait sulu ekstrak en yüksek aktiviteye

sahipti. Etanollü ve sulu ekstraktlar arasında Trabzon iline ait etanollü ve sulu ekstraktlar en yüksek TAS içeriğine sahipti. Ortalama etanolik (E) ve sulu (S) seviyeleri göz önüne alındığında etanolik ekstraktların antioksidan seviyeleri sulu ekstraktlara göre daha yüksek olmasına rağmen sadece toplam fenolik madde bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlendi ($P<0,05$).

Karalahana ekstraktları ile yapılan diğer bir çalışmada da; çok düşük yoğunluklu (VLDL) ve düşük yoğunluklu (LDL) lipoproteinlerin oksidasyonuna karşı koruyucu mekanizma ile kardiyovasküler hastalıklara karşı rol aldığı belirlenmiştir (Kural, Küçük, Yücesan & Örem, 2011).

4 Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak karalahana yetiştiği coğrafi bölge, iklim, ısı, toprak yapısı, toplandığı mevsim, ekstrakt çözünücüsü türüne göre değişkenlik gösterse de sahip olduğu zengin içerik dolayısıyla başta antioksidan kapasite olmak üzere birçok biyolojik etkiye sahiptir. Antioksidan kapasitesi sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, cilt, kemik, gastrointestinal, solunum sistemi, bağışıklık sistemi hastalıkları, antimitojenik, kanser ve Alzheimer gibi nörodejenaratif hastalıklara sebep olan oksidan maddeler karşı önleyici etkileri sebebiyle faydalı bir besin olarak tüketiminin yararlı olacağı ve daha yaygın kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Bilgilendirme ve Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi B.A.P. proje onay izni (2004.111.002.6) kapsamındadır. Çalışmamız sırasında bizden maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen Değerli Hocamız merhum Prof. Dr. Ekin Önder'e teşekkürlerimizi bir borç biliriz.

5 Kaynaklar

Agarwal, A. Raj, N. & Chaturvedi, N. (2017). A comparative study on proximate and antioxidant activity of brassica oleracea kale and spinacea oleracea spinach leaves. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 44, 22-29.

Akdaş, Z.Z. & Bakkalbaşı, E. (2017). Influence of Different Cooking Methods on Colour, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Kale. *International Journal of Food Properties*, 20, 877-887.

Armesto, J. Gomez-Limia, L. Carballo, J. & Martine, S. (2019). Effects of different cooking methods on the antioxidant capacity and flavonoid, organic acid and mineral contents of galega kale brassicaoleracea var. acephala cv. galega. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 702, 136-149.

Arumugam, A. & Razis, A.F.A. (2018.) Apoptosis as a mechanism of the cancer chemopreventive activity of glucosinolates, a review. *Asian Pac J Cancer Prev*, 19 (6), 1439-1448.

Ayaz, F.A. Ayaz, S. H. Karaoglu, Ş.A. Gruz, J. Valentová, K. Ulrichová, J. & Strnad, M. (2008). Phenolic acid contents of kale brassica oleracea l. var. acephala dc. extracts and their antioxidant and antibacterial activities. *Food Chem*, 107, 19-25.

Ayaz, F.A. Glew, R.H. Millson, M. Huang, H.S. Chuang, L.T. Sanz, C. & Ayaz, S.H. (2006). Nutrient contents of kale brassica oleracea l. var. acephala DC.. *Food Chem*, 96, 572-79.

Choi, I.S. & Cha, H.S. (2014). physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*, 19, 16811-16823.

Çömlekçioğlu, N. & Mehtap Kutlu, M. (2018). Yaprak lahana Brassica oleracea L. var. acephala yapraklarının fitokimyasal içeriği ve antioksidan aktivitenin mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 552, 119-127.

Dhevi Vs, R. Shankar, S. Sathivelu, M. Segaran, G. (2019). Brassicaceae- a classical review on its pharmacological activities. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 551, 107-113.

Ismail, A. Marjan, Z.M. & Foong, C.W. (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem*, 87, 581-586.

Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem*, 37, 277- 285.

Eryılmaz Acikgoz, F. & Deveci, M. (2011). Comparative analysis of vitamin c, crude protein, elemental nitrogen and mineral content of canola greens brassica napus l. and kale brassica oleracea var. acephala. *African Journal of Biotechnology*, 10, 19385-19391.

Farhat, G. Drummond, S. & E.A.S. Al-Dujaili. (2017). Polyphenols and their role in obesity management, a systematic review of randomized clinical trials. *Phytotherapy Research*, 317, 1005- 1018.

Feroli, F. Giambanelli, E. D'Antuono, L.F. Costa, H.S. Albuquerque, T.G. Silva, A.S. Hayran, O. & Koçaoglu, B. (2013). Comparison of leafy kale populations from Italy, Portugal, and Turkey for their bioactive compound content, phenolics, glucosinolates, carotenoids, and chlorophylls. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 9314, 3478-3489.

Karadeniz, F. Burdurlu, H.S. Koca, N. & Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turk J Agric For*, 29, 297-303.

- Kapusta-Duch, J. Kuzsnierewicz, B. Leszczynska, T. & Borczak, B. (2016). Effect of cooking on the contents of glucosinolates and their degradation products in selected brassica vegetables. *J Funct Foods*, 23, 412–422.
- Kural, B.V.Küçük, N. Yücesan, FB. & Örem, A. (2011). mineral micronutrient and prebiotic carbohydrate profiles of USA-grown kale effects of kale brassica oleracea l. var.acephala DC leaves extracts on the susceptibility of very low and low density lipoproteins to oxidation. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 48, 361-364.
- Küçük, N. (2007). Karalahananın Lipoproteinlerin Oksidasyonuna Etkisi, K.T.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Küçük Kent, N. Vanizör Kural, B. Örem A. & Cengiz, S. (2016). karalahana ekstraktlarının invitro okside lipoproteinlerde malondialdehit seviyelerine etkileri the impacts of kale extracts on the levels of malondialdehyde in invitro oxide lipoproteins. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi GÜSBD*, 52, 42-47.
- Lisiewska, Z. Kmiecik, W. & Korus, A. (2008). The amino acid composition of kale *brassica oleracea* l. var. *acephala*, fresh and after culinary and technological processing, *Food Chemistry, Food Chemistry*, 1082, 642-648
- Martínez-Hernández, GB. Artés-Hernández, F. Colares-Souza, F. Gómez, PA. García-Gómez, P. & Artés F. (2013). Innovative cooking techniques for improving the overall quality of a kalia-hybrid broccoli. *Food Bioprocess Technol*, 6, 2135–2149.
- Olsen, H. Aaby, K. & Borge, I. (2009). Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly kale brassica oleracea l. convar. acephala var. sabellica by HPLC-DAD-ESI-MS. *J. Agric. Food Chem*, 57 7, 2816- 2825.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jap. J Nutr*, 44, 307-315.
- Podsedek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of brassica vegetables, a review. *Food Sci Technol*, 40, 1-11.
- Jahangir, M. Kim, H.K. Choi, Y.H. & Verpoorte, R. (2009). Health- affecting compounds in brassicaceae. *Comprehensive reviews in food. Science and food safety*, 8, 31–43.
- Samah, N.A. Mahmood, M.R. & Muhamad, S. (2014). The role of nanotechnology application in antioxidant from herbs and spices for improving health and nutrition, a review. *Selangor Sci. Technol. Rev*, 17–23.
- Samec, D. Urlic, B. & Branka Salopek-Sondi, B. (2019). Kale brassica oleracea var. acephala as a superfood, review of the scientific evidence behind the statement, *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 5915, 2411-2422.
- Sikora, E. & Bodziarczyk, E. (2012). Composition and antioxidant activity of kale brassica oleracea l. var. acephala raw and cooked. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 113, 239-48.
- Serafini, M. & Peluso, I. (2016). Functional Foods For Health, The interrelated antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables, herbs, spices and cocoa in humans. *curr. Pharm. Des*, 22, 6701–6715.
- Sikora, E. Leszczynska, E. Filipiak-Florkiewicz, TA. & Pisulewski, PM.(2008).The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chem*, 107, 55–59.
- Singh, J. Upadhyay, A.K. Bahadur, A. Singh, B. Singh, K.P. & Rai, M. (2006). Antioxidant phytochemicals in cabbage brassica oleracea l. var. capitata. *Sci Horti Asterdam*, 108, 233–237.
- Soare, R. Dinu, M. Babeanu, C. & Fortofoiu, M. (2016). Bioactive compounds and antioxidant capacity in some genotypes of white cabbage brassica oleracea var. capitata f. alba. *SGEM- Conference Proceedings, Book*, 61, 437-444.
- Thavarajah, D.Thavarajah, P. Abare, A. Basnagala, S. Lacher, P. Smith, P. & Combs, GF. (2016).Mineral micronutrient and prebiotic carbohydrate profiles of USA-grown kale brassica oleracea L. Var. Acephala. *Journal of Food Composition and Analysis*, 52, 9–15.
- Wachtel-Galor, S. Wong, KW. & Benzie, IFF. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food Chem*, 110, 706–710.
- Winston, G.W.(1991). Oxidant and antioxidants, in aquatic animals, comparative biochemistry and physiology. *Comp Biochem C*.100, 173-176.
- Yesiloglu, Y. & Audin, H.(2013). Kilic, I. In vitro antioxidant activity of various extracts of ginger seed. *Asian J. Chem*, 25, 3573–3578.
- Zhang, J. Satterfield, M.B. Brodbelt, J.S. Britz, S.J. Clevidence, B. & Novotny, J.A. (2003). Structural characterization and detection of kale flavonoids by electrospray ionization mass spectrometry. *Anal Chem*, 75, 6401-6407.
- Zhao, C. Wang, F. Lian, Y. Xia, H. & Zheng, J. (2020). Biosynthesis of Citrus Flavonoids and Their Health Effects Critical Reviews. Biosynthesis of citrus flavonoids and their health effects. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 60 (4), 566-583.
- Zhou, K. & Yu, L. (2006). Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. *Food Sci and Technol*. 39, 1155-1162.

Extended Abstract

Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala* DC.) belongs to the Brassicaceous family (Cruciferae) plant species. Kale broad biological activity; indebted to its rich chemical content, which varies depending on the growing conditions and climate. It has been reported in many studies that kale is poor in energy, rich in vitamins (vitamins K, A, C, E, B2) and minerals, phenolic acid and fatty acid content. At the highest concentration among other Brassica species; It has sodium, magnesium, phosphorus, β -carotene, nicotinamide, folic acid, arginine, leucine, methionine, tryptophan, tyrosine, cysteine, lutein, zeaxanthin and caretenoide (Ayaz, Glew, Millson, Huang, Chuang, & Ayaz, 2006).

Antioxidant substances taken with foods; they are protective compounds against the harmful effects of oxidant substances. Chronic oxidative stress has been reported to cause various diseases such as cancer, heart-related diseases and accelerated aging (Samah, Mahmood & Muhamad, 2014).

In this study, ethanolic and aqueous extracts obtained from kale leaves collected from Samsun, Giresun, Trabzon, Rize and Artvin provinces on the coastal strip of the Eastern Black Sea Region were evaluated in terms of their antioxidant capacity. Total antioxidant level (TAS), total phenolic content (TFM), total flavonoid level (TFS), iron ion reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) scavenging activity were determined by spectrophotometric methods.

For all provinces included in the study, the total amount of phenolic matter in ethanolic extracts was higher than aqueous extracts, and there was a statistically significant difference between them ($p < 0.05$). No significant difference was observed between extracts prepared in the same solvent (ethanol or water) ($p > 0.05$).

FRAP (trolox) values were slightly higher than ethanolic extracts compared to aqueous extracts and there was a statistically significant difference between them ($p < 0.05$). It was determined that there is a significant difference between provinces in terms of FRAP (Ascorbic acid) values in ethanolic extracts ($p < 0.05$).

It was observed that there was a significant difference between the flavonoid values of ethanolic extracts between provinces ($p < 0.05$).

The extract with the lowest DPPH activity had the best activity. Among ethanolic extracts, ethanolic extract from Samsun province and among aqueous extracts, aqueous extract from Rize province have the highest activity. Although aqueous extracts have higher activity than ethanol extracts, a statistically significant difference was observed between provinces only in ethanolic extracts. ($p > 0.05$)

Looking at the total antioxidant content; ethanolic and aqueous extracts of Trabzon province have the highest TAS content. Ethanol extracts were higher than aqueous extracts, and a statistically significant difference was observed in terms of TAS content both between provinces and as solvent type ($p < 0.05$).

When the antioxidant levels of kale were examined by provinces, a statistically significant difference was found between the FRAP (ascorbic acid, flavonoid, DPPH and TAS values in ethanolic extracts ($p < 0.05$), while there was no statistically significant difference between provinces in aqueous extracts ($p > 0.05$). A statistically significant difference was determined due to the difference in antioxidant activities between the aqueous and ethanolic extracts collected from the same provinces ($p < 0.05$).

As a result, although it varies according to the geographical region where kale grows, climate, temperature, soil structure, season in which it is collected and the type of extract solvent, it has many biological effects, especially antioxidant capacity, due to its rich content (Zhao Wang, Lian, Xia, & Zheng, 2020). Thanks to its antioxidant capacity, it is thought that its consumption as a beneficial nutrient will be beneficial and should be used more widely due to its preventive effects against oxidants that cause cardiovascular diseases, skin, bone, gastrointestinal, respiratory system, immune system diseases, antimutagenic, antiviral, cancer and neurodegenerative diseases such as Alzheimer.