



Araştırma Makalesi

Enginar bitkisinin (*Cynara scolymus* L.) farklı kısımlarının antioksidan kapasitesi

Hatice BAŞ¹, Hülya DOĞAN^{2*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 66900, Merkez, Yozgat, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Meslek Yüksekokulu, 66200, Merkez, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8296-0360>, ²<https://orcid.org/0000-0003-1970-4123>

*Sorumlu Yazar e-mail: hulya.dogan@bozok.edu.tr

Makale Tarihi

Geliş: 10.10.2022

Kabul: 17.11.2022

Online yayınlanma: 13.12.2022

Anahtar Kelimeler

Antioksidan kapasite,
Enginar,
Ekstrakt,
fenolik bileşikler

Öz: Çalışmanın amacı, enginar bitkisinin farklı kısımlarının sahip olduğu antioksidan kapasitenin değerlendirmesidir. Bu çalışmada bitkinin üç farklı kısmı (sap, yaprak ve brakte) incelenmiş olup, TEAC, Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi; FRAP, demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite; PHEN, toplam fenolikler; TMA, toplam monomerik antosiyaninler ·OH, hidroksil radikali süpürme kapasitesi; SOS, süperoksit temizleme kapasitelerine bakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek toplam fenol içeriği 2013.58±81.23 µg GAE/g fw brakteden elde edilmiştir. En düşük değer 1536.12±86.71 µg GAE/g fw bitkinin sap kısmından elde edilmiştir. Antioksidan kapasiteyi ölçmek için TEAC ve FRAP yöntemleri kullanılmıştır. Buna göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip bitki kısmı brakteden (20.23±1.31 ve 20.23±1.31 µmol/L) tespit edilmiştir. Sonuç olarak, *C. scolymus*'un iyi bir antioksidan etki sergilediği ve özellikle gıda olarak tüketiminin insan sağlığı açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Atıf Künyesi: Baş, H. ve Doğan, H. (2022). Y Enginar bitkisinin (*Cynara scolymus* L.) farklı kısımlarının antioksidan kapasitesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 127-133. **How To Cite:** Baş, H. and Doğan, H. (2022). Antioxidant capacity of different parts of artichoke (*Cynara scolymus* L.), *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 1(2), 127-133.

Antioxidant Capacity of Different Parts of Artichoke (*Cynara scolymus* L.)

Article Info

Received: 10.10.2022

Accepted: 21.11.2022

Online published: 13.12.2022

Keywords

Abstract: The study aims to evaluate the antioxidant capacity of different parts of the artichoke plant. In this study, three different parts of the plant (stem, leaf, and bract) were examined. TEAC, Trolox equivalent antioxidant capacity; FRAP, ferric reducing antioxidant power; PHEN, total phenolics; TMA, total monomeric anthocyanins ·OH, hydroxyl radical scavenging capacity; SOS, superoxide removal capacities were examined. According to the results of the study, the highest total phenol content was obtained from 2013.58±81.23 µg GAE/g fw bract. The lowest value 1536.12±86.71 µg GAE/g fw was obtained from the stem part of the plant. TEAC and FRAP methods were used to measure antioxidant capacity. Accordingly, the part of the plant with the highest antioxidant capacity was determined from bract (20.23±1.31 and

Antioxidant capacity,
artichoke,
extract,
phenolic compounds

20.23±1.31 µmol/L). As a result, it was concluded that *C. scolymus* exhibits a good antioxidant effect, and its consumption as food is important for human health.

1. Giriş

Enginar (*Cynara scolymus* L.), Asteraceae familyasının bir üyesidir. Uzun yıllardan beri insanlar tarafından yetiştirilen en eski bitkilerden biridir. Dördüncü yüzyıldan beri diyet ve tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. Tipik olarak Akdeniz havzasında yetiştirilen bu çok yıllık ürün, dünya çapında yaygındır (Lattanzio ve ark., 2009). Enginarın yenilebilir kısımları, olgunlaşmamış bir çiçek (kapitula veya baş olarak adlandırılır), çanak yapraklar ve brakte içerir (Pandino ve ark., 2009; El Sohaimy, 2014). Enginar, Akdeniz diyetinin temel bir bileşenini temsil eder ve taze, haşlanmış, buğulanmış, kızartılmış veya konserve sebze olarak yenilebilir (Lattanzio ve ark., 2009; El Sohaimy, 2014). Braktesi, zengin bir inulin, lif ve mineral kaynağıdır, aynı zamanda polifenoller gibi biyoaktif bileşiklerin de kaynağıdır (Fратиanni ve ark., 2007). Enginarın daha önce bahsedilen yenilebilir kısımları bitkinin toplam biyokütlesinin sadece %15-20'sini oluşturur. Kalan atıklar tüketim için uygun değildir, ancak zengin bir inulin (prebiyotik olan) ve polifenolik bileşikler kaynağıdır (Zuorro ve ark., 2016; D'Antuono ve ark., 2018). Gıda endüstrisinden gelen enginar artıkları da biyoyakıt olarak kullanılabilir, bu nedenle katı atık olarak değerlendirilmesi ekonomik değildir (D'Antuono ve ark., 2018). Gıda endüstrisi ile ilaç ve/veya kozmetik endüstrisi arasındaki rekabet sorununu çözmek için, gıda dışı uygulamalar için biyoaktif bileşiklerin geri kazanılması için piyasaya uygun olmayan enginar kısımlarının kullanılması uygun görünmektedir.

Çeşitli farmakolojik deneyler, enginar özlerinin sağlığı teşvik edici etkilerini göstermiştir: hepatoprotektif, kolagojik ve kolleretik (Lattanzio ve ark., 2009); antidispeptik ve antispazmodik (Marakis ve ark., 2002); anti-inflamatuar, hipoglisemik, antiaterojenik ve antihiperkolesterolemik (Salem ve ark., 2015); antioksidan ve anti-tümördür. Ek olarak, enginar özleri antimikrobiyal ve probiyotik aktivite göstermiştir (Fратиanni ve ark., 2007). Polifenol içerik ve bileşenler büyük ölçüde bitki parçasına, genotipe, büyüme aşamasına ve işleme koşullarına bağlıdır. Örneğin braktelerdeki birikimleri bitkinin dışından iç kısımlarına doğru artar. Biyolojik olarak aktif bileşiklerin seviyeleri ayrıca bitki çeşidinden ve olgunluğundan da etkilenir (Fратиanni ve ark., 2007; Ferracane ve ark., 2008; Petropoulos ve ark., 2018).

Çok sayıda klinik çalışma, tipik olarak Akdeniz diyeti olan meyve ve sebze tüketiminin kanser ve kardiyovasküler bozukluklar gibi kronik bulaşıcı olmayan hastalık riskini azalttığını doğrulamıştır (Williamson ve Manach, 2005). Diğer sebzelerle karşılaştırıldığında, enginar, sağlığı geliştirici etkilerden sorumlu olan yüksek düzeyde polifenol içerir (Lattanzio ve ark., 2009).

Enginarın beslenme özellikleri, sağlıklı bir yaşam tarzına ve dengeli beslenmeye olan talebi karşılamaktadır. Günümüzde insanlar günlük diyetlerini besinler, mineraller ve vitaminlerle tamamlamanın bir yolunu aramaktadır. Ancak son yıllarda tablet veya toz gibi ek takviyeleri kullanmak yerine, vücut fonksiyonlarını olumlu yönde etkileyen temel bileşenlerce zengin geleneksel gıda ürünlerine yönelmiş durumdadırlar. Bu açıdan enginar besin değeri yüksek olan bir bitki olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, enginarın üç farklı bitki aksamından (sap, yaprak ve brakte) elde edilen ekstraktlarının besin değeri ve antioksidan aktivite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2021 yılında İzmir Urla'dan toplanan enginar bitkisi materyal olarak kullanılmıştır. Bitkinin üç farklı kısmı sap, yaprak ve brakte analizlerde kullanılmıştır. Örnekler elle toplandı ve doğrudan güneş ışığı almayan havalandırılmalı odalarda kurutulmuştur ($18 \pm 2^\circ\text{C}$).

Fraksiyon I'yi vermek için kurutulmuş numuneler (4 g), 20 dakika boyunca 80 ila 105 °C sıcaklıkta saf su (40 mL) ile ekstre edilmiştir. Fraksiyon II'yi vermek için kalan tortular, 30 dakika boyunca 100 °C ila 130 °C sıcaklıkta saf su (60 mL) ile ekstre edilmiştir. 25 °C oda sıcaklığına geldiğinde her iki fraksiyon da filtrelenerek birleştirilmiştir (Benzie ve Strain, 1999).

2.1. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) Yöntemi

FRAP yöntemi, asidik pH'da, bir numunenin tripiridil triazine-iron (III) (Fe^{3+} -TPTZ) kompleksini tripiridil triazine-iron (II) (Fe^{2+} -TPTZ)'e indirgeme kabiliyetine dayanmaktadır. FRAP reaktifi, 300 mmol/L asetat tamponu pH 3.6, 40 mmol/L HCl içinde 10 mmol/L 2,4,6- tripyridyl-s-triazine (TPTZ) ve distile su içinde 20 mmol/L $FeCl_3 \cdot x H_2O$ ile hazırlanır. Çalışma sırasında kullanılacak olan çözeltiler daima taze olarak hazırlanmalıdır. Kalibrasyon için, konsantrasyonu bilinen Fe (II) çözeltisi kullanılır (100-1000 μ mol/L aralığında). 4.5 mL FRAP reaktifi üzerine, kuru madde konsantrasyonu 1 mg/mL'ye ayarlanmış olan 150 μ L ekstrakt eklenir. Daha sonra bu karışım oda sıcaklığında karanlıkta 5 dk inkübe edilir ve 593 nm'de spektrofotometrede absorbans okuması yapılır (Szöllösi and Varga, 2002).

2.2. Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (TEAC veya ABTS) Yöntemi

TEAC analizi, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radikal katyonunun antioksidanlar varlığında absorbansındaki azalmanın ölçülmesine dayanmaktadır. ABTS'nin distile sudaki çözeltisi (0,0768 g/10 mL) ve potasyum persülfat çözeltisi (0,0132 g/10 mL) karıştırılır. Çözelti oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat mekanik karıştırıcıda bekletilir. Kullanıma hazır hale gelen mavi yeşil renkli ABTS radikal çözeltisi, 730 nm'de absorpsiyon $0,700 \pm 0,010$ olacak şekilde distile su ile 1:100 oranında seyreltilir. Kuartz küvette, fosfat tamponuna (PBS, 955 μ L) ABTS• (74 mM stok çözeltiden 25 μ L) ve bitki ekstraktı (20 μ L, 100 kez dilüe edilmiş) eklenir ve 730 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede okutulur (Obón et al. 2005; Prior et al. 2005).

2.3. Toplam fenolik içeriğin belirlenmesi (PHEN)

Toplam fenolik içerik Singleton ve Rossi'nin yöntemi ile ölçülmüştür (Singleton ve Rossi, 1965).

2.4. Toplam monomerik antosiyaninlerin belirlenmesi

Toplam monomerik antosiyaninler, spektrofotometre ile pH diferansiyel prosedürü yoluyla ölçülmüştür. pH 1.0 ve 4.5'te, tamponlarda 700 ve 533 nm'de absorbanslar ölçülmüştür. Örnekler altı kez tekrarlanmıştır. Veriler μ g cy-3-glu/g fw olarak ifade edilmiştir (Giusti ve Wrolstad, 2005).

2.5. Hidroksil radikal süpürme kapasitesinin belirlenmesi

Hidroksil radikal süpürme kapasitesi, ekstraktlarının tereftalik asit ve hidroksil radikali arasındaki bir reaksiyonda güçlü bir flüoresan olan 2-hidroksitereftalat oluşumunu azaltma kabiliyeti tespit edilerek değerlendirilmiştir. Karışım (2.5 mL), bir Na-fosfat tamponu (50 mM, pH 7.2) içinde TPA (500 μ M), EDTA (10 μ M), $FeSO_4$ (10 μ M), askorbat (100 μ M) ve H_2O_2 (100 μ M) içermiştir. Prosedür etanol ile kalibre edildi ve hidroksil radikali temizleme kapasiteleri mM etanol eşdeğeri/mL ekstre olarak verilmiştir (Halliwell ve Gutteridge, 2007).

2.6. Süperoksit süpürme kapasitesinin belirlenmesi

Süperoksit temizleme kapasitesi, süperoksit radikal inhibisyonu nitro mavi tetrazolyumun formazana dönüşmesiyle belirlenmiştir. Formazan oluşumu 560 nm'de ölçülmüştür. Karışım (1.0 mL), EDTA (0.3 mM), ksantin (0.2 mM) ve nitro mavi tetrazolyum (1 mg/mL) içeren Na-fosfat tamponu (50 mM, pH 7.2) içinde ksantin oksidazdan (0.015 U) oluşmaktadır. Sonuçlar, SOD birim eşdeğeri/mL yaprak özü olarak ifade edilmiştir (McCord ve Fridovich, 1969).

2.6. İstatistiksel değerlendirmeler

Verilerin analizi SPSS programının 20.0 versiyonu ile Tukey testi ile yapılmıştır. Sonuçlar ortalama±SD olarak ifade edilmiştir. Veri setlerinin bağımlılığı, korelasyon katsayıları hesaplanarak karakterize edilmiştir. Korelasyon katsayısı, -1 veya +1'e ne kadar yakınsa, korelasyon o kadar güçlü olur.

3. Bulgular ve Tartışma

Enginarın sap, yaprak ve brakte ekstrelerinin antioksidan kapasiteleri TEAC ve FRAP analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar kullanılan teste göre değişiklik göstermiştir. Ayrıca toplam fenolik içeriği, toplam monomerik antosiyaninleri, hidroksil radikali temizleme kapasitesini, süperoksit temizleme kapasitesini de değerlendirilmiştir. Bu çalışmada incelenen parametreler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Enginar bitkisinin üç farklı kısmının antioksidant kapasitesi

	SAP	YAPRAK	BRAKTE
PHEN ($\mu\text{g GAE/g fw}$)	1536.12±86.71	1821.04±77.63	2013.58±81.23
TMA ($\mu\text{g cy-3-glu/g fw}$)	403.48±28.19	457.11±46.22	522.36±39.45
TEAC ($\mu\text{mol/L}$)	74.29±6.22	72.15±4.89	88.52±5.34
FRAP ($\mu\text{mol/L}$)	16.59±1.14	13.07±1.06	20.23±1.31
$\cdot\text{OH}$ (mM EtOH/mL)	16.60±2.99	14.47±5.31	23.26±3.52
SOS (unit SOD/mL)	17.53±3.26	15.24±3.50	24.20±4.38

Değerler ortalama \pm S.D'yi temsil eder. 3 tekrar üzerinden hesaplanmıştır.

TEAC, Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi; FRAP, antioksidan gücü azaltan demir; PHEN, toplam fenolikler; TMA, toplam monomerik antosiyaninler $\cdot\text{OH}$, hidroksil radikali süpürme kapasitesi; SOS, süperoksit temizleme kapasitesi.

Bitkiler, biyolojik özellikleri ve yapısı bakımından büyük ölçüde değişim gösteren önemli doğal ürün kaynağıdır. Son yıllarda, kardiyovasküler hastalıklardan ve kanserden korunma, antioksidanlar açısından zengin çaylar, sebzeler veya taze meyvelerle beslenme önem kazanmıştır (Johnson, 2001; Virgili ve ark., 2001; Tadhani ve ark., 2007). Fenolik bileşikler, metabolizmanın gerektirdiği doğal antioksidan kaynakları ve antioksidan aktiviteleri olarak kabul edilir; serbest radikalleri bağlarlar (Falowo ve ark., 2014). Bu etkiler yapılarında içerdikleri fenol halkasındaki OH gruplarının sayısının artmasıyla artar. Ayrıca fenolik bileşikler, düşük konsantrasyonlarda oksidasyonu geciktirme, yavaşlatma veya önleme ve serbest radikallere dönüştürüldüğünde stabil formda kalma özelliğine sahiptir (Kalogianni ve ark., 2020). Bu çalışmanın sonuçlarına göre ekstrakte edilen *C. scolymus*' un üç farklı ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Buna göre en yüksek değer 2013.58±81.23 $\mu\text{g GAE/g fw}$ brakteden elde edilmiştir.

Tablo 2. Enginar bitkisinin brakte cinsinden ölçülen farklı parametrelerinin korelasyon katsayıları (RP)

	PHEN	TMA	TEAC	FRAP	$\cdot\text{OH}$	SOS
PHEN	1	0,426	0,856^a	0,847^a	0,809^a	0,812^a
TMA		1	0,678	0,664	0,502	0,528
TEAC			1	0,916^a	0,811^a	0,820^a
FRAP				1	0,803^a	0,813^a
$\cdot\text{OH}$					1	0,907^a
SOS						1

a: $p < 0.05$ önemlidir. $RP > 0,9$ değerleri kalın, $0,9 > RP > 0,8$ değerleri kalın italik yazılmıştır.

Enginarın etanol ekstraktlarındaki toplam fenolik içerik hakkında daha önce yapılan bir çalışmada, ekstraktların toplam fenolik açısından zengin olduğunu göstermiştir (32.2 mg GAE/g) (Zuorro ve ark., 2016). Curadi ve ark. (2005), enginar yan ürünlerindeki toplam fenolik içeriğin, klorojenik asit eşdeğeri olarak metanol ekstraktlarında 7.31 ile 13.05 mg/g arasında olduğunu bulmuşlardır.

Tablo 3. Enginar bitkisinin sap cinsinden ölçülen farklı parametrelerinin korelasyon katsayıları (RP)

	PHEN	TMA	TEAC	FRAP	·OH	SOS
PHEN	1	0,452	0,821^a	0,839^a	0,759	0,762
TMA		1	0,582	0,583	0,518	0,544
TEAC			1	0,919^a	0,801^a	0,812^a
FRAP				1	0,800^a	0,807^a
·OH					1	0,803^a
SOS						1

a: p < 0.05 önemlidir. RP > 0,9 değerleri kalın, 0,9 > RP > 0,8 değerleri kalın italik yazılmıştır.

Tablo 4. Enginar bitkisinin yaprak cinsinden ölçülen farklı parametrelerinin korelasyon katsayıları (RP)

	PHEN	TMA	TEAC	FRAP	·OH	SOS
PHEN	1	0,415	0,842^a	0,822^a	0,734	0,771
TMA		1	0,654	0,629	0,526	0,531
TEAC			1	0,889^a	0,804^a	0,827^a
FRAP				1	0,818^a	0,820^a
·OH					1	0,911^a
SOS						1

a: p < 0.05 önemlidir. RP > 0,9 değerleri kalın, 0,9 > RP > 0,8 değerleri kalın italik yazılmıştır.

Bu diğer çalışmada, enginar ekstraktının en yüksek fenolik içeriği 4.39 mg GAE/100 g ekstrakt olarak belirlenmiştir (Ergezer ve Serdaroğlu, 2018). Başka bir çalışmada, toplam fenoliklerin klorojenik asidin % 1.60-9.80 arasında olduğu, farklı enginar türlerinde eşdeğer olduğu bulunmuştur (Wang ve ark., 2003). Tüm bulgular bu çalışmanın sonuçları ile yorumlandığında çalışmamız literatür çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Gallik asit bir fenolik asittir ve hidroksil-benzoik asit grubu içinde yer alır. Yüksek düzeyde antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Gallik asit, bitkilerden izole edilebilir, çok çeşitli ilaç ve kozmetik ürünlerinde ve ayrıca gıda endüstrisinde kullanılan doğal bir antioksidan maddedir (Papuc ve ark., 2017). Gallik asit, gıda teknolojisinde özellikle gıda muhafazasında gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir (Bensid ve ark., 2020).

Antioksidan kapasiteyi ölçmek için TEAC ve FRAP yöntemleri kullanılmıştır. Buna göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip bitki kısmı brakteden (20.23±1.31 ve 20.23±1.31 µmol/L) elde edilmiştir. Çeşitli analitik prosedürlerin karşılaştırılması, örneklerin antioksidan yeteneği hakkındaki verilerin daha iyi yorumlanması ve anlaşılması için yararlıdır (Katalinic ve ark., 2005). Bu nedenle bu çalışmada toplam fenolik içerik ve toplam monomerik antosiyaninler ile hidroksil radikali ve süperoksit temizleme kapasiteleri FRAP ve TEAC analizlerine ek olarak belirlenmiştir.

4.Sonuç

Farklı bitki kısımlarından elde edilen ekstraktın toplam antioksidan kapasitesi, toplam monomerik antosiyaninler, toplam fenolik içerik, hidroksil radikali ve süperoksit süpürme kapasiteleri tespit edilmiştir. Buna göre enginarın sap, yaprak ve brakte ekstraktlarında önemli miktarda antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasite brakteden elde edilmiştir.

FRAP ve TEAC analizlerinin her ikisi için de çalışmamıza göre toplam monomerik antosiyaninler, toplam fenolik içerik, hidroksil radikali ve süperoksit süpürme kapasiteleri tüm şekil ve tablolarda

görüldüğü gibi en aktif bitki kısmı brakte ve en az aktif bitki kısmı ise yaprak olmuştur. Bu bitki kısımlarında biyolojik olarak aktif bileşikler bulmak için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Bensid, A., El Abed, N., Houicher, A., Regenstein, J. M., Özogul, F. (2022). Antioxidant and antimicrobial preservatives: Properties, mechanism of action and applications in food—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(11), 2985-3001.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 15-27).
- Curadi, M., Picciarelli, P., Lorenzi, R., Graifenberg, A., & Geccarelli, N. (2005). Antioxidant activity and phenolic compounds in the edible parts of early and late Italian artichoke (*Cynara scolymus* L.) varieties. *Italian journal of food science*, 17, 33–44.
- D'Antuono, I., Carola, A., Sena, L., Linsalata, V., Cardinali, A., Logrieco, A., Colucci, M., Apone, F. (2018). Artichoke polyphenols produce skin anti-age effects by improving endothelial cell integrity and functionality. *Molecules*, 23, 2729.
- Ergezer, H., Serdaroglu, M. (2018). Antioxidant potential of artichoke (*Cynara scolymus* L.) byproducts extracts in raw beef patties during refrigerated storage. *J. Food Meas. Charact*, 12, 982–991.
- El Sohaimy, S.A. (2014). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial potential of artichoke. *Open Nutraceuticals J.*, 7, 15–20.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Res. Int.* 64, 171–181.
- Fратиани, F., Tucci, M., De Palma, M., Pepe, R., Nazzaro, F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of Globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chem.* 104: 1282–1286.
- Ferracane, R., Pellegrini, N., Visconti, A., Graziani, G., Chiavaro, E., Miglio, C., Fogliano, V. (2008). Effects of different cooking methods on antioxidant profile, antioxidant capacity, and physical characteristics of artichoke. *J. Agric. Food Chem.* 56: 8601–8608.
- Giusti MM., Wrolstad RE. (2005). *Characterization and measurement of anthocyanins by UV–visible spectroscopy* Unit F1.2. In: Wrolstad, R.E., Schwartz, S.J. (Eds.), *Handbook of Food Analytical Chemistry*, New York: Wiley. pp. 19–31.
- Halliwell B., Gutteridge JM., (2007). *Free radicals in biology and medicine*, 4th ed., New York: Oxford University Press Inc.
- Johnson IT. (2001). *Antioxidants and antitumour properties*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. pp. 100-123.
- Katalinic V., Modun D., Music I., Boban M. (2005). Gender differences in antioxidant capacity of rat tissues determined by 2,2V-azinobis (3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonate; ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays, *Comp. Biochem. Physiol.* 140: 47-52.
- Kalogianni, A.I., Lazou, T., Bossis, I., Gelasakis, A.I. (2020). Natural phenolic compounds for the control of oxidation, bacterial spoilage, and foodborne pathogens in meat. *Foods*. 9: 794–822.
- Lattanzio, V., Kroon, P.A., Linsalata, V., Cardinali, A. (2009). Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. *J. Funct. Foods*. 1: 131–144.
- McCord JM., Fridovich I. (1969). Superoxide dismutase: an enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein), *J. Biol. Chem.* 244: 6049-6055.
- Marakis, G., Walker, A., Middleton, R., Booth, J., Wright, J., Pike, D. (2002). Artichoke leaf extract reduces mild dyspepsia in an open study. *Phytomedicine*. 9: 694–699.
- Obón, J.M., Castellar, M.R., Cascales, J.A., Fernández-López, J.A. (2005). Assessment of the TEAC method for determining the antioxidant capacity of synthetic red food colorants. *Food Res. Int.* 38: 843–845.
- Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V., Stefan, G. (2017). Plant polyphenols as antioxidant and antibacterial agents for shelf-life extension of meat and meat products: Classification, structures, sources, and action mechanisms. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16: 1243–1268.
- Pandino, G., Courts, F.L., Lombardo, S., Mauromicale, G., Williamson, G. (2009). Caffeoylquinic acids and flavonoids in the immature inflorescence of globe artichoke, wild cardoon, and cultivated cardoon. *J. Agric. Food Chem.* 58: 1026–1031.
- Petropoulos, S.A., Pereira, C., Ntatsi, G., Danalatos, N., Barros, L., Ferreira, I.C. (2018). Nutritional value and chemical composition of greek artichoke genotypes. *Food Chem.* 267: 296–302.

- Prior, R.L., Wu, X., Schaich K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.* 53: 4290-4302.
- Salem, M.B., Affes, H., Ksouda, K., Dhoubi, R., Sahnoun, Z., Hammami, S., Zeghal, K.M. (2015). Pharmacological studies of artichoke leaf extract and their health benefits. *Plant Foods Hum. Nutr.* 70: 441–453.
- Szöllösi, R., Varga, I.S., (2002). Total antioxidant power in some species of Labiatae (adaptation of FRAP method). *Acta Biol. Szeged.* 46, 125--127.
- Singleton VL., Rossi JL. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic– phosphotungstic acid reagents, *Am. J. Enol. Viticult.* 16: 144-158.
- Tadhani MB., Patel VH., Subhash R. (2007). In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus, *J. Food Compos. Anal.* 20, 323-329.
- Williamson, G., Manach, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. Review of 93 intervention studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 81: 243–255.
- Wang, M., Simon, J.E., Aviles, I.F., He, K., Zheng, Q.Y., Tadmor, Y. (2003). Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *J. Agric. Food Chem.* 51: 601–608.
- Virgili F., Scaccini C., Packer L., Rimbach G. (2001). *Cardiovascular disease and nutritional phenolics antioxidants in food*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., pp: 87–99.
- Zuorro, A., Maffei, G., Lavecchia, R. (2016). Reuse potential of artichoke (*Cynara scolymus* L.) waste for the recovery of phenolic compounds and bioenergy. *J. Clean. Prod.* 111: 279–284.