



## Farklı Olgunluklarda Tüketilen Sakız Enginarının (*Cynara Scolymus L.*) Biyoaktif Bileşenlerinin İncelenmesi

Seda Kayahan<sup>1\*</sup>, Didem Saloğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda Teknolojisi Bölümü, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Türkiye

<sup>2</sup>Afet ve Acil Durum Yönetimi Anabilim Dalı, Afet Yönetimi Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

### Makale Tarihçesi

Gönderim: 22.05.2021

Kabul: 27.08.2021

Yayın: 10.03.2022

### Araştırma Makalesi

**Öz** – Enginar (*Cynara Cardunculus L. Var. Scolymus*) Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen önemli kültür bitkilerinden biridir. Ülkemizde Sakız, Bayrampaşa ve bazı hibrit tip enginarların yetiştiriciliği yapılmaktadır. Enginarın içeriğindeki önemli biyoaktif bileşenlerin, karaciğeri koruyucu, antibakteriyal, anti-HIV, safra taşı önleyici, antikarsinojenik, antioksidatif, kolesterol biyosentezi önleyici gibi sağlığa faydalı etkileri olduğu görülmüştür. Enginarın baş kısmında bulunan iç brakte ve olgunlaşmamış çiçek tablası bitkinin tüketilen kısmını oluşturmaktadır olup bu kısım enginar baş kısmının yaklaşık %30'luk kısmını oluşturmaktadır. Enginar bitkisinin diğer organları ise yaprak, sap ve dış brakte kısımlarında önemli biyoaktif bileşen içeriğine sahip olup büyük oranda artık olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde Sakız enginarı farklı olgunluklarda hasat edilerek tüketiciye sunulmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde yaygın bir şekilde yetiştiriciliği gerçekleştirilen sakız enginarının farklı olgunluklarına ait toplam fenol madde, DPPH antioksidan aktivite, CUPRAC antioksidan aktivite içerikleri ve önemli biyoaktif bileşen içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca büyük oranda artık olarak ortaya çıkan enginar kısımlarının da katma değeri yüksek ürün dönüşüm potansiyeli araştırılması amacıyla, fenolik içerikleri, antioksidan aktivite ve biyoaktif bileşenleri incelenmiştir. Deneysel çalışma sonuçlarına göre, enginarın iç brakte kısmında en yüksek toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite olduğu görülmüştür. Farklı olgunlukta bulunan enginarlar incelendiğinde, bebek enginarın kalp kısmının fenolik içeriği daha yüksek bulunmuştur. Olgunluk değeri arttıkça fenolik içerik ve antioksidan aktivitenin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca enginarına artık olarak ortaya çıkan yaprak, sap ve dış brakte kısımlarının önemli fenol kaynağı olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler** – Antioksidan, biyoaktif bileşikler, enginar, fenolik bileşikler, Sakız genotip

## Investigation of Bioactive Components of Sakız Artichoke (*Cynara Scolymus L.*) Consumed in Different Maturity

<sup>1</sup>Food Technology Department, Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Turkey

<sup>2</sup>Department of Disaster and Emergency Management, Disaster Management Institute, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

### Article History

Received: 22.05.2021

Accepted: 27.08.2021

Published: 10.03.2022

### Research Article

**Abstract** – Artichoke (*Cynara Cardunculus L. Var. Scolymus*) is one of the most important cultivated plants grown in Mediterranean countries. Sakız, Bayrampaşa, and some hybrid types are grown in Turkey. The important bioactive components in the artichoke have been shown beneficial effects on health, such as liver protection, antibacterial, anti-HIV, anti-gallstone, anticarcinogenic, antioxidative, and prevention of cholesterol biosynthesis. The edible parts of the artichoke are inner bracts and heart of artichoke that are found in the head part and constitute approximately 30% of the whole artichoke. Leaves, stems, and outer bracts have important bioactive components and produced to be a large residue. Sakız artichoke is harvested at different maturity levels and presented to consumers in our country. In the present paper, total phenolic compounds, antioxidant activities, and important bioactive components of different maturity of Sakız artichokes were determined. In addition, the parts of Sakız artichoke's residues have been investigated and their phenolic contents, antioxidant activities and bioactive components were determined in order to investigate their potentials to be high value-added products. According to the experimental results, the highest total phenolic content and antioxidant activity have been determined in the internal bracts of the artichoke. The artichokes at different maturities were examined and the highest phenolic content value was determined in the heart part of the baby artichoke. It was determined that when the maturity degree increased, the phenolic contents and antioxidant activities decreased significantly.

**Keywords** – Antioxidant, artichoke, bioactive compounds, phenolic compound, Sakız genotype

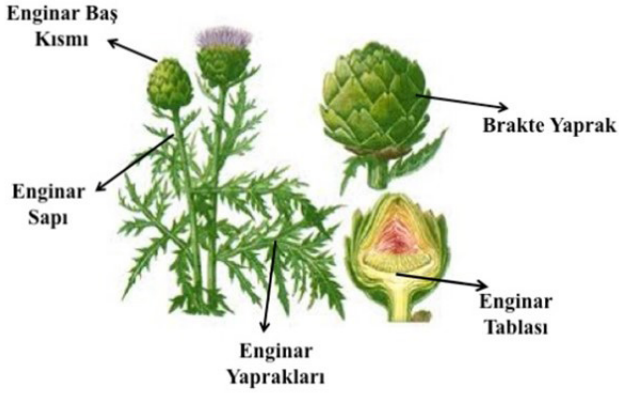
<sup>1</sup> sedagundogdu87@gmail.com

<sup>2</sup> saloglu@itu.edu.tr

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. Giriş

Enginar (*Cynara cardunculus ssp. scolymus L., Hegi; Astreaceae* familyası) Akdeniz havzasının antik çağlardan beri bilinen çok yıllık bir bitkisidir (Petropoulos vd., 2018). Şekil 1’de gösterildiği gibi enginar, baş, brakte yaprak, tabla (kalp), sap ve yaprak kısımlarından oluşmaktadır.



Şekil 1. Enginar bitkisinin organları

Türkiye’de büyük çoğunlukla yerli enginar tipleri Sakız ve Bayrampaşa genotipleri ile bazı hibrit enginar tipleri yetiştirilmektedir. Ege bölgesinde Sakız enginarı erkenci bir tip, Marmara bölgesinde Bayrampaşa tipi ise geç hasat edilerek üretilmektedir (Bektaş ve Saner, 2013). Türkiye’de son on yıldaki enginar üretim miktarı, İzmir’de %32.09, Bursa’da %23.19, Aydın’da %14.04, Antalya’da %5.88 ve Adana’da %5.25 olarak belirlenmiştir (Bektaş ve Saner, 2013). Bu verilere göre Türkiye’de en yüksek enginar üretimi Ege bölgesinde olduğu görülmektedir. Sadece Ege bölgesinde üretimi yapılan Sakız genotipi Türkiye’de büyük oranda üretilmektedir. Enginar organlarından sadece kalp ve iç brakte kısımları yenilebilir, yaprak, dış brakte ve sap kısımları endüstriyel yan ürün olarak kullanılmaktadır (Jimenez vd., 2019).

Enginar, yüksek antioksidan içeriği nedeniyle farmasötik uygulamalarda kullanılabilir (Lattanzio vd., 2009; ve Ceccarelli vd., 2010). Bitkinin hem yenilebilir kısmı hem de enginar yan ürünleri, esas olarak kafeoilkinik asitler, di- kafeoilkinik asitler ve flamanlar dahil olmak üzere, iyi bilinen diyet lifleri ve polifenol kaynağıdır (Lattanzio vd., 2009; Pandino, Lombardo ve Mauromicale, 2013). Enginar en önemli antioksidan bileşikler sinarin, klorojenik asit (5-O-kafeoilkinik asit), 1,5-di-O-kafeoilkinik asit, 3,4-di-O-kafeoilkinik asit, ve 3,5-di-O-kafeoilkinik asittir (Christaki, Bobos ve Florou Paneri, 2012). Enginar dokularında luteolin ve apigenin glikozidleri ile rutinoid türevleri ise en bol bulunan flavonlardır (Colantuono, Ferracaner ve Vitaglione, 2018). Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi Avrupa Komisyonuna göre geleneksel Akdeniz diyetinden enginar, fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Enginar, içeriğinde hepatoprotektif, hipokolesterolemik ve antioksidan özellikleri olan toplam polifenoller sayesinde özellikli hastalıkların riskini azalmaktadır (Ceccarelli vd., 2010).

Enginar sebze olarak taze ya da konserve olarak tüketilirken, tıbbi nitelikte etkilerinin yüksek olması sebebiyle ilaç sanayiinde de oldukça yaygın kullanılmaktadır. Besleyiciliği yanında fizyolojik faaliyetlere de etkide bulunmaktadır. İnsan vücudunda oluşan toksik maddelerin nötrleştirilmesine, kalp faaliyetlerinin düzenlenmesine kan dolaşımına ve kılcal damar direncine pozitif yönde etkisi bulunmaktadır (Christaki, Bobos ve Florou Paneri, 2012). Yapılan pek çok araştırmada enginarın, kolesterol düşürücü, LDL oksidasyonunu önleyici, anti-HIV, antikanser, diüretik, anti inflamatuvar, antifungal ve antibakteriyel özellikleri olduğu bildirilmiştir. Enginar üretiminde, enginarın yenilebilir kısmı dışında kalan brakte yaprak ve saplar yaklaşık %80’lik kısmını oluşturmakta ve bu kısımlar atık olarak ortaya çıkmaktadır. Yüksek oranda açığa çıkan atıklarından elde edilebilecek biyoaktif bileşen içeriğinin yüksek olması veya fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi, ekonomik açıdan önemlidir. Enginarın fenolik madde içeriği hakkında birçok çalışma yapılmıştır, ancak bitki organlarının fenolik madde içeriği hakkında net bir bilgi yoktur (Lombardo vd., 2012; Pandino, Lombardo ve Mauromicale, 2013). Bunun sebebi olarak bitki türü, üretim şartları, olgunluk seviyesi ve depolama şartları sayılabilir.

Sunulan bu çalışmada, ülkemizde yoğun şekilde Ege Bölgesinde üretilen Sakız enginarına ait farklı olgunluk seviyesindeki kalp kısımlarının fenolik içerikleri incelenmiş, Sakız enginar genotipine ait sap, yaprak, iç brakte ve dış brakte gibi tüm organların toplam fenolik içerikleri ve iki farklı antioksidan aktivite yöntemi kullanılarak antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Enginarın içeriğindeki en önemli biyoaktif bileşenler; sinarin, klorojenik asit, luteolin 7 glikozit, luteolin, rhoifolin, sirinjin değerleri belirlenmiş, istatistiksel olarak tüm organlar incelenmiştir. Yapılan çalışma ile Sakız enginar genotipinin içeriğindeki fonksiyonel bileşenler incelenerek bitkiden büyük oranda ortaya çıkan yaprak, sap, brakte organlarının fonksiyonel ürün olma potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan bu çalışma ile Ege bölgesinde enginar yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı Aydın ilinde yetişen Sakız enginar genotipinin tüm olgunluklarda ve organların biyoaktif içeriği belirlenmiştir. Sunulan çalışma Türkiye’de belirtilen kapsamda yapılmış ilk ve tek çalışmadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Enginar

Sakız enginar (*Cynara scolymus L. cv.*) Aydın, Türkiye’de (enlem 37.7500; boylam 27.8456, rakım 59 m) yetiştirilmiş olup; farklı olgunluklardaki en az 20 farklı bitkinin baş ve yaprak kısımları kullanılmıştır. Örnek toplama işleminde her bitkinin üstten 1/3 kısmı alınmıştır. Her enginardan toplanan kısımlar paçal haline getirilerek deneysel çalışmalar için işleme alınmıştır.

#### 2.1.2. Kimyasallar

Gallik asit (Sigma Life Science / Çin), troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) (Sigma Aldrich / Danimarka), DPPH (2,2-difenil-1-pikril- hidrazin) (Sigma Aldrich / Almanya), Folin-Ciocalteu fenol reaktifi (Sigma Aldrich / İsviçre), neokuprain (Sigma Aldrich / Çin), sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (Sigma Aldrich / Fransa), metanol (HPLC gradyan derecesine sahip, JT Baker / Polonya), amonyum asetat, bakır (II) klorür dihidrat ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (Merck / Almanya) olarak temin edilmiştir. Fenolik standartlar olarak kullanılan klorojenik asit (Sigma / Hindistan), sinarin (Sigma-Aldrich / Almanya), luteolin 7-glukozit (Sigma Aldrich / Fransa), luteolin (Sigma Aldrich / Fransa), sirinjin (Sigma Aldrich / Çin), apigenin-7-O-neohedperidoside (Sigma Aldrich / Fransa)’dır.

#### 2.1.3. Toplam Fenol ve Antioksidan Analizleri İçin Ekstraksiyon

3 g kurutulmuş öğütülmüş örnekler alınmış saf metanolden 25 mL eklenecek, 2 dakika homojenize edilmiş ve +4 °C’de bir gece bekletilmiştir. 20 dakika boyunca 10.000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı ayrılmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Hazırlanan bu ekstratlar, fenolik madde miktarı tayininde ve antioksidan aktivite analizinde kullanılmıştır ([Thaipong vd., 2006](#)).

#### 2.1.4. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. -20 °C’de muhafaza edilen ekstratlardan 150 µL alınmış, üzerine 2400 µL saf su, 150 µL 0.25 N Folin Ciocalteu çözeltisi ilave edilerek vorteksle 3-4 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen homojen karışımın üzerine 300 µL 1 N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiş, ardından örneklerin spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda absorbans değeri ölçülmüştür. Farklı konsantrasyonlarında hazırlanan gallik asit standart çözeltisi (mg/mL) ile kalibrasyon eğrisi çizilerek, örneklerin mg/g gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır ([Thaipong vd., 2006](#)).

#### 2.1.5. Antioksidan Aktivite Analizi

DPPH stok çözeltisi çalışma çözeltisi ile karıştırılarak antioksidan aktivite değerleri mg/g trolox eş değeri olarak belirlenmiştir ([Thaipong vd., 2006](#)). DPPH stok çözeltisi metanol içerisinde hazırlanmış ve kullanım öncesinde -20 °C’de depolanmıştır. Çalışma çözeltisi, stok çözelti seyreltilerek hazırlanmış ve bu amaçla stok çözelti metanol ile son absorbans  $1.2 \pm 0.02$  olacak şekilde seyreltilmiştir. Kalibrasyon eğrisi

troloks ile elde edilmiştir. Troloks kalibrasyon eğrisi için spektrofotometre kuvetindeki son konsantrasyon 20 mg/mL'den düşük olacak şekilde troloks çözeltisi hazırlanmıştır. Deneylede 150 µL örnek veya standart 2850 µL DPPH çalışma çözeltisi ile karıştırılarak test tüplerinde karıştırılmış ve reaksiyona karanlık bir ortamda 24 saat devam edilmiştir. Bu süre sonunda renkli ürünün absorbansı 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Örnekler için absorbans değerlerinin kalibrasyon eğrisinin içine düşmesi için örnekler gerektiğince kat seyreltilmiştir (Kayahan & Saloglu, 2020).

CUPRAC (Copper Reducing Antioxidant Capacity) analizi için Apak vd. (2004) önerdiği yöntem kullanılmıştır. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri mg/g Trolox eş değeri olarak belirlenmiştir.

### 2.1.6. Biyoaktif Bileşen Ekstraksiyonu

Enginar numuneleri toz haline getirildikten sonra 1 g tartılmış ve 70 °C'de 2 saat boyunca çalkalamalı su banyosunda 50 mL saf metanol ile ekstraksiyon işlemine tabii tutulmuştur. Ekstrat faz -20 °C'de saklanmış, HPLC ile analiz gerçekleştirilmiştir (Stumpf vd., 2020).

### 2.1.7. Enginardaki Biyoaktif Bileşen Analizi

Fenol analizleri, Agilent 1100 HPLC (Hewlett-Packard, Waldbronn, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz, su (çözücü A) ve asetonitril (çözücü B) içinde %0.2 (v/v) fosforik asit kullanılmıştır. Analiz işlemine %6 B ile başlanmış, sonrasında 20 dakikada %30 B'ye çıkılmış, daha sonra ise 5 dakika boyunca %30 B'de tutularak analiz tamamlanmıştır. Toplam çalışma süresi 50 dakika olarak belirlenmiştir. Akış hızı 0.6 mL/dk, enjeksiyon hacmi 10 µL olup 280 nm'de siringin, 330 nm de, sinarin, klorojenik asit, luteolin 7 glikozit ve apigenin türevleri tespit edilmiştir (Wang vd., 2003).

### 2.1.8. İstatistiksel Analiz

Analizler JMP istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Deneme planı 'Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre oluşturulmuştur. Analizler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Verilere varyans analizi yapılarak örneklerin belirlenen özellikleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakılmıştır. Örnek özellikleri arasında anlamlı bir fark Fischer'in LSD testi ile bulunanlar çoklu karşılaştırma prosedürlerinden test edilerek değerlendirilmiştir. Anlamlılık değeri 0.05 olarak alınmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Toplam Fenolik Bileşen ve Antioksidan Aktivite

Farklı olgunluklardaki sakız enginarının ve ortaya çıkan tarım artıklarının (sap, brakte, yaprak) toplam fenol içeriği, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Enginar kısımlarının toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktiviteleri

Enginarın kısımları	Toplam fenolik bileşen (mg/g)		DPPH Antioksidan aktivite (mg/g)		CUPRAC Antioksidan aktivite (mg/g)	
Olgun kalp	12.61±0.85	e	57.37±4.17	d	51.16±5.99	de
Yarı olgun kalp	17.38±1.41	c	73.63±2.67	b	73.06±5.59	c
Bebek kalp	20.46±0.80	b	111.32±5.0	a	118.57±1.9	b
Dış brakte	2.87±0.510	g	21.52±0.82	g	40.92±5.81	e
İç brakte	29.64±2.40	a	69.12±0.13	c	212.13±20.9	a
Yaprak	14.82±2.09	d	46.91±2.93	e	57.21±3.12	de
Sap	9.84±0.830	f	39.05±1.21	f	17.41±11.17	f
CV	9.3		4.95		2.91	

Her sütündeki farklı harf istatistiksel olarak farklı grubu ifade eder ( $p \leq 0.05$ )

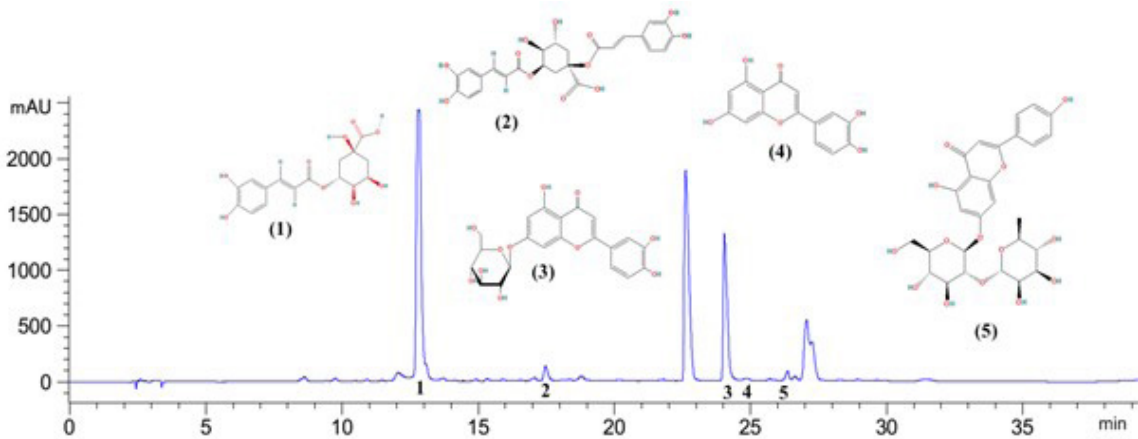
Çalışmada, farklı olgunluklardaki yerel tip Sakız enginarının, olgunluk seviyelerine göre fenolik içerik ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş, enginarın büyük oranda ortaya çıkan artıklarının da yeni bir fonksiyonel ürün ve ekstrat üretim potansiyelini araştırmak amacıyla, toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri saptanmış ve istatistiksel farklılıklar değerlendirilmiş, sonuçlar [Tablo 1](#)'de verilmiştir. Enginar organlarının fenolik içerikleri incelendiğinde en yüksek fenolik içerik iç braktede 29.64 mg GAE/g olarak belirlenirken, en düşük fenolik içerik dış braktede 2.87 mg GAE/g olarak saptanmıştır. Enginarın yenilebilir kısımlarında en yüksek fenolik içerik sırasıyla; bebek kalpte 20.46 mg GAE/g, yarı olgun kalpte 17.38 mg GAE/g, olgun kalpte 12.61 mg GAE/g bulunmuştur. Enginar bitkisinin yaklaşık %70'lik kısmını oluşturan ve tarlada hayvan yemi olarak terk edilen yaprak kısmının fenolik içeriği 14.82 mg GAE/g, sap kısmının 9.84 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Enginar yaprağının toplam fenol miktarının, enginar olgun kalbindeki toplam fenol miktarına göre istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur.

Enginar organlarının antioksidan aktiviteleri iki farklı antioksidan aktivite yöntemi olan DPPH ve CUPRAC yöntemleriyle belirlenmiştir. DPPH antioksidan aktivite değerlerine göre en yüksek antioksidan aktivite bebek kalp kısmında 111.32 mg TE/g olarak belirlenirken, en düşük antioksidan aktivite dış brakte kısmında 21.52 mg TE/g olarak görülmüştür. DPPH antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla; yarı olgun kalpte 73.63 mg TE/g, iç braktede 69.12 mg TE/g, olgun kalpte 57.37 mg TE/g, yaprakta 46.91 mg TE/g ve sapta 39.05 mg TE/g olarak bulunmuştur. CUPRAC antioksidan aktivite değerleri en yüksek iç braktede 212.13 mg TE/g olarak bulunurken; en düşük sap kısmında 17.41 mg TE/g olarak bulunmuştur.

CUPRAC antioksidan aktivite değerleri sırasıyla; bebek kalpte 118.57 mg TE/g, yarı olgun kalpte 73.06 mg TE/g, yaprakta 57.21 mg TE/g ve olgun kalpte 51.16 mg TE/g, dış braktede 40.92 mg TE/g olarak belirlenmiştir. Literatürde benzer bir çalışma [Falleh vd. \(2008\)](#) tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna göre Tunus'ta yetiştirilen enginarların farklı organlarının fenolik içeriklerinin 7-14.8 mg GAE/g arasında değerler aldığı tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek fenolik içerik yaprak kısmında görülürken, en düşük toplam fenol miktarı çiçek kısmında (dış brakte) belirlenmiştir. Enginar bitkisinin yaprak ve dış brakte kısımlarının fenolik içerikleri karşılaştırıldığında sunulan çalışma ile benzer veriler görülmüştür. [Fратиanni vd \(2008\)](#) yaptığı çalışmada, beş farklı globe enginar çeşidinin farklı organlarının polifenol analizlerini gerçekleştirilmişlerdir. Söz konusu çalışmada özellikle iç braktenin diğer organlara göre fenolik içeriğinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. New Jersey eyaletinde yapılan bir başka çalışmada farklı enginar çeşitlerinin farklı iki olgunlukta enginar kalbine ait fenolik içerikleri incelenmiştir. Çalışmada tüm çeşitlerin genç enginar kalplerinin fenolik içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ([Wang vd., 2003](#)).

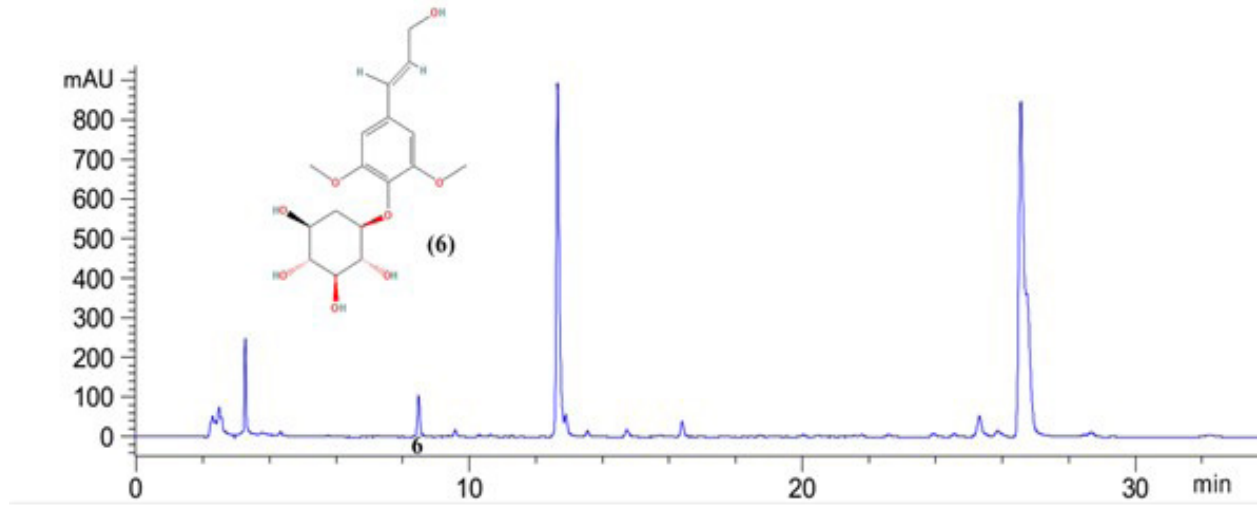
### 3.2. Enginardaki Biyoaktif Bileşen İçeriği

[Şekil 2](#)'de 320 nm'de, [Şekil 3](#)'te ise 280 nm'deki enginar ekstraktının UV kromatogramı gösterilmiştir. Klorojenik asit (5-O-kafeoilkinik asit) 200-5000 ppm, sinarin (1,3-di-O-kafeoilkinik asit) 0-100 ppm aralığında, luteolin 7 glikozit 0-360 ppm, luteolin 0-100 ppm ve rhoifolin (apigenin-7-O-neohedperidoside) 100 ppm hazırlanan standart maddeler kullanılarak 320 nm'de UV absorbans değerlerine göre hesaplanmıştır.



Şekil 2. Enginar ekstraktının kromatogram sonuçları; 320 nm; (1) klorojenik asit; (2) sinarin; (3) luteolin 7 glikozit; (4) luteolin; (5) rhoifolin

Sirinjin 0-340 ppm aralığında hazırlanan standart madde kullanılarak 280 nm’de UV absorbans değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3. Enginar ekstratının kromatogram sonuçları; 280 nm; sirinjin

[Tablo 2](#)’de her enginar kısmı için biyoaktif özelliği yüksek fenolik (klorojenik asit, sinarin, sirinjin) ve flavonoid bileşikler (luteolin 7 glikozit, luteolin, rhoifolin), gösterilerek enginarın tüm kısımları arasında istatistiksel olarak farklılıklar ortaya konulmuştur.

Tablo 2. Enginarın farklı kısımlarının biyoaktif bileşenleri

Enginar kısımları	Klorojenik asit (mg/kg)	Sinarin (mg/kg)	Luteolin 7 glikozit (mg/kg)	Luteolin (mg/kg)	Rhoifolin (mg/kg)	Sirinjin (mg/kg)
Olgun kalp	19478±177	d 176.37±17.8	b 90.14±13.1	e 63.60±6.8	c 203.03±10.7	c 141.97±12.5
Yarı olgun kalp	27336±139	c 175.45±19.8	b 110.84±5.3	de 63.55±9.7	c 212.54±8.4	c 279.68±22.5
Bebek kalp	44070±348	b 176.01±7.4	b 620.97±62	b 125.43±7.4	b 329.59±24.6	a 418.02±33.3
Dış brakte	1967±114	f 179.32±9.4	b 177.59±5.2	d 29.83±1.1	d 232.13±9.5	b 318.93±20.9
İç brakte	69213±94	a 253.87±7.5	a 433.42±24.6	c 158.41±4.2	a 316.34±4.7	a 854.63±42.9
Sap	4838±60	e --	113.45±3.2	de --	--	175.45±21.4
Yaprak	6084±88	e 174.87±11.4	b 2792.34±96.6	a 33.74±0.5	d 196.89±1.5	c 1017.18±38.7
CV	5.76	4.66	6.90	7.60	4.30	6.4

Her sütündeki farklı harf istatistiksel olarak farklı grubu ifade eder ( $p \leq 0.05$ )

Enginar fitokimyasal bileşikler, proteinler, mineraller, düşük miktarda lipit, diyet lifi ve yüksek oranda fenolik bileşikler içermesi nedeniyle sağlık için faydalı bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Enginar içeriğindeki sağlıklı faydalı fenolik bileşikler, kafeoilkinik asit türevleri; 5-O-kafeoilkinik asit, 1,5-di-O-kafeoilkinik asit, 3,5-di-o-kafeoilkinik asit, mono ve di kafeoilkinik asitlerdir, önemli flavonoidler; luteolin 7-glikozit, apigenin, luteolin ve bunların konjugasyonlarından oluşmaktadır ([Rouphael vd., 2017](#)).

Sunulan çalışmada, HPLC DAD cihazı kullanılarak enginara ait önemli biyoaktif bileşikler tespit edilmiştir. Enginarın içeriğindeki en önemli majör bileşiklerden, klorojenik asit, sinarin, luteolin 7 glikozit, luteolin, rhoifolin ve sirinjinin kantitatif analizleri gerçekleştirilmiş ve enginar bitkisinin farklı kısımlarının içeriğindeki önemli biyoaktif bileşikler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Sakız yerli enginarına ait farklı olgunluktaki kalp ve organların önemli biyoaktif bileşenleri

Şekil 4’te enginarın organlarındaki klorojenik asit miktarı 69213-1967 mg/kg değerleri arasında farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek klorojenik asit sırayla iç brakte, bebek kalp, yarı olgun kalp ve olgun kalp kısmında görülmüştür. Enginarın sap ve yaprak kısmındaki klorojenik asit miktarında istatistiksel olarak fark görülmemiştir, en düşük dış brakte organında klorojenik asit en düşük değerde olduğu görülmüştür. Fratianni vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada İtalya’da yetiştirilen beş farklı enginar çeşidinin fenolik kompozisyonu incelenmiştir. Çalışmada klorojenik asit miktarının çeşitler ve bu çeşitlerin organları arasında önemli farklılıklar gösterdiği görülmüştür. En yüksek klorojenik asit, çeşitler arasından Tondo di paestum, Bainco di pertosa ve violet de provence çeşitlerinin iç brakte kısmında görülürken, en düşük klorojenik asit ise dış brakte de bulunmuştur. Yüksek düzeyde tespit edilen klorojenik asit, enginarında yüksek oranda temsil edilen birkaç fenolik asit üreten biyokimyasal reaksiyonlar için bir substrat olarak merkezi rolü ile açıklanabilir (Wittemer vd., 2005).

Farklı olgunluklar ve organlardaki sinarin içeriği Şekil 4’te görülmektedir. Enginar organlarında en yüksek sinarin iç brakte de görülürken diğer organlar ve farklı olgunluklardaki enginar kalplerinde istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Schütz vd. (2004) tarafından Almanya’da yetiştirilen enginar başı, enginar ezmesi ve enginar suyunun HPLC-DAD-ESI/MS kullanılarak fenolik içeriklerin tanımlanması ve kantitatif olarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Enginar başında 95.0 mg/kg, enginar ezmesinde 461.6 mg/kg, enginar suyunda 529.5 mg/kg sinarin içeriği tespit edilmiştir. Avrupa farmakopisinde de enginarın en önemli etken maddesinin klorojenik asit ve luteolin olduğu belirtilmiştir.

Şekil 4’te enginardaki en yüksek luteolin miktarının enginar yaprağında olduğu görülmüştür. Luteolin içeriği en yüksek iç brakte kısmında 158.41 mg/kg olarak belirlenmiştir. Diğer kısımlar incelendiğinde; bebek kalp için 125.43 mg/kg, yarı olgun kalp için 63.55 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En düşük luteolin ise yaprak kısmında 33.74 mg/kg, dış brakte kısmında 29.83 mg/kg olarak hesaplanırken, sap kısmında tespit edilememiştir. Luteolin, kanser kök hücrelerini hedefleyerek, kanser hücre istilasının önlenmesi ve karaciğer kanserinin de tedavisinde etkinliği görülmüştür (Goodarzi vd., 2020). Enginar yaprak özütlerinin, hayvan modellerinde ve insanlarda hepatoprotektif ve koleretik aktiviteleri sayesinde kolesterol düşürücü etkileri olduğu bildirilmiştir. Bu terapötik özelliklerin esas olarak kafeoilkinik asitler (klorojenik, 1,3- ve 1,5-dikaffeoilkinik asitler) ve flavonoid (luteolin ve luteolin 7 glikozit) bileşiklerinden kaynakladığı belirtilmiştir (Pagono vd., 2016). Flavonoidler, luteolin ve apigenin çeşitli farmakolojik aktivitelere sahiptir ve farklı bitkilerin biyoaktif bileşenleri oldukları öne sürülmüştür (Fratianni vd., (2007). Rhoifolin enginar içeriğinde apigenin türevi flavonoiddir. En yüksek rhoifolin iç brakte kısmında 316.34 mg/kg ve kalp bebek

olarak nitelendirilen olgunlaşmamış kısmında ise 329.59 mg/kg olarak belirlenirken bu değerler arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Öte yandan en düşük değerler, olgun kalpte 203.03 mg/kg, yarı olgun kalpte 212.54 mg/kg, yaprakta 196.89 mg/kg olarak ölçülürken yine bu değerler arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. Sirinjin içeriği en yüksek yaprak kısmında 1017.18 mg/kg olarak belirlenirken, diğer kısımlarda sırasıyla; iç braktekte 854.63 mg/kg, bebek kalpte 41.02 mg/kg, dış braktekte 318.93 mg/kg, yarı olgun kalpte 279.68 mg/kg bulunmuştur. En düşük sirinjin içeriği sap kısmında 175.45 mg/kg ve olgun kalp kısmında 141.97 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Ege bölgesinde erkenci olarak belirlenen yerli tip sakız enginarının tüm organların toplam fenolik bileşenleri, DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite değerleri incelenmiştir. Enginar organlarından yemeklerde kullanılan iç brakte kısmında en yüksek toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite görülmüştür. Farklı olgunluklarda incelenen enginar kalp kısmının, bebek enginarda yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Olgunluk değeri artıkça fenolik içeriğin ve antioksidan aktivitesinin azaldığı bulunmuştur. Enginarın içeriğindeki önemli biyoaktif bileşenlerden klorojenik asit, sinarin, luteolin 7-glikozit, luteolin, rhoifolin ve sirinjin incelenmiştir. Klorojenik asit, sinarin, luteolin bileşikleri en yüksek iç braktekte ve en genç olgunlukta olan bebek kalpte belirlenmiştir. Luteolin 7-glikozit çok büyük oranda yaprak kısmında iken, sirinjin yaprak ve iç brakte kısımlarında daha fazladır.

#### Teşekkür

Sunulan çalışmanın gerçekleştirilmesi için belirtilen iki projeyi destekleyen kurumlara teşekkürü borç biliriz: 'Enginar Genotiplerinin Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenerek Artıklarından Biyoaktif Madde Ekstraksiyonu, Enkapsülasyonu ve in-vitro Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi' Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) Projesi, (Proje No: TAGEM/HSGYAD/A/20/A3/P4/1927) ve 'Enginar Genotiplerinin Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenerek Artıklarından Biyoaktif Madde Ekstraksiyonu' Yalova Üniversitesi BAP- Doktora Projesi.

#### Yazar Katkıları

Seda Kayahan: Deneysel çalışmalar, makale yazımı konularında görev almıştır.

Didem Saloğlu: Deneysel çalışmaların yorumlanması, tasarlanması ve yazılması konusunda katkı sağlamıştır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynaklar

- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. ve Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins c and e, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: Cuprac method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970–7981. <https://doi.org/10.1021/jf048741x>
- Bektaş, Z. K. ve Saner, G. (2013). Türkiye’de enginar üretimi ve pazarlaması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 115-128. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16761/174275>
- Ceccarelli, N., Curadi, M., Picciarelli, P., Martelloni, L., Sbrana, C. ve Giovannetti, M. (2010). Globe artichoke as functional food. *The Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(3), 197-201. <https://doi.org/10.1007/s12349-010-0021-z>
- Christaki, E., Bonos, E. ve Florou-Paneri, P. (2012). Nutritional and functional properties of *cynara crops* (globe artichoke and cardoon) and their potential applications: A Review. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(2), 64-70. Erişim adresi: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1078.6015&rep=rep1&type=pdf>
- Colantuono, A., Ferracaner, R. ve Vitaglione P. (2018). Potential bioaccessibility and functionality of polyphenols and cynaropicrin from breads enriched with artichoke stem. *Food Chemistry*, 245, 838-844. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.099>



- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M. ve Abdely, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.02.008>
- Fратиани, F., Tucci, M., De Palma, M., Pepe, R. ve Nazzaro, F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chemistry*, 104(3), 1282-1286. doi:10.1016/j.foodchem.2007.01.044
- Gebhardt, R. (1998). Inhibition of cholesterol biosynthesis in primary cultured rat hepatocytes by artichoke (*cynara scolymus* L.) extracts. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 286(3), 1122-1128. Erişim adresi: <https://jpet.aspetjournals.org/content/286/3/1122>
- Goodarzi, S., Tabatabaei, M. J., Mohammad Jafari, R., Shemirani, F., Tavakoli, S., Mofasseri, M. ve Tofghi, Z. (2020). Cuminum cyminum fruits as source of luteolin-7-O-glucoside, potent cytotoxic flavonoid against breast cancer cell lines. *Natural Product Research*, 34(11), 1602-1606. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1519824>
- Jiménez-Moreno, N., Volpe, F., Moler, J. A., Esparza, I. ve Ancín-Azpilicueta, C. (2019). Impact of extraction conditions on the phenolic composition and antioxidant capacity of grape stem extracts. *Antioxidants*, 8(12), 597. <https://doi.org/10.3390/antiox8120597>
- Kayahan, S. ve Saloglu, D. (2020). Optimization and kinetic modelling of microwaveassisted extraction of phenolic contents and antioxidants from Turkish artichoke. *CyTA - Journal of Food*, 18(1), 635-643. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1800103>
- Lattanzio, V., Kroon, P. A., Linsalata, V. ve Cardinali, A. (2009). Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods*, 1(2), 131-144. DOI: 10.1016/j.jff.2009.01.002
- Lombardo S., Gaetano P., Anita I. ve Giovanni, M. (2012). Variation of polyphenols in a germplasm collection of globe artichoke. *Food Research International*, 46(2), 544-551. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.047>
- Pagano, I., Piccinelli, A. L., Celano, R., Campone, L., Gazzero, P., De Falco, E. ve Rastrelli, L. (2016). Chemical profile and cellular antioxidant activity of artichoke by-products. *Food and Function*, 7(12), 4841-4850. <https://doi.org/10.1039/C6FO01443G>
- Pandino, G., Lombardo, S. ve Mauromicale, G. (2013). Globe artichoke leaves and floral stems as a source of bioactive compounds. *Industrial Crops and Products*, 44, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.10.022>
- Petropoulos, S. A., Pereira, C., Ntatsi, G., Danalatos, N., Barros, L. ve Ferreira, I. C. (2018). Nutritional value and chemical composition of Greek artichoke genotypes. *Food Chemistry*, 267, 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.159>
- Rouphael, Y., Colla, G., Graziani, G., Ritieni, A., Cardarelli, M. ve De Pascale, S. (2017). Phenolic composition, antioxidant activity and mineral profile in two seed-propagated artichoke cultivars as affected by microbial inoculants and planting time. *Food Chemistry*, 234, 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.175>
- Schütz, K., Kammerer, D., Carle, R. ve Schieber, A. (2004). Identification and quantification of caffeoylquinic acids and flavonoids from artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads, juice, and pomace by HPLC-DAD-ESI/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(13), 4090-4096. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.112879>
- Stumpf, B., Künne, M., Ma, L., Xu, M., Yan, F., Piepho, H. P. and Honermeier, B. (2020). Optimization of the extraction procedure for the determination of phenolic acids and flavonoids in the leaves of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 177, 112879. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.112879>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. ve Hawkins Byrne, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Wang, M., Simon, J. E., Aviles, I. F., He, K., Zheng, Q. Y. ve Tadmor, Y. (2003). Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 601-608. <https://doi.org/10.1021/jf020792b>
- Wittemer, S. M., Ploch, M., Windeck, T., Müller, S. C., Drewelow, B., Derendorf, H. ve Veit, M. (2005). Bioavailability and pharmacokinetics of caffeoylquinic acids and flavonoids after oral administration of artichoke leaf extracts in humans. *Phytomedicine*, 12(1-2), 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.phy-med.2003.11.002>