




## Başınçlı Pişirmenin Kaldirik Bitkisinin Antioksidan Kapasitesi ve Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi / *The Effect of Pressure Cooking on Antioxidant Capacity and Total Phenolic Matter Amount of Borage Plant*

Yağmur DEMİREL ÖZBEK<sup>1</sup>, Perim Fatma TÜRKER<sup>2</sup>, Özlem SARAL<sup>3</sup>

1.Rize Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik bölümü, dyt.yagmur.demirel@outlook.com 

2.Ankara Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik bölümü, pfturker@baskent.edu.tr 

3.Rize Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik bölümü, ozlem.saral@erdogan.edu.tr 

Gönderim Tarihi | Received: 20.10.2022, Kabul Tarihi | Accepted: 01.03.2023, Yayın Tarihi | Date of Issue: 31.03.2024

Atıf | Reference: Demirel Özbek, Y., Türker, P.F., ve Saral, Ö. (2024). Başınçlı Pişirmenin Kaldirik Bitkisinin Antioksidan Kapasitesi ve Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Sağlık Akademisi Kastamonu (SAK)*, 9(1), s.13-24. DOI: <https://www.doi.org/10.25279/sak.1194212>

### Öz

Giriş: Sebzeler antioksidan bakımından oldukça zengin bir besin kaynaklarıdır. Pişirme yöntemleri sebzelerin antioksidan kapasitesinde değişikliğe neden olmaktadır. Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı sürelerde basınçlı pişirme uygulanan kaldirik bitkisinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesine etkisini incelemektir. Bulgular: Çalışmada toplam fenolik madde miktarı, demir (III) iyonu indirgeme kapasitesi, bakır (II) iyonu indirgeme kapasitesi ve DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal süpürme kapasitesi ölçümü yapılmıştır. Çalışma sonucunda basınçlı pişirme işlemi uygulanan kaldirik bitkisinin çiğ halinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi bakımından 3 dk ve 10 dk pişirilmesi sonucunda arttığı belirlenmiştir. 5 dk basınçlı pişirme ile çiğ kaldirik bitkisinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi bakımından yaklaşık olarak benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı birbirine benzer iken ( $p>0.05$ ), 5 dk pişirilen kaldirığın antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı 3 dk ve 10 dk pişirilen kaldirik bitkisine göre de düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Sonuç ve öneriler: Bu çalışmanın sonucunda antioksidan kapasite ve fenolik miktar için basınçlı pişirme yöntemi süresinin önemli olduğunu ortaya konmuştur.

*Anahtar kelimeler:* Kaldirik, Antioksidan kapasite, Toplam fenolik madde miktarı, Pişirme

### Abstract

Introduction: Vegetables are a rich sources in terms of antioxidants, and cooking causes changes in their antioxidant capacity. Aim: The aim of this study is to investigate the effect of pressure cooking at different times on the total phenolic content and antioxidant capacity of borage plant. Results: In the study, total phenolic substance amount, iron (III) ion reducing capacity, copper (II) ion reducing capacity and DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) radical scavenging capacity were measured. As a result of the study, it was determined that the amount of total phenolic substances and antioxidant capacity of the raw borage plant, which was subjected to pressure cooking process, increased as a result of cooking for 3 minutes and 10 minutes. It was concluded that 5 minutes of pressure cooking and raw borage plant were approximately similar in terms of total phenolic content and antioxidant capacity. While antioxidant capacity and total phenolic substance content are similar ( $p>0.05$ ); It was determined that the antioxidant capacity and total phenolic content of the borage plant, which was cooked for 5 minutes, was also lower than that of the borage plant, which was cooked for 3 minutes and 10 minutes ( $p<0.05$ ). Conclusion and suggestions: As a result of this study, it was revealed that the pressure cooking method time is important for antioxidant capacity and phenolic content.



**Keywords:** Borage, Antioxidant capacity, Total phenolic content, Cooking

## 1. Giriş

Kanser, nörolojik bozukluklar, ateroskleroz, hipertansiyon, iskemi / perfüzyon, diyabet, akut solunum sıkıntısı sendromu, idiyopatik pulmoner fibroz, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve astım gibi birçok patolojik durumun görülmesinde oksidatif stresin etkili olduğu bilinmektedir. Oksidatif stres, Oksidanlar / Antioksidanlar arasındaki dengenin oksidanlar lehine kayması olarak adlandırılmaktadır (Pisoschi ve Pop, 2015). İnsan vücudu ve doğa oksidanların etkisini dengelemeyi sağlayan çeşitli antioksidanlarla donatılmıştır. Sebze ve meyveler serbest radikallerin süpürülmesini sağlayan birçok antioksidan içermektedir. Yapraklı sebzelerin antioksidan kapasitesi esas olarak fenolik içeriklerine bağlanmıştır. Fenolik bileşiklerin vitaminlerden daha yüksek bir antioksidan potansiyeli olduğu gösterilmiştir. Sebzeler insanlar tarafından çiğ veya pişmiş olarak tüketilmektedir (Mehmood ve Zeb, 2020).

Besinleri yemek için uygun hale getirmek üzere uygulanan işlem pişirmedir. Besinlerin pişirilmesindeki amaç, besinleri sindirilebilir hale getirmek, tüketimini kolaylaştırmaktır. Aynı zamanda lezzeti artırmak, besinlerin tat, doku, renk açısından daha çekici hale getirmektir (Murador, Mercadante, ve Rosso, 2016). Ek olarak besin zehirlenmesi ve bozulması ile ilgili mikroorganizmaların etkisini engellemeyi amaçlamaktadır. Pişirme yöntemleri sebzelerin yapısı ve bileşeni üzerinde oldukça etkilidir (Faller ve Fialho, 2009). Sebzelerin pişirilmesi ile antioksidan değerleri değişikliğe uğramaktadır. Basınçlı pişirme yöntemi, pişirme süresini kısaltma ve pişirmeyi hızlandırmak için kullanılmaktadır. Basınçlı pişirmede pişirme süresi antioksidan kapasitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Yu ve arkadaşları, 2021).

Dünyanın birçok yerinde farklı türden sebzeler yetiştirilmekte veya yabani olarak doğada bulunmaktadır. Kaldirik bitkisi; *Boraginaceae* familyasına ait, Türkiye’de Karadeniz bölgesi başta olmak üzere batı Kafkasya ve Doğu Bulgaristan’da bulunan bir türdür (Onaran ve Yılar, 2012). Kaldirik, ilkbaharda nemli bölgelerde, özellikle nehir kenarlarında sıklıkla rastlanılan bir bitkidir. Kaldirik, 30-40 cm boyunda, tüylü, mavi-kırmızı çiçekli, çok yıllık ve otsu bir bitkidir (Sadıkoğlu ve Cevahir, 2004). Tıp alanında antipiretik, diyaforetik ve diüretik olarak kullanılmaktadır (Bıyık ve arkadaşları, 2022). Karadeniz’in çeşitli bölgelerinde yaprakları ve yaprak sapları pişirilerek sebze olarak tüketilmektedir. Yerel isimleri “Kaldirik, Galdirek, Kalduruk, Tomara ve Zılbıt” olarak bilinmektedir (Akçin, Özbucak ve Öztürk, 2019).

Literatürdeki veriler incelendiğinde bitkinin kalın yapraklı olduğu belirlenmiştir (Sadıkoğlu ve Cevahir, 2004; Bıyık ve arkadaşları, 2022; Akçin, Özbucak ve Öztürk, 2019). Kalın yapraklı bitkileri pişirmek uzun süreler gerektirmektedir. Pişirme süresini kısaltmak için kullanılan basınçlı pişirme yöntemi uygulandığında antioksidan kapasitesinin değişikliği hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, pişirme süresini kısaltmak için sıkça kullanılan basınçlı pişirme yönteminin kaldirik bitkisinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarını nasıl etkilediğini belirleyerek pişirme süresinde oluşacak değişiklik durumunda antioksidan kapasite ve fenolik madde miktarındaki değişikliği saptamaktır.

Hipotez 0= Basınçlı pişirme uygulanan kaldirik bitkisinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı ile pişirme süresi arasında ilişki yoktur.

Hipotez 1= Basınçlı pişirme uygulanan kaldirik bitkisinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı ile pişirme süresi arasında ilişki vardır.



## 2. Gereç ve Yöntemler

### 2.1. Araştırma türü

Çalışma *in vitro* bir çalışma olarak laboratuvar ortamında yapılmıştır.

### 2.2. Araştırma yeri ve zamanı

Araştırma Rize Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya laboratuvarında Mart 2021 tarihinde yapılmıştır.

### 2.3. Evren, Örneklem ve Örnekleme Yöntemi

Çalışmada kullanılan kaldirik bitki materyalleri 2021 yılında vejetasyon dönemine denk gelen Mart ayında doğal olarak yayılış gösterdiği Rize'nin Derezaparı ilçesi, Maltepe Köyü civarından, 280 m yüksekliklerden toplanmıştır. Bitki, yerleşim yerinden uzak ve sulak alandan araştırmacılar tarafından toplanmıştır. Özellikle yaprak ve sap kısımlarına sahip sağlıklı tam bitki örneklerinin bir kısmı teşhis edilmek üzere herbaryum kurallarına göre kurutulurken, bir kısmı taze olarak analizler için stoklanmıştır. Örnekleme yöntemi olarak basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bitkinin yenmeyen kısımları elle veya keskin bir bıçakla alınarak musluk suyu ile yıkanmıştır. Bitki kâğıt havlu ile kurularak kalan kısımlar temizlenmiştir.

Kaldirik bitkisi homojen eşit küçük parçalara (3x3 cm) ayrılacak şekilde örneklendirilmiştir. Temizlendikten sonra ortalama on iki porsiyona (her uygulama için 100 g ayrılmıştır) bölünmüştür. Her bir porsiyon bitki (100 g), basınç regülatörü ile donatılmış bir basınçlı pişiricide 400 ml suda atmosfer basıncı üzerinde pişirilmiştir (Armesto ve arkadaşları, 2018). Örnekler 3 dakika (az pişmiş), 5 dakika (iyi pişmiş) ve 10 dakika (çok pişmiş) olacak şekilde üç farklı sürede pişirilerek süzölmüş ve buz kalıpları ile oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Her pişirme işlemi üç tekrar yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

Pişmiş bitki örnekleri bir karıştırıcıda (Schafer- Almanya) 2 dakika homojenleştirildi. Kuru madde içeriğinin belirlenmesi için 3-4 g pişmiş homojenize edilmiş numune, sabit ağırlığa ulaşana kadar 70° C'de bir konveksiyon fırınında en az 2 gün boyunca kurutulmuştur. Yaklaşık 1 g homojen numuneler, 2 saat boyunca mekanik bir çalkalayıcıda %80 sulu metanol ile özümlemişti. Karışımlar Whatman No. 1 filtre kağıdından süzölmüştür. Berrak özler, hem fenolik içeriğin hem de antioksidan aktivitenin belirlenmesi için analiz edilmiştir.

#### 2.3.1. Kimyasallar

Metanol, etanol, sodyum asetat, ferrik klorür, glacial asetik asit, hidroklorik asit ve sodyum karbonat Merck'tan (Darmstadt, Germany) elde edilmiştir. Gallik asit, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) stabil radikal, neokuproin (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin), 6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Trolox) Sigma-Aldrich Co.'dan (St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır. Folin-Ciocalteu's fenol reaktifi ve 2,4,6-tri (2-pridil)-S-triazin (TPTZ) Fluka Chemie GmbH (Buchs,Switzerland) firmasından temin edilmiştir.



## 2.4. Veri Toplama Yöntem ve Araçları

Araştırmada toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenirken, antioksidan kapasiteyi belirlemek amacıyla Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite (FRAP) yöntemi, Bakır (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite (CUPRAC) yöntemi ve DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Radikal Süpürme Kapasitesi (IC<sub>50</sub>) yöntemi kullanılmıştır.

### 2.4.1. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik miktarı, Slinkart ve Singleton (1977) tarafından tarif edildiği gibi Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, miligram gallik asit eşdeğerleri (GAE)/g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### 2.4.2. Toplam antioksidan aktivitenin belirlenmesi

FRAP antioksidan tayin yöntemi; Benzie ve Strain (1996) tarafından geliştirilen bu yöntem, antioksidan varlığında Fe<sup>+3</sup>'nin Fe<sup>+2</sup>'ye indirgenmesine dayanmaktadır. 593 nm'de maksimum absorbans vermektedir. Sonuçlar mikromol FeSO<sub>4</sub> eşdeğerleri/100 g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

CUPRAC antioksidan tayin yöntemi; Apak ve arkadaşları (2007) tarafından geliştirilen bu yöntem bakır (II)- neokuproin kompleksinin ortama antioksidan çözeltisi ilave edilmesi sonucunda bakır (I)-neokuproin indirgenmesi esasına dayanır. Değerlerin ölçülmesi 1 saat oda sıcaklığında beklemeden sonra 450 nm'de absorbans okunur. Sonuçlar milimol Troloks eşdeğerleri / 100 g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

DPPH radikal temizleme; Antioksidan aktivite, Yu ve arkadaşları (2002) tarafından geliştirilen metodun modifiye edilmiş haliyle kullanmıştır. 1 saatlik oda sıcaklığında beklemeden sonra 517 nm'de absorbans ölçülmüştür. DPPH• radikalini temizleme yeteneği, başlangıç DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gerekli metanol özü konsantrasyonuna karşılık gelen IC<sub>50</sub> olarak ifade edilmiştir. IC<sub>50</sub> değeri ne kadar düşük ise DPPH temizleme değeri o kadar yüksektir.

## 2.5. İstatistiksel analiz

Tüm veriler ortalama±standart sapma olarak kaydedilmiştir ve SPSS paket programı versiyon 23.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, ABD) kullanılarak tek yönlü varyans (ANOVA) analizi ile tespit edilmiştir. SPSS paket programı kullanılarak ANOVA'da gruplar arasında önemli fark (p<0.05) belirlenmesi durumunda farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır (Büyüköztürk ve arkadaşları, 2019). Pearson korelasyon analizi iki değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılmıştır. Tüm değişkenler için p< 0.05 anlamlılık düzeyi kabul edilmiştir.

## 3. Bulgular

Bu çalışmada pişirme süresini kısaltmada sıkça kullanılan basınçlı pişirme yöntemi uygulanmıştır. Kaldirik bitkisine, basınçlı pişirme yönteminde farklı pişirme süreleri uygulanmış olup, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesindeki değişiklikler Tablo 1'de verilmiştir.

Kaldirik bitkisinin toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde çiğ halinin toplam fenolik madde miktarı (27.77±1.91 mg GAE/ g kuru madde) 5 dk basınçlı pişirme (28.17±3.74 mg GAE/ g kuru madde) ile benzer olduğu bulunmuştur. Ek olarak 3 ve 10 dk basınçlı pişirme sonrasındaki toplam fenolik madde miktarının da birbiri ile benzer olduğu saptanmıştır. 3 dk ve 10 dk basınçlı pişirmenin



toplam fenolik madde miktarı bakımından çiğ ve 5 dk basınçlı pişirmeye göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Kaldirik bitkisinin çiğ halinin FRAP değeri  $254.88 \pm 19.76$   $\mu\text{mol FeSO}_4/100$  g kuru madde olduğu belirlenmiştir. Kaldiriğin basınçlı pişirilmesi sırasında 3. dk ve 10. dk sonunda FRAP değerinin arttığı bulunmuştur. Basınçlı pişirme süreleri içerisinde en düşük FRAP değeri 5. dk sonunda olduğu saptanmıştır. 3 ve 10. dk sonundaki FRAP değeri arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunurken, 5. dk'ya göre FRAP değerinin arttığı belirlenmiştir. Bu durum karşısında kaldirik bitkisinin çiğ ve pişirilmiş örneklerinin FRAP değerleri karşılaştırıldığında basınçlı pişirme  $10 \text{ dk} = 3 \text{ dk} > 5 \text{ dk} = \text{çiğ}$  olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

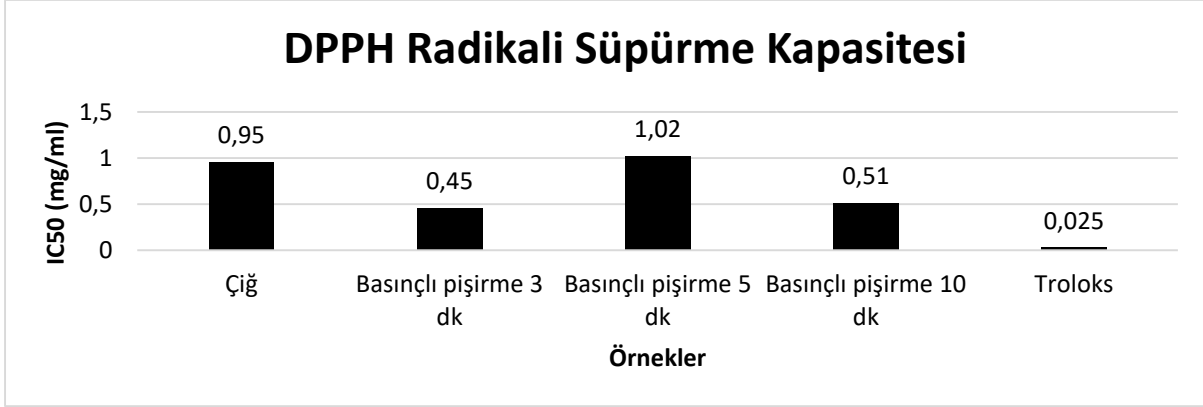
**Tablo 1. Farklı Pişirme Süresi Uygulanan Kaldirik Bitkisinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Kapasitesi**

Örnekler	Antioksidan Kapasite		
	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ g kuru madde)	FRAP ( $\mu\text{mol FeSO}_4/100$ g kuru madde)	CUPRAC (mmol Troloks/100 g kuru madde)
	X $\pm$ SS	X $\pm$ SS	X $\pm$ SS
Çiğ	27.77 $\pm$ 1.91 <sup>a</sup>	254.88 $\pm$ 19.76 <sup>a</sup>	929.05 $\pm$ 31.85 <sup>a</sup>
Basınçlı pişirme 3 dk	45.27 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>	316.05 $\pm$ 16.76 <sup>b</sup>	1027.94 $\pm$ 21.44 <sup>b</sup>
Basınçlı pişirme 5 dk	28.17 $\pm$ 3.74 <sup>a</sup>	251.81 $\pm$ 10.65 <sup>a</sup>	942.26 $\pm$ 29.98 <sup>a</sup>
Basınçlı pişirme 10 dk	43.62 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>	331.85 $\pm$ 12.44 <sup>b</sup>	1074.01 $\pm$ 29.81 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup> üst simgedeki harfler aynı sütündeki ortalamalar arasındaki anlamlı farkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ). \*FRAP= Demir İndirgeme Gücü Aktivitesi, \*\*CUPRAC=Bakır İndirgeme Gücü Aktivitesi

Çiğ kaldirik bitkisinin CUPRAC değeri  $929.05 \pm 31.85$  mmol Troloks/100 g kuru madde olarak bulunmuştur. Çiğ kaldirik bitkisinin CUPRAC değerinin 3 dk ve 10 dk boyunca basınçlı pişirme uygulanmış kaldirik örneklerine göre düşük olduğu belirlenirken, 5. dk sonundaki CUPRAC değeri ile benzer olduğu bulunmuştur. Basınçlı pişirmenin 3. ve 10. dk sonunda kaldirik bitkisinin en yüksek CUPRAC değerine sahip olduğu saptanmıştır. Tüm bu durumlar göz önüne alındığında CUPRAC değeri bakımından basınçlı pişirme  $10 \text{ dk} = 3 \text{ dk} > 5 \text{ dk} = \text{çiğ}$  olduğu bulunmuştur (Tablo 1).

DPPH radikal süpürme kapasitesi ölçüm yönteminde  $IC_{50}$  ne kadar düşük ise antioksidan kapasitesi o kadar yüksektir. DPPH radikal süpürme kapasitesi bakımından antioksidan kapasite değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan kapasite 3 dk ve 10 dk basınçlı pişirme işlemine ait olduğu belirlenmiştir. Çiğ kaldirik bitkisinin antioksidan kapasitesi bakımından 5 dk basınçlı pişirme ile benzer sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında basınçlı pişirme  $10 \text{ dk} = 3 \text{ dk} > 5 \text{ dk} = \text{çiğ}$  olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Şekil 1).



**Şekil 1. Farklı Pişirme Süresi Uygulanan Kaldirik Bitkisinin dpph Radikal Süpürme Kapasitesi Grafığı**

**Tablo 2. Antioksidan ve Total Fenolik Madde Miktarı Tayin Yöntemleri Arasındaki Korelasyon Analizi**

	Toplam Fenolik Madde Miktarı	FRAP	CUPRAC	DPPH radikal süpürme kapasitesi (IC <sub>50</sub> )
Toplam Fenolik Madde Miktarı	1			
FRAP	0.875**	1		
CUPRAC	0.740*	0.947**	1	
DPPH radikal süpürme kapasitesi (IC <sub>50</sub> )	-0.815**	-0.852**	-0.855**	1

\*p<0.05'i göstermektedir. \*\*p<0.01'i göstermektedir.

Bu çalışmada yapılan antioksidan kapasite tayin yöntemleri ve toplam fenolik madde miktarı arasındaki korelasyon Tablo 2'de verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasitesi ölçüm yöntemlerinden olan FRAP, CUPRAC ve DPPH radikal süpürme aktivitesi arasında anlamlı ilişki olduğu bulunmuştur (p<0.05). Aynı zamanda çalışmada kullanılan antioksidan kapasitesi ölçüm yöntemleri arasında da yüksek düzeyde anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır (p<0.01).

#### 4. Tartışma

Birçok sebze pişirilerek tüketilmektedir. Sebzeğe uygun pişirme yöntemleri değişiklik göstermektedir. Pişirme bitkinin birçok özelliğini değiştirmektedir. Pişirmeye olan ihtiyacın ve ilginin artmasıyla birlikte sebzelerin antioksidan kapasitesi de merak konusu olmuştur (Marsic ve arkadaşları, 2019). Özellikle antioksidan kapasitesindeki değişiklik son zamanlarda birçok çalışmaya öncülük etmiştir. Pişirme antioksidan kapasitede azalma veya artmaya neden olabilmektedir (Medmood ve Zeb, 2020). Fenolik maddeler en önemli antioksidan öğelerdir. Bu nedenle fenolik maddeler pişirme ile birlikte olumlu veya olumsuz etkilenmektedirler (Eriksen ve arkadaşları, 2017).

Bu çalışmada çiğ kaldirik bitkisinin toplam fenolik madde miktarının 28.77±1.91 mg GAE/ g olduğu belirlenmiştir. Kaldirik ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise toplam fenolik miktarının 67.01±2.75 mg GAE/ g olduğu belirlenmiştir (Ayhan ve arkadaşları, 2019). Fenolik madde miktarı birçok durumdan etkilenmektedir. Bu durumlar arasında; toprak yapısı, güneş alımı, bitkinin çeşidi, hasat zamanı ve uygulanan ön hazırlık yer almaktadır (Kalkan, 2007).





Kaldirik bitkisine basınçlı pişirme işlemi uygulandığında 5. dk sonunda tüketilebilir durumda olduğu bulunmuştur. Basınçlı pişirmenin 5. dakikasında toplam fenolik madde miktarı bakımından çiğ ile benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer olarak enginar ile yapılan bir çalışmada da tüketilebilir pişirme süresine ulaşan enginarın toplam fenolik madde miktarı bakımından çiğ enginar ile benzer sonuçlara sahip olduğu bulunmuştur (Rinaldi ve arkadaşları, 2020). Bu çalışmada kaldirik bitkisinin 3. ve 10. dakikalarda toplam fenolik madde miktarında çiğ haline göre artış gösterdiği bulunulmuştur. Benzer olarak Hindistan'da tüketilen sebzeler ile yapılan bir çalışmada sebzelerin basınçlı pişirilmesi sonucunda toplam fenolik madde miktarında artış gözlemlendiği bulunmuştur (Kamalaja, 2018). Aksine semizotunda yapılan bir çalışmada ise bitkiye basınçlı pişirme uygulandığında toplam fenolik madde miktarının azaldığı belirlenmiştir (Farhat ve arkadaşları, 2022). Natella ve arkadaşları (2010) ıspanak, pazı ve bezelye ile yaptığı çalışmada basınçlı pişirme işleminde toplam fenolik madde miktarının çiğ haline göre sırasıyla %17, %10 ve %55 oranında azaldığını saptamıştır. Ancak aynı çalışmada basınçlı pişirme işlemi uygulanan karnabaharda ise %2 oranında arttığı belirlenmiştir. Bu değişikliğin, sebzelerin türü ve yapısının farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Hindistan'a özgü olan ve kullanılan bitkilerle yapılan bir çalışmada da 10 dk'lık basınçlı pişirmenin fenolik miktarı arttırdığı belirlenmiştir (Sreeramulu ve arkadaşları, 2013). Siyah fasulye ile yapılan bir çalışmada ise basınçlı pişirme süresi uzadıkça fenolik madde miktarında artış olduğu saptanmıştır (Xu ve Chang, 2008). Bu çalışmada ise 3 dk ve 10 dk basınçlı pişirme uygulanan kaldirik bitkisinin fenolik madde miktarının yaklaşık olarak benzer olduğu belirlenirken, 5 dk pişirme uygulanan kaldirik bitkisinin fenolik madde miktarının azaldığı belirlenmiştir. Bu durum 5 dakika basınçlı pişirmede fenolik maddelerin suya sızması sonucunda fenolik maddelerin azalması, ancak pişirme süresinin uzayarak 10 dakika pişirme ile yeni fenoliklerin açığa çıkmasından kaynaklanabilir.

FRAP metodu ile yapılan antioksidan kapasite tayininde çiğ kaldirik bitkisinin antioksidan kapasitesinin  $254.88 \pm 19.76 \mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ g}$  olduğu, basınçlı pişirme sonucunda kaldirik bitkisinin antioksidan kapasitesinin  $3 \text{ dk} = 10 \text{ dk} > 5 \text{ dk} = \text{çiğ}$  olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Tablo 1). Armesto ve arkadaşlarının (2019) Lahana ile yapmış olduğu bir çalışmada çiğ lahananın antioksidan kapasitesinin  $1277.48 \pm 44.41 \mu\text{mol Fe(II)}/100 \text{ g}$  olduğu belirlenmiştir. 2 dk basınçlı pişirme uygulanan lahananın antioksidan kapasitesi  $390.64 \pm 37.59 \mu\text{mol Fe(II)}/100 \text{ g}$  olarak bulunurken, 3 dakika boyunca basınçlı pişirmeye maruz bırakıldığında antioksidan kapasitesinin  $325.38 \pm 36.92 \mu\text{mol Fe(II)}/100 \text{ g}$  olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda sürenin uzamasının antioksidan kapasiteyi azaltabileceği görüşü öne sürülmüştür (Armesto ve arkadaşları, 2019). Bu çalışmada kaldirik bitkisinin antioksidan kapasitesinin lahanaya göre düşük olduğu sonucuna varılmış olup; pişirme süresinin uzunluğunun önemli olduğu bulunmuştur. Antioksidan kapasite bakımından her pişirme yöntemi her bitki için uygun olmayabilir. 5 dk pişirme uygulanması 3 dk pişirilen kaldiriğe göre antioksidanında azalma olduğu bulunurken, 10 dk pişirmenin 5 dk pişirmeye kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu durum göz önüne alındığında pişirme süresinde yapılacak değişiklik antioksidan kapasiteyi etkileyebilmektedir.

CUPRAC antioksidan tayin yöntemi ile ilgili olarak basınçlı pişirme ile ilgili literatürde yeterli veri bulunmamakta olup; bu çalışma basınçlı pişirme yapılan bitkide süre farklılığı ile ilgili yapılmış ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. CUPRAC yöntemi de diğer antioksidan kapasite tayin yöntemleri ile yüksek benzerlik göstermektedir (Özkaynak-Kanmaz ve Saral, 2017).

Çiğ kaldirik bitkisinin DPPH radikal süpürme kapasitesinin  $0.95 \pm 0.40 \text{ mg/ml}$  olduğu bulunurken, Erzurum'dan toplanan yabancı *Berberis vulgaris* bitkisinin DPPH radikal süpürme kapasitesi  $0.65 \text{ mg/ml}$  olduğu belirlenmiştir (El-Wahab ve arkadaşları, 2013). Benzer yörelerdeki farklı bitkilerin antioksidan kapasitelerinin farklı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Kaldirik bitkisinin basınçlı



pişirilmesi sonucunda 3 ve 10. dakikalardaki antioksidan kapasitelerinin çiğme göre yüksek olduğu bulunurken, 5. dk sonunda benzer olduğu belirlenmiştir. Su ispanağı olarak bilinen yeşil yapraklı yabancı bir bitkinin 20 dk basınçlı pişirilmesi sonucunda antioksidan kapasitesinin arttığı saptanmıştır (Ng ve arkadaşları, 2011). Sreeramulu ve arkadaşlarının (2013) yaptığı bir çalışmada da benzer olarak 10 dk basınçlı pişirme yapılan bitkilerin antioksidan kapasitelerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Lahana ile yapılan bir çalışmada DPPH değerleri incelendiğinde basınçlı pişirmeye daha uzun süre maruz kalmasının radikal süpürücü kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir (Armesto ve arkadaşları, 2019) Bu durum karşısında sürenin uzamasının kapasiteyi olumlu anlamda etkileyebileceği görüşünün ortaya atılmasına neden olmuştur.

Bu çalışmanın verileri kapsamında kısa süreli pişirme ve uzun süreli pişirme durumunda toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite arttığı belirlenirken, tüketilebilecek en iyi süre olarak belirlenen 5 dk pişirmede ise toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitenin yaklaşık olarak çiğ ile benzer olduğu bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer olarak lotus kökü ile yapılan bir çalışmada 5 dk, 10 dk ve 20 dk olarak basınçlı pişirme uygulanmıştır. Uygulamanın sonucunda 5 dk ve 20 dk pişirme uygulanan kökün antioksidan kapasitesinin 10 dk pişirmeye göre daha yüksek olduğu belirlenirken, 5 dk ve 20 dk pişirmenin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite bakımından yakın olduğu saptanmıştır (Zhu ve arkadaşları, 2014). Bu durumun nedeni olarak; a) kaldiriğın içeriğinde bulunan fenolik bileşikler veya antioksidan aktivite gösteren ögelerin suya geçmesi ve b) ısıya maruziyetin artması sonucunda fenolik bileşiklerin veya antioksidan ögelerin kaybolması, yapısının bozulması söz konusu olabileceği düşünülmektedir (Kapusta-Duck ve arkadaşları, 2020).

Antioksidan kapasite kaybı, pişirme işleminin uzunluğu ve bitkinin su ile arasındaki temasla ilgilidir (Kapusta-Duck ve arkadaşları, 2020). Bitkilerin pişirme suyuyla temas eden geniş yüzey alanı, hücre duvarlarının bozulmasına ve antioksidan bileşiklerin kaybına katkıda bulunabilmektedir. Ancak zamanın uzamasıyla birlikte ısıya bağlı olarak hücre duvarının yapısının bozulması ve buna bağlı olarak fenolik bileşiklerin ve antioksidan ögelerin açığa çıkması söz konusu olabilmektedir. Aynı zamanda ısının etkisiyle oluşan tepkimeler sonucunda yeni fenolik bileşiklerin veya antioksidan ögelerin açığa çıkması sayılabilmektedir (Morales ve Babel, 2020).

Bazı çalışmalar toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasında yüksek bir korelasyon olduğunu bildirmiştir (Medoua ve Oldewage-Theron, 2014; Sanchez-Moreno, Jiménez-Escrig ve Saura-Calixto, 2000). Bu çalışmada da benzer olarak toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasında yüksek anlamlılık olduğu bulunmuştur. Bu durum fenoliklerin güçlü antioksidanlar olduğu ve antioksidan olarak fenolik bileşiklerin önemini doğrular niteliktedir. Aynı zamanda antioksidan tayin yöntemlerinin de kendi içinde anlamlı ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu durumda antioksidan tayin yöntemlerinin geçerliliğini göstermektedir (Özkaynak-Kanmaz ve Saral, 2017).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Fenolik maddeler ve antioksidanlar insan yaşamının her yerinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle kaybının en aza indirilmesi gerekmektedir. Yaprak yapısı kalın ve pişme süresinin uzun olması basınçlı pişirmeye teşviği artırabilir. Kaldirik bitkisinde basınçlı pişirme kullanılırken süre dikkate alınmalıdır. Aynı zamanda suyun fazla konulması da antioksidanları azaltabilmektedir. Bu nedenle daha sonra yapılacak çalışmalar ile su miktarındaki değişikliğin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasiteyi değiştirip değiştirmeyeceği araştırılmalıdır. Sebzelelerin pişirme süresi iyi ayarlanarak antioksidan kaybı en aza indirilmelidir. Pişirme suyu ile fenolik bileşik veya antioksidan öge kayıpları göz önünde bulundurularak su miktarı düzenlenmeli ve yeni çalışmalar yapılmalıdır.





## Beyanlar

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Çalışma in vitro bir çalışma olması nedeniyle etik kurul olmadığı beyan edilmektedir. Yazar katkıları; Fikir: YDÖ, PFT, ÖS; Tasarım: YDÖ, PFT, ÖS; Denetleme: YDÖ, PFT, ÖS; Kaynaklar: YDÖ, ÖS; Malzemeler: YDÖ, ÖS; Veri Toplama ve/veya Analiz Yöntemleri: YDÖ, ÖS; Analiz ve/veya Yorum: YDÖ, PFT, ÖS; Literatür Tarama: YDÖ, PFT, ÖS; Yazı Yazan: YDÖ; Eleştirel Düşünme: YDÖ, PFT, ÖS.

## Kaynaklar

- Akçin, Ö. E., Özbucak, T. ve Öztürk, Ş. (2019). Ordu ve çevresinde yayılış gösteren *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (Boraginaceae) türünün bazı mikromorfolojik özellikleri ve tüy yapısı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 787-791.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B. et al. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7), 1496-1547.
- Armesto, J., Gómez-Limia, L., Carballo, J. and Martínez, S. (2019). Effects of different cooking methods on the antioxidant capacity and flavonoid, organic acid and mineral contents of Galega Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. Galega). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(2), 136-149.
- Ayhan, B. S., Yalçın, E., Çavuşoğlu, K. and Acar, A. (2019). Antidiabetic potential and multi-biological activities of *Trachystemon orientalis* extracts. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), 2887-2893.
- Benzie, I. F. and Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bıyık, B., Sarıaltın, S. Y., Gökbulut, A., Çoban, T., Coşkun, M. and Sarıaltın, S. Y. (2022). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don as a valuable source of rosmarinic acid: biological activities and HPLC profiles. *Turkish Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 1-17.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2019). *Sosyal Bilimler için İstatistik*, Ankara, Pegem Akademi Yayıncılık, p. 280.
- Eriksen, J. N., Luu, A. Y., Dragsted, L. O. and Arrigoni, E. (2017). Adaption of an in vitro digestion method to screen carotenoid liberation and in vitro accessibility from differently processed spinach preparations. *Food Chemistry*, 224, 407-413.
- Faller, A. L. K. and Fialho, E. (2009). The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42(1), 210-215.
- Farhat, M. B., Beji-Serairi, R., Selmi, S., Saidani-Tounsi, M. and Abdelly, C. (2022). *Salicornia fruticosa* L. and *Portulaca oleracea* L. antioxidants as affected by domestic cooking processes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100462.



- Kanmaz, E. Ö and Saral, Ö. (2017). Portakal kabuğundan elde edilen kritik altı su ekstraktlarında antioksidan aktivite değerleri ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki. *Gıda*, 42(5), 485-493.
- Kapusta-Duch, J., Kusznierevicz, B., Leszczyńska, T. and Borczak, B. (2016). Effect of cooking on the contents of glucosinolates and their degradation products in selected Brassica vegetables. *Journal of Functional Foods*, 23, 412-422.
- Marsic, N. K., Necemer, M., Veberic, R., Ulrih, N. P. and Skrt, M. (2019). Effect of cultivar and fertilization on garlic yield and allicin content in bulbs at harvest and during storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(4), 414-429.
- Medoua, G. N. and Oldewage-Theron, W. H. (2014). Effect of drying and cooking on nutritional value and antioxidant capacity of morogo (*Amaranthus hybridus*) a traditional leafy vegetable grown in South Africa. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 736-742.
- Mehmood, A. & Zeb, A. (2020). Effects of different cooking techniques on bioactive contents of leafy vegetables. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100246.
- Morales, F. J. and Babbel, M. B. (2002). Antiradical efficiency of Maillard reaction mixtures in a hydrophilic media. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2788-2792.
- Murador, D. C., Mercadante, A. Z. and de Rosso, V. V. (2016). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chemistry*, 196, 1101-1107.
- Natella, F., Belevi, F., Ramberti, A. and Scaccini, C. (2010). Microwave and traditional cooking methods: effect of cooking on antioxidant capacity and phenolic compounds content of seven vegetables. *Journal of Food Biochemistry*, 34(4), 796-810.
- Onaran, A. and Yılar, M. (2012). Antifungal activity of *Trachystemon orientalis* L. aqueous extracts against plant pathogens. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3&4), 287-291.
- Pisoschi, A. M. and Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55-74.
- Sadikoğlu, N. and Cevahir, G. (2004). Anthocyanin content and localization in different parts of *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 18(1), 119-123.
- Sánchez-Moreno, C., Jiménez-Escrig, A and Saura-Calixto, F. (2000). Study of low-density lipoprotein oxidizability indexes to measure the antioxidant activity of dietary polyphenols. *Nutrition Research*, 20(7), 941-953.
- Slinkard, K. and Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology And Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Sreeramulu, D., Reddy, C. V. K., Chauhan, A., Balakrishna, N. and Raghunath, M. (2013). Natural antioxidant activity of commonly consumed plant foods in India: effect of domestic processing. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-15.



- Xu, B. J. and Chang, S. K. C. (2008). Total phenolic content and antioxidant properties of eclipse black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by processing methods. *Journal of Food Science*, 73(2), H19-H27.
- Yu, C., Zhu, L., Zhang, H., Bi, S., Wu, G., Qi, X. et al. (2021). Effect of cooking pressure on phenolic compounds, gamma-aminobutyric acid, antioxidant activity and volatile compounds of brown rice. *Journal of Cereal Science*, 97, 103127.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J. and Qian, M. (2002). Free radical scavenging properties of wheat extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(6), 1619-1624.
- Zhu, Y. L., Chen, T., Zhu, J. J. and Yuan, Y. (2014). Research on food manufacturing with effect and comparison of microwave and traditional cooking processing on antioxidant function of lotus root. In *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications Ltd. 1056, 92-97.
- El-Wahab, A., Abeer, E., Ghareeb, D. A., Sarhan, E. E., Abu-Serie, M. M., and El Demellawy, M. A. (2013). In vitro biological assessment of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine: antioxidants, anti-acetylcholinesterase, anti-diabetic and anticancer effects. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(1), 1-12.
- Rinaldi, M., Littardi, P., Cavazza, A., Santi, S., Grimaldi, M., Rodolfi, M. et al. (2020). Effect of different atmospheric and subatmospheric cooking techniques on qualitative properties and microstructure of artichoke heads. *Food Research International*, 137, 109679.
- Kamalaja, T., Prashanthi, M. and Rajeswari, K. (2018). Effect of cooking methods on bioactive compounds in vegetables. *IJCS*, 6(4), 3310-3315.
- Ng, Z. X., Chai, J. W. and Kuppusamy, U. R. (2011). Customized cooking method improves total antioxidant activity in selected vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(2), 158-163.
- Kalkan, İ. (2007). *Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Sebzelere Fenolik Bileşik ve Antioksidan Aktivite Değerleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara

### Extended Abstract

**Introduction:** Vegetables and fruits contain various antioxidants that scavenge free radicals. The antioxidant capacity of leafy vegetables is primarily attributed to their phenolic content. Pressure cooking is used to reduce cooking time and accelerate the cooking process. Cooking time in pressure cooking has a significant effect on antioxidant capacity. Borage plant is a species belonging to the *Boraginaceae* family and is found in the Black Sea region of Türkiye. Thick-leaved plants require longer cooking times. The Aim of the present study is to determine how the pressure-cooking method, which is commonly used to shorten the cooking time, affects the antioxidant capacity and total phenolic matter content of the borage plant and to identify the changes in antioxidant capacity and phenolic matter content in case of changes in cooking time. **Material and Methods:** The plant was collected from central Rize/Türkiye and utilized as study material. It is sampled in such a way as to be divided into homogeneous equal-sized pieces. After being washed, it was divided into an average of twelve portions (100 g was allocated for each application). Each portion of plants was cooked at atmospheric pressure in 400 mL of water in a pressure cooker that was equipped with a pressure regulator. Total phenolic



content was measured using Folin-Ciocalteu reactive as described by Slinkart and Singleton. DPPH, In the determination of antioxidant activity, this method was used as a modified version of the method developed by Yu et al. It is concluded that DPPH, IC<sub>50</sub> value is lower. CUPRAC, This method developed by Apak et al. FRAP, This method developed by Benzie and Strain. One-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan comparisons were employed to test for significance differences between the cooked samples. Pearson correlation analysis was used to measure the connection between two variables. Results and Discussion: In this study, the length of cooking time was found to be important. Cooking for 5 min decreased the antioxidant capacity of borage compared to borage cooked for 3 min while cooking the plant for 10 min decreased the antioxidant capacity at a higher rate compared to cooking for 5 min. Considering this, the change in cooking time may affect the antioxidant capacity. Similarly, high significance was found between antioxidant capacity determination methods and total phenolic content in the current study. This confirms that phenolics are strong antioxidants and the importance of phenolic compounds as antioxidants. Additionally, antioxidant determination methods were also found to be significantly related to themselves. Conclusion and Suggestions: Time should be taken into consideration when using pressure cooking in the borage plant. In addition, excessive usage of water can cause antioxidant levels to drop. Therefore, the antioxidant loss should be reduced by adjusting the cooking time well.