

## Kırşehir’de Yetiştirilen Cemele Biberinin Biyoaktif Bileşenlerinin ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Fatma ERGÜN\*

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kırşehir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: fatma.ergun@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.05.2021 Kabul Tarihi: 30.06.2021

### Öz

Canlılar, yaşamsal faaliyetlerinin sağlıklı bir şekilde devamı için metabolik faaliyetleri sonucu veya dış etkilere bağlı olarak bünyelerinde oluşan zararlı serbest radikalleri organizmalarından uzaklaştırmak zorundadırlar. Bunu antioksidanlar sayesinde yapabilirler. Ayrıca antioksidanlar gıdaların bozulmasını engelleyerek raf ömrünün artmasına neden olurlar. Bu durum doğal veya sentetik antioksidanlara olan ilginin artmasına sebep olmuştur. Ancak sentetik antioksidanların kanserojen ve toksik özelliklerinin olduğunun bilinmesi doğal antioksidanlara olan ihtiyacın artmasına ve önem kazanmasına neden olmuştur. Cemele biberi hafif acı tadıyla Kırşehir’de yaygın olarak üretilen, yaş ve kuru olarak tüketilen biber çeşididir. Bu çalışmada Cemele biberinin hekzan ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları tayin edildi. Hekzan ekstraktlarında fenolik ve flavonoid madde miktarlarının metanol ekstraktlarına göre daha fazla olduğu belirlendi. Antioksidan kapasitesi 1,1-Difenil-2-pikrihidrazil (DPPH) Radikal süpürücü kapasite yöntemi (DPPH) ile belirlenerek  $IC_{50}$  değerleri hekzan ekstraktı için  $242.52 \mu\text{g mL}^{-1}$ , metanol ekstraktı için  $195.85 \mu\text{g mL}^{-1}$  olarak hesaplandı. Ayrıca indirgeme gücünün hekzan ekstraktında daha fazla olduğu  $Fe^{3+}-Fe^{2+}$  indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi ile belirlendi. Sonuç olarak, Cemele biberinin günlük diyetimize taze ve kurutulmuş şekilde dahil edilmesinin organizmamız için gerekli olan antioksidan ihtiyacının bir kısmının karşılanması açısından önemli olabileceği, ayrıca endüstriyel kullanımının ve sağlık üzerine etkilerinin belirlenmesi için yeni çalışmaların yapılmasının gerekliliği düşünülmektedir..

**Anahtar kelimeler:** Cemele biberi, Fenolik madde, Flavonoid madde, Antioksidan, DPPH, FRAP.

## Determination of Bioactive Components and Antioxidant Capacity of Cemele Pepper Grown in Kırşehir

### Abstract

Living things have to remove the harmful free radicals that occur in their bodies as a result of their metabolic activities or due to external effects in order to maintain their vital activities in a healthy way. They can do this with antioxidants. They can do this thanks to antioxidants. In addition, antioxidants prevent food spoilage and increase shelf life. This has been caused an increase interest in natural or synthetic antioxidants. However, knowing that synthetic antioxidants have carcinogenic and toxic properties has increased the need for natural antioxidants and gained importance. Cemele pepper, with its slightly hot taste, is a type of pepper that is widely produced in Kırşehir and consumed both wet and dry. In this study, the total phenolic and flavonoid content of the hexane and methanol extracts of Cemele pepper were determined. It was determined that the amounts of phenolic and flavonoid substances in hexane extracts were higher than in methanol extracts. Antioxidant capacity was determined by 1,1-Diphenyl-2-picrihydrazyl (DPPH) Radical scavenging activity method (DPPH) and  $IC_{50}$  values were calculated as  $242.52 \mu\text{g mL}^{-1}$  for hexane extract and  $195.85 \mu\text{g mL}^{-1}$  for methanol extract. In addition, it was determined by the  $Fe^{3+}-Fe^{2+}$  Reducing Antioxidant Power (FRAP) method that the reducing power was higher in hexane extract. In conclusion, it is thought that the inclusion of Cemele pepper in our daily diet in fresh and dried form may be important in terms of meeting some of the antioxidant need required for our organism, and that new studies should be conducted to determine its industrial use and its effects on health.

**Key words:** Cemele pepper, Phenolic substance, Flavonoid substance, Antioxidant, DPPH, FRAP.

## Giriş

Temel besin içeriklerimizin en önemli kaynağı olan bitkilerden, tıp, eczacılık gibi birçok sektörün ham madde ihtiyacı da karşılanmaktadır. Son yıllarda gıda ve sağlık alanında kullanılan sentetik kimyasalların insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin anlaşılması, bitkilere olan ilgiyi ve kullanımı daha da artırmıştır (Demir ve Akpınar, 2020). Bitkilerde karbonhidrat, yağ ve vitaminler gibi temel besin öğelerinin yanında biyoaktif bileşiklerde bulunmaktadır. Bitkilerde bulunan biyoaktif bileşiklerin en önemli kısmını flavonoidler ve fenolik asitler oluşturmaktadır (Demir ve Akpınar, 2020). Fenolik bileşikler, birçok bitkide doğal olarak bulunur ve bitkinin renk, tat gibi özelliklerini belirleyen fitokimyasallar olarak bilinirler. Bitkinin savunma mekanizmasında etkili olan fenolik bileşikler, oksidasyonu engelleyerek veya serbest radikalleri tutarak antioksidan etkisi gösterirler (Karabulut ve Yemiş, 2019; Zhang ve Tsao, 2016). Antioksidanlar metabolizmada normal yollarla oluşan radikallerin giderilmesinde kullanılırlar.

Antioksidanlar doğal ve sentetik olarak iki grupta yer alırlar (Wong ve Kitts, 2006). Sentetik antioksidanlar geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen, istenmeyen yan etkilerinden dolayı son zamanlarda kullanımları sınırlandırılmıştır (Gulcin ve ark., 2003). Bitkiler, özellikle de sebze ve meyveler doğal antioksidanlar bakımından zengindir (Cao ve ark., 1996). Sebze ve meyvelerin yapısında bulunan, beslenmemiz ve sağlığımız açısından önemli olan antioksidanlar; tokoferoller, flavonoidler, fenolik bileşikler, alkaloidler, klorofil, protein, amin gibi azotlu bileşikler, polifonksiyonlu organik asitler ve karotenlerdir (Larson, 1988). Bu yapılardan olan fenolik bileşiklerin kanser, kolesterol, diyabet gibi hastalıklara karşıda etkili olduğu belirtilmiştir (Thangapazham ve ark., 2006; Erlund ve ark., 2008; Demir ve ark., 2019). Dünyada ve ülkemizde değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen önemli bir sebze türü olan biber (Vural ve ark., 2000; Eroğlu ve ark., 2020), beslenme yoluyla alınan doğal antioksidanlar bakımından en önemli kaynaklarından biri olarak kabul edilir (Çiçek ve ark., 2005). Biber (*Capsicum annuum* L.) Solanaceae familyasında bulunan bir bitkidir. A, B, C ve E vitaminleri, karoten, polifenol, flavonoidler, mineraller, uçucu yağlar açısından da zengindir (Hülül, 2016; Hernández-Pérez ve ark., 2020). Ana bileşeni biyoaktif bir molekül olan kapsaisindir (Oğuzkan, 2018). Kapsaisin, sindirim sistemi üzerindeki düzenleyici etkisinin yanında, romatizma, kas ağrıları, hipertansiyon gibi

hastalıkların tedavisinde ve kansere karşı koruyucu halk ilacı olarak da kullanılmaktadır (Surh, 2002). Ayrıca ilaç sanayisinde kullanılan biber bitkisinin bakterisid ve insektisid etkisinin olduğu da bilinmektedir (Careaga ve ark., 2003; Lia ve ark., 2020).

Biber yetiştiriciliği ülkemizin her bölgesinde yapılmaktadır. Taze tüketimin yanında, baharat, salça, sos, turşu gibi pek çok şekillerde değerlendirilmektedir. Cemele biberi yerel bir biber genotipidir. İsmi yetiştirildiği bölge olan Kırşehir ili Çayağzı (Cemele) kasabasında almaktadır. Bölge için ekonomik getirisi olan Cemele biberinin meyve kabuğu ve meyve et kalınlığı incedir (Sağlam, 2014). Ayrıca Kırşehir’de en fazla üretilen ve hafif acımsı tadıyla tüketiciler tarafından en çok tercih edilen dolmalık biber türüdür (Çimrin ve ark., 2020; Boyacı ve ark., 2017). Genelde taze veya kurutulularak tüketilir.

Bitkilerin yapısında bulunan ve antioksidan etki gösteren bileşiklerin birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisinde rol aldığı anlaşılmıştır bu tür bitkilere olan ilginin artmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak, besin olarak tüketilen ve antioksidan etkiye sahip biyoaktif bileşikleri yapısında bulunduran bitkilerle ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Bu çalışma ile Kırşehir ili Çayağzı kasabasında yetiştiriciliği yapılan Cemele biberinin antioksidan kapasitesi, farklı yöntemlerle tespit edilerek Cemele biberinin var olan potansiyelinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak üretimden tüketime sinerjik bir etkinin oluşması öngörülmektedir.

## Materyal ve Metot

### Bitki Örneklerinin Temin Edilmesi

Bu çalışmada kullanılacak Biber bitkisi Kırşehir ili Çayağzı (Cemele) kasabasında üretim yapan yerel üreticilerden organik olarak yetiştirilmiş ve kurutulmuş olarak temin edildi. Temin edilen kurutulmuş biber bitki örnekleri fiziksel kirliliklerden arındırılmak için önce musluk suyu daha sonra destile su ile yıkandı. Yıkama işlemi sonunda örneklerde meydana gelen nem oda şartlarında uzaklaştırıldı. Kullanımına kadar +4 °C’de saklandı.

### Metanol Ekstraktının Hazırlanması

Biber bitkisinden metanol ekstraksiyonu literatüre göre yapıldı (Gulcin ve ark., 2005). 15 g kurutulmuş biber örneği, öğütücüde öğütülüp 1 litrelik ağız kapalı erlene konuldu. Daha sonra üzerine numunenin yirmi katı metanol (300 mL) ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Elde edilen metanol ekstresi süzüldü. Bu işlem belirli

aralıklarla üç defa tekrarlandı. Süzölmüş ekstraler birleştirilerek evaporatörde 45 °C'de metanol uzaklaştırıldı. Ekstreler çalışmalar için +4 °C'de muhafaza edildi.

#### Hekzan Ekstraktının Hazırlanması

Biber bitkisinin hekzan ekstraksiyonu Gulcin ve ark.,'na göre yapıldı (Gulcin ve ark., 2005). 15 g bitki örneği öğütücüde öğütüldü. Daha sonra numunenin yirmi katı (300 mL) ölçüsünde (w/v) hekzan ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Elde edilen hekzan ekstresi süzöldü. Bu işlem belirli aralıklarla üç defa tekrarlandı. Süzölmüş ekstraler birleştirilerek evaporatörde 40 °C'de hekzan uzaklaştırıldı. Ekstreler çalışmalar için +4 °C'de muhafaza edildi.

#### Toplam Fenolik Madde Tayini

Biber bitkisinden elde edilen ekstralarda toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu metoduna göre yapıldı (Slinkard ve Singleton, 1977). Standart olarak gallik asit kullanıldı ve standart grafik hazırlandı. Bitki metanol ve hekzan ekstralarının 1000 ppm konsantrasyonda çözeltileri hazırlandı. Stok çözeltilerden 50 µL alındı, distile su ile 1840 µL'ye tamamlandı. Karışıma 40 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ilave edilerek 3 dakika oda sıcaklığında inkübe edildi. Daha sonra %2'lik (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltilisinden 120 µL ilave edildi. Karışım 2 saat oda sıcaklığında bekletildi. Örneklerin absorpsansları, örnek yerine destile su bulunduran köre karşı 760 nm'de okundu. Ölçümler için 3 paralel çalışıldı. Ekstrelerin toplam fenolik içerikleri standart gallik asit grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak gallik aside eşdeğer olarak belirlendi (µg GAE mL<sup>-1</sup>).

#### Toplam Flavonoid Madde Tayini

Hazırlanan ekstraların toplam flavonoid içerikleri kuersetine eşdeğer olarak alüminyum nitrat metodu ile belirlendi (Moreno ve ark., 2000). Standart olarak kuersetin kullanıldı ve standart grafik hazırlandı. Biber bitkisinden elde edilen metanol ve hekzan ekstrallerinden 1000 ppm'lik çözeltiler hazırlandı. Bu stok çözeltilerden 50 µL alınarak hacimleri metanol ile 1920 µL'ye tamamlandı. 40 µL 1 M potasyum asetat eklendi ve bir dakika sonra 40 µL %10'luk alüminyum nitrat ilave edildi. 40 dk. inkübasyon süresinden sonra 415 nm'de saf su ile hazırlanan köre karşı absorpsansları okundu. Ölçümler için 3 paralel çalışıldı. Ekstrelerin toplam flavonoid içerikleri, standart kuersetin grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak kuersetine eşdeğer olarak belirlendi (µg KE mL<sup>-1</sup>).

#### DPPH• Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

Ekstrelerin serbest radikal giderim aktiviteleri Blois metodu kullanılarak belirlendi (Blois, 1958). Serbest radikal olarak 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil çözeltisi kullanıldı. Standart olarak kullanılan 2,6-di-t-bütil-1-hidroksitoluen (BHT) ve biber ekstrallerinden 1000 ppm konsantrasyonda stok çözeltiler hazırlandı. Bu stok çözeltilerden 20, 40, 60, 80 ve 100 µL alınarak metanol ile hacimleri 400 µL'ye tamamlandı. Daha sonra 0,1 mM DPPH• çözeltilisinden 1600 µL ilave edildi. Hazırlanan çözeltilerin oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübasyondan sonra 517 nm'de absorpsans değişimleri metanole karşı ölçüldü. Örnek ve standart madde yerine metanol kullanılarak aynı şartlarda kontrol hazırlandı. Azalan absorpsanslar kalan serbest DPPH• çözeltisi miktarını, yani serbest radikal giderme aktivitesini verdi.

% DPPH• radikali giderme aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\%DPPH\bullet \text{ aktivitesi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A<sub>0</sub>: Kontrol reaksiyonunun absorpsansı

A<sub>1</sub>: Bitki ekstraları ve standart çözeltilerin absorpsansı

#### Fe<sup>3+</sup>-Fe<sup>2+</sup> Kapasite Azaltma (FRAP) Gücü Tayini

Fe<sup>3+</sup> indirgeme gücü tayini Oyaizu (1986)'ya göre yapıldı. Hekzan ve metanol ekstrallerinden 1000 ppm'lik stok çözeltiler hazırlandı. Bu stok çözeltilerden konsantrasyon 10, 20, 30, 40 ve 50 µg mL<sup>-1</sup> olacak şekilde tüpe alındı. Üzerlerine toplam hacim 1,0 mL olacak şekilde saf su eklendi. Bu çözeltilerin üzerine 2.5'er mL fosfat tamponu (0.2 M pH 6.6) ve potasyum ferrisiyanür (%1'lik) çözeltisi ilave edilerek 50 °C'de 20 dakika su banyosunda bekletildi. Daha sonra 2.5 mL %10'luk trikloroasetik asit (TCA) ilave edildi ve vortekslenildi. Vortekslenen tüplerden alınan 2.5 mL'lik örneklere 2.5 mL ultra saf su ve 0.5 mL demir (III) klorür (% 0.1'lik) ilave edildi ve 700 nm'de absorpsans köre karşı okundu. Standart olarak BHT kullanıldı ve aynı işlem 1000 ppm'lik hazırlanan standart çözeltilisine de uygulandı.

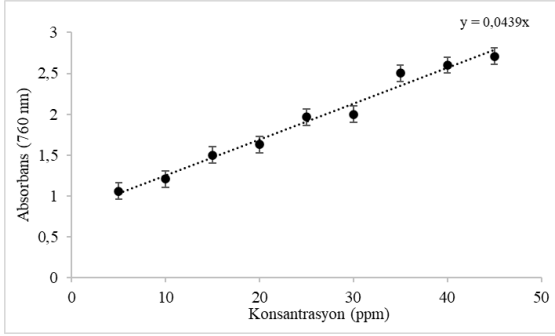
#### Bulgular ve Tartışma

Canlı organizmalarda metabolizmada oluşan radikallerin giderilmesi ve oluşabilecek etkilerin ortadan kaldırılması antioksidanlar tarafından gerçekleştirilir. Son yıllarda doğal antioksidan kaynağı olan besinlere ilgi ve yönelim artmıştır. Bu kapsamda beslenmemizde önemli yer tutan bitkilerin fenolik bileşik ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır (Oğuzkan, 2018)

Bu çalışmada, dünyada birçok ülke mutfağında hem taze, hem de kurutulmuş olarak kullanılan biber bitkisinin bir genotipi olan Cemele biberinin metanol ve hekzan ekstraları

hazırlanarak, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı, DPPH• radikalini giderme aktivitesi ve Fe<sup>+3</sup> indirgeme gücü kapasitesi belirlendi. Elde edilen aktivite sonuçları BHT standardı ile karşılaştırıldı.

Cemele biberinin hekzan ve metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak yapıldı. Fenolik madde miktarları Şekil 1’de verilen gallik asit standart grafiğinden yararlanılarak gallik aside eş değer olarak hesaplandı.



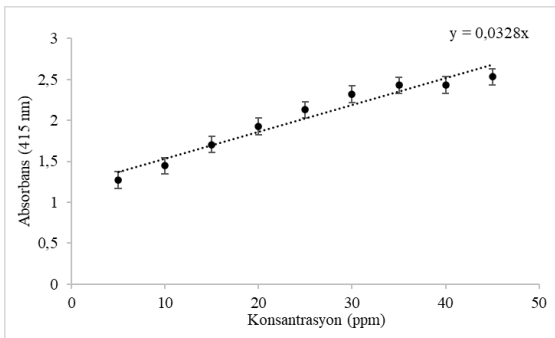
Şekil 1. Gallik asidin standart grafiği.

Çizelge 1. Cemele biberinin fenolik madde miktarları (gallik aside eşdeğer  $\mu\text{g GAE mL}^{-1}$ ).

Ekstraktlar	Fenolik içerik ( $\mu\text{g GAE mL}^{-1}$ )
Biber Metanol Ekstraktı (BME)	27.03±0.69
Biber Hekzan Ekstraktı (BHE)	37.65±1.39

Bulunan değerler 3 ölçümün ortalamasıdır (n=3) ± standart sapma

Ayrıca çalışmamızda fenolik bileşikler içerisinde büyük bir grubu teşkil eden flavonoidlerin miktarı Kuersetin standart grafiğinden yararlanılarak kuersetine eşdeğer olarak hesaplandı. Standart grafik Şekil 2’de verildi.



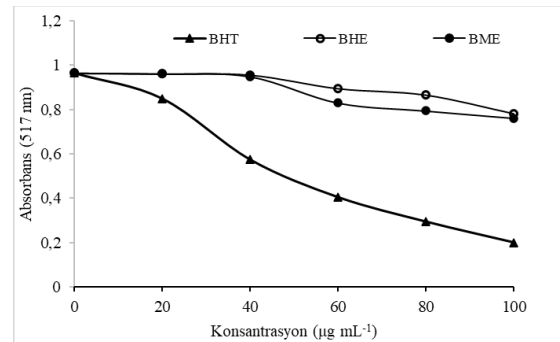
Şekil 2. Kuersetinin standart grafiği.

Flavonoid madde miktarı hekzan ekstraktında  $135.97 \pm 6.59 \mu\text{g KE mL}^{-1}$  ve metanol ekstraktında  $39.67 \pm 2.86 \mu\text{g KE mL}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Antioksidanlar, DPPH ile etkileşimlerinde elektronları veya hidrojen atomlarını DPPH’ye transfer ederek serbest radikalleri nötralize eder

Hekzan ekstraktında, metanol ekstraktına göre daha fazla fenolik madde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Hekzan ekstraktındaki toplam fenolik madde miktarı  $37.65 \pm 1.39 \mu\text{g GAE mL}^{-1}$  iken metanol ekstraktında ise  $27.03 \pm 0.69 \mu\text{g GAE mL}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Bulduğumuz değerler ile Prabakaran ve ark. (2012)’nin Meksika’da yetiştirilen Anaheim (yeşil biber), Bell (dolmalık biber), Caribe (sarı biber), Jalapeno ve Serrano tipi biberler üzerinde yaptıkları çalışmadaki değerler benzerlik gösterirken, Sun ve ark. (2007) tarafından 4 farklı renkte tatlı dolmalık biberlerde yaptıkları çalışmada buldukları değerlerden daha yüksektir.

(Tüzün ve ark. 2020). DPPH• (1,1-difenil 2-pikrilhidrazil) 517 nm’de absorbans veren organik bir yapıya sahip bir radikaldir. Bu çalışmamızda DPPH• radikalini 517 nm’de absorbans azalması ölçülerek, kalan serbest DPPH• çözeltisi miktarı yani serbest radikal giderme aktivitesi belirlendi. Aktivite çalışmalarında standart olarak BHT kullanıldı. Çalışmada kullanılan hekzan ve metanol ekstraktlarının konsantrasyon artışına (20–100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) paralel olarak, DPPH• radikal giderme aktivitelerinde artış olduğu görüldü (Şekil 3).



Şekil 3. Cemele biberinin metanol ve hekzan ekstraktlarının ve BHT'nin farklı konsantrasyonlarda DPPH• serbest radikal

süpürücü etkisi (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, ekstraktları).  
BHE: Biber hekzan ekstraktları, BME: Biber metanol

Çizelge 2. Cemele biberinin flavonoid madde miktarları (kuersetine eşdeğer ( $\mu\text{g KE mL}^{-1}$ ))

Ekstraktlar	Flavonoid içerik ( $\mu\text{g KE mL}^{-1}$ )
Biber Metanol Ekstraktı (BME)	39.67 $\pm$ 2.86
Biber Hekzan Ekstraktı (BHE)	135.97 $\pm$ 6.59

Bulunan değerler 3 ölçümün ortalamasıdır (n=3)  $\pm$  standart sapma

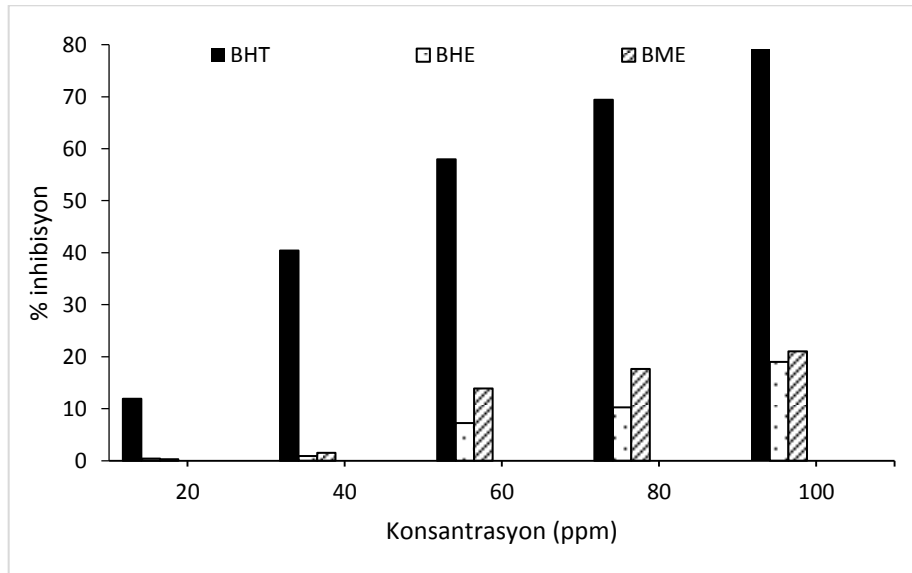
Ekstrelerin ve BHT'nin DPPH• radikal giderme aktiviteleri hesaplandı (Çizelge 3). Yapılan antioksidan analizlerinde  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonunda DPPH• radikali giderme aktiviteleri karşılaştırıldığında metanol ekstraktlarının aktivitesinin kullanılan standarda göre düşük olmasına rağmen hekzan ekstraktlarından daha fazla olduğu gözlemlendi. En yüksek radikal giderme

aktivitesi biber metanol ekstraktlarında belirlendi (Şekil 4).

Bae ve ark. (2012) farklı acı biber çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmada hekzan ekstraktlarında en yüksek inhibisyonu %79.6- 95.1 aralığında, polar çözücü ekstraktlarında ise %18.5-59.3 aralığında olduğunu bildirmiştir.  $100 \mu\text{L mL}^{-1}$  konsantrasyonda bulduğumuz % DPPH değerleri polar çözücülerde buldukları değerlere benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Cemele biberinin ve BHT'nin DPPH radikal giderme aktiviteleri (%) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BHE: Biber hekzan ekstraktları, BME: Biber metanol ekstraktları).

Numune ve Standart	$20 \mu\text{g mL}^{-1}$	$40 \mu\text{g mL}^{-1}$	$60 \mu\text{g mL}^{-1}$	$80 \mu\text{g mL}^{-1}$	$100 \mu\text{g mL}^{-1}$
BHE	0.41	0.9	7.26	10.26	18.98
BME	0.3	1.55	13.90	17.63	21.05
BHT	11.92	40.45	57.98	69.39	79.14



Şekil 4. Biber ekstraktlarının DPPH• radikal giderme aktivitelerinin BHT ile karşılaştırılması ( $20-100 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BHE: Biber hekzan ekstraktları, BME: Biber metanol ekstraktları).

DPPH• radikal gideriminin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstre ve standart madde konsantrasyonu  $IC_{50}$  olarak belirlendi.  $IC_{50}$  değeri belirlenirken, çalışılan konsantrasyonlara karşı % DPPH• radikal giderme aktivite değerlerinin yerleştirilmesi ile elde edilen grafikler kullanıldı (Wei ve ark., 2010).

$IC_{50}$  değeri ile DPPH• radikali giderme aktivitesi arasında ters orantı olduğundan aktivite sıralaması BHT > BME > BHE şeklindedir. Metanol ve hekzan ekstraktlarının %50 inhibisyon değerinin altına inemediği tespit edildi. Metanol ekstraktının %50 inhibisyonu ancak  $195.85 \mu\text{g mL}^{-1}$ , hekzan

ekstraktının ise  $242.52 \mu\text{g mL}^{-1}$  konsantrasyonda sağlayabildiği görülmektedir (Çizelge 4).

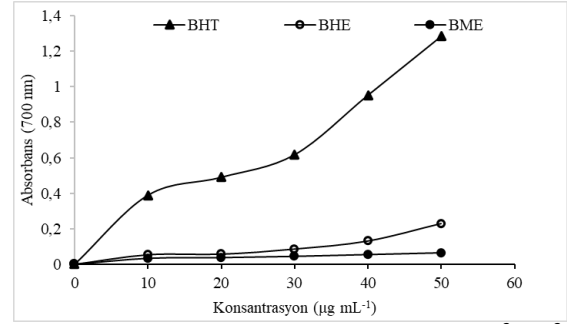
Çizelge 4. Cemele biber ekstraktlarının ve BHT'nin  $\text{IC}_{50}$  değerleri (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BHE: Biber hekzan ekstraktları, BME: Biber metanol ekstraktları).

Standart ve Ekstraktlar	$\text{IC}_{50} (\mu\text{g mL}^{-1})$
BHE	242.52
BME	195.85
BHT	57.73

Cemele biber ekstraktlarının ve BHT'nin  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme kapasitesi FRAP metoduyla belirlendi. Bitkilerde bulunan indirgeyici maddelerin antioksidan etkisi, bir hidrojen atomunun verilmesi ve radikal zincirin kırılması prensibine dayanır.  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme kapasitesi ölçümlerinde  $700 \text{ nm}$ 'de absorbanslar belirlendi ve konsantrasyona karşı absorbans değerlerinin yerleştirilmesiyle grafik elde edildi (Şekil 5). Bu grafikte artan absorbans değerleri indirgeme gücü kapasitesini gösterir. Cemele biberi metanol ekstraktında artan konsantrasyona karşılık indirgeyici güç başlangıca göre yaklaşık 2 kat artmıştır. Buna karşılık hekzan ekstraktlarında artan konsantrasyonla beraber indirgeyici güçteki artış çok daha fazla olmuştur. Hekzan ekstraktının indirgeme gücü kapasitesi  $50 \text{ ppm}$  konsantrasyonda sentetik antioksidan olan BHT'nin  $10 \text{ ppm}$ 'deki değerine yaklaşmıştır.

Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlara göre  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme gücü sıralaması  $\text{BHT} > \text{BHE} > \text{BME}$  şeklindedir. Benzer şekilde BHE'da fenolik ve flavonoid madde miktarları BME'na göre daha fazladır. Bu durum polifenolik bileşikler ile  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme gücü arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Loganayaki ve ark. (2011) ile Amarowicz ve ark. (2004) farklı bitki türlerinde yaptıkları çalışmalarda polifenolik bileşikler ile indirgeme gücü arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkilerde antioksidan özellik gösteren farklı bileşikler vardır. Bu bileşikler birbiriyle etkileşim halindedirler. Bu nedenle antioksidan kapasiteleri fenolik ve flavonoid madde miktarlarına bakılarak tahmin edilemeyebilir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Cemele biberinin hekzan ekstraktlarında fenolik ve flavonoid madde miktarları fazla olmasına rağmen DPPH• radikal süpürücü aktivitesi daha düşük,  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme kapasitesi ise daha yüksek olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Cemele biber ekstraktlarının  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme kapasitesinin BHT ile karşılaştırılması ( $20\text{-}50 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BHE: Biber hekzan ekstraktları, BME: Biber metanol ekstraktları).

## Sonuç ve Öneriler

Klimakterik olmayan meyveler grubuna giren biber (Watkins, 2002) insan beslenmesinde önemli yeri olan ve tüketimi en fazla olan tarımsal ürünlerden birisidir. Bu özelliği yapısında bulundurduğu, besleyici faktörlerden ve fitokimyasal yapılardan kaynaklanmaktadır. Yapılan birçok çalışmada üretim şeklinin (Naznin ve ark., 2019; Barzegar ve ark., 2018; Gisbert-Mullor ve ark., 2020; López-Serrano ve ark., 2020; İşlek ve ark., 2020; Kuşvuran ve ark., 2020), hasat ve saklama koşullarının (Deng ve ark., 2018; Pérez-Ambrocio ve ark., 2018; Ferysiuk ve ark., 2020; Devgan ve ark., 2019; Wang ve ark., 2018; Cárcel ve ark., 2019) biber bitkisinin fitokimyasal yapısı ve antioksidan kapasitesini etkilediği bildirilmiştir.

Bu çalışmada, Çayağzı yöresinde (Kırşehir) yetiştirilen Cemele biber genotipinin, farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları hesaplandı. Hekzan ekstraktlarında fenolik ve flavonoid madde miktarları metanol ekstraktlarından daha fazla olduğu belirlendi. DPPH• Radikal giderme yöntemi ve Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi kullanılarak belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarına göre, metanol ekstraktlarının DPPH• antioksidan aktivitesi daha yüksek iken hekzan ekstresinde ise  $\text{Fe}^{3+}$ - $\text{Fe}^{2+}$  indirgeme kapasitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda bölgesel olarak önemli bir potansiyele sahip olan Cemele biberinin doğal antioksidan kaynağı olarak günlük diyeteye dahil edilmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yapılacak benzer çalışmaların Cemele biberinin tanınırlığını artıracak ve bölge ekonomisine katkı sağlayacağı kanısına varılmıştır.

**Kaynaklar**

- Amarowicz, R., Pegg, R.B., Raim-Mohaddam, P., Bral, B., Weil, J.A. 2004. Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian Prairies. *Food Chem.* 84:551-562.
- Bae, H., Jayaprakasha, G.K., Jifon, J., Patil, B.S. 2012. Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum spp.*) cultivars. *Food Chem.* 134(4):1912-1918.
- Barzegar, T., Fateh, M., Razavi, F. 2018. Enhancement of postharvest sensory quality and antioxidant capacity of sweet pepper fruits by foliar applying calcium lactate and ascorbic acid. *Scientia Horticulturae.* 241: 293-303.
- Bayıl, O.S., Can, M., Kılıç, H.İ., Uğraş, H.İ., Özaslan, M. 2018. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Yetişen Yeşil Acı Biberlerdeki Kapsaisinin DNA Koruyuculuğu Üzerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 21(1):26-31.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 181:1199-1200.
- Boyacı, S., Başak, H., Altun, B. 2017. Potential of Kırşehir Province in Terms of Horticulture. *International Journal of Science and Research.* 6(10):1546-1550.
- Cao, G., Sofic, E., Prior, R.L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 44:3426-3431.
- Cárcel, J.A., Castillo, D., Simal, S., Mulet, A. 2019. Influence of temperature and ultrasound on drying kinetics and antioxidant properties of red pepper. *Dry. Technol.* 37: 486–493.
- Careaga, M., Fernandez, E., Dorantes, L., Mota, L., Jaramillo, M.E., Hernandez-Sanchez, H. 2003. Antibacterial activity of *Capsicum* extract against *Salmonella typhimurium* and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in raw beef meat. *Int J Food Microbiol.* 83(3): 331-335.
- Çiçek, H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N.Ö., Meram, İ. 2005. Kapsaisinin (kırmızı biber) insan sağlığı üzerine etkileri. *Anadolu Tıp Dergisi.* 31.
- Çimrin, K.M., Başak, H., Turan, M. 2020. Farklı dozlarda tuz ve mikoriza uygulamalarının biberde hormon, antioksidan, fenolik ve organik asit içeriklerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 25(3):488-498.
- Demir, T., Akpınar, Ö., Kara, H., Güngör, H. 2019. Nar (*Punica granatum L.*) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antienflamatuar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda.* 17(1) 61-71.
- Demir, T., Akpınar, Ö. 2020. Biological activities of phytochemicals in plants, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology,* 8(8):1734-1746.
- Deng, L., Yang, X., Mujumdar, A.S., Zhao, J., Wang, D. 2018. Red pepper (*Capsicum annuum L.*) drying: effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity and microstructure. *Dry Technol.* 36(8): 893–907.
- Devgan, K., Kaur, P., Kumar, N., Kaur, A. 2019. Active modified atmosphere packaging of yellow bell pepper for retention of physicochemical quality attributes. *Journal of food science and technology.* 56(2):878-888.
- Erlund, I., Koli, R., Alfthan, G., Marniemi, J., Puukka, P., Mustonen, P., Mattila, P., Jula, A. 2008. Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol. *The Am. J. of Clin. Nutrition.* 87(2): 323-331.
- Eroğlu, İ., Çamoğlu, G., Demirel, K. 2020. Termografi Tekniği ile Biber Bitkisinde Su Stresinin ve Bazı Fizyolojik Özelliklerin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 30(3) 486-497.
- Ferysiuk, K., Wójciak, K.M., Materska, M., Chilczuk, B., Pabich, M. 2020. Modification of lipid oxidation and antioxidant capacity in canned refrigerated pork with a nitrite content reduced by half and addition of sweet pepper extract. *LWT Food Sci. Technol.* 118: 10873.
- Gisbert-Mullor, R., Ceccanti, C., Gara Padilla, Y., López-Galarza, S., Calatayud, A., Conte, G., Guidi, L. 2020. Effect of Grafting on the Production, Physico-Chemical Characteristics and Nutritional Quality of Fruit from Pepper Landraces. *Antioxidants.* 9: 501.
- Gulcin, I., Berashvili, D., Gepdiremen, A. 2005. Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla panchinensis* decne. *Journal of Ethnopharmacology,* 101: 287-293.
- Gulcin, İ., Oktay, M., Kirecci, E., Kufrevioglu, O.I. 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum L.*) seed extracts. *Food Chemistry.* 83: 371-382.

- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M., Valverde, M.E.R., Paredes-López, O. 2020. *Capsicum annuum* (hot pepper): an ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 19(6):1–22.
- Hülül, M. 2016. Hatay, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa Biberlerinin Antioksidan ve Antibakteriyal Özellikleri Yüksek Lisans Tezi.
- İşlek, C., Ünal, B.T., Aydın, S. 2020. Effects of Zinc sulphate used as an elicitor on superoxide dismutase, peroxidase and total phenolic compounds of pepper calluses. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology.* 8(12): 2780-2784.
- Karabulut, G., Yemiş, O. 2019. Fenolik Bileşiklerin Bağlı Formları ve Biyoyararlılığı, *Akademik Gıda.* 17(4): 526-537.
- Kuşvuran, Ş., Kiran, S.U., Altuntaş, Ö. 2020. The morphological, physiological and biochemical effects of drought in different pepper genotypes, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology,* 8(6): 1359-1368.
- Larson, R.A. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry.* 27: 969-978.
- Lia, Y.X., Zhang, C., Pan, S., Chen, L., Liu, M., Yang, K., Zeng, X., Tian, J. 2020. Analysis of chemical components and biological activities of essential oils from black and white pepper (*Piper nigrum* L.) in five provinces of southern China. *LWT - Food Sci Technol.* 117: 108644
- Loganayaki, N., Siddhuraju, P., Manian, S. 2013. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity of phenolic extracts from *Helicteres isora* L and *Ceiba pentandra* L. *J Food Sci Technol.* 50:687–695
- López-Serrano, L., Canet-Sanchis, G., Selak, G.V., Penella, C., San Bautista, A., López-Galarza, S., Calatayud, Á. 2020. Physiological characterization of a pepper hybrid rootstock designed to cope with salinity stress. *Plant Physiol. Biochem.* 148: 207-219.
- Moreno, M.I.N., Isla, M.I., Sampietro, A.R., Vattueno, M.A. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina, *Journal of Ethnopharmacology.* 71: 109-114.
- Naznin, M.T., Lefsrud, M., Gravel, V., Azad, M.O.K. 2019. Blue Light added with red LEDs enhance growth characteristics, pigments content, and antioxidant capacity in Lettuce, Spinach, Kale, Basil, and Sweet Pepper in a controlled environment. *Plants* 8(4): 93.
- Oyaizu, M. 1986. Study on products of Browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44: 307-315.
- Pérez-Ambrocio, A., Guerrero-Beltrán, J.A., Aparicio-Fernández, X., Ávila-Sosa, R., Hernández-Carranza, P., Cid-Pérez, S., Ochoa-Velasco, C.E. 2018. Effect of blue and ultraviolet-C light irradiation on bioactive compounds and antioxidant capacity of habanero pepper (*Capsicum chinense*) during refrigeration storage. *Postharvest Biology and Technology.* 135: 19–26
- Prabakaran, S., Ramu, L., Veerappan, S., Pemiah, B., Kannappan, N. 2017. Effect of different solvents on volatile and non-volatile constituents of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.) and their in vitro antioxidant activity. *J Food Meas Charact.* 11: 1531-1541.
- Sağlam, S. 2014. Cemele Biber Genotipinin (*Capsicum annuum* L.) Hipokotil Eksplantından İndirekt Organogenesis II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül, Yalova 131; P-94
- Slinkard, K., Singleton, V. 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture.* 28: 49-55.
- Sun, T., Xu, Z., Wu, C.T., Janes, M., Prinyawiwatkul, W., No, H.K.J. 2007. Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Sci.* 72(2): 98-102.
- Surh, Y.J. 2002. Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and antiinflammatory activities: A short review. *Food Chem Toxicol.* 40: 1091-1097.
- Thangapazham, R.L., Sharma, A., Maheshwari, R.K. 2006. Multiple molecular targets in cancer chemoprevention by curcumin. *The AAPS Journal.* 8(3): 443.
- Tüzün, S., Baş, İ., Karakavuk, E., Sanyürek, N.K., Benzer, F. 2020. Çeşitli Pekmez Türlerinde Farklı Yöntemlerle Tespit Edilen Antioksidan Aktivitelerin Karşılaştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(2): 323-330.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basım Evi. Bornova, İzmir.
- Wang, J., Yang, X.H., Mujumdar, A.S., Fang, X.M., Zhang, Q., Zheng, Z.A., Xiao, H.W. 2018. Effects of high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) pretreatment on the change of antioxidant



- capacity, the degradation kinetics of red pigment, ascorbic acid in dehydrated red peppers during storage. *Food Chemistry*, 259: 65-72.
- Watkins, C.B. 2002. Ethylene synthesis, mode of action consequences and control. Knee, M. (Ed.). *Fruit Quality and Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press. 180-224.
- Wei, F., Jinglou, C., Yalling, C., Yongfang, L., Liming, C., Lei, P. 2010. Antioxidant, free radical scavenging, anti-inflammatory and hepatoprotective potential of the extract from *Parathelypteris nipponica* (Franch. et Sav). *Ching. J Ethnopharmacology*. 130: 521-528.
- Wong, P.Y.Y., Kitts, D.D. 2006. Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts. *Food Chemistry*. 97(3): 505-515.
- Zhang, H., Tsao, R. 2016. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*. 8: 33-42.