



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. Bitkisinin Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

Çağla KIZILARSLAN HANÇER<sup>a,\*</sup>, Oğuzhan YAVUZ<sup>b</sup>, Fatih UÇKAYA<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Merkez Eczanesi, Kadıköy/İstanbul, TÜRKİYE

<sup>c</sup> Hemşirelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ckizilarslanhancer@bezmialem.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1038822

### ÖZ

*Prangos ferulacea* (L.) Lindl. Erzurum ili ve çevrelerinde halk arasında tıbbi ve gıda amaçlı olarak kullanılan bir bitkidir. Özellikle şehrin kuzey taraflarında her yılın Mayıs ayında toplanan *P. ferulacea* (Yöresel adı Çaşır, Çakşır) yaprakları salamura yapılarak tüm yıl boyunca gıda olarak tüketilmektedir. Bu çalışmada Mayıs ayında araziden toplanan bitkinin yaprakları kurutulup 6 farklı çözücü ile (su, metanol, %70 metanol, hekzan, kloroform, aseton) ekstresi, uçucu yağı ve yağ altı suyu elde edilmiştir. Bitkinin salamurasından ise 4 farklı çözücü (aseton, metanol, hekzan, kloroform) ile ekstresi elde edilmiştir. Tüm ekstraktların antioksidan aktivite ve toplam fenolik-flavonoid madde içeriğine bakılmıştır. Ayrıca deney gruplarından elde edilen verilerin temel bileşen analizi (PCA) ve CLUSTVIS yardımı ile ısı haritası kümelemesi yapılmıştır. Sonuç olarak *P. ferulacea* yapraklarından hazırlanan ekstraktların; DPPH yönteminde metanol, su ve %70 metanol kuru bitki ekstraktlarının; ABTS yönteminde %100 metanol, %70 metanol ve su kuru bitki ekstraktlarının standart antioksidanlar kadar etkili oldukları görülmüştür. CUPRAC yönteminde ise kuru bitki su ekstresi 100 µg/mL konsantrasyonunda 1,86 absorbans değeri ile en yüksek bakır iyonu indirgeme gücüne sahip ekstre olmuştur. Kuru bitki metanol ve salamura hekzan ekstraktları 100 µg/mL konsantrasyonunda 1 absorbans değerinden daha yüksek etki göstermiştir. Bitkiden elde edilen uçucu yağ ve yağ altı suyu her 3 yöntemde de en düşük antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriği incelendiğinde su, aseton ve metanol kuru bitki ekstraktlarının; toplam flavonoid madde içeriği incelendiğinde ise kloroform ve su kuru bitki ekstraktları ile metanol salamura ekstresinin en yüksek madde içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Özellikle yaprakları gıda olarak kullanıldığı için antioksidan aktivite değerlendirmesi açısından su ekstresinin her 3 yöntemde de iyi sonuçlar vermesi, ayrıca toplam fenolik-flavonoid madde içeriğinin yüksek değerleri *P. ferulacea* bitkisinin gıda olarak kullanım şeklini desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Prangos ferulacea*, Antioksidan aktivite, Fenolik içerik, Flavonoid içerik, PCA

## Determination of Total Phenolic and Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl.

### ABSTRACT

*Prangos ferulacea* (L.) Lindl. is a plant used for medicinal or food purposes among the people in Erzurum province and its surroundings. Especially in the northern parts of the city, the leaves of *P. ferulacea* (Local name Çaşır, Çakşır) collected in May every year are pickled and consumed as food throughout the year. In this study, the leaves of the plant collected from the field in May were dried and extract with 6 different solvents (water,

methanol, 70% methanol, hexane, chloroform, acetone), essential oil, and distillation water were obtained. The extract was obtained from the pickles of the plant with 4 different solvents (acetone, methanol, hexane, chloroform). Antioxidant activity and total phenolic-flavonoid contents of all extracts were examined. In addition, principal component analysis (PCA) of the data obtained from the experimental groups and heat map clustering were done with the help of CLUSTVIS. As a result, in the DPPH method methanol, water, and 70% methanol extracts of dry plant; in ABTS method methanol, 70% methanol, and water extracts of dry plant were found to be as effective as standard antioxidants. In the CUPRAC method, the dry plant water extract had the highest copper ion reducing power with an absorbance value of 1.86 at a concentration of 100 µg/mL. Dry plant methanol and hexane pickles extracts showed a higher effect than 1 absorbance value at 100 µg/mL concentration. The essential oil and distillation water showed the lowest antioxidant activity in all three methods. When the total phenolic content was examined, it was seen that the dry plant extracts of water, acetone, and methanol; when the total flavonoid content was examined, it was seen that chloroform and water dry plant extracts and methanol pickles extract had the highest substance content. Especially since the leaves are used as food, the good results of water extracts in all three methods in terms of antioxidant activity evaluation, and the high values of the total phenolic-flavonoid substance content support the use of the *P. ferulacea* plant as food.

**Keywords:** *Prangos ferulacea*, Antioxidant activity, Phenolic content, Flavonoid content, PCA

Geliş: 20/12/2021, Düzeltme: 08/05/2022, Kabul: 13/05/2022

## I. GİRİŞ

Apiaceae familyasının bir üyesi olan *Prangos* Lindl. cinsinin dünyaya yayılmış 43 türü bulunmaktadır. Bu türler İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin çeşitli bölgelerinde yetişir [1]. Anadolu *Prangos* cinsi için çok önemli bir merkezdir. Bu cins Türkiye’de geniş dağılmakla birlikte 10 tanesi endemik olan 19 taksonla temsil edilmektedir [2]. *Prangos ferulacea* (L.) Lindl., ülkemizde iç, kuzey ve güney Anadolu’da, kayalıklar arasında, 600-2500 metreler arasında yetişen çok yıllık bir bitkidir. Mayıs-Temmuz aylarında çiçeklenir [3]. *P. ferulacea*, özellikle Doğu Anadolu’da “Çaşır, Çakşır, Çağşır” adıyla bilinmektedir. Bitkinin diğer bölgelerde kullanılan yöresel isimleri ise “Eşek çaşırı, Çaşır, Heliz, Köfte otu, Sarı çaşır, Kürdan otu, Melek otu ve Tekesakalı’dır” [4].

Dünyanın pek çok ülkesinde halk hekimliğinde kullanılan *P. ferulacea* bitkisinden elde edilen ekstrelerinin antioksidan, antidiyabetik, antilipidemik, analeptik, antispazmodik, antihelmintik, antimikrobiyal, analjezik, emoliyan, yara iyileştirici, hepatoprotektif, tümör küçültücü ve sitotoksik etkiler gösterdiği belirtilmiştir [5, 6]. *P. ferulacea* kökleri ve toprak üstü kısımları ülkemizde afrodisyak etkili olarak; genç sürgünleri diyabet tedavisinde; yaprakları ve genç sürgünleri antihipertansif etkili olarak kullanılmaktadır [7]. Bitkinin yaprakları Van otlı peynir yapımında, mercimek köftesi yapımında ve bitki salatası yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca gövde kabukları soyulduktan sonra yenir [8]. Bitkinin hayvan yemi olarak kullanıldığı da bilinmektedir [9]. Bitki, besin değerinin yüksek olması, insan sağlığı bakımından önemli etkileri olması, halk hekimliğinde farklı kullanım alanları bulunması ve toksik olmaması nedeniyle dikkat çekmektedir [5].

*P. ferulacea*; Erzurum ili ve çevresinde de halk arasında sıklıkla antidiyabetik ve antikanser etkili olarak kullanılmaktadır. Özellikle şehrin kuzey taraflarında her yılın Mayıs ayında toplanan yaprakları salamura yapılarak tüm yıl boyunca yemeklere katılarak, kahvaltıda ve özel günlerde tüketilmektedir. Bitkide bulunan bileşenler kumarinler, terpenler, flavonoidler, alkoller, esterler, benzaldehitler, ketonlar, fenolik asitler, benzenoidler, ozlar, enzimler (mirosinaz, peroksidaz), vitaminler, mineraller, glikozidlerdir. Bitkinin farklı kısımlarından elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşenleri de tespit edilmiştir. Bitkiyle ilgili yapılan kimyasal çalışmaların çoğu uçucu yağlar ve kumarinler üzerinde yoğunlaşmıştır [5].

Serbest radikaller ateroskleroz, iskemik kalp hastalığı, kanser, Alzheimer, Parkinson gibi birçok hastalığın ve hatta yaşlanma sürecinin patogenezinde önemli rol oynar [10]. Hücresel savunma

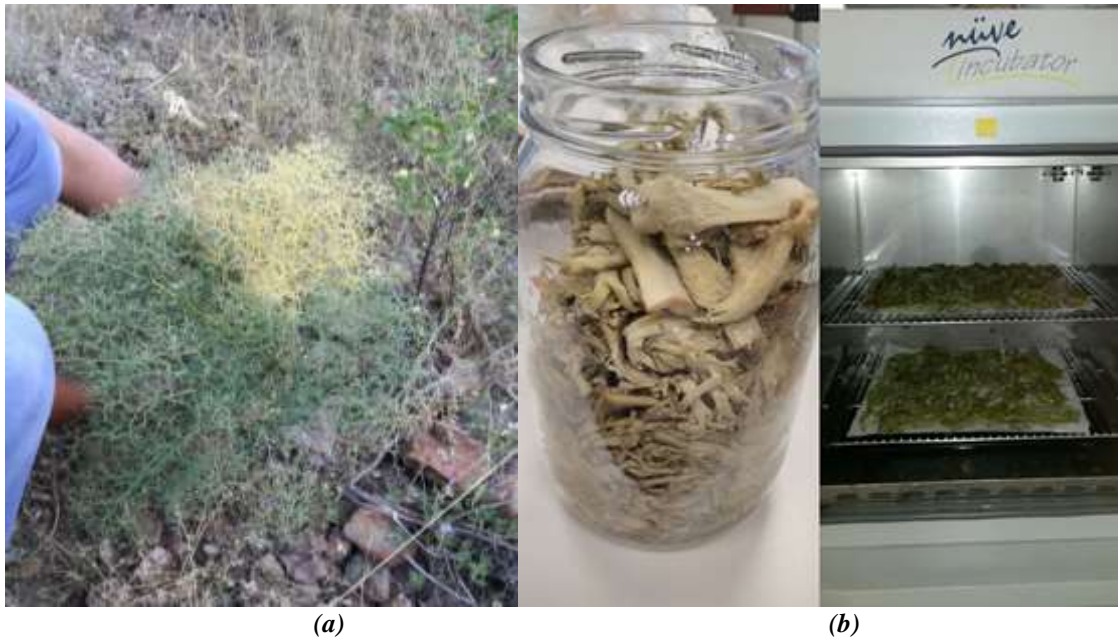
sisteminde hem eksojen hem de endojen antioksidanların kullanımı ile serbest radikallerin süpürülmesi önemli bir konudur. Son on yılda gıda kaynaklı antioksidanlar, reaktif oksijen türleri (ROT) süpürme etkileriyle büyük ilgi görmüşlerdir [11]. Günümüzde kullanılan sentetik antioksidanların olumsuz sağlık etkilerine sahip olduğu veya bunları teşvik ettiği düşünülmektedir ve bu nedenle kullanımlarına kısıtlamalar getirilmiştir ve doğal olarak oluşan antioksidanların sentetik antioksidanların yerine geçme eğilimi vardır [12].

Dünyanın farklı yerlerinde yetişen ve özellikle tıbbi özelliklerinden faydalanılan birçok bitkinin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu bitkilerde, antioksidan etki genellikle fenollerin ve flavonoidlerin varlığı ve bunların serbest radikal süpürücü aktiviteleri ile ilgilidir. *P. ferulacea* zengin bir antioksidan kaynağıdır [6]. Bu doğrultuda, yapmış olduğumuz çalışmada Erzurum’da doğal olarak yetişen *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktlarının, uçucu yağın ve yağ altı suyunun antioksidan kapasitesi “CUPRAC” Bakır (II) iyonu indirgeme kapasitesi, “ABTS” katyon radikalini giderme etkileri, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikaline karşı inhibisyon etkileri ile belirlenmiştir. Ayrıca toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarı tayin edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile gıda olarak önemli bir kullanım alanına sahip *P. ferulacea* bitkisinin yapraklarından elde edilen uçucu yağın, yağ altı suyunun ve ayrıca halk arasında sıklıkla kullanılan salamurasının antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik-flavonoid madde miktarı tayini ilk defa birarada verilerek değerlendirilmiştir.

## **II. MATERYAL ve YÖNTEM**

### **A. BİTKİNİN TOPLANMASI VE KURUTULMASI**

Çalışmada kullanılan *P. ferulacea* yaprakları 2018 yılı Mayıs ayının ikinci yarısında Erzurum ili, Oltu ilçesi, İnci Köyü mevkiinden toplanarak gölgede kurutulmuştur (Şekil 1a). Herbarium tekniklerine uygun olarak hazırlanan bitki örneği İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariumu’na (ISTE) verilmiştir (ISTE no: 115523). Kurutulan bitki blender ile parçalanarak kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir. Bölgeden toplanan bitki, yöre halkı tarafından suda haşlanıp ardından kaya tuzu ile birlikte şişelenerek yıl boyunca kullanmak için salamura edilmektedir. Yöre halkından temin edilen salamura örnekler çalışmada kullanılmadan önce etüvde 40 °C sıcaklıkta kurutulmuştur (Şekil 1b).



**Şekil 1. (a) *P. ferulacea* bitkisinin toplanan taban yaprakları (b) Salamura bitkinin etüvde kurutulması.**

## B. BİTKİ EKSTRELERİNİN HAZIRLANMASI

Kurutulup eşit büyüklükte parçalara ayrılan ve homojenize edilen *P. ferulacea* taban yaprakları 10 gr olacak şekilde tartılmıştır. Altı farklı çözücüden (distile su, %70 MeOH, %100 metanol, aseton, hekzan, kloroform) mezür ile 100 mL alınmış ve tartılan bitkiler ile aynı balon jöjeye konulmuştur. Bu şekilde kuru bir yerde 3 günlük maserasyon yapılarak süzüntü her gün toplanmıştır. Elde edilen süzüntülerden hekzan, kloroform, aseton ve metanol rotary evaporatörde çözücülerinden arındırılmıştır. Distile su ve %70 MeOH süzüntüleri ise önce rotary evaporatörde uçurulmuş ve ardından liyofilizatörde çözücülerinden arındırılıp ekstreler elde edilmiştir.

Kurutulan salamura bitki de aynı şekilde 10 gr olacak şekilde tartılmıştır. Dört farklı çözücüden (hekzan, kloroform, aseton ve metanol) 100 mL alınmış ve ölçülen bitkiler ile aynı balon jöjeye konulmuştur. 3 günlük maserasyon işlemi yapılarak elde edilen süzüntüler rotary evaporatörde çözücülerinden arındırılarak ekstreler elde edilmiştir.

## C. UÇUCU YAĞ VE YAĞ ALTI SUYUNUN HAZIRLANMASI

Kurutulup eşit büyüklükte parçalara ayrılan ve homojenize edilen *P. ferulacea* taban yapraklarından 50 gram tartılıp balon jöjeye alınmıştır. Clevenger Yöntemi ile 0,1 mL uçucu yağı ve 7,5 mL yağ altı suyu elde edilmiştir [13]. Yöntemde, soğutucu ile irtibatlandırılan bir cam balon içerisinde su ve *P. ferulacea* taban yaprakları 4 saat kaynatılmış ve su buharı ile birlikte hareket eden *P. ferulacea* uçucu yağ moleküllerinin soğutucuda yoğunlaştırılıp sudan ayrıştırılması sağlanmıştır [14].

Distilasyon işlemi sırasında saat başı 10 mL yağ altı suyu alınarak, distilasyon sonunda yağ altı suları tek bir şişede toplanmıştır. Dinlendirme işleminden sonra filtre kağıdından süzülüp çalışmaya hazır hale getirilmiştir [15].

## D. TOPLAM FENOLİK ve FLAVONOİT İÇERİK TESPİTİ

### D. 1. Toplam Fenolik Madde Miktar Tayini

Ekstrelerin toplam fenolik içerikleri Folin-Ciocalteu Reaktif (FCR) kullanılarak gallik aside eşdeğer olarak belirlenmiştir [16]. 100 ppm'lik gallik asit çözeltisi hazırlanmış ve bu çözeltiden 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 µL alınarak hacimleri distile su ile 184 µL'ye tamamlanmıştır. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun 1000 ppm konsantrasyondaki çözeltileri hazırlanmıştır. Bir miligram ekstre içeren örnek çözeltilerinden 4 µL alınarak, distile su ile 184 µL'ye tamamlanıp, gallik asit çözeltileri ve örneklere 4 µL FCR ve 3 dk sonra %2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 12 µL ilave edilmiştir. Karışım 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiş ve örneklerin absorbansları Elisa mikropkaka okuyucu ile 760 nm'de okunmuştur. Ekstrelerin toplam fenolik içerikleri standart gallik asit grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

### D. 2. Toplam Flavonoid Madde Miktar Tayini

Hazırlanan örneklerin toplam flavonoid içerikleri alüminyum nitrat metodu ile kuersetine eşdeğer olarak belirlenmiştir [17]. 1000 ppm'lik kuersetin çözeltisi hazırlanmış ve bu çözeltiden 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 µL alınarak hacimleri %80'lik etanol ile 192 µL'ye tamamlanmıştır. 4 µL 1 M potasyum asetat eklenmiş ve bir dakika sonra 4 µL %10'luk alüminyum nitrat ilave edilmiştir. 40 dakika inkübasyon süresinden sonra 415 nm'de mikropkaka okuyucu ile absorbansları okunmuştur. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun hazırlanan çözeltilerinin de absorbans değerleri okunmuştur. Örneklerin toplam flavonoid içerikleri, standart kuersetin grafiğinden elde edilen eşitlikten faydalanarak belirlenmiştir.

## E. ANTİOKSİDAN AKTİVİTE TESTLERİ

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun antioksidan aktiviteleri, DPPH serbest radikal giderme, ABTS katyon radikali giderme tayini ve bakır (II) iyonu indirgeme kapasite tayini (CUPRAC) yöntemleri ile belirlenmiştir.

### E. 1. DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun DPPH serbest radikalini giderme aktiviteleri Blois metoduna göre yapılmıştır [18]. Serbest radikal olarak DPPH'nin 0,1 mM'lık çözeltisi kullanılmış ve mikrolaka kuyucuklarına sırasıyla 10-100 µg/µl konsantrasyonlarında çözelti oluşturacak şekilde stok çözeltileri aktarılıp toplam hacimleri 40 µL olacak şekilde etanol ile tamamlanmıştır. Daha sonra her bir numune tüpüne stok DPPH çözeltisinden 160 µl ilave edilerek 30 dakika oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübe ettikten sonra etanolden oluşan köre karşı 517 nm'de absorbansları okunmuştur. Kontrol olarak etanol kullanılmıştır. Sonuçlar standart BHA, BHT ve α-tokoferol ile kıyaslanmıştır. DPPH serbest radikal giderim aktivitesi (% inhibisyon) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Eş. 1).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \left[ \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \right] \times 100 \quad (1)$$

### E. 2. ABTS Katyon Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun ABTS katyon radikali giderim aktiviteleri 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) kullanılarak belirlenmiştir [19]. Örneklerin 10 mg'ı 10 mL etanolde çözülerek stok çözeltileri hazırlanmıştır. Bu stok çözeltilerden 2, 5, 10 ve 20 µL alınarak etanol ile hacimleri 40 µL'ye tamamlanmış ve üzerlerine 7 mM ABTS katyon radikali çözeltisinden 160 µL ilave edilmiştir. Reaksiyon karanlıkta 6 dakika bekletildikten sonra 734 nm'de absorbansları ölçülmüş ve örneklerin absorbans değerleri kontrole karşı değerlendirilmiştir. Kontrol olarak etanol kullanılmıştır. Sonuçlar standart BHA, BHT ve α-tokoferol ile kıyaslanmıştır. ABTS katyon radikali giderim aktivitesi de (% inhibisyon) Eş. 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

### E. 3. CUPRAC Yöntemi (Bakır (II) İyonu İndirgeme Gücü)

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun Bakır (II) iyonu (Cu<sup>2+</sup>) indirgeme kapasiteleri Apak ve arkadaşlarının kullandığı CUPRAC metodunun modifiye edilmiş hali kullanılarak belirlenmiştir [20]. Bunun için mikrolaka kuyucuklarına 10-30 µg/mL konsantrasyonlarında hazırlanmış stok ve standart çözeltileri ayrı ayrı eklenmiştir. Üzerlerine 0,01 M'lık 0,25 mL CuCl<sub>2</sub> çözeltisi ilave edilmiş, ardından 0,25 mL 7,5x10<sup>-3</sup> M'lık etanolik neokuprin çözeltisi ve 1 M'lık amonyum asetat tamponu ilave edilmiştir. Yarım saatlik bir inkübasyondan sonra 450 nm'de absorbansları okunmuştur. Reaksiyon karışımının artan absorbansı artan bakır iyonu indirgeme kapasitesini göstermiştir. Kontrol olarak etanol kullanılmıştır. Sonuçlar standart BHA, BHT ve α-tokoferol ile kıyaslanmıştır.

## F. İSTATİSTİK ANALİZ

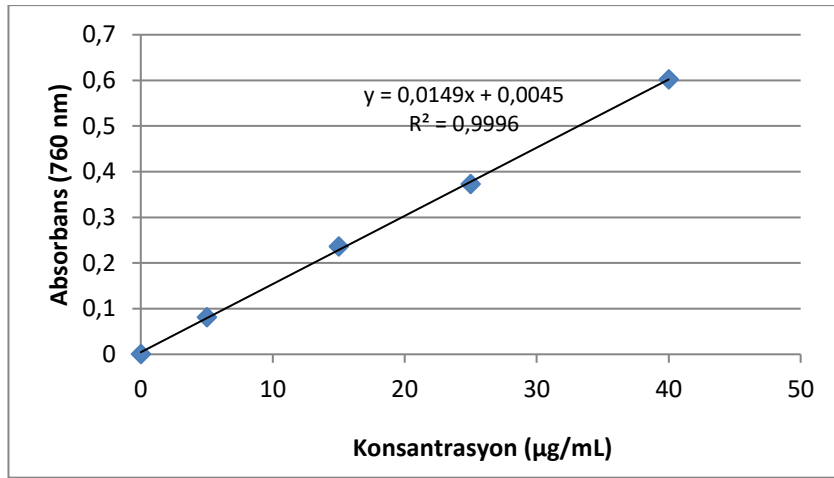
Deney gruplarından elde edilen verilerin, “(x-mean)/stdev” üzerinden transforme edildikten sonra PAST-Software ile temel bileşen analizi (Principal component analysis, PCA) ve CLUSTVIS yardımı ile ısı haritası kümelemesi (Heat map clustering) yapılmıştır.

### III. BULGULAR

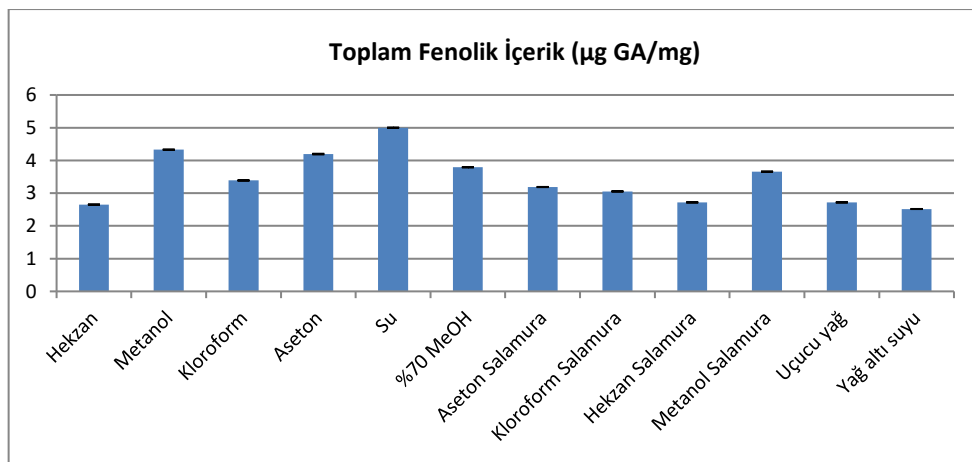
#### A. TOPLAM FENOLİK ve TOPLAM FLAVONOİD İÇERİK BULGULARI

##### A. 1. Toplam Fenolik Madde Miktar Tayini

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağın ve yağ altı suyunun Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak toplam fenolik madde analizi yapılmıştır. Analizde standart olarak kullanılan gallik asit (GA) grafiği oluşturulmuş (Şekil 2) ve bu grafik kullanılarak ekstrelerdeki, uçucu yağdaki ve yağ altı suyundaki fenolik madde miktarı gallik asite ( $\mu\text{g GA}/\text{mg}$  ekstrakt) eşdeğer olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Yapılan fenolik madde analizi sonucunda su ekstresinin toplam fenolik madde içeriğinin  $5 \mu\text{g GA}/\text{mg}$  olduğu belirlenmiştir. Bunu  $4,329 \mu\text{g GA}/\text{mg}$  ile metanol ekstresi ve  $4,195 \mu\text{g GA}/\text{mg}$  ile aseton ekstresi takip etmektedir.



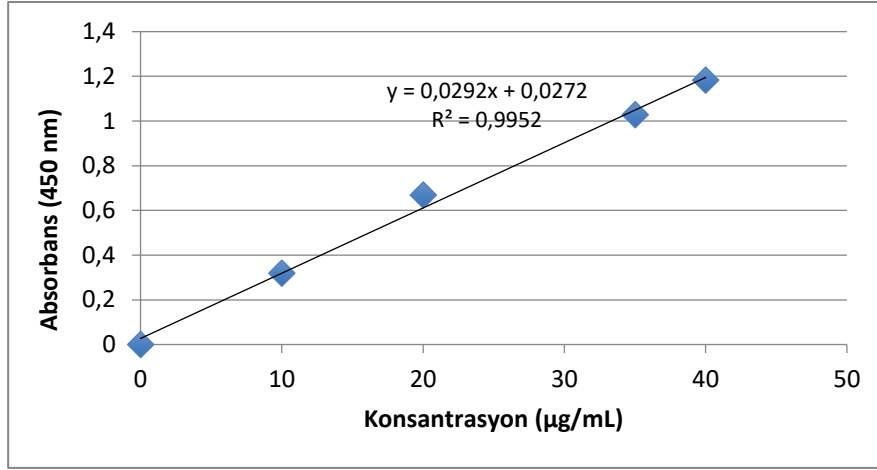
Şekil 2. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam fenolik madde miktarı için gallik asit kalibrasyon eğrisi.



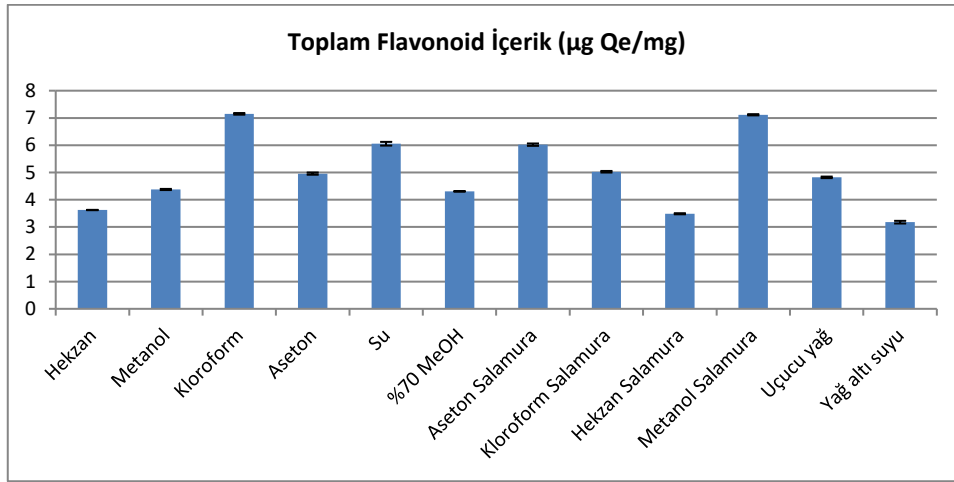
Şekil 3. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam fenolik madde miktarı sonuçları.

##### A. 2. Toplam Flavonoid Madde Miktar Tayini

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağın ve yağ altı suyunun toplam flavonoid madde içeriği standart olarak kuersetin (Qe) kullanılarak grafik oluşturulmuş (Şekil 4) ve bu grafik kullanılarak ekstrelerdeki, uçucu yağdaki ve yağ altı suyundaki flavonoid madde içeriği kuersetine ( $\mu\text{g Qe/mg}$  ekstrakt) eşdeğer olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Yapılan analiz sonucunda kloroform ekstresinin toplam flavonoid madde içeriğinin  $7,15 \mu\text{g Qe/mg}$ , metanol salamura ekstresinin  $7,116 \mu\text{g Qe/mg}$ , su ekstresinin  $6,054 \mu\text{g Qe/mg}$  ve aseton salamura ekstresinin  $6,02 \mu\text{g Qe/mg}$  olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam flavonoid madde miktarı için kalibrasyon eğrisi.



Şekil 5. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam flavonoid madde miktarı sonuçları.

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarları toplu olarak Tablo 1'de verilmiştir. Tespit edilen en yüksek içerikler koyu yazılarak belirtilmiştir. Bitkinin yapraklarından elde edilen uçucu yağ ve toplanan yağ altı suyu düşük flavonoid ve fenolik içeriğe sahiptir.

Tablo 1. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarları\*.

Ekstre	Toplam flavonoid içerik ( $\mu\text{g Qe/mg}$ )	Toplam fenolik içerik ( $\mu\text{g GA/mg}$ )
Hekzan	$3,623 \pm 0,006$	$2,651 \pm 0,001$

Metanol	4,376 ± 0,006	4,329 ± 0,007
Kloroform	<b>7,150 ± 0,027</b>	3,389 ± 0,001
Aseton	4,958 ± 0,018	4,195 ± 0,011
Su	6,054 ± 0,092	<b>5,000 ± 0,002</b>
%70 MeOH	4,308 ± 0,009	3,792 ± 0,002
Aseton Salamura	6,020 ± 0,007	3,188 ± 0,002
Kloroform Salamura	5,027 ± 0,005	3,054 ± 0,001
Hekzan Salamura	3,486 ± 0,028	2,718 ± 0,001
Metanol Salamura	7,116 ± 0,063	3,658 ± 0,001
Uçucu Yağ	4,821 ± 0,031	2,718 ± 0,001
Yağ Altı Suyu	3,178 ± 0,019	2,517 ± 0,001

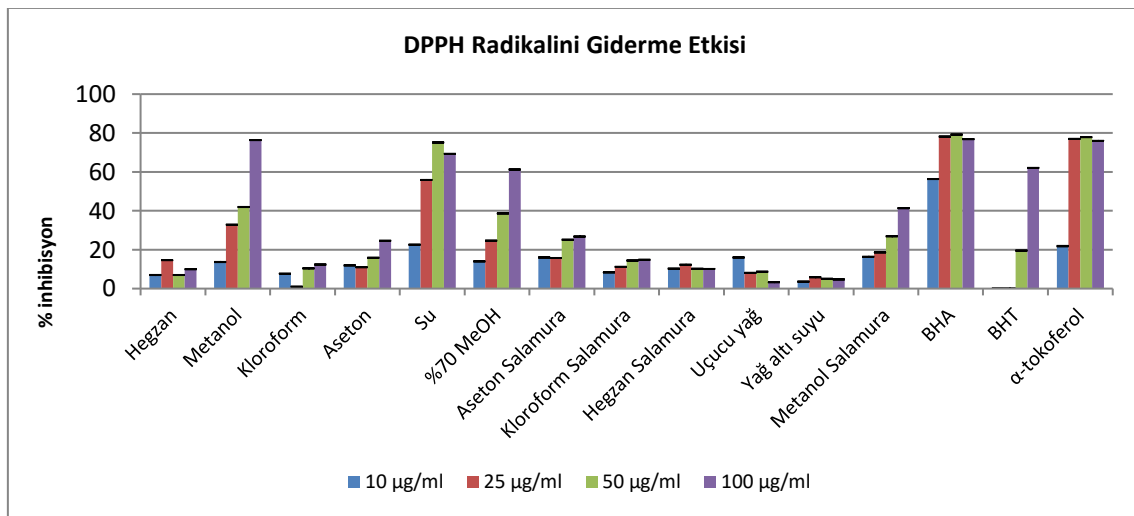
\* Tablodaki değerler 3 tekrarin ortalamasını ve standart sapmayı göstermektedir.

## B. ANTIÖKSİDAN AKTİVİTE BULGULARI

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun antioksidan aktiviteleri radikalik inhibisyon ve metal indirgeme gücü parametreleri ile belirlenmiştir.

### B. 1. DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun serbest radikal süpürücü etkisine DPPH testi ile bakılmıştır. Örneklerin DPPH radikaline karşı inhibisyon etkileri incelendiğinde, metanol, su ve %70 MeOH kuru bitki ekstrelerinin standart antioksidanlar olan BHA ve  $\alpha$ -tokoferol kadar etkili oldukları görülmüştür. Metanol ekstresi 100  $\mu$ g/mL konsantrasyonunda %76,4 inhibisyon ile  $\alpha$ -tokoferol (%75,9) standardından daha yüksek antioksidan etki gösterirken, BHA (%76,8) standardı ile neredeyse aynı seviyede antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Su ekstresinin 50  $\mu$ L/mL konsantrasyonda standartlar ile oldukça yakın düzeyde antioksidan etki gösterdiği görülmüştür. %70 MeOH ekstresi ise 100  $\mu$ g/mL konsantrasyonunda %50'nin üzerinde inhibisyon etki göstermiştir. Bu üç ekstre arasında en yüksek antioksidan kapasiteyi metanol, ardından su ve sonrasında %70 MeOH göstermiştir. Diğer ekstreler %50'nin altında inhibisyon gösterdiklerinden daha az antioksidan etkiye sahip oldukları görülmüştür (Şekil 6).

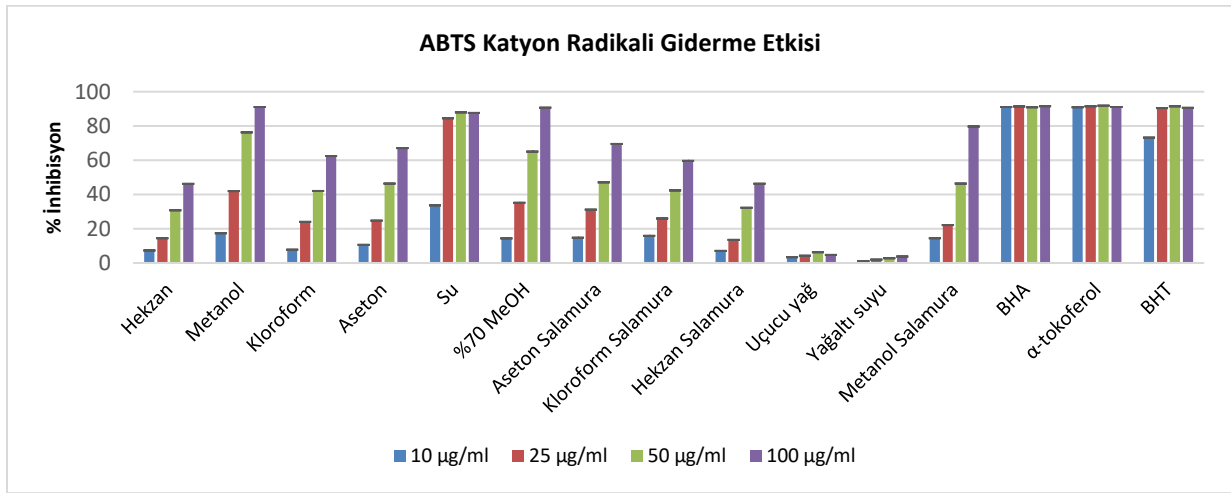


Şekil 6. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun DPPH radikalini giderme etkisi.



## B. 2. ABTS Katyon Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

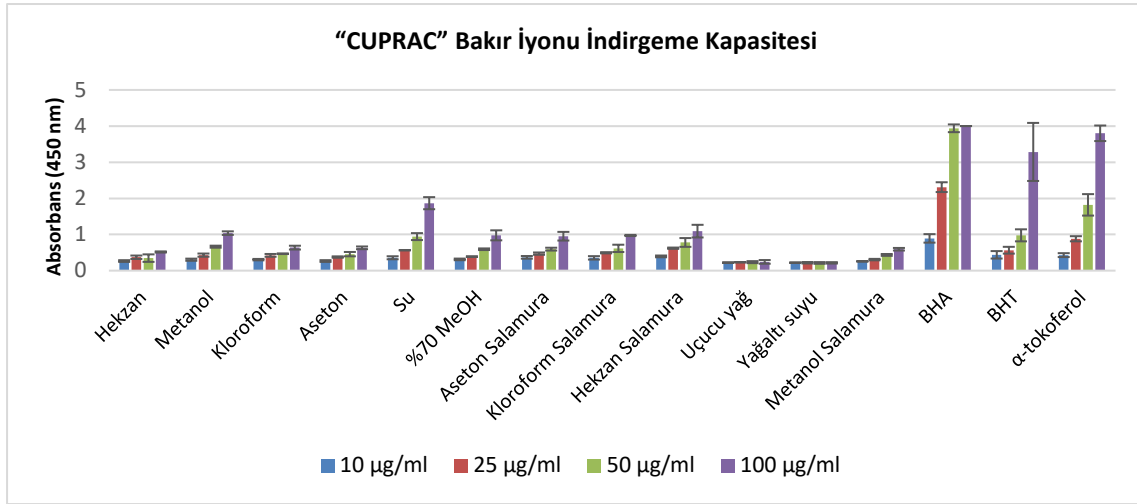
ABTS Katyon Radikali Giderme Aktivitesi Tayini yöntemi sulu karışımların, içeceklerin, ekstrelerin veya saf maddelerin radikal giderme aktivitelerinde sıklıkla kullanılmaktadır. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun, ABTS katyon radikalini giderme etkileri incelendiğinde, metanol, %70 MeOH ve su ekstrelerinin standart antioksidanlar olan BHA, BHT ve  $\alpha$ -tokoferol kadar etkili oldukları görülmüştür. Metanol ekstresi 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda %91 inhibisyon ile BHT (%90) standardından daha yüksek inhibisyon,  $\alpha$ -tokoferol ve BHA (%91-%91) standartlarıyla ise aynı antioksidan özellik göstermiştir. %70 MeOH ekstresi 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda %90,5 inhibisyon ile BHT standardıyla aynı,  $\alpha$ -tokoferol ve BHA standartlarına ise yakın antioksidan aktivite göstermiştir. Su ekstresi ise 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda ve 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda %87 ve %88 inhibisyon göstermiştir. Aseton, kloroform, aseton salamura, kloroform salamura ve metanol salamura ekstreleri ise %50'nin üzerinde inhibisyon etki göstermiştir. %50'nin altında olan ekstreler az seviyede antioksidan etki göstermişlerdir (Şekil 7).



Şekil 7. *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun ABTS katyon radikalini giderme etkisi.

## B. 3. CUPRAC Yöntemi (Bakır (II) İyonu İndirgeme Gücü)

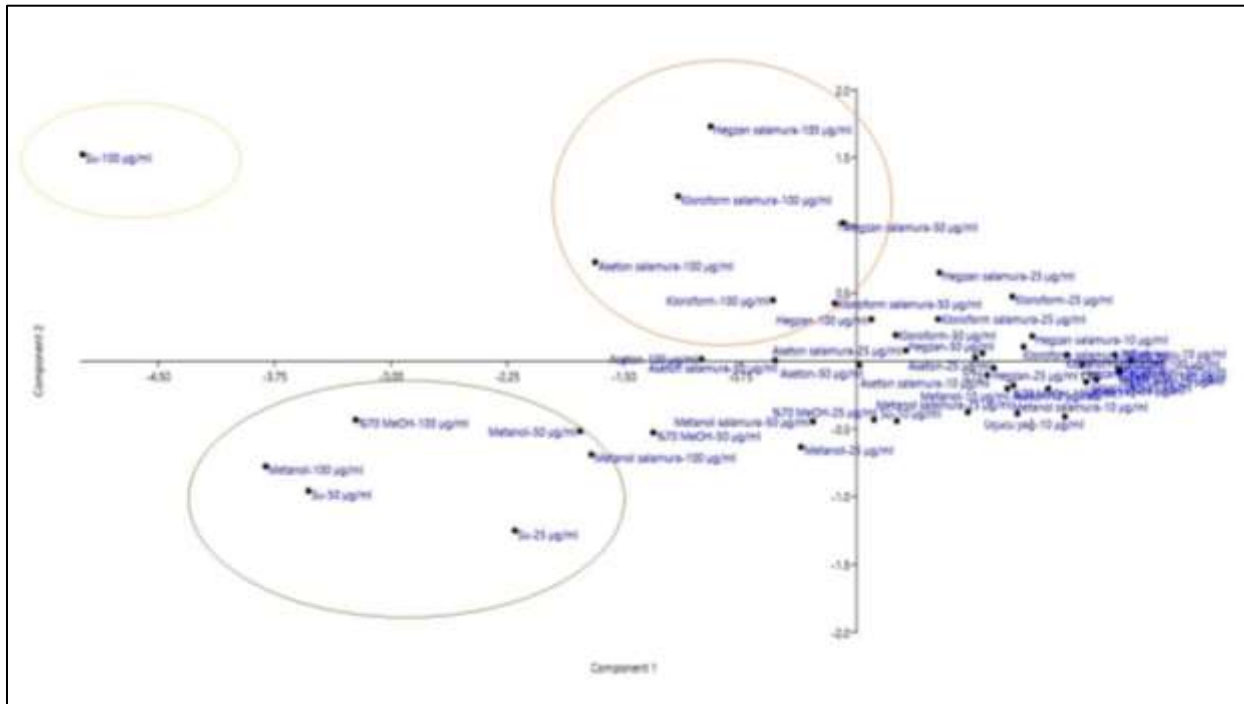
*P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun, CUPRAC yöntemi ile bakır iyonu indirgeme kapasitesi incelendiğinde, su ekstresi 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda 1,86 absorbans değeri ile en yüksek bakır iyonu indirgeme gücüne sahip ekstre olmuştur. Kuru bitki metanol ve salamura hekzan ekstreleri 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  konsantrasyonunda 1 absorbans değerinden daha yüksek etki göstermiştir. Kalan ekstrelerin de bakır iyonlarını tutma kapasitesine sahip oldukları görülmüştür. Fakat en yüksek etkiyi gösterenler sırasıyla, su, metanol ve hekzan salamura ekstreleri olmuştur (Şekil 8).



**Şekil 8.** *P. ferulacea* yapraklarından ve salamurasından hazırlanan ekstrelerin, uçucu yağının ve yağ altı suyunun “CUPRAC” Bakır iyonu indirgeme kapasitesi.

### C. İSTATİSTİK ANALİZ BULGULARI

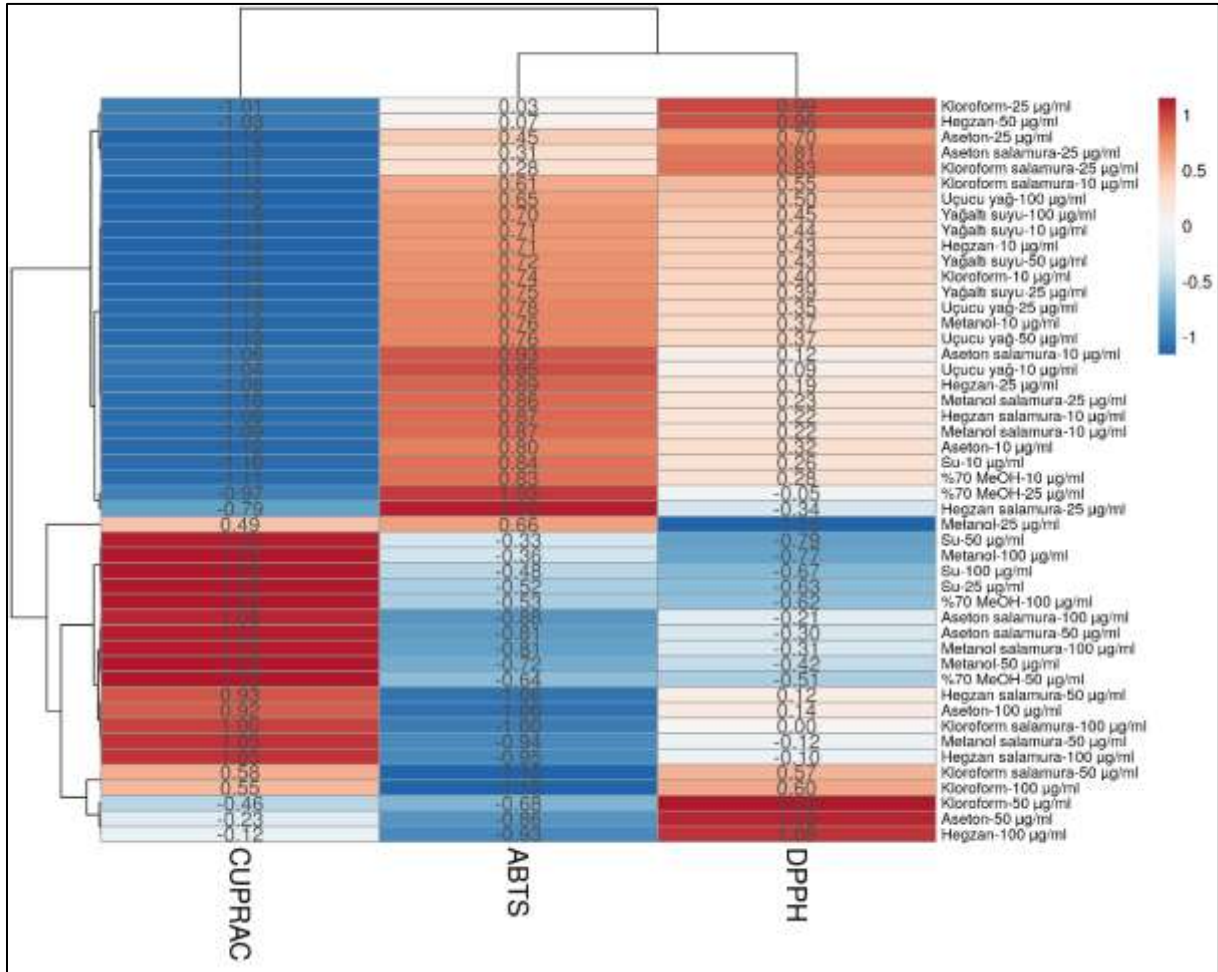
Elde edilen bulgulara; PCA sonuçlarına göre, analize alınan 3 değişkenin (ABTS, DPHH, CUPRAC) öz değeri 1’den yüksek olan bir faktör altında toplandığı görülmüştür ( $PC_1:2,52$ ;  $PC_2:0,33$ ;  $PC_3:0,14$ ). Önemli olarak belirlenen faktörlerden birincisi ( $PC_1:2,52$ ) antioksidan aktivitelerine ilişkin toplam değişimin yaklaşık %84,17’sini açıkladığı belirlenmiştir (Şekil 9). Genel olarak, deney gruplarından su-100m µg/mL; su-25 ve su-50 µg/mL ile metanol 50 ve 100 µg/mL ve %70 metanol-100 µg/mL; hekzan, aseton ve kloroform salamura ile kloroform esktaktlarının 100 µg/mL konsantrasyonu benzer düzeyde aktivite göstermişlerdir.



**Şekil 9.** Temel bileşen analizi (Principal component analysis, PCA).

Isı haritası kullanılarak yapılan kümeleme (heat map clustering) analizlerine göre; deneysel gruplar iki ana küme altında toplanmıştır. Buna göre; uygulanan konsantrasyon ve ekstraksiyon çeşidine bağlı olarak net bir ayırlama elde edilememiştir. İncelenen parametreler yönünden de iki ana küme oluşmuştur. DPPH ve ABTS verileri aynı kümede yoğunlaşırken CUPRAC'ın ise ayrı bir kümeye ayrıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 10). Bu tarz çok değişkenli istatistiksel analizler, veri setlerinin çok büyük olması durumunda sıklıkla başvurulan analiz yöntemlerindedir.

Bu çalışmamızda, bağımsız değişkenlerin (yani deneysel grupların) sayısı oldukça yüksek ancak bağımlı değişkenlerin (DPPH, ABTS, CUPRAC gibi incelenen parametrelerin) sayısı oldukça azdır. Bağımlı değişkenlerin sayısının az olması; ilgili grupların daha net kümelenebilirliğini kısmen sınırlamıştır.



Şekil 10. Isı haritası ile kümeleme (heat map clustering).

#### IV. TARTIŞMA ve SONUC

Yapılan bu çalışma ile *P. ferulacea* bitkisinin halk tarafından doğrudan kullanılan kısmı olan yaprakları ve bu yapraklardan hazırlanan salamura üzerinde detaylı bir antioksidan aktivite ve toplam fenolik-flavonoid madde analizi yapılmıştır. Elde edilen antioksidan aktivite sonuçlarına göre metanol, su ve %70 metanol ekstraktları radikalik molekülleri ve bakır iyonlarını diğerlerinden daha yüksek oranda inhibe etmişlerdir. Yukarıda bahsedilen fenolik bileşik miktarları diğerlerine oranla

yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, ekstrelerin toplam fenolik bileşik miktarlarına bakılarak açıklanabilirken toplam flavonoid miktarları incelendiğinde kısmi olarak açıklanabilmektedir.

Örneklerin DPPH radikaline karşı inhibisyon etkilerini incelediğimizde, metanol, su ve %70 MeOH ekstrelerinin standart antioksidanlar olan BHA ve  $\alpha$ -tokoferol kadar etkili oldukları görülmüştür. Bu üç ekstre arasında en yüksek antioksidan kapasiteyi metanol ardından su ve sonrasında %70 MeOH göstermiştir. Bizim sonuçlarımıza paralel olarak, Ahmed ve ark. *Prangos* türlerinin kök, toprak üstü kısım ve meyveleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, DPPH radikaline karşı inhibisyon etkilerini incelediklerinde metanol ekstresinin su ekstresinden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir [1]. Dağdelen ve ark. yaptıkları çalışmada da pazardan satın alınan *P. ferulacea* örneklerinin DPPH radikaline karşı inhibisyon etkilerini incelediklerinde metanol ekstresinin su ekstresinden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir [21].

Cesur ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada farklı zamanda (Mayıs ve Temmuz) *P. ferulacea* meyvelerini toplamış ve DPPH radikal süpürme aktivitesini incelemiştir. Çalışmaya göre, ekstrelerin antioksidan özellikleri, kullanılan çözücü ve konsantrasyondan ve meyvelerin toplanma süresinden etkilenmiştir. Çalışmaya göre, *P. ferulacea* meyvelerinin Mayıs ayında toplanması önerilmiştir [22].

Çalışmamızda incelenen örneklerin antioksidan aktivite sonuçlarından ABTS katyon radikalini giderme etkileri incelendiğinde, metanol, su ve %70 MeOH ekstrelerinin standart antioksidanlar olan BHA, BHT ve  $\alpha$ -tokoferol kadar etkili oldukları görülmüştür. Dağdelen ve ark. yaptıkları çalışmada da pazardan satın alınan bitki örneklerinin ABTS katyon radikalini giderme etkilerini incelediklerinde metanol ekstresinin su ekstresinden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir [21].

Örneklerin CUPRAC Bakır iyonu indirgeme kapasitesini incelediğimizde, su ekstresi 1,86 absorbans değeri ile en yüksek bakır iyonu indirgeme kapasitesine sahip ekstre olmuştur. Metanol ve hekzan salamura ekstresi 1 absorbans değerinden daha yüksek etki göstermiştir. Bu metot ekstrelerin bakır iyonunu yani bir metal iyonunu ne düzeyde indirgeyebildiğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Radikallere karşı yapılan inhibisyon yöntemleri ile kıyaslandığında farklılıklar görülmüştür. Bunun sebebi, ekstrelerin içerdiği fenolik bileşiklerin radikallere karşı yüksek seviyede inhibe edici etkiye sahip olabileceği, fakat aynı bileşiklerin metal iyonlarını yeterli düzeyde indirgeme gücüne sahip olmadığı şeklinde açıklanabilmektedir. *P. ferulacea* türü ile ilgili CUPRAC metodu ile yapılmış başka herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mottaghipisheh ve ark. yaptıkları derlemede İran geleneksel tıbbında *Prangos* türlerinin sıklıkla kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca derlemelerinde *Prangos* türlerinin etnomedikal ve gıda uygulamalarını özetleyerek bu cins hakkında fitokimyasal ve farmakolojik veriler paylaşmışlardır. Cins ile ilgili yapılan araştırmalarda *P. ferulacea* metanol ekstresinin yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir [23].

Dağdelen ve ark. yapmış oldukları çalışmada da belirttiği gibi [21], non polar çözücüler ile elde edilen ekstreler en düşük antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Ayrıca bitkiden elde edilen uçucu yağ ve yağ altı suyu her 3 yöntemde de en düşük antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Bazdar ve ark. yaptıkları çalışmada da *P. ferulacea* uçucu yağının en düşük aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir [24]. Bruno ve ark. yaptıkları çalışmada, *P. ferulacea* türünün fitokimyası ve farmakolojisine yeni bakış açıları sağlamak amacıyla Sicilya'da yetişen bitkiyi araştırmışlardır. Bitkinin uçucu yağının kimyasal bileşimi ve antioksidan, anti asetilkolinesteraz (AChE) ve sitotoksik aktivitelerini incelemişlerdir. *P. ferulacea* uçucu yağının, Trolox'unkinden yaklaşık 65 kat daha düşük bir antioksidan kapasiteye karşılık gelen 89.5  $\mu\text{g/mL}$  IC50 değeri ile aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur [25].

Örneklerin Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak toplam fenolik madde analizi sonucunu incelediğimizde, su ekstresinin en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunu metanol ekstresi ve aseton ekstresi izlemektedir (Tablo 1). Ahmed ve ark. yaptıkları çalışmalarında metanol ekstresinin su ekstresinden daha yüksek aktivite gösterdiğini ve en yüksek aktiviteyi meyvelerin metanol ekstresinin gösterdiğini bildirmiştir [1]. Çoruh ve ark. yaptıkları çalışmalarında,

bizim sonuçlarımıza paralel olarak bitkinin metanol ekstresinin yüksek fenolik içeriğe sahip olduğunu bildirmişlerdir [11].

Örneklerin toplam flavonoid madde analizi sonucunu incelediğimizde, kloroform ekstresinin toplam flavonoid madde içeriği en yüksek bitki ekstresi olduğu ve onu metanol salamura ekstresi, su ekstresi ve aseton salamura ekstresinin takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 1). Yapılan bazı çalışmalarda toplam fenol ve flavonoid içeriğinin *P. ferulacea* bitkisinin farklı organları arasında önemli ölçüde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir [1, 24]. Ahmed ve ark. yaptıkları çalışmalarında hidroalkolik ekstraktların sulu ekstraktlara göre daha fazla toplam flavonoid ve fenolik madde içerdiğini bildirmiştir [1].

Zengin ve ark. çalışmalarında, Apiaceae familyasına ait yedi türün metanol ekstraktlarının antioksidan, enzim inhibitörü, antimikrobiyal ve sitotoksik özelliklerini incelemiştir. *Prangos* cinsine ait *P. peucedanifolia* ve *P. ferulacea* türleri, sırasıyla 47,90 ve 44,44 mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt değerleri ile en yüksek toplam fenolik içeriği göstermişlerdir [26]. Ayrıca *P. ferulacea* toprak üstü kısımlarının antioksidan flavonoidler ve furanokumarinler içerdiği ve bitkinin biyoaktivitesinin ve tıbbi potansiyelinin bu bileşiklerin varlığına bağlanabileceğini belirtilmektedir [27].

Sonuç olarak *P. ferulacea* yaprakları gıda olarak kullanıldığı için antioksidan aktivite değerlendirmesi açısından su ekstresinin her 3 yöntemde de iyi sonuçlar vermesi, toplam fenolik-flavonoid madde içeriğinin yüksek değerleri bitkinin bu kullanım şeklini desteklemektedir. Ekstraksiyon yöntemi toplam fenolik ve flavonoid içeriğinin yanı sıra antioksidan aktiviteyi de etkileyebilmektedir.

*Prangos* cinsinin başlıca kumarinler ve uçucu yağ taşıdığı bilinmektedir [1] fakat flavonoid varlığı fazla belirtilmemiştir [28]. Ülkemizde *P. ferulacea* türü geniş bir yayılım göstermesine rağmen bitkiyle ilgili yapılan araştırmalar az sayıdadır [5]. Ayrıca antioksidan aktiviteden sadece *P. ferulacea* bitkisinin flavonoid içeriğinin sorumlu olmadığı ve antioksidan aktiviteden sorumlu bileşiklerin tespiti konusunda yeterli çalışma olmadığı belirtilmiştir [1]. Yapılacak güncel çalışmalarla bitkide antioksidan aktiviteden sorumlu bileşiklerin belirlenmesi ve karakterizasyon çalışmalarının yapılmasıyla ülkemizde halk arasında önemli bir kullanım alanına sahip olan bitkinin değeri daha çok anlaşılacaktır.

**TEŞEKKÜR:** Makalenin uçucu yağ çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı Dr. Betül Büyükkılıç-Altınbaşak'a teşekkür ederiz.

## **V. KAYNAKLAR**

- [1] J. Ahmed, A. Güvenci, N. Küçükboyacı, A. Baldemir, and M. Coşkun, "Total phenolic contents and antioxidant activities of *Prangos* Lindl. (Umbelliferae) species growing in Konya province (Turkey)," *Turkish Journal of Biology*, vol. 35, pp. 353-360, 2011.
- [2] Y. Menemen, "Prangos," *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. İstanbul, Türkiye: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 2012, ss. 75-77.
- [3] TÜBİVES. (2021, 8 Haziran). *Taxon page* [Çevrimiçi]. Erişim: [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=4243](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=4243).
- [4] E. Tuzlacı, *Türkiye Bitkileri Sözlüğü*, 2. baskı, İstanbul, Türkiye: Alfa Yayınları, 2011.
- [5] E. Bozkurt ve Y. Bayır, "Prangos ferulacea (L.) Lindl. bitkisinin botanik özellikleri, geleneksel kullanımı ve biyolojik aktivitesinin incelenmesi: Sistematik derleme," *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi*, c. 10, s. 3, ss. 372-84, 2020.
- [6] N. Kafash-Farkhad, M. Asadi-Samani and M. Rafieian-Kopaei, "A review on phytochemistry

and pharmacological effects of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl.,” *Life Science Journal*, vol. 10, pp. 360-367, 2013.

[7] A. Doğan, G. Bulut, E. Tuzlacı and İ. Şenkardeş, “A review of edible plants on the Turkish Apiaceae species,” *İstanbul Journal of Pharmacy*, vol. 44, no. 2, pp. 251-262, 2014.

[8] E. Tuzlacı, *Türkiye'nin Yabani Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri*, 1. baskı, İstanbul: Alfa Yayınları, 2011.

[9] B. Coşkun, N. Gülşen and H.D. Umucalılar, “The nutritive value of *Prangos ferulacea*,” *Grass and Forage Science*, vol. 59, no. 1, pp. 15-19, 2004.

[10] O.I. Aruoma, “Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods,” *Mutation Research*, pp. 523-524, 2003.

[11] N. Çoruh, C. Sağdıçoğlu and F. Özgökce, “Antioxidant properties of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl., *Chaerophyllum macropodium* Boiss. and *Heracleum persicum* Desf. from Apiaceae family used as food in Eastern Anatolia and their inhibitory effects on glutathione-S-transferase,” *Food Chemistry*, vol. 100, pp. 1237-1242, 2007.

[12] I.I. Koleva, T.A. Van Beek, J.P.H. Linssen, A. de Groot and L.N. Evstatieva, “Screening of plant extracts for antioxidant activity: A comparative study on three testing methods,” *Phytochemical Analysis*, vol. 13, pp. 8-17, 2002.

[13] M. Majid, H.A. Zamani, H. Akhlaghi and M. Nekoei, “Hydrodistilled volatile oil constituents of the aerial parts of *Prangos serpentinica* (Rech.f., Aell. Esfand.) Herznstadt and Heyn from Iran and quantitative structure-retention,” *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 14, pp. 559-573, 2013.

[14] H.F. Linskens and J. F. Jackson, *Modern Methods of Plant Analysis, Vol. 12: Essential Oils and Waxes*, Germany: Springer, 1997.

[15] Ö. Arslandere, “Yağ altı sularının kimyasal bileşimi,” Yüksek Lisans tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Ana Bilim Dalı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2002.

[16] K. Slinkard and V. L. Singleton, “Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods,” *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 28, pp. 49-55, 1977.

[17] M.I. Nieva Moreno, M. I. Isla, R.A. Sampietro and M.A. Vattuone, “Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina,” *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 71, no. 1-2, pp. 109-114, 2000.

[18] M. S. Blois, “Antioxidant determinations by the use of a stable free radical,” *Nature*, vol. 181, pp. 1199-1200, 1958.

[19] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans, “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.” *Free Radical Biology & Medicine*, vol. 26, pp. 1231-1237, 1999.

[20] R. Apak, K. Güçlü, M. Özyürek and S.E. Karademir, “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*, vol. 52, pp. 7970-7981, 2004.

[21] Ş. Dağdelen, T. Bilenler, G. Durmaz, I. Gökbulut, A.A. Hayaloglu and A. Karabulut, “Volatile composition, antioxidant and antimicrobial activities of herbal plants used in the manufacture of Van

herby (otlu) cheese,” *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 38, pp. 1716-1725, 2013.

[22] C. Cesur, B. Coşge Şenkal, C. Yaman, T. Uskutoğlu and M. Koç, “Antioxidant activity of fruit extracts of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. from Turkey,” *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, pp. 249-256, 2017.

[23] J. Mottaghipisheh, T. Kiss, B. To’th and D. Csupor, “The *Prangos* genus: A comprehensive review on traditional use, phytochemistry, and pharmacological activities,” *Phytochemistry Reviews*, vol. 9, pp. 1449-1470, 2020.

[24] M. Bazdar, H. Sadeghi and S. Hosseini, “Evaluation of oil profiles, total phenols and phenolic compounds in *Prangos ferulacea* leaves and flowers and their effects on antioxidant activities,” *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 14, pp. 418-423, 2018.

[25] M. Bruno, V. Iardi, G. Lupidi, L. Quassinti, M. Bramucci, D. Fiorini, A. Venditti and F. Maggi, “Composition and biological activities of the essential oil from a Sicilian accession of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl,” *Natural Product Research*, vol. 35, no. 5, pp. 733-743, 2019.

[26] G. Zengin, K.I. Sinan, G. Aka, M.F. Mahomoodally, M.Y. Paksoy, C. Picot-Allain, J. Glamocilja, M. Sokovic, J. Jekőg, Z. Cziáký, M.J. Rodriguesh, C.G. Pereirah and L. Custodio, “Chemical profile, antioxidant, antimicrobial, enzyme inhibitory, and cytotoxicity of seven Apiaceae species from Turkey: A comparative study,” *Industrial Crops and Products*, vol. 153, pp. 112572, 2020.

[27] S.M. Razavi, “Phenolic compounds from the aerial parts of *Prangos ferulacea*, with antioxidant activity,” *EurAsian Journal of BioSciences*, vol. 6, pp. 91-96, 2012.

[28] J.B. Harborne and C.A. Williams, “Flavonoid patterns in the fruits of the Umbelliferae,” *Phytochemistry*, vol. 11, pp. 1741-1750, 1972.