

Seseli tortuosum'un Antioksidan Aktivitesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu

Şengül UYSAL^{1*}, Gökhan ZENGİN¹, Gökalp Özmen GÜLER², Abdurrahman
AKTÜMSEK¹

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya

²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği
Bölümü, Konya

*e-mail: sennguluysal@gmail.com

Öz: Birçok çalışma oksidatif stresle ilişkili çeşitli hastalıkların engellenmesinin yanı sıra insan sağlığına bitki sekonder metabolitlerinden kaynaklanan faydaları göstermiştir. Bu çalışmada *Seseli tortuosum*'un antioksidan aktivitesi serbest radikal süpürme (DPPH), indirgeme gücü (FRAP ve CUPRAC), toplam antioksidan kapasite (β -karoten/linoleik asit ve fosfomolibdat test) içeren farklı kimyasal metotlar tarafından araştırıldı. Ayrıca, toplam fenolik içerik Folin-Ciocalteu testi tarafından tespit edildi. BHA, BHT ve Trolox bu antioksidan testlerde standart olarak kullanıldı. *S. tortuosum*'un yağ asidi kompozisyonu Gaz Kromatografisi (GC) tarafından değerlendirildi. Özütte toplam fenolik içerik 36.58 mgGAE/g özüt olarak tespit edildi. Özüt antioksidan deneylerde konsantrasyona bağlı olarak antioksidan aktiviteye sahiptir. *S. tortuosum* yağında 24 yağ asidi tanımlandı. Yağ asitleri arasında, linoleik asit C 18:2 ω 6 (%34.57) ana bileşendir. Doymamış yağ asitlerinin miktarı doymuş yağ asitlerinden daha yüksektir. Bu sonuçlardan, *S. tortuosum* yeni gıda ve ilaç ürünlerinin tasarlanması için değerli bir kaynak olarak düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, yağ asidi bileşimi, fenolik içerik, *Seseli tortuosum*

Antioxidant Activity and Fatty Acid Composition of *Seseli tortuosum*

Abstract: Many studies have shown the benefits deriving from plants secondary metabolites to human health also for the prevention of several diseases associated to oxidative stress. In this work, the antioxidant activity of *Seseli tortuosum* was investigated by different chemical methods including free radical scavenging (DPPH assay), reducing power (FRAP and CUPRAC assays), total antioxidant capacity (β -caroten/linoleic acid and phosphomolybdate assays). Also, total phenolic content were detected by Folin-Ciocalteu assay. BHA, BHT and Trolox were used as standards in these antioxidant assays. The fatty acid composition of *S. tortuosum* was also evaluated by gas chromatography (GC). Total phenolic content in the extract was detected as 36.58 mgGAE/g extract. The extract possesses antioxidant activity in a concentration-dependent manner at the antioxidant assays. Twenty-four fatty acids were identified in the *S. tortuosum* oil. Among fatty acids, the main component was linoleic acid (C 18:2 ω 6) (34.57%). The content in unsaturated fatty acids (UFAs) was higher than that of saturated fatty acids (SFAs). From these results, *S. tortuosum* could be considered as a valuable source for designing novel food and pharmaceutical products.

Keywords: Antioxidant activity, fatty acid composition, phenolic content, *Seseli tortuosum*

1. Giriş

Yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olan oksijen organizma için oldukça zararlı etkilere sahip olan reaktif oksijen türleri olarak bilinen bir grup bileşiği oluşturması

bakımından da önemli bir konumdadır. Reaktif oksijen türlerinin ana kaynağı solunum zincirinde elektronların son alıcısı olan oksijene taşınmasıdır. Reaktif oksijen türleri metabolizmada serbest radikallerin

ana kaynağıdır. Serbest radikaller bünyesinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektronu içeren atom veya moleküller olarak tanımlanır (Halliwell ve Gutteridge, 1999). Bünyelerindeki bu eşlenmemiş elektronlardan dolayı serbest radikaller reaktivitesi yüksek bileşikler olup diğer moleküller ile kolayca reaksiyona girerek yeni bir radikal oluşumunu zincir reaksiyon şeklinde başlatabilir. Bu şekilde biyomoleküllerde zararlı etkiler meydana getirirler ve devamında diyabet, kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik ve dejeneratif hastalığın ilerlemesinde büyük rol oynarlar (Aruoma, 1996; Hou ve ark., 2003). Bu temelde serbest radikal düzeyinin kontrolü sağlıklı bir yaşam açısından önemli bir konumdur. Bu amaçla, iç enzimatik bir savunma mekanizması gelişmiş olmasına rağmen, eğer üretim miktarı çeşitli faktörler ile bu iç savunma sisteminin kapasitesini aşacak olursa serbest radikallerin zararlı etkileri ortaya çıkar. Bu durumda dışarıdan antioksidanlar olarak bilinen ve serbest radikalleri etkisiz hale getiren bileşiklerin alımı büyük önem taşır (Halliwell, 1994; Fridovich, 1995). Bu amaçla da çeşitli sentetik antioksidanlar (BHA, BHT, PG) gıda katkı maddesi olarak üretilmiş fakat son yıllarda bu sentetik antioksidanların çeşitli toksik etkilerinin ortaya çıkması kullanımlarını kaygılı hale getirmiştir. Bu

noktadan hareketle, sentetik antioksidanların yerine daha güvenli doğal antioksidan kaynaklarının belirlenmesinin büyük önemi vardır (Barlow ve Schlatter, 2010). Bitkiler doğal antioksidanların en önemli kaynakları olup özellikle bitkisel sekonder metabolitler (fenolikler, flavonoidler, antosiyaninler) güçlü antioksidan aktivitelere sahiptir (Vinson ve ark., 1995).

Apiaceae familyasına ait bitkiler uzun yıllardan beri özellikle uçucu yağ içermelerinden dolayı ilaç ve baharat olarak kullanılmaktadır (Gonçalves ve ark., 2012). *Seseli* cinsi *Apiaceae* familyasına ait olup antiinflamatuvar, antinosiseptif, antibakteriyel ve antifungal (Küpeli ve ark., 2006; Ilić ve ark., 2015) gibi çeşitli aktivitelere sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı bu cinse ait pek çok tür eski zamanlardan beri halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Türk halk hekimliğinde, *Seseli tortuosum*'un meyveleri adet hızlandırıcı ve gaz giderici olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Ayrıca *S. libanotis*'in yaprakları Türkiye'nin doğusunda sebze olarak tüketilmektedir (Baytop, 1994). Bu çalışmada *Seseli tortuosum*'un metanol özütünün antioksidan aktivitesinin ve yağ asiti profilinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması yapıldığında çalışmamız *Seseli tortuosum*'un antioksidan aktivitesi üzerine ilk rapor niteliği taşımaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Bu çalışmada değerlendirilen *S. tortuosum* bitkisi Ankara-Çubuk çevresinden 2013 yılında çiçeklenme döneminde toplandı ve botanik tanımlamaları Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Murat Aydın Şanda tarafından yapıldı (Örnek No: GO 1310). Bitkinin toprak üstü kısımları gölgede kurutulduktan sonra değirmende iyice toz haline getirildi.

2.2. Bitkisel Özütleme Hazırlanması

Metanol özütü, toz haline getirilmiş bitki (15 g) sokslet düzeneğinde 6 saat süre özütleme işlemi yapıldı. Özütleme işlemi sonunda özütler filtre kâğıdından (Whatman mavi band) süzüldü. Daha sonra çözücü rotary evaporatorde 40°C'de tamamen buharlaştırıldı. Ele geçen ham özütler antioksidan kapasite testleri uygulanıncaya kadar -20°C'de saklandı.

2.3. Toplam Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Yöntemde, bitkisel özütten (2 mg/ml) 250 µL deney tüplerine alındı ve sonra her bir tüpe 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında seyreltilmiş) ilave edildi. Ardından her bir tüpe 750 µL %1'lik Na₂CO₃ çözeltisinden eklendi. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de absorbansları ölçüldü (Shimadzu UV-1800). Aynı işlemler standart olarak kullanılan gallik asit için de

tekrarlandı. Bitkilerin fenolik madde içeriği g özütte mg gallik asit eş değeri (mg GAE/g) olarak verildi (Slinkard ve Singleton, 1977).

2.4. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi (Fosfomolibdat Testi Ve B-Karoten-Linoleik Asit Test Sistemi)

Bu metot'ta 2 mg/mL konsantrasyonundaki bitkisel özütten 0.3 mL bir tüpe alındı ve bunun üzerine reaktif çözeltisinden (0.6 M H₂SO₄, 28 mM Na₂HPO₄.12H₂O ve 4 mM amonyum molibdat) 3 mL eklendi. Tüpler kuvvetlice karıştırılıp 95°C'de 90 dakika inkübe edildi. İnkübasyon sonunda çözeltilerin absorbansı 695 nm'de okundu. Aynı işlemler standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asit için de yapıldı. Antioksidan aktivite askorbik asit eşdeğeri (mg AE/g) olarak hesaplandı (Prieto ve ark., 1999).

β-karoten-linoleik asit test sistemi için, bitkisel materyal ve standart antioksidanlar 2 mg/mL konsantrasyonda hazırlandı. Metotta öncelikle emülsiyon çözeltisi hazırlandı. Bunun için 1 mg β-karoten 2 mL kloroformda çözüldü. Bu karışıma 50 µL linoleik asit ve 200 mg Tween 40 eklendi. Karışım iyice karıştırıldı. Kloroform rotary evaporatörde 40°C'de iyice uçuruldu. Kalan kısım üzerine 200 mL saf su eklendi. Böylece emülsiyon çözeltisi hazırlanmış oldu. 2 mg/mL konsantrasyonundaki bitkisel özüt ve standart maddelerden 350 µL alındı ve bunların üzerine 2.5 mL emülsiyon

çözeltilisinden ilave edildi. Emülsiyon çözeltisi eklenir eklenmez absorbansları 490 nm’de okundu. Daha sonra tüpler 2 saat inkübe edildi. Aynı işlemler standart olarak kullanılan BHA, BHT, troloks içinde tekrarlandı (Dapkevicus ve ark., 1998; Sokmen ve ark., 2004).

120 dakika sonunda renk açılım oranı hesaplandı.

$$R = \ln(A/B)/t$$

A:Başlangıç absorbansı

B:120 dakika sonundaki absorbansı

t:120 dakika

Bu eşitlikten inhibisyon değeri yani antioksidan aktivite hesaplandı.

$$\text{İnhibisyon değeri} =$$

$$((R_{\text{kontrol}} - R_{\text{örnek}}) / R_{\text{kontrol}}) \times 100$$

2.5. Serbest Radikal Süpürüm Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH)

Bitkisel özüt DPPH radikali süpürme aktivitesi Sarikurkcü (2011)’ye göre yapıldı. Bitkisel özüt ve sentetik antioksidanların farklı konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı. Metanolik DPPH çözeltisi %0.004’lük olacak şekilde hazırlandı. Bitkisel özüt 1 mL’si hazırlanan DPPH çözeltilisinin 4 mL’si ile karıştırıldı. Tüpler ağızları kapatılıp kuvvetlice karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbanslar 517 nm’de okundu. Aynı işlemler troloks için de yapıldı ve bitkisel özütün DPPH radikalini giderme (süpürme) aktiviteleri % inhibisyon

olarak verildi. Kontrol çözeltisi olarak ekstrakt yerine metanol eklendi.

$$\text{İnhibisyon}(\%) =$$

$$((A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}) \times 100$$

2.6. İndirgeme Gücü Kapasitesinin Belirlenmesi (FRAP ve CUPRAC)

FRAP testinin uygulanmasında öncelikle FRAP reaktifi hazırlandı. FRAP reaktifi, 0.3 M, pH’sı 3.6 olan asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl₃’ün 10:1:1 oranında karıştırılması ile hazırlandı. Bitkisel özütün 0.1 mL’si hazırlanan FRAP reaktifinin 2 mL’si ile karıştırıldı ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Karışımların absorbansları 593 nm’de okundu. Testin sonuçları g özütte troloks eşdeğer olarak değerlendirildi (mgTE/g) (Benzie ve Strain, 1996).

CUPRAC testi için, bitki ekstraktının 0.4 mg/mL ile 2 mg/mL arasındaki farklı konsantrasyonları kullanıldı. Metot’ta bitkisel özütlerden 0.5 mL alındı ve her bir deney tüpüne 1 mL CuCl₂.2H₂O (10 mM), 1 mL amonyum asetat (1 M; pH:7) ile 1 mL neokuproin (7.5 mM) çözeltileri eklendi. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbansları 450 nm’de okundu. Aynı işlemler standart olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki troloks için de yapıldı (Apak ve ark., 2006).

2.7. Yağ asidi Kompozisyonun Belirlenmesi

Öğütülmüş ve toz haline getirilmiş 10 g bitkisel materyal öncelikle sokslet aparatında 6-8 saat petrol eteri ile özütleme işlemi yapıldı. Özütleme sonunda çözücünün evaporatörde uçurulmasından sonra kalan kısım yağ asidi analizlerinde kullanıldı.

Yağ örneklerinden 0.1-0.2 g kadar balonlara aktarıldı. Yağ örneklerinin üzerlerine 4 mL %2'lik NaOH çözeltisinden eklenerek sabunlaşmanın gerçekleşmesi için 10 dakika kaynatıldı. Sabunlaşma tamamlandıktan sonra 5 mL %14 BF₃-metanol kompleksi eklendi ve 5 dakika kaynatıldı. Daha sonra karışım üzerine 2 mL n-heptan eklendi ve bir dakika kaynamaya bırakıldı. Kaynama tamamlandıktan sonra 4 mL doymuş NaCl çözeltisinden eklendi. Balonlar iyice karıştırıldıktan sonra faz ayrımı için ayırma hunilerine aktarıldı ve 5-10 dakika beklendi. Bu süre sonunda alttaki sulu kısım atıldıktan sonra üstteki sarı renkli faz viallere aktarılarak analiz edilinceye kadar -20 °C'de saklandı (IUPAC, 1979).

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka 6890 N model FID (Flame Ionization Detector: Alev iyonlaştırma dedektörü) dedektörlü ve otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirildi. Analizlerde 100 metrelik HP-88 kapiller kolon kullanıldı. Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 240 °C, dedektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C olarak ayarlandı. Kolona sıcaklık programı

uygulandı. Kolonun başlangıç sıcaklığı 60 °C olarak ayarlandı. Bu sıcaklıkta 1 dakika bekletildi daha sonra dakikada 20 °C artarak 190 °C'ye ulaşıldı. Bu sıcaklıkta 60 dakika bekletildi ve daha sonra dakikada 1 °C artarak 220 °C'ye ulaşıldı ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekletildi. Sonuçta analizler 107 dakikada tamamlandı. Gaz kromatografin gaz akış hızları hidrojen: 30 mL/dk, kuru hava: 300 mL/dk ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 1 mL/dk olarak ayarlandı.

Yağ asidi metil esterleri standartları Alltech ve Accu firmalarından elde edildi. Standartların bağlı alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında aynı koşullarda analizlenerek belirlendi. Böylece elde edilen standartların bağlı alıkonma zamanları yardımı ile kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitleri belirlendi. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin yüzde alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak verildi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Antioksidan Aktivite

Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri başta olmak üzere antikanser, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkileri gibi birçok biyolojik özelliklerinin olması bu bileşiklerin antioksidan çalışmalarının temelinde olmasını sağlamıştır. Bu bağlamda bitkisel özütlerin toplam fenolik

İçeriklerinin belirlenmesi önemlidir. Çalışmamız kapsamında *Seseli tortuosum* metanol özütünün toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. Toplam fenolik içerik 36.58 mgGAE/g olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Matejić ve ark. (2012) tarafından üç *Seseli* taksonun metanol özütlerinin farklı konsantrasyonlarının fitokimyasal profili ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Bu çalışmada toplam fenolik içerik *S. pallasii*'nin (3 mg/mL) 84.65 mgGA/g kuru özüt, *S. libanotis* subsp. *libanotis* (1 mg/mL) 85.03 mgGA/g kuru özüt, *S. libanotis* subsp. *intermedium*'un yapraklarının (2 mg/mL) 87.53 mgGA/g kuru özüt ve *S. libanotis* subsp. *intermedium*'un meyveleri (2 mg/mL) 84.04 mgGA/g kuru özüt olarak hesaplanmıştır. Farklı bir çalışma *Seseli rigidum*'un farklı özütlerinin *in vitro* biyolojik aktiviteleri araştırılmış ve özütlerin fenolik içeriğinin 69 ve 102.13 mgGAE/g arasında değiştiği rapor edilmiştir. *S. rigidum*'un metanol içeriği 76.62 mgGAE/g olarak hesaplanmıştır ve bizim çalışmamız sonuçları ile karşılaştırıldığında *S. tortuosum*'un daha düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür (Jakovljević ve ark., 2015). Ayrıca yazarlar tarafından aynı familyadan farklı türlerin fenolik içerikleri rapor edilmiştir (Coruh ve ark., 2007; Pandey ve ark., 2012; Abas ve ark., 2014).

DPPH radikali bitkisel özütlerin antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı çalışmalarda en yaygın radikallerden biridir. *S. tortuosum*'un metanol özütünün ve standart antioksidanların (BHA, BHT ve Troloks) DPPH radikal süpürme etkinliği Çizelge 2'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre DPPH radikal süpürme etkinliği çalışan derişime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte sentetik antioksidanlar BHA, BHT ve Troloks ise 0.5 mg/mL konsantrasyonda sırasıyla %92.04, 63.77 ve 66.55 gibi yüksek düzeylerde radikal giderici aktivite sergilemişlerdir. Çeşitli *Seseli* türlerinin DPPH aktivitesi daha önceden rapor edilmiştir. Örneğin *S. rigidum*'un farklı özütlerinin DPPH aktivitesinin IC₅₀ değerleri 46.15 ile 1436.45 µg/mL arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek aktivite su özütünde görülmüştür (Jakovljević ve ark., 2015). Başka bir çalışmada üç farklı *Seseli* taksonun metanol özütlerinin DPPH aktivitesi hesaplanmış ve değerler IC₅₀ olarak verilmiştir (Matejić ve ark., 2012). Ayrıca Apiaceae familyasından çeşitli türlerin radikal süpürme aktivitesi DPPH testi kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar IC₅₀ olarak verilmiştir (Coruh ve ark., 2007; Pandey ve ark., 2012; Abas ve ark., 2014).

Seseli tortuosum metanol özütünün toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat testi ve β-karoten/linoleik asit metodu

kullanılarak değerlendirilmiştir. Fosfomolibdat testinde antioksidan maddelerin asidik ortamda Mo(VI)'i Mo(V)'e indirgemesi ve oluşan yeşil renkli fosfat/Mo(V) kompleksin ölçülmesine dayanmaktadır. β -karoten/linoleik asit metodu ise antioksidan bileşiklerin linoleik asit oksidasyonunu inhibe etme yeteneklerini gösteren faydalı bir test sistemidir. Metotta oluşan lipid peroksil radikallerinin β -karotenin renginde meydana getirdiği açılmanın antioksidan bileşikler ile hangi derecede inhibe edildiği test edilir. *S. tortuosum* metanol özütünün fosfomolibdat test sonuçları Çizelge 1 ve β -karoten/linoleik asit test sistemindeki etkinliği Şekil 1'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre *S. tortuosum* metanol özütünün linoleik asit oksidasyonunu inhibe etme yeteneği sentetik antioksidanlar ile kıyaslandığında düşük olduğu görülmüştür. *Apiaceae* familyasından *Artedia squamata*'nın farklı özütlerinin toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat testi kullanılarak belirlenmiştir ve en yüksek aktivite metanol özütünde görülmüştür (Zengin ve ark., 2015). Başka bir çalışma aynı familyadan *Bupleurum croceum*'un etil asetat (1.49 mmolTE/g), metanol (0.89 mmolTE/g) ve su (0.73 mmolTE/g) özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2017).

İndirgeme gücü antioksidan kapasitenin değerlendirmesinde önemli bir

indikatör olup antioksidanların elektron verme yeteneğini yansıtır. *S. tortuosum* metanol özütünün indirgeme gücü FRAP ve CUPRAC testleri kullanılarak belirlenmiştir ve değerler Çizelge 1 ve Çizelge 3 de gösterilmiştir. Bu bitkinin FRAP aktivitesi 65.2 mgTE/g olarak bulunmuştur. CUPRAC aktivitesi için *S. tortuosum*'un (0.4, 0.8 ve 2) ve standart antioksidan olarak troloks'un (0.04, 0.08 ve 0.2) absorbansları hesaplanmıştır. Metotta yüksek absorbans güçlü indirgeme gücünü gösterir. Sonuçlara göre tüm özütlerin indirgeme gücü yetenekleri konsantrasyona bağlı değişim göstermektedir. Bununla birlikte özütlerin indirgeme gücü yetenekleri sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığında sentetik antioksidanların oldukça güçlü etkinliğe sahip oldukları söylenebilir. *Apiaceae* familyasından çeşitli türlerin indirgeme gücü FRAP ve CUPRAC testleri tarafından rapor edilmiştir (Zengin ve ark., 2015; Zengin ve ark., 2017).

3.2. Yağ asidi kompozisyonu

Seseli tortuosum'un yağ asidi bileşimi gaz kromatografik teknik ile belirlenmiştir ve sonuçlar Çizelge 4 de verilmiştir. Toplam 24 yağ asidi tespit edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, linoleik asitin (C 18:2 ω 6) % 34.57 değer ile major yağ asidi olduğu görülmüştür. Caprioli ve ark. (2014) yaptıkları bir araştırmada *Apiaceae* familyasından *Smyrniium olusatrum*'un farklı kısımlarının yağ asidi bileşimini

belirlemişlerdir ve *S. olusatrum*'un çiçek, yaprak ve kök kısımlarında linoleik asidin en yüksek yüzdeye sahip olduğu rapor edilmiştir. *S. tortuosum*'un yağ asidi bileşiminde linoleik asidi % 32.39 değer ile oleik asit (C 18:1 ω 9) ve % 7.70 ile palmitik asit (C 16:0) takip etmektedir. Benzer olarak aynı familyadan farklı *Bupleurum* türlerinin yağ asidi bileşimlerinin belirlendiği farklı çalışmalarda en yüksek yağ asitleri linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olarak belirlenmiştir (Saracoglu ve ark., 2012; Saraçoğlu ve ark., 2012). *S. tortuosum*'un yağ asidi bileşimine bakıldığında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve aşırı doymamış yağ asitleri (PUFA) toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Sonuçlarda görüldüğü gibi *Seseli tortuosum*'un yağ asidi bileşiminde bulunan esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik asit oldukça yüksek yüzdelerde bulunmuştur. Ek olarak yağ asidi bileşiminde sağlık açısından

önemli olan ω 3 yağ asitleri toplamı %6.76, ω 6 yağ asitlerinin toplamı ise %36.41 olarak belirlenmiştir. ω 3/ ω 6 oranının 0.19, ω 6/ ω 3 oranının ise 5.39 olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; günümüzde oksidatif stres dolayısıyla serbest radikaller ile ilişkili hastalıkların tedavisine yönelik aktif biyolojik ajanların keşfi bilim dünyasında popüler konulardan biridir. Bu bağlamda özellikle tıbbi bitkiler aktif biyolojik bileşiklerin bir kaynağı olarak büyük önem taşır. Bu noktadan hareketle mevcut çalışmada *S. tortuosum*'un anti-oksidan özellikleri ortaya konulmuş ve yağ asidi profili belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları temelinde doğal antioksidanların bir kaynağı olarak kullanılabileceği önerilebilir. Bu çalışma *S. tortuosum*'un aktif bileşenlerinin belirlenmesi ve *in vivo* hayvan deneyleri ile toksikolojik durumunun değerlendirilmesi gibi ileride yapılacak çalışmalara ufuk oluşturacak niteliktedir.

Çizelge 1. *Seseli tortuosum*'un toplam fenolik, fosfomolibdat ve FRAP aktivitesi

	Toplam fenolik içerik (mgGAE/g) ^a	Fosfomolibdat testi (mgAE/g) ^b	FRAP (mgTE/g) ^c
<i>Seseli tortuosum</i>	36.58±1.30*	237.32±9.28	65.2±2.65

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma. ^amgGAE/g gallik asit eşdeğer, ^b mgAE/g asorbik asit eşdeğer, ^c mgTE/g troloks eşdeğer

Çizelge 2. *Seseli tortuosum* ve troloks'un konsantrasyona bağlı olarak bakır indirgeme güçleri

Konsantrasyon	<i>Seseli tortuosum</i> (Absorbans)	Konsantrasyon	Troloks (Absorbans)
0.4	0.375±0.01*	0.04	0.290±0.05
0.8	0.762±0.05	0.08	0.571±0.01
2	1.885±0.01	0.2	1.279±0.96

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma

Çizelge 3. *Seseli tortuosum* ve standart antioksidanların DPPH süpürme aktivitesi (%)

	<i>Seseli tortuosum</i>	BHA	BHT	Troloks
0.5	38.48±4.17*	92.04±1.26	63.77±0.49	66.55±0.01
1	69.18±0.64	-	-	-
2	92.75±0.61	-	-	-

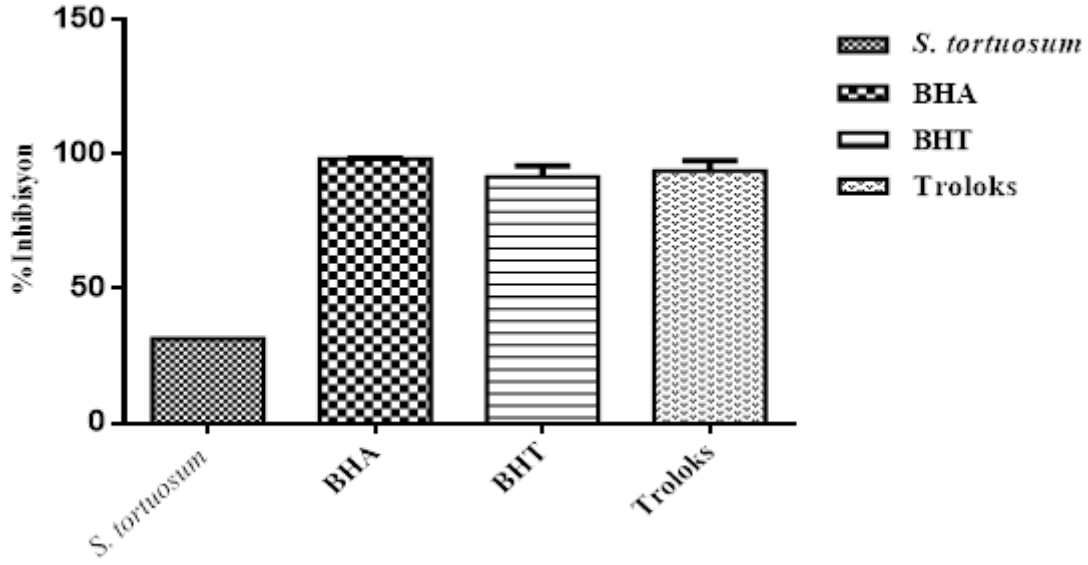
* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma

Çizelge 4. *Seseli tortuosum*'un yağ asidi bileşimi (%)

Yağ Asitleri	<i>Seseli tortuosum</i>
C 12:0	0.32 ± 0.09*
C 13:0	0.05 ± 0.01
C 14:0	0.33 ± 0.01
C 15:0	0.36 ± 0.00
C 16:0	7.70 ± 0.04
C 17:0	0.70 ± 0.02
C 18:0	1.51 ± 0.02
C 20:0	0.36 ± 0.05
C 21:0	0.21 ± 0.01
C 22:0	1.19 ± 0.01
Σ SFA ^a	12.73± 0.04
	1.41 ± 0.02
C 14:1ω5	
C 15:1ω5	0.20 ± 0.01
C 16:1ω7	5.45 ± 0.15
C 17:1ω8	0.08 ± 0.03
C 18:1ω9	32.39 ± 0.07
C 18:1ω7	4.52 ± 0.02
C 18:1ω6	0.64 ± 0.01
C 20:1ω9	0.07 ± 0.02
Σ MUFA ^b	44.76± 0.13
	34.57 ± 0.06
C 18:2ω6	
C 18:3ω6	1.04 ± 0.02
C 18:3ω3	4.32 ± 0.01
C 20:4ω6	0.16 ± 0.03
C 22:3ω3	1.54 ± 0.01
C 22:6ω3	0.90 ± 0.10
Σ PUFA ^c	42.53 ± 0.17
ΣUFA ^d	87.30±0.30
Σ ω3	68.76± 0.12
Σ ω6	36.41 ± 0.09
ω3/ω6	0.19 ± 0.00
ω6/ω3	5.39± 0.09

* Üç tekrarlı analizin ortalama ± Standart sapma,

^aSFA: Doymuş yağ asidi, ^bMUFA: Tekli doymamış yağ asidi, ^cPUFA: Aşırı doymamış yağ asidi, ^dUFA: Doymamış yağ asitleri



Şekil 1. *Seseli tortuosum* ve standart antioksidanların β -karoten/linoleik asit oksidasyonunu önleme yetenekleri

Kaynaklar

- Abas F, Khatib A, Shaari K, Lajis NH (2014). Chemical characterization and antioxidant activity of three medicinal *Apiaceae* species. *Industrial Crops and Products* 55: 238–247.
- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Esin Karademir S, Erçağ E (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57(5-6): 292–304.
- Aruoma OI (1996). Assessment of potential prooxidant and antioxidant actions. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 73(12): 1617–1625.
- Barlow S, Schlatter J (2010). Risk assessment of carcinogens in food. *Toxicology and applied pharmacology* 243(2): 180–190.
- Baytop T (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, TDKY 3578, TTK Basimevi Ankara.
- Baytop T (1999). Therapy with Plants in Turkey (Past and Present), 2nd ed. Nobel Medical Book House Istanbul.

- Benzie IF, Strain JJ (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239(1): 70–76.
- Caprioli G, Fiorini D, Maggi F, Marangoni M, Papa F, Vittori S, Sagratini G (2014). Ascorbic acid content, fatty acid composition and nutritional value of the neglected vegetable Alexanders (*Smyrniolum olusatrum* L., *Apiaceae*). *Journal of Food Composition and Analysis* 35(1): 30–36.
- Coruh N, Celep AS, Özgökçe F (2007). 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* 100(3): 1237–1242.
- Dapkevicius A, Venskutonis R, van Beek TA, Linssen JP (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77 (1): 140–146.
- Fridovich I (1995). Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry* 64(1): 97–112.
- Gonçalves MJ, Tavares AC, Cavaleiro C, Cruz MT, Lopes MC, Canhoto J, Salgueiro L (2012). Composition, antifungal activity and cytotoxicity of the essential oils of *Seseli tortuosum* L. and *Seseli montanum* subsp. *peixotoanum* (Samp.) M. Láinz from Portugal. *Industrial Crops and Products* 39: 204–209.
- Halliwell B (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *The Lancet* 344(8924): 721–724.
- Halliwell B, Gutteridge JMC (1999). *Free radicals in Biology and Medicine*. 3rd ed., Oxford University Press, New York, USA, 10–121.

- Hou WC, Lin RD, Cheng KT, Hung YT, Cho CH, Chen CH, Hwang SY, Lee MH (2003). Free radical-scavenging activity of *Taiwanese* native plants. *Phytomedicine* 10(2-3): 170–175.
- Ilić MD, Jovanović VPS, Mitić VD, Jovanović OP, Mihajilov-Krstev TM, Marković MS, Stojanović GS (2015). Comparison of chemical composition and biological activities of *Seseli rigidum* fruit essential oils from Serbia. *Open Chemistry* 13(1).
- IUPAC (1979). Standards methods for Analysis of oils, fats and derivatives Paquot, C. (ed.), 6th ed, Oxford: Pergamon Press 59–66.
- Jakovljević D, Vasić S, Stanković M, Čomić L, Topuzović M (2015). In vitro biological activity of secondary metabolites from *Seseli rigidum* Waldst. et Kit.(*Apiaceae*). *Acta Biologica Hungarica* 66(4): 395–405.
- Küpeli E, Tosun A, Yesilada E (2006). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Seseli* L. species (*Apiaceae*) growing in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology* 104(3): 310–314.
- Matejić J, Džamić A, Mihajilov-Krstev T, Ranđelović V, Krivošej Z, Marin P (2012). Total phenolic content, flavonoid concentration, antioxidant and antimicrobial activity of methanol extracts from three *Seseli* L. taxa. *Open Life Sciences* 7(6): 1116–1122.
- Pandey MM, Vijayakumar M, Rastogi S, Rawat AK (2012). Phenolic content and antioxidant properties of selected Indian spices of *Apiaceae*. *Journal of Herbs Spices & Medicinal Plants* 18(3): 246–256.
- Prieto P, Pineda M, Aguilar M (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry* 269(2): 337–341.

- Saracoglu HT, Zengin G, Akin M, Aktumsek A (2012). Evaluation of oil content and fatty acid composition of five endemic *Bupleurum* species growing in the Central Anatolia region of Turkey. *Natural Product Research* 26(13): 1188–1194.
- Saraçoğlu HT, Zengin G, Akin M, Aktümsek A (2012). A comparative study on the fatty acid composition of the oils from five *Bupleurum* species collected from Turkey. *Turkish Journal of Biology* 36(5): 527–532.
- Sarikurkcü C (2011). Antioxidant activities of solvent extracts from endemic *Cyclamen mirabile* Hildebr. tubers and leaves. *African Journal of Biotechnology* 10(5): 831–839.
- Slinkard K, Singleton VL (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28(1): 49–55.
- Sokmen A, Gulluce M, Akpulat HA, Daferera D, Tepe B, Polissiou M, Sokmen M, Sahin F (2004). The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. *Food Control* 15(8): 627–634.
- Vinson JA, Dabbagh YA, Serry MM, Jang J (1995). Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43(11): 2800–2802.
- Zengin G, Ceylan R, Uysal S, Aktumsek A (2015). Biological activities of three extracts from *Artemisia squamata*: A study on antioxidant and enzyme inhibitory potential. *Current Bioactive Compounds* 11(3): 152–155.
- Zengin G, Bulut G, Mollica A, Haznedaroglu MZ, Dogan A, Aktumsek A (2017). Bioactivities of *Achillea phrygia* and *Bupleurum croceum* based on the composition of phenolic compounds: In vitro and in silico approaches. *Food and Chemical Toxicology* 107: 597–608.