



Determination of in Vitro Antioxidant Enzyme Capacity and Oxidative Stress Levels in Commonly Consumed Plants *Helianthus tuberosus*, *Zingiber officinale* and *Raphanus sativus* var. *niger*

Mehmet Özyurt^{1,a}, Büşra Çitil Demirci^{2,b}, Ergül Belge Kurutaş^{3,c}, İlater Demirhan^{4,d,*}

¹Sütçü İmam Üniversitesi, Fen – Edeb. Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş / Türkiye

²Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Mersin / Türkiye

³Sütçü İmam Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş / Türkiye

⁴Harran Üniversitesi, SHMYO, Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, Şanlıurfa / Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10.08.2023 Accepted : 30.10.2023</p> <p>Keywords: Antioxidant activity MDA Oxidative stress Herbal therapeutics <i>Zingiber officinale</i></p>	<p>Many therapeutic drugs used today owe their source to medicinal plants. Each plant has its own unique activity and biochemical profile. In this study, three different plants, <i>Helianthus tuberosus</i>, <i>Zingiber officinale</i> and <i>Raphanus sativus</i> var. <i>niger</i>, which are well known in daily life, were used. In this study, which was conducted for the first time, three different plants with limited antioxidant activity were selected and their antioxidant capacities were compared. Extracts were prepared by homogenizing the stem parts of <i>H. tuberosus</i>, <i>Z. officinale</i> and <i>R. sativus</i> var. <i>niger</i> plants with 1.15% potassium chloride. Then, antioxidant enzyme activities of catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) and levels of malondialdehyde (MDA), an oxidative stress marker, were determined by spectrophotometric methods. As a result of the research, the highest SOD enzyme activity was observed in the <i>R. sativus</i> var. <i>niger</i> plant, while the highest CAT enzyme activity was observed in the <i>Z. officinale</i>. On the other hand, while the MDA level was the highest in the <i>H. tuberosus</i> plant extract, the lowest MDA level was observed in the <i>Z. officinale</i>.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(11): 2110-2115, 2023

Yaygın Olarak Tüketilen *Helianthus tuberosus*, *Zingiber officinale* ve *Raphanus sativus* var. *niger* Bitkilerinde in Vitro Antioksidan Enzim Kapasitesi ve Oksidatif Stres Düzeylerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10.08.2023 Kabul : 30.10.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite MDA Oksidatif stres Bitkisel terapötikler <i>Zingiber officinale</i></p>	<p>Günümüzde kullanılan birçok terapötik ilaç kaynağını şifalı bitkilere borçludur. Her bitkinin kendine özgü aktivitesi ve biyokimyasal profili vardır. Bu çalışmada günlük hayatta oldukça iyi bilinen üç farklı bitki türü; <i>Helianthus tuberosus</i>, <i>Zingiber officinale</i> ve <i>Raphanus sativus</i> var. <i>niger</i> kullanıldı. İlk defa yapılan bu çalışmada antioksidan aktivite tayini sınırlı olan üç farklı bitki seçilmiş ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. <i>H. tuberosus</i>, <i>Z. officinale</i> ve <i>R. sativus</i> var. <i>niger</i> bitkilerinin gövde kısımları % 1.15 potasyum klor ile homojenize edilerek ekstraktlar hazırlandı. Daha sonra antioksidan enzim aktiviteleri katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) ile oksidatif stres belirteci olan malondialdehit (MDA) düzeyleri spektrofotometrik yöntemlerle saptandı. Araştırma sonucunda en yüksek SOD enzim aktivitesi <i>R. sativus</i> var. <i>niger</i> bitkisinde görüldüğü, en yüksek CAT enzim aktivitesi ise <i>Z. officinale</i> bitkisinde gözlemlendi. Öte yandan yer elması bitki ekstraktında MDA düzeyi en yüksek iken, en düşük MDA düzeyi ise <i>Z. officinale</i> bitkisinde gözlemlenmiştir.</p>

^a mehmetozyurt@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-2129-1236>

^c busracitildemirci@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-00001-8168-4392>

^e ergulkurutas@gmail.com

^f <https://orcid.org/0000-0002-6653-4801>

^g ilterdemirhan@gmail.com

^h <https://orcid.org/0000-0003-0054-7893>



Giriş

Tıbbi bitkilerden elde edilen doğal ilaçlar yüzyıllardır geleneksel olarak kullanılmaktadır. Tıp ve teknoloji ilerledikçe, tıbbi bitkilerin kullanımına olan ilgi giderek artmış ve değişmiştir (Mohammed ve ark., 2023a). Bu sebeple bitkilerin aktif bileşenlerinin izole edilmesi ve sentezlenmesi gibi çalışmalar hız kazanmıştır (Uysal ve ark., 2023a). Günümüzde kullanılan birçok terapötik ilacın kökeni şifalı bitkiler. Bitkisel ilaçlar, tedavi amaçlı kullanım açısından küresel nüfusun refahına ve gelişimine önemli ölçüde katkıda sağlamaktadır (Mohammed ve ark., 2023b). Aynı zamanda bitkiler, biyoçeşitlilik ve benzersiz kimsiyal içerikleri sayesinde yeni ilaç geliştirmede insanlara sınırsız fırsatlar sunmaktadır. Her bitkinin kendine özgü aktivitesi ve biyokimyasal profili vardır. Bu yüzden tıbbi bitkilerin antioksidan aktivitelerinin bilinmesi oldukça önemlidir (Uysal ve ark., 2023b). Serbest radikaller (SOR), diyet ile dışarıdan alınan yiyeceklerin enerjiye dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan kararsız moleküllerdir. Organizma ayrıca sigara dumanı, hava kirliliği ve güneş ışığı gibi çeşitli çevresel kaynaklar tarafından da serbest radikallere maruz kalabilir (Fernández ve ark., 2012; Fearon ve ark., 2013; Bajeroová ve ark., 2014; Sevindik ve ark., 2023). SOR, hücresel düzeyde hasara yol açabilen “oksidatif strese” neden olabilir. Bu durum sıklıkla hücre ölümü ve doku hasarı ile sonuçlanabilmektedir. Oksidatif stresin kanser, diyabet, alzheimer ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli hastalıklarda rol oynadığı artık bilinmektedir (Fayh ve ark., 2013; Micale ve ark., 2013). İnsan vücudunda antioksidanlar ve SOR sürekli olarak bir denge halindedir (Delabar ve ark., 1987). Bitkilerdeki fenolik bileşikler, redoks özelliklerinden dolayı antioksidan görevi görerek indirgeyici ajanlar ve serbest radikal süpürücüler olarak hareket etmelerini sağlar (Javanmardi ve ark., 2003). SOR’dan kaynaklı hasarlar bu sayede sınırlandırılmaya çalışılır. Bu hasarlardan dolayı oluşan oksidatif stresin ortadan kaldırılmasında antioksidan maddeler oldukça hayati öneme sahiptir.

Yer Elması (*Helianthus tuberosus* Parry) Asteraceae familyasının bir üyesi olup çok yıllık bir bitkidir, Jerusalem Artichoke, olarak adlandırılır. Bazı bölgelerde Kudüs enginarı olarak da bilinen yer elması ilk olarak Amerikan yerlileri tarafından yetiştirilen bir ayçiçeği türüdür (Pan ve ark., 2009). Sonraları sebze olarak tüketilen yumrusu için küresel olarak ılıman bölgelerde geniş çapta üretilmektedir. Bahçe ayçiçeği olan *H. annuus* ile aynı cins bir ayçiçeği türüdür (Baltacıoğlu, 2012). Türkiye’de Ege ve Orta Anadolu bölgeleri olmak üzere, birçok yörede yetiştirildiği bilinmektedir. Ancak taze tüketim amaçlı yetiştirildiği alan bakımından oldukça sınırlı bir alanda yayılış göstermektedir (Atlıhan, 2011). Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe) Zingiberaceae familyasına ait çok yıllık, yumru veya rizom köklere sahip bir bitkidir. Güney Asya’da doğal olarak yetişir ve pembe çiçekleri ile orkideye benzemektedir (Blumenthal ve ark., 2000). Antik çağlardan beri özellikle Çin ve Hindistan bölgelerinde tıbbi bitki ve baharat olarak kullanılır. Tüm dünya da kullanımı popüler bir baharat olup özellikle ilaç ve içecek sektörlerinde yaygındır. Türkiye’de yok denecek kadar az üretimi bulunmaktadır (Arslan ve ark., 2015). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) *Zingiber officinale* için yan

etkisi çok az olan sağlıklı bir madde olarak raporlamıştır (Nazri ve ark., 2011). *Zingiber officinale*’nin mide bulantısı, kusma, kabızlık, eklem ağrıları, diş ağrısı ve soğuk algınlığı gibi rahatsızlıklarda birçok iyileştirici etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca geleneksel Hint tıbbında anti-inflamatuar, kolesterol ve pıhtılaşma önleyici olarak kullanılmaktadır (Kaplan, 2005; Khandouzi ve ark., 2015; Bayraktar, 2021). Siyah Turp (*Raphanus sativus* var. *niger* (Mill.) J.Kern.) yüksek konsantrasyonda glukozinolat içeren Brassicaceae familyasına ait bir bitkidir. Ayrıca flavonoidler, organik asitler, antosiyanin, polifenol ve mineraller gibi çeşitli fonksiyonel bileşenler açısından oldukça zengin içeriğe sahiptir (Gutiérrez ve Perez, 2004; Beevi ve ark., 2010). Antik çağlardan beri halk hekimliğinde safra fonksiyonunun uyarılmasında ve mide rahatsızlıklarında doğal bir ilaç olarak kullanılmaktadır (Lugasi ve ark., 2005; Alqasoumi ve ark., 2008). Çeşitli tıbbi bitkiler, mutfaklarda kullanılan baharatlar ve şifalı bazı endemik türler içerdikleri polifenoller ve fitokimyasal içeriklerinden dolayı sağlık alanında oldukça ilgi çekicidir (Exarchou ve ark., 2002). Bu bitkilerin kök, gövde ve yaprak gibi kısımlarından antioksidan aktivite tayini ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllarda antioksidan tayini ile ilgili çalışmalar hız kazanmasına rağmen, bazı bitkiler için oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Araştırmaya konu olan bitkiler için SOD ve CAT gibi hücre içi enzim aktivitesinin ölçüldüğü çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu sebeple ilk defa yapılan bu çalışmada antioksidan aktivite tayini sınırlı olan üç farklı bitki seçilmiş ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada günlük hayatta oldukça bilinen ve antioksidan aktivite tayini sınırlı olan üç farklı bitki kullanıldı. Bitkiler Kahramanmaraş bölgesindeki aktarlardan alındı ve biyokimyasal analizler için K.S.Ü Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya laboratuvarına getirildi. Bitki örnekleri sterilizasyon ve ayırma işlemlerinden geçirilerek, oda ısısında çalışmanın yapılacağı zamana kadar muhafaza edildi.

Biyokimyasal Analiz İçin Bitki Ekstraktının Hazırlanması

Steril bir neşter yardımıyla bitkiler uygun büyüklükteki küçük parçalara ayrıldı. Daha sonra parçalanmış bu gövde kısımlarının %1.15 potasyum klor ile homojenize edilerek ekstraktlar hazırlandı. Bunun için 10 g bitki örneği alınarak 100 mL %1.15 potasyum klor çözeltisi içerisine konuldu. Süzme işleminden sonra elde edilen süzüntü 5000 rpm’de 5 dk santrifüj (Hettich 420 R) edildi. Elde edilen madde hassas terazide (Radwag AS 510) tartılarak ışık almayan bir ortamda saklandı. Hazırlanan bitki ekstraktlarında antioksidan enzim düzeyleri ve malondialdehit (MDA) düzeyleri ölçüldü.

Antioksidan Aktivite Ölçümleri

SOD Aktivitesi Ölçümü

SOD enzim aktivitesi, Fridovich tarafından açıklanan yöntemle göre ölçülürken (Fridovich, 1995), CAT enzim aktivitesi Beutler metoduna göre yapıldı (Beutler, 1984).

Oksidatif stres biyobelirteci MDA'nın ölçümü ise Ohkawa yöntemine göre yapıldı (Ohkawa, 1979). Tüm ölçümler spektrofotometrik olarak oda sıcaklığında gerçekleştirildi.

Protein Düzeyi Tayini

Folin tekniği ile ekstraktlarda proteinlerin içerdiği trozin ve triptofan rezidülerinin fosfotungustik-fosfomolibdik asit ile verdiği renk reaksiyonunun spektrofotometrik yöntemle 750 nm'deki absorbans ölçümüne dayanır (Lowry, 1951).

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 25.0 paket program kullanılarak yapıldı. Örneklerin birbirleriyle karşılaştırılmalarında Mann Whitney U testi ve varyans analizi kullanıldı. P<0,05 düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

En yüksek SOD enzim aktivitesi siyah turp bitkisinde görülürken (P<0,05), en yüksek CAT enzim aktivitesi ise zencefil bitkisinde gözlemlendi (P<0,05) (Çizelge 1). Öte yandan Şekil 1'de görüldüğü üzere yer elması bitki ekstraktında MDA düzeyi en yüksek iken, diğer iki bitki ekstraktında MDA düzeylerinin düşük olduğu saptandı (P<0,05).

Tartışma

Hastalıkların önlenmesi ve tedavi edilmesinde tıbbi bitkilerin kullanımı yüzyıllardır devam etmektedir. Bitkiler sahip oldukları flavonoid içerikleri sayesinde sağlık takviyelerinde ve terapötik ilaçların kaynağını oluşturmada önemli farmakolojik etkiye sahiptir (Mohammed ve ark., 2020). Günümüzde doğal yaşama olan ilginin artmasıyla

insanlar arasında şifalı bitkilerinin kullanımı oldukça popüler hale gelmiştir. Nitekim insanlar olası bir hastalık durumunda ilk olarak tıbbi bitkilere başvurmaktadır. Öyle ki gelişmiş ülkelerde kullanılan tıbbi ilaçların %25'inin ana maddesinin bitkisel kökene sahip olduğu da bilinmektedir (Farnsworth ve ark., 1985). Bitkilerin biyoaktivite ve antioksidan enzim kapasiteleri; yapılan test metodu, ortam koşulları ve kullanılan bitki ekstraktlarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Antioksidan enzim kapasitesi üzerine spektrofotometrik metotların kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada günlük hayatta sık tüketilen ve antioksidan aktivite tayini sınırlı olan üç farklı bitki tercih edildi. Bu amaçla yer elması, zencefil ve siyah turp bitkilerinin serbest radikallere (SOR) ve oksidatif strese karşı koymada etkili olduğu bilinen antioksidan enzim kapasiteleri (SOD, CAT) ile lipid peroksidasyon seviyeleri (MDA) araştırılmıştır. Sentetik antioksidan maddelerin yerini doğal antioksidan maddelerin alması açısından bu tarz çalışmaların oldukça önemli olduğu düşünülmektedir (Demirhan ve ark., 2021). Yer elması taze ve çiğ tüketilebilen bir bitki olmasıyla birlikte pişirilerek veya turşusu yapılarak da tüketilmektedir. Gövde ve yaprak kısımları protein, yağ ve pektin açısından oldukça zengindir. Yumrularından, şeker pancarından fermente edilen alkolden daha kaliteli alkol fermente edildiği düşünülmektedir.

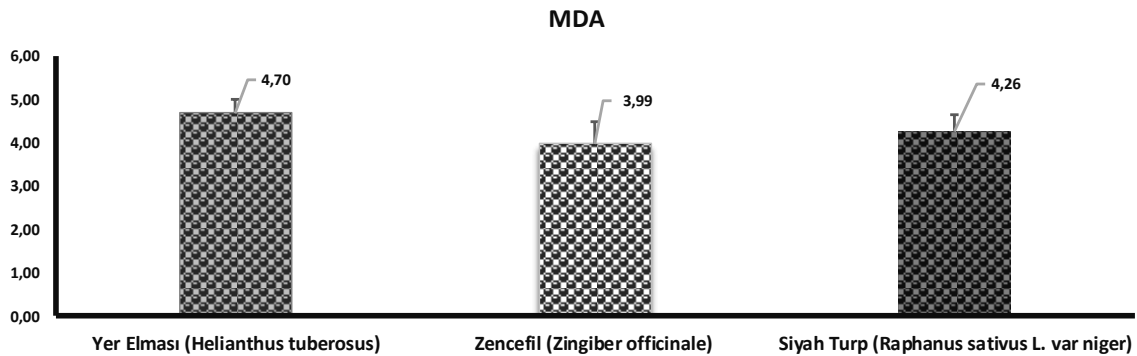
İdrar söktürücü, afrodisyak, mide ilacı ve müshil etkileri vardır. Ayrıca halk arasında romatizma ve diyabet gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Buna ek olarak yer elması yumruları, inülin varlığı sebebiyle diyet lifi için oldukça zengin bir kaynaktır. Bu özelliğinden dolayı patates ve nişasta için iyi bir alternatiftir. İnülin, %80 fruktoz ve %20 glikozdan oluşan bir polisakarittir (Baltacıoğlu, 2012).

Çizelge 1. Yer elması (*Helianthus tuberosus*), zencefil (*Zingiber officinale*) ve siyah turp (*Raphanus sativus l. var niger*) da antioksidan enzim aktiviteleri (CAT ve SOD)

Table 1. Antioxidant enzyme activities (CAT and SOD) in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), ginger (*Zingiber officinale*) and black radish (*Raphanus sativus l. var niger*)

	Yer Elması (<i>Helianthus tuberosus</i>)	Zencefil** (<i>Zingiber officinale</i>)	Siyah Turp*** (<i>Raphanus sativus L. var niger</i>)
CAT (U mg-1 protein)	188.70 ± 13.38*	268.04 ± 24.9*	181.96 ± 22.05*
SOD (U mg-1 protein)	1.05 ± 0.29*	0.39 ± 0.09*	2.16 ± 0.12*

*Sonnular ortalama ± standart hata olarak verildi; **Zencefil (*Zingiber officinale*) CAT aktivitesi diğer bitkilere kıyasla göre daha yüksek bulundu (P<0,05); ***Siyah Turp (*Raphanus sativus L. var niger*) SOD aktivitesi diğer bitkilere kıyasla göre daha yüksek bulundu (P<0,05).



Şekil 1. Yer elması, zencefil ve siyah turp bitkilerinde MDA düzeyleri
Figure 1. MDA levels in Jerusalem artichoke, ginger and black radish plants

Yapılan fitokimyasal araştırmalara göre seskiterpenlerin, doymamış yaę asitlerinin, kumarinlerin ve poliasetenik türevlerinin *Helianthus tuberosus*'dan izole edilen başlıca bileşikler olarak literatürde yer almaktadır (Matsuura ve ark., 1993; Pan ve ark., 2009). Nizioł-Łukaszewska ve ark. (2018) *Helianthus tuberosus* yaprak ve yumru ekstraktlarında, DPPH ile antioksidan aktiviteleri karşılaştırıldı. Araştırma sonucunda, yumrulardan elde edilen ekstraktların yapraklardan elde edilen ekstraktlara göre daha düşük antioksidan etkiye sahip olduğu görüldü. Farklı bir çalışmada ise *Helianthus tuberosus* bitkisinin düşük miktarlarda B ve C vitamini; pürin bazı arginin, histidin, betain, kolin ve hemaglutinin içerdiği belirtilmektedir. (Duke ve Wain, 1981). Zingiber officinale yüzyıllardır tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılan popüler bir bitki türüdür. Türkiye florasında yok denecek kadar az olan bu tür, tıbbi kullanımı oldukça yaygındır (Baytop, 1999). Mide bulantısı, kusma, romatizma, kabızlık, eklem ağrıları, diř ağrısı ve boğaz enfeksiyonu gibi rahatsızlıklarda iyileştirici etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ayrıca anti-inflamatuvar, kolesterol ve pıhtılaşma önleyici olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Kaplan, 2005; Khandouzi ve ark., 2015; Bayraktar, 2021). İbn-i Sina'nın El-Kanun fi't-Tıbb adlı eserinde zencefil bitkisinin hıçkırığı giderdiği, sindirime yardımcı olduğu, hafızayı kuvvetlendirdiği, göz hastalıklarında kullanıldığı, gaz söktürücü ve laksatif etkileri olduğu kayıtlıdır. zencefil modern tıpta da oldukça fazla kullanım alanlarına sahip bir bitkidir. Toz haline getirilerek veya uçucu yağı elde edilerek gebelerde ve kemoterapi alan hastalarda bulantı halinin giderilmesi, taşıt ve deniz tutması gibi çeşitli rahatsızlıklarda kullanılmaktadır. Özellikle sindirim sistemi rahatsızlıklarında çok önemli yeri vardır (Gruenwald ve ark., 1998; Ahmad ve ark., 2008). Yapılan bir çalışmaya göre Zencefil'in etanol ve metanol ekstraktında bulunan total fenolik madde miktarı sırasıyla gallik asit ve pirokateşol ekvivalenti olarak tespit edilmiştir (Yeřiloęlu ve Aydın, 2010). Zencefil bitkisinden izole edilen aktif bileşiklerin çeşitli fizyolojik etkileri vardır. Örnek olarak taze zencefilde bulunan ve dildeki baharat reseptörlerini aktive eden bir fenol fitokimyasal bileşik olan gingerol'ün *in vitro* ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarında, ağrı kesici, yatıştırıcı, ateř düşürücü ve bakteri önleyici özelliği olduğu tespit edilmiştir (Kaimal ve Kemper, 1999). Siyah turp ile yapılan deneysel araştırmalar sonucunda sulu özütünün ve suyunun, idrar taşlarına karşı ve enzim aktivitesini detoksifiye etmek için çoğunlukla antioksidan olmak üzere farmakolojik özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Meksika geleneksel tıbbında, siyah turp kökü, kolesterol, safra taşlarının tedavisi ve serum lipid düzeylerini düşürmek için etnofarmakolojik kullanımlara sahiptir; kökünden sıkılan meyve suyu litojenik diyetle beslenen farelerde serum lipid düzeylerini önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir (Castro-Torres ve ark., 2012). Ayrıca kas yorgunluğunda, bağışıklık zayıflığında, C vitamini eksikliğinde, nezle, bronşit ve öksürük gibi hastalıkların tedavisinde de kullanıldığı belirtilmektedir (Evans ve ark., 2014). Yapılan *in vitro* çalışmalar neticesinde siyah turpun güçlü antioksidan etkiye sahip olduğunu (Barillari ve ark., 2006), detoksifikasyon enzimlerini indüklediğini (Hanlon ve ark., 2007), kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediğini (Kim ve ark., 2006) ve oksidan stresi azalttığını göstermiştir

(Sipos ve ark., 2002, Lugasi ve ark., 2005). Başka bir çalışmada ise Pulmoner fibrozis hastalığının patogenezinde merkezi bir rol oynadığı bilinen, transforme edici büyüme faktörü beta 1'in sıçanlara uygulanan siyah turp tedavisiyle, serum düzeylerinde ve histolojik lezyonların şiddetinde önemli ölçüde azalma meydana geldiği gösterilmiştir (Asghari ve ark., 2015). Hanlon ve ark. (2007) yaptığı araştırmada siyah turpun, glutatyon sentezi öncüleri olarak kabul edilen sülfatlar ve sistein açasından zengin proteinlerin yanı sıra yüksek glukozinolat konsantrasyonları içerdiği rapor edilmiştir. Yapılan *in vitro* ve *in vivo* modeller, siyah turp takviyelerinin asetaminofenin detoksifikasyonu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve bu da faz I ve faz II karaciğer enzimlerini indüklediğini göstermiştir (Evans ve ark., 2014).

Bazı Avrupa ülkelerinde bitki kültürlerinden drog elde edilmesi ve bu bitkilerin bu amaçla yetiştirilmesi oldukça gelişmiş düzeydedir. Son yıllarda Türkiye'de tıbbi bitkilerin yetiştirilmesi ve drog elde etmek için kullanılması konusunda ilerleme kaydedildiği görülmektedir. Bitkilerin ve gıda bileşenlerinin antioksidan aktivitesini değerlendirmek için geliştirilen testler çeşitlilik göstermektedir. Etanol, metanol ve su gibi çözücü maddeler yardımıyla oluşturulan ekstraktlar sayesinde, bitkilerin aktif bileşenlerinin izole edilmesiyle antioksidan kapasitenin daha sağlıklı bir biçimde tespit edilmesi sağlanmış olur. İnsan vücudunda bulunan antioksidan miktarı ile serbest radikaller arasındaki dengenin bozulması sonucu oksidatif stres adı verilen patolojik bir durum gelişir. Bununla birlikte serbest radikal reaksiyonlarında ciddi bir artış gözlenir. Öte yandan ağır metaller, ozon, sigara, ultraviyole maruziyeti, alerjenler, ilaçlar ve toksin maddeler gibi çevresel faktörlere maruz kalmakta hücrelerde SOR artışına neden olur (Oke ve ark., 2019). Bütün bu durumlar genellikle, hücre ölümiyle birlikte kanser gelişimine yol ačan şiddetli hücresel hasar ve metabolik işlev bozukluğu gibi çok ciddi sorunlara yol açar. Bozulan bu dengenin eski haline gelmesinde ve oluşan hasarın düzeltilmesinde çeşitli antioksidan maddeler ve enzimler rol oynar. Öte yandan oksidatif stres oluşumunun vücudun yaşlanma sürecini hızlandırdığı da tespit edilmiştir (Perillo ve ark., 2020, Neha ve ark., 2019). SOR'yi ortadan kaldıran veya etkisini azaltan ana enzimler süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidazdır (Mucha ve ark., 2021). Antioksidan enzim kapasitesi üzerine spektrofotometrik metotların kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada ki sonuçlar incelendiğinde en yüksek SOD enzim aktivitesi siyah turp bitkisinde görülürken, en yüksek CAT enzim aktivitesi ise zencefil bitkisinde gözlemlendi. Çizelge 1'de ki sonuçlar incelendiğinde her üç bitkinin de antioksidan enzim aktivitesine sahip olduğu görülmektedir. Öte yandan şekil 1'de görüldüğü üzere yer elması bitki ekstraktında MDA düzeyi en yüksek iken, en düşük MDA düzeyi ise zencefil bitkisinde gözlenmiştir. MDA oksidatif stresin bir göstergesi olup, lipid peroksidasyonunun da son ürünüdür. MDA düzeyinin fazla olması, ilgili dokularda veya hücrelerde oksidatif stres kaynaklı hasarın yoğun olduğunu düşündürmektedir. Bitkinin ihtiva ettiği antioksidan maddeler lipid peroksidasyonuna karşı ilgili dokuda koruma sağlamaktadır. Dolayısıyla MDA düzeyinin düşük değere sahip olması ise, lipid peroksidasyonun az olduğu

anlamı taşımaktadır. Lipid yıkımının az olması durumunda ise bitki doku canlılığı korunmuş olmaktadır. Sonuç olarak bu farklılıklar bitkilerin yetiştirildiği yerlerin değişiklik göstermesi, sıcaklık, nem, su ve toprak gibi çevresel etmenlere bağlanabilir. Özellikle bitkilerin maruz kaldığı ağır metal iyonlarının bu enzimlerin çalışma şartlarını etkilediği bilinmektedir. Ayrıca antioksidan enzim kapasiteleri; yapılan test metodu, ortam koşulları ve kullanılan bitki ekstraktlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Çıkar çatışması beyanı: Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederler.

Yazar katkısı: MÖ: Çalışma tasarımı, İD ve BÇD: Eserin yazımı, İD ve EBK: Verilerin analizi, Makale yazım kontrolü: EBK

Kaynaklar

- Ahmad I, Zahin M, Aqil F, Hasan S, Khan M.S.A. & Owais M. 2008. Bioactive compounds from *Punica granatum*, *Curcuma longa*, and *Zingiber officinale* and their therapeutic potential. *Drugs of the Future*, 33(4):329-338.
- Alqasoumi S, Al-Yahya M, Al-Howiriny T.A.W. & Rafatullah S.Y.E.D. 2008. Gastroprotective effect of radish`*Raphanus sativus*`L. on experimental gastric ulcer models in rats. *Farmacacia-Bucuresti*, 56(2):204-211.
- Arslan N, Baydar H, Kızıl S, Karık Ü, Şekeroğlu N, & Gümüüşçü A. 2015. Tıbbi aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara, Türkiye, 12-16 Ocak, 2015, ss. 484.
- Asghari M.H, Hobbenaghi R, Nazarizadeh A, & Mikaili P. 2015. Hydro-alcoholic extract of *Raphanus sativus* L. var niger attenuates bleomycin-induced pulmonary fibrosis via decreasing transforming growth factor β 1 level. *Research in pharmaceutical sciences*, 10(5), 429-435.
- Atlıhan, N. 2011. Yer Elmasından İzole Edilen Bir Clostridium Türünün İnülinazının Bazı Özellikleri (Tez no 299606). [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bajerová P, Adam M, Bajer T, & Ventura K. 2014. Comparison of various techniques for the extraction and determination of antioxidants in plants. *Journal of separation science*, 37(7), 835-844.
- Baltacıoğlu, C. 2012. Production of Chips and Crisp From Jerusalem Artichoke (Tez no 304954). [Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Barillari, J., Cervellati, R., Costa, S., Guerra, M. C., Speroni, E., Utan, A., & Iori, R. 2006. Antioxidant and choleric properties of *Raphanus sativus* L. sprout (Kaiware Daikon) extract. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(26), 15-22.
- Bayraktar, D.Z. 2021. Zencefil'in (*Zingiber officinale roscoe*) insan sağlığı üzerine çeşitli terapötik etkileri. *Karya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2), 55-60.
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi geçmişte ve bugün (İkinci baskı). Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 366 sy.
- Beevi, S. S., Narasu, M. L., & Gowda, B. B. 2010. Polyphenolics profile, antioxidant and radical scavenging activity of leaves and stem of *Raphanus sativus* L. *Plant foods for human nutrition*, 65(1), 8-17.
- Beutler, E. 1984. Red cell metabolism: a manual of biochemical methods third edition. Grune and Stratton, New York, 11-12 sy.
- Blumenthal M, Goldberg A, Brinckmann J. 2000. Herbal medicine. expanded commission e monographs. *Integrative Medicine Communications*, Newton, 519 sy.
- Castro-Torres I.G, Naranjo-Rodríguez E.B, Domínguez-Ortiz M.Á, Gallegos-Estudillo J, & Saavedra-Vélez M.V. 2012. Antilithiasic and hypolipidaemic effects of *Raphanus sativus* L. var. niger on mice fed with a lithogenic diet. *Journal of biomedicine & biotechnology*, 161205. <https://doi.org/10.1155/2012/161205>.
- Delabar J.M, Nicole A, Jacob Y, Sinet P.M, Jérôme H, D'auriol L, & Meunier-Rotival M. 1987. Cloning and sequencing of a rat CuZn superoxide dismutase cDNA: Correlation between CuZn superoxide dismutase mRNA level and enzyme activity in rat and mouse tissues. *European journal of biochemistry*, 166(1):181-187.
- Demirhan İ, Güngör M, Belge Kurutas E. & Özyurt M. 2021. Çoban çökerten (*tribulus terrestris*) ve çoban çantası (*capsella bursa-postaris*) bitkilerinde in vitro antioksidan enzim kapasitesi ve oksidatif stres düzeylerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (6): 1154-1160.
- Evans M, Paterson E, & Barnes D.M. 2014. An open-label pilot study to evaluate the efficacy of Spanish black radish on the induction of phase I and phase II enzymes in healthy male subjects. *BMC Complementary and alternative medicine*, 14(1): 1-12.
- Exarchou V, Nenadis N, Tsimidou M, Gerothanassis I.P, Troganis A, & Boskou D. 2002. Antioxidant activities and phenolic composition of Greek oregano, Greek sage, and summer savory extracts. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50(19), 5294-5299. <https://doi.org/10.1021/jf020408a>.
- Farnsworth N.R, Akerele O, Bingel A.S, Soejarto D.D, & Guo Z. 1985. Medicinal plants in therapy. *Bulletin of the world health organization*, 63(6):965-975.
- Fayh A.P.T, Krause M, Rodrigues-Krause J, Ribeiro J.L, Ribeiro J.P, Friedman R, & Reischak-Oliveira A. 2013. Effects of L-arginine supplementation on blood flow, oxidative stress status and exercise responses in young adults with uncomplicated type I diabetes. *European Journal of Nutrition*, 52(3), 975-983.
- Fearon I.M, Gaça M.D, & Nordskog B.K. 2013. In vitro models for assessing the potential cardiovascular disease risk associated with cigarette smoking. *Toxicology in vitro*, 27(1): 513-522. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2012.08.018>.
- Fernández E, Martínez-Teipel B, Armengol R, Barba C, & Coderch L. 2012. Efficacy of antioxidants in human hair. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 117, 146-156. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2012.09.009>.
- Fridovich, I. 1995. Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual review of biochemistry*, 64(1): 97-112. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.64.070195.000525>.
- Gruenwald J, Brendler T, & Jaenicke C. (1998). Physician's Desk Reference for Herbal Medicines. (Second Edition). Medical Economics Company, Montvale, New Jersey. 339-342.
- Gutiérrez R.M.P, & Perez R.L. 2004. *Raphanus sativus* (Radish): their chemistry and biology. *The scientific world journal*, 4, 811. <https://doi.org/0.1100/tsw.2004.131>.
- Hanlon P.R, Webber D.M, Barnes D.M. 2007. Aqueous Extract From Spanish Black Radish (*Raphanus Sativus* L. Var. *Niger*) Induces Detoxification Enzymes in The HepG2 Human Hepatoma Cell Line. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6439-6446. <https://doi.org/10.1021/jf070530f>.
- Javanmardi J, Stushnoff C, Locke E, & Vivanco J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83(4), 547-550. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00151-1).
- Kaimal A, & Kemper K.J. 1999. Wild yam (Dioscoreaceae). The Longwood Herbal Task Force and Center for Holistic Pediatric Education and Research; Syosset Public Library: Syosset, New York, USA. 3, 1-18.

- Kaplan, H. 2005. Zencefilin (*Zingiber officinale Roscoe*) bitkisel özellikleri ve yetiştiriciliği. *Derim*, 22(2):1-9.
- Khandouzi N, Shidfar F, Rajab A, Rahideh T, Hosseini P, & Mir Taheri M. 2015. The effects of *Ginger* on fasting blood sugar, hemoglobin a1c, apolipoprotein B, apolipoprotein a-I and malondialdehyde in type 2 diabetic patients. *Iranian Journal of pharmaceutical research*, 14(1), 131–140. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25561919>.
- Kim S.J, Kim, B.S, Kyung T.W, Lee S.C, Rho C.W, Choi K.R, & Choi H.S. 2006. Suppressive effects of young radish cultivated with sulfur on growth and metastasis of B16-F10 melanoma cells. *Archives of pharmacal research*, 29(3), 235-240. <https://doi.org/10.1007/BF02969399>.
- Lowry O.H, Rosebrough N.J, Farr A.L, & Randall R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of biological chemistry*, 193(1): 265–275.
- Lugasi A, Blázovics A, Hagymási K, Kocsis I., & Kéry Á. 2005. Antioxidant effect of squeezed juice from black radish (*Raphanus sativus L. var niger*) in alimentary hyperlipidaemia in rats. *Phytotherapy Research*, 19(7):587-591.
- Matsuura H, Yoshihara T, Ichihara A, Kikuta Y, & Koda Y. 1993. Tuber-forming substances in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 57(8): 1253-1256.
- Micale R.T, Maestra S.L, Pietro A.D, Visalli G, Baluce B, Balansky R, & De Flora S. 2013. Oxidative stress in the lung of mice exposed to cigarette smoke either early in life or in adulthood. *Archives of toxicology*, 87(5): 915-918.
- Mohammed FS, Günal S, Pehlivan M, Doğan M, Sevindik M, Akgül H. 2020. Phenolic content, antioxidant and antimicrobial potential of endemic *Ferulago platycarpa*. *Gazi University Journal of Science*, 33(4): 670-677.
- Mohammed FS, Uysal I, Yaz HH, Sevindik M. 2023a. Papaver species: usage areas, essential oil, nutrient and elements contents, biological activities. *Prospects in Pharmaceutical Sciences*, 21(4): 1-9.
- Mohammed FS, Uysal I, Sevindik E, Doğan M, Sevindik M. 2023b. Pimpinella species (Anise): Traditional use, Mineral, Nutrient and Chemical contents, Biological activities. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 4(2): 97-105.
- Mucha P, Skoczyńska A, Małecka M, Hikisz P, Budzisz E. 2021. Overview of selected plant compounds' antioxidant and anti-inflammatory activities and their metal ions complexes. *Molecules*, 26(16): 4886-96. <https://doi.org/10.3390/molecules26164886>.
- Nazri N.M, Ahmat N, Adnan A, Mohamad S.S, Ruzaina S.S. 2011. In vitro antibacterial and radical scavenging activities of Malaysian table salad. *African Journal of Biotechnology*, 10(30): 5728-5735. <https://doi.org/10.5897/AJB11.227>.
- Neha K, Haider M.R, Pathak A, Yar M.S. 2019. Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 178, 687-704.
- Nizioł-Lukaszewska Z, Furman-Toczek D, Zagórska-Dziok M. 2018. Antioxidant activity and cytotoxicity of Jerusalem artichoke tubers and leaves extract on HaCaT and BJ fibroblast cells. *Lipids in Health and Disease*, 17(1): 1-12.
- Ohkawa H, Ohishi N, & Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical biochemistry*, 95(2): 351-358.
- Oke G.O, Abiodun A.A, Imafidon C.E, & Monsi B.F. 2019. *Zingiber officinale* (Roscoe) mitigates CCl4-induced liver histopathology and biochemical derangements through antioxidant, membrane-stabilizing and tissue-regenerating potentials. *Toxicology Reports*, 6, 416-425. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.05.001>.
- Pan L, Sinden M.R, Kennedy A.H, Chai H, Watson L.E, Graham T.L, Kinghorn A.D. 2009. Bioactive constituents of *Helianthus tuberosus* (Jerusalem artichoke). *Phytochemistry letters*, 2(1): 15-18.
- Perillo B, Di Donato M, Pezone A, Di Zazzo E, Giovannelli P, Galasso G, Migliaccio A. 2020. ROS in cancer therapy: The bright side of the moon. *Experimental & Molecular Medicine*, 52(2): 192-203. <https://doi.org/10.1038/s12276-020-0384-2>.
- Sevindik M, Mohammed FS, Uysal I. 2023. Autism: plants with neuro-psychopharmacotherapeutic potential. *Prospects in Pharmaceutical Sciences*, 21(3): 38-48.
- Sipos P, Hagymási K, Lugasi A, Fehér E, Blázovics A. 2002. Effects of black radish root (*Raphanus sativus L. var niger*) on the colon mucosa in rats fed a fat rich diet. *Phytotherapy Research*: 16(7), 677-679. <https://doi.org/10.1002/ptr.950>.
- Uysal İ, Mohammed FS, Koçer O, Doğan M, Sevindik M. 2023a. Antioxidant and oxidant status, DPPH activity, total phenolic and flavonoid contents of mountain tea (*Sideritis libanotica* subsp. *kurdica* (Bornm.) Hub.-Mor). *International Journal of Chemistry and Technology*, 7(1): 84-87.
- Uysal I, Koçer O, Mohammed FS, Lekesiz Ö, Doğan M, Şabik AE, Sevindik E, Gerçeker FÖ, Sevindik, M. 2023b. Pharmacological and nutritional properties: Genus *Salvia*. *Advances in Pharmacology and Pharmacy*, 11(2): 140-155.
- Yeşiloğlu Y, and Aydın H. 2010. Zencefilin (*Zingiber officinale*) antioksidan aktivitesinin incelenmesi (Sözlü bildiri). 24. *Ulusal Kimya Kongresi, Zonguldak, Türkiye*, ss. 444.