

Sarımsak, Biberiye ve Zerdeçal Ekstraktlarının Fenolik Bileşik Miktarının ve Antifungal ve Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması

Feride DAŞNİK ŞEKER^{*1}, **Mutlu Buket AKIN¹**

¹ Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü / Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Öz: Bu çalışmada üç farklı bitkisel ekstrakt (sarımsak, biberiye, zerdeçal) kullanarak, bu ekstraktların fenolik madde miktarları ile antioksidan ve antifungal özellikleri araştırılmıştır. Bulgular, her üç ekstraktın da antifungal etkiye sahip olduğunu, en yüksek fenolik madde miktarına zerdeçal ekstraktının, en yüksek antifungal ve antioksidan etkiye de sarımsak ekstraktının sahip olduğunu göstermiştir. Besiyerine eklenen ekstraktın oranına bağlı olarak her üç ekstraktın antifungal etkilerinin ve dolayısıyla koruyuculuğunun arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sarımsak, biberiye, zerdeçal, ekstrakt, antifungal

Investigation of Phenolic Compound Amount and Antifungal and Antioxidant Properties of Garlic, Rosemary and Turmeric Extracts

Abstract: In this study, three different herbal extracts (garlic, rosemary, turmeric) were used to investigate the phenolic substance amounts and antioxidant and antifungal properties of these extracts. The findings showed that all three extracts had antifungal effects, turmeric extract had the highest amount of phenolic substances, and garlic extract had the highest antifungal and antioxidant effects. It was determined that the antifungal effects and therefore the protection of all three extracts increased depending on the ratio of the extract added to the medium.

Anahtar kelimeler: Garlic, rosemary, turmeric, extract, antifungal

GİRİŞ

Bitki ekstraktlarının koruyucu etkisi ve gıdalarda güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi nedeniyle son zamanlarda doğal bitki ekstraktlarının popülaritesinde önemli bir artış olmuştur (Baghayeri ve ark., 2018). Aromatik bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olanlarının soğuk algınlığından kanser kadar birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Kaefer ve Milner, 2008). Katkısız ve doğal ürünlere artan talebin etkisiyle son zamanlarda birçok araştırmacı, bazı bitki özlerinin etkili doğal koruyucular olarak olası kullanımını araştırmışlardır (Clarke ve ark., 2017; Nazzaro ve ark., 2017, Serra ve ark., 2018, Roudbary 2023). Sarımsak (*Allium sativum* L.) antioksidan, kardiyovasküler koruma, antikanser, antiinflamatuvar, immünomodülatör, anti-diyabetik, anti-obezite ve antimikrobiyal özellikler gibi biyolojik fonksiyonlarını gösteren bir bitkidir (Boonpeng ve ark., 2014; Hayat ve ark., 2016; Percival, 2016; Seçkiner ve ark., 2014; Zhu ve ark., 2018). Taze sarımsaktan ekstrakte edilen esansiyel yağ, güçlü antioksidan özelliği gösteren dimetil trisülfid, diallil disülfid, diallil sülfid, dialil tetrasülfid, 3-vinil-4H-1,2-dithiin, diallil trisulfide, 1,4-dimetil tetrasülfid, metil allyl disülfid, metil allyl trisülfid gibi organosülfür bileşikleri mono ila hekza dialil sülfürler ve vinil ditiin izomerleri açısından zengindir (Sha ve ark., 2017). Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), flavon bileşikleri, diterpenler, steroidal türevler ve triterpenler gibi farklı aktif doğal bileşenler nedeniyle belirli bakteri suşlarına, mantarlara ve kanser hastalığı türlerine karşı etkili bir doğal koruyucu ajandır (Moghtader ve ark., 2011; Fernandes ve ark., 2017; Alamgir, 2018;). En yüksek antimikrobiyal

aktiviteye sahip bileşikler α -pinen, kafur, bornil asetat ve 1,8-sineoldür (Cutillas ve ark., 2018; Eid ve ark., 2022).

Curcuma longa'nın kökünden üretilen zerdeçal, geniş spektrumlu bir antifungal ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olan kurkumin içermektedir (Zorofchian Moghadamtousi ve ark., 2014; Das, 2016; Yang ve ark., 2022).

Gıdalarda antimikrobiyel olarak kullanılan sentetik koruyucular insan sağlığı açısından risk oluşturabildiği için tüketicilerde endişe uyandırmakta ve doğal katkılara olan talebi arttırmaktadır (Gyawali ve İbrahim, 2014; Caleja ve ark., 2016; Kalem ve ark., 2017). Bu amaçla çalışmamızda sarımsak, biberiye ve zerdeçal ekstraktlarının antifungal, antioksidan ve fenolik bileşik içerikleri araştırılmış ve gıdalarda koruyucu olarak kullanım imkanı değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmamızda kullanılan ekstraktlar (sarımsak, zerdeçal, biberiye) Talya firmasından, *Aspergillus niger*; Yıldız Teknik Kimya ve Metalürji Fakültesi Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü'nden, *Penicillium spp.*; Harran Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'den, *Mucor spp.*küf ise, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden temin edilmiştir.

***Sorumlu Yazar:** feridedsnk@hotmail.com Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: HÜBAP 21052). Doktora tez ürünüdür.

Geliş Tarihi: 30 Kasım 2023

Kabul Tarihi: 20 Aralık 2023

Yöntem

Antifungal etkinin belirlenmesi

Her bitki ekstraktı ve her bir küf için 6 adet petriye otoklavda 121°C' da 15 dakika sterilize edildikten sonra soğutulan 28°C'ye soğutulan PDA besiyeri 10 – 15 ml olacak şekilde dökülmüştür. Petriler oda şartlarında 1 gece bekletilmiştir. Her bir küf için ayrı ayrı olacak şekilde küfler özeyle gevşetilerek ve içerisine 5 ml tamponlanmış Tween 80 ilave edilmiştir. Daha sonra steril filtreden huni yardımıyla süzölmüştür. Oluşan stok çözeltiden 10⁻⁶'ya kadar seyreltme yapılmıştır. Seyreltme yapılan dilüsyonlardan spektrofotometrede okuma yapılmıştır ve 1 gece oda şartlarında bekletilen petrilere yayma ekim yöntemiyle ekim yapılmıştır ve besiyerleri 24–25 °C' da 5 gün inkübasyona bırakılmıştır.

Analizde 5 gün sonunda okuma yapılan petrilere 10⁻² kob/g 'a denk gelen petri seçilerek bir sonraki aşamaya geçilmiştir. Önceki süzöntü işlemi tekrarlanarak 10⁻² kob/g 'a denk gelen petrinin konsantrasyonuna kadar seyreltme işlemi yapılmıştır.

“Agar Kuyu Difüzyon” metodu ile antifungal etkinin belirlenmesinde ise besiyeri olarak PDA kullanılarak iki katlı besiyeri hazırlanmıştır. Besiyeri katılaştıktan sonra küfler için önceden 10² kob/mL'ye ayarlanan dilisyonundan, 0.1 mL yayma ekim yöntemiyle ekilmiştir. Besiyeri yüzeyinde emilmesi beklendikten sonra petrilere merkezleri cam tüp ağzıyla 10 mm çapta delinerek kuyucuklar açılmıştır (Kavas, 2002). Besiyerinde açılan kuyucuklar üzerine ekstraktlar 0.1 ve 0.2 mL olacak şekilde ilave edilmiştir. Örnekler 25°C'de 5-7 gün inkübe edilmiş ve kuyucukların etrafında oluşan zonlar ölçülerek antifungal etki belirlenmiştir.

Kontrollere göre bitki ekstraktlarının % engelleme oranları, $E = \left(\frac{K - M}{K} \right) \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır (Deans ve Svoboda, 1990).

Burada:

E= Engelleme (%)

K= Kontrol petrisindeki koloni çapı (cm)

M= Muameleli petrideki koloni çapı (cm)

Ekstraktların DPPH Radikali Yakalama Aktivitesi Yöntemiyle Antioksidan Analizi

DPPH metodu Singh ve ark. (2002) belirlemiş olduğu metoda göre yapılmıştır. Uygun konsantrasyonlarda seyreltilmiş örneklerden 0.1 mL örnek alınıp 3.9 mL DPPH eklenip 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra 517 nm, de spektrofotometrede absorbans değeri ölçülmüştür. Sonuçlar yüzde inhibisyon değerine göre hesaplanmıştır.

DPPH İnhibasyonu (%) = $\left[\frac{(Ac-As)}{Ac} \times 100 \right]$

Ac; Kontrol Absorbansı,

As; Örneklerin Absorbansı

Fenolik madde tayini

Ekstraktların fenolik madde tayini, Singleton ve Rossi (1965) tarafından bildirilen Folin-ciocalteau metoduna göre belirlenmiştir. Bu yöntemde göre sırasıyla 0.4 mL belirli oranlarda seyreltilmiş örnek üzerine, 2 mL Folin-ciocalteau reaktifi ve 1.6 mL (%7.5 (w/v) sodyum karbonat) çözeltisi ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 1 saat karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Tamamlanan sürenin sonunda spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda örneklerin absorbansları ölçülmüştür. Fenolik madde içeriği gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir.

İstatistiksel analiz

Üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilen denemede ekstraktların antifungal etkilerini gösteren analiz sonuçları SPSS 21.0 paket programı kullanılarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine (ekstrakt çeşidi x ekstrakt oranı x tekerrür), antioksidan ve toplam fenolik madde içerikleri ise one way ANOVA modeline göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur. İncelenen özellikler açısından örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış ve varyans analizinde önemli olanlar DUNCAN testine tabi tutulmuştur (Bek ve Efe, 1995).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sarımsak, biberiye ve zerdeçal ekstraktlarının antifungal etkisi

Sarımsak, zerdeçal ve biberiye ekstraktlarının *Aspergillus niger*, *Penicillium spp* ve *Mucor spp.* küflerine karşı inhibisyon zonları ve küfleri % engelleme oranları Tablo 1 ve Tablo 2 de verilmiştir. Tüm ekstraktların incelenen küflere karşı antifungal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Ekstreler içerisinde *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, ve *Mucor spp.*'ye karşı en yüksek inhibisyon etkisine ve % engelleme oranına sarımsak ekstresinin sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonucun sarımsak ekstresinde bulunan allisin, ajoen, tiyosülfınatlar ve diğer organosülfurat bileşiklerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sarımsağın biyoaktif özellikleriyle ilişkilendirilen başlıca bileşenleri allisin, ajoen, tiyosülfınatlar ve diğer organosülfurat bileşikleridir (Ledezma ve Apitz-Castro, 2006; Pinilla ve ark., 2019;). Sarımsak bitki ekstraktının engelleyici etkisi Bianchi ve ark. (1997) Harris ve ark. (2001); Irkin ve Korukluoglu (2007); Mahmoudabadi ve Nasery (2009); Pundir ve ark. (2010); Arasu ve ark. (2019) tarafından da belirtilmiştir.

Çizelge 1. Ekstraktların küflere karşı inhibisyon zonları (cm)

Ekstraktlar	Oran (ml)	Test organizmasına karşı inhibisyon bölgelerinin çapı (cm)		
		<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>
Zerdeçal	0.1	4,10 ± 0,22 ^{b2}	3,80 ± 0,22 ^{c2}	5,10 ± 0,40 ^{a2}
	0.2	5,30 ± 0,22 ^{b2}	5,53 ± 0,33 ^{c2}	5,80 ± 0,19 ^{a2}
	0	0,00 ± 0,00 ^{b2}	0,00 ± 0,00 ^{c2}	0,00 ± 0,00 ^{a2}
Sarımsak	0.1	4,30 ± 0,19 ^{a3}	5,30 ± 0,34 ^{a1}	5,43 ± 0,29 ^{a1}
	0.2	5,70 ± 0,19 ^{a3}	6,20 ± 0,21 ^{a1}	6,50 ± 0,21 ^{a1}
	0	0,00 ± 0,00 ^{a3}	0,00 ± 0,00 ^{a1}	0,00 ± 0,00 ^{a1}
Biberiye	0.1	3,80 ± 0,09 ^{c1}	4,60 ± 0,59 ^{b3}	5,10 ± 0,33 ^{b3}
	0.2	4,30 ± 0,08 ^{c1}	5,43 ± 0,19 ^{b3}	5,70 ± 0,75 ^{b3}
	0	0,00 ± 0,00 ^{c1}	0,00 ± 0,00 ^{b3}	0,0 ± 0,00 ^{b3}

*a,b,c.. Farklı harflerle gösterilen değerler ekstre çeşidine göre, *1,2,3 farklı rakamlarla gösterilen değerler ekstre oranına göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 2. Ekstraktların küfleri % engelleme miktarları

Ekstraktlar	Oran (ml)	% Engelleme		
		<i>A.niger</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Mucor spp.</i>
Zerdeçal	0,1	50,62 ± 2,02 ^{b2}	46,91 ± 1,75 ^{c3}	62,96 ± 1,01 ^{b2}
	0,2	65,43 ± 2,02 ^{b2}	68,31 ± 3,08 ^{c3}	71,60 ± 2,02 ^{b2}
	0	0,00 ± 0,00 ^{b2}	0,00 ± 0,00 ^{c3}	0,00 ± 0,00 ^{b2}
Sarımsak	0,1	53,09 ± 2,02 ^{a1}	65,84 ± 2,54 ^{a1}	66,67 ± 2,67 ^{a1}
	0,2	70,37 ± 1,01 ^{a1}	76,95 ± 2,54 ^{a1}	80,66 ± 1,54 ^{a1}
	0	0,00 ± 0,00 ^{a1}	0,00 ± 0,00 ^{a1}	0,00 ± 0,00 ^{a1}
Biberiye	0,1	46,91 ± 1,75 ^{c3}	57,20 ± 3,54 ^{b2}	63,79 ± 1,54 ^{b3}
	0,2	53,09 ± 2,02 ^{c3}	67,08 ± 2,33 ^{b2}	70,78 ± 1,54 ^{b3}
	0	0,00 ± 0,00 ^{c3}	0,00 ± 0,00 ^{b2}	0,00 ± 0,00 ^{b3}

*a,b,c.. Farklı harflerle gösterilen değerler ekstre çeşidine göre, *1,2,3 farklı rakamlarla gösterilen değerler ekstre oranına göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

İncelenen küfler üzerinde en yüksek ikinci antifungal etkiye ve % engelleme oranına zerdeçal ekstresinin sahip olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Zerdeçalın küfler karşısında antifungal etkisinin olduğu ve %50,62- %65,43 oranlarında inhibisyon oranı verdiği görülmektedir. Zerdeçalın antifungal aktivitesinin zerdeçal yağı ve kurkumin varlığından kaynaklandığı bildirilmektedir (Arora ve Kaur, 1999; Pundir ve ark., 2010). Zerdeçalın, zerdeçal yağı ve kurkumin varlığı nedeniyle baskın antifungal aktiviteye neden olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Kapoor ve Viraraghavan, 1997; Arora ve Kaur, 1999; Wuthi-udomlert ve ark., 2000; Khattak ve ark., 2005; Jain ve Pundir, 2009; Pundir ve ark., 2010; Hu ve ark., 2017).

İncelenen ekstreler arasında en düşük antifungal etkiye ve % engelleme oranını biberiye ekstresi göstermiştir (p<0.05). Bu da diğer ekstrelerin daha güçlü antifungal etki gösteren bileşikler içermesine bağlanabilir. Biberiyenin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, karnosik asit, karnosol, rosmanol, epirosmanol, izorosmanol, metil karnosat gibi fenolik diterpenlere ve rosmarinik asit gibi diğer fenolik asitlerin varlığına bağlanmaktadır (Cuvelier ve ark., 1996). Elde ettiğimiz bulgular yukarıdaki çalışmalarda elde edilen

sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Çelikel, 2017; Brandt ve ark., 2023).

Ekstre oranı ile inhibisyon oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiş (p<0.05), besiyerlerine ilave edilen ekstrelerin miktarı arttıkça inhibisyon zonlarının ve % engelleme oranlarının da arttığı görülmüştür. Farklı çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Bocate ve ark., 2021; Chintala ve ark., 2023; Brandt ve ark., 2023).

Bitki ekstraktlarının antioksidan etkisi

Sarımsak, biberiye ve zerdeçal ekstraktlarının antioksidan etkiye sahip olduğu belirlenmiş ve ekstreler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek antioksidan etkiyi sarımsak ekstraktı göstermiştir. Bunu sırasıyla biberiye ve zerdeçal ekstraktları takip etmektedir. Panpatil ve ark. (2013) da zencefil, zerdeçal ve sarımsak bitkilerinin antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmada, üç bitkinin de antioksidan etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. En fazla antioksidan etkiyi sırasıyla zencefil, zerdeçal ve taze sarımsağın gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada bu durumun tersi bir etki görülerek sarımsak ekstresinin antioksidan etkisi zerdeçal ekstraktından daha fazla olduğu görülmektedir. Yapılan

çalışmadaki ekstraksiyon yönteminde kullanılan çözücü farklılığı ve antioksidan yönteminin farklılıklarına bağlı olarak farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Çizelge 3: DPPH yöntemiyle % inhibisyon etkisi

Ekstrakt	% İnhibisyon
Zerdeçal	32,92±0,87b
Sarımsak	39,246±0,25a
Biberiye	37,21±0,21a

*^{a,b} Farklı harflerle gösterilen değerler ekstre çeşidine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Birçok çalışmacı tarafından sarımsağın antioksidan etkisinin bulunduğu belirtilmiştir (González-Ramírez ve ark., 2022; Rahman ve ark., 2012). Sarımsak (*Allium sativum* L.) ve tüketime hazır sarımsak ürünlerinin antioksidan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, toplam polifenol içeriğiyle antioksidan etkinin arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (Queiroz ve ark., 2009). Korkmaz- Mutlu (2022)'de DPPH metoduyla yaptıkları antioksidan analizinde sarımsağın antioksidan aktivitesini %74,28 olarak bulmuşlardır. Kurutulmuş ve taze sarımsakların antioksidan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, %50 inhibisyon (IC50) değerleri sırasıyla 0.03 mg/mL, 0.05 mg/mL ve 0.02 mg/mL olduğu ve taze sarımsağın etkisinin kurutulmuşu göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Bozin ve ark., 2008).

Diğer polifenollerin yanı sıra güçlü antioksidan aktivitesiyle iyi bilinen kurkumin, zerdeçalın temel biyoaktif maddeleri içeren polifenollerdir (Miquel ve ark., 2002; Lim ve ark., 2011; Aydın, 2011). Çalışmamızda da %32,92'lik bir inhibisyon oranı belirlenmiştir. Bu sonuç yukarıda belirtilen çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Pérez ve ark. (2007); Bozin ve ark. (2007); Wang ve ark. (2008); Zaouali ve ark. (2010); Rašković ve ark. (2014); Takayama ve ark., (2016); Mekonnen ve Manahile (2017); Bajalan ve ark., (2017); Borges ve ark., (2018) yaptıkları çalışmalarda biberiyenin antioksidan etkisinin olduğu bildirmişlerdir. Rašković ve ark., (2014), biberiye uçucu yağının antioksidan aktivitelerinin kısmen fenolik grupların varlığından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bitki ekstraktlarının fenolik madde miktarı

Sarımsak, biberiye ve zerdeçalın gallik asit eşdeğeri olarak toplam fenolik madde analizi yapılmıştır (Tablo 4). Zerdeçalın toplam fenolik madde içeriğinin sarımsak ve biberiye ekstraktlarına göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek toplam fenolik madde içeriğine zerdeçal ekstraktı sahip olduğu belirlenmiştir.

Zerdeçalın antioksidan ve toplam fenolik içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada, 3 farklı çözücü kullanılarak (etanol, metanol ve sulu ekstraktları) içerikleri belirlenmiş olup, etanol (%60), etanol (%80), metanol (%60), metanol (%80) ve sulu ekstraktları sırasıyla 678,76 mg GAE/ 100 g, 745,76 mg GAE/ 100 g, 523,87 mg GAE/ 100 gr, 682,43 mg GAE/ 100 gr ve 496,76 mg GAE/ 100 gr değerlerini aldıklarını

bildirmişlerdir (Nisar ve ark., 2015). Shan ve ark. (2005) zerdeçalın toplam fenolik içeriğinin 6,3 mg GAE/ g olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4: Toplam fenolik madde içerikleri

Ekstrakt	Gallik asit eşdeğeri toplam fenolik madde (µg/mg)
Zerdeçal	189,165 ± 27,915 ^b
Sarımsak	50,42 ± 2,5 ^a
Biberiye	60 ± 2,92 ^a

*^{a,b} Farklı harflerle gösterilen değerler ekstre çeşidine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Sarımsak (*Allium sativum* L.) ve tüketime hazır sarımsak ürünlerinin antioksidan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, toplam polifenol içeriğinin, analiz edilen ürünlerde 4.78 (tuzlu kıyılmış sarımsak) ile 8.32 µg/mg (kızarmış sarımsak) arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Queiroz ve ark., 2009). Bizim çalışmamızda kullanılan sarımsağın diğer ekstraktlara göre fenolik içeriğinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bulguların arasındaki farklar, deneysel parametrelerdeki farklılıklar ve hammaddedeki doğal niteliksel ve niceliksel değişkenlik gibi faktörlerle açıklanabilir.

Terpinc ve ark., (2009)'da biberiye ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerini karnosik asit eşdeğeri olarak 300 ± 1- 966 ± 4 mg/g olarak değiştiğini ve miktarı arttıkça fenolik içeriklerinde doğrusal bir şekilde arttığını bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bazı bitki ekstraktlarının (sarımsak, biberiye, zerdeçal) antifungal, antioksidan ve fenolik bileşikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Tüm ekstraktlar (sarımsak, biberiye ve zerdeçal) çalışmada kullanılan üç küf türüne (*Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*) karşı antifungal özellik göstermiştir. Küf türlerine karşı en fazla antifungal etkiyi sarımsak ekstraktı göstermiştir. Daha sonra ise sırasıyla zerdeçal ve biberiye ekstraktları da antifungal etki göstermiştir. Ekstraktların konsantrasyonları arttıkça engelleme oranlarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Tüm ekstraktlar antioksidan etki göstermekte olup, istatistiki olarak aralarındaki fark önemli görülmüştür. En fazla antioksidan etkiyi sarımsak ekstraktı göstermektedir. İkinci olarak biberiye ekstraktı etki gösterirken, en az etkiyi zerdeçal ekstraktı göstermektedir. Toplam fenolik madde içeriklerinde en fazla etkiyi zerdeçal ekstraktı gösterirken, sırasıyla biberiye ve sarımsak ekstraktıda fenolik içerik göstermiştir ve istatistiki olarak aralarındaki fark önemli bulunmuştur.

Bu veriler ışığında, incelenen ekstraktların (sarımsak, zerdeçal ve biberiye) antifungal, antioksidan etkileri gözönüne alınarak gıdalarda koruyucu olarak kullanılabileceği sonucuna varılmış olup, gıda sistemlerinde doğal koruyucu olarak kullanılması önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (HÜBAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: HÜBAP 21052). Yazar Feride DAŞNİK ŞEKER'in doktora tezinden üretilmiştir. Yazar Feride DAŞNİK ŞEKER Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından 100/2000 doktora burs programı ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK; 2211-A) doktora burs programı ile desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Alamgir ANM (2018) Secondary metabolites: Secondary metabolic products consisting of C and H; C, H, and O; N, S, and P elements; and O/N heterocycles. Therapeutic Use of Medicinal Plants and their Extracts, Phytochemistry and Bioactive Compounds, 2:165-309.
- Arasu MV, Viayaraghavan P, Ilavenil S, Al-Dhabi NA, Choi KC (2019) Essential oil of four medicinal plants and protective properties in plum fruits against the spoilage bacteria and fungi. Industrial Crops and Products, 133:54-62.
- Arora DS, Kaur J (1999) Antimicrobial activity of spices. International journal of antimicrobial agents, 12(3):257-262.
- Aydın H (2011) Bazı baharatların farklı ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Baghayeri M, Mahdavi B, Hosseini-Mohsen Abadi Z, Farhadi S (2018) Green synthesis of silver nanoparticles using water extract of *Salvia leriifolia*: Antibacterial studies and applications as catalysts in the electrochemical detection of nitrite. Applied Organometallic Chemistry, 32(2): e4057.
- Bajalan I, Rouzbahani R, Pirbalouti AG, Maggi F (2017) Antioxidant and antibacterial activities of the essential oils obtained from seven Iranian populations of *Rosmarinus officinalis*. Industrial crops and products, 107:305-311.
- Bek Y, Efe E (1995) Araştırma ve Deneme Metotları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Ders Notları, No:71, Adana, 200 s.
- Bianchi A, Zambonelli A, D'Aulerio AZ, Bellesia F (1997) Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi in vitro. Plant disease, 81(11): 1241-1246.
- Bocate KP, Evangelista AG, Luciano FB (2021) Garlic essential oil as an antifungal and anti-mycotoxin agent in stored corn. LWT, 147:111600.
- Boonpeng S, Siripongvutikorn S, Sae-wong C, Sutthirak P (2014) The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. Food Science & Nutrition, 2(6):792-801.
- Borges RS, Lima ES, Keita H, Ferreira IM, Fernandes CP, Cruz RAS, Carvalho JCT (2018) Anti-inflammatory and antialgic actions of a nanoemulsion of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and a molecular docking study of its major chemical constituents. Inflammopharmacology, 26:183-195.
- Bostanci MT, Bulbul AS, Celik IS, Kocabas YZ, Burhan H, Bayat R, Karimi-Maleh H (2022) Investigation of antibacterial, antifungal, antibiofilm, antioxidant and anticancer properties of methanol extracts of *Salvia marashica* İlçim, Celep & Doğan and *Salvia caespitosa* Montbret & Aucher ex Benth plants with medicinal importance. Chemosphere, 288:132602.
- Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Goran A, Igic R (2008) Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food chemistry, 111(4):925-929.
- Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Jovin E (2007) Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. Journal of agricultural and food chemistry, 55(19):7879-7885.
- Brandt CC, Lobo VS, Fiametti KG, Wancura JH, Oro CE, Oliveira JV (2023) Rosemary essential oil microemulsions as antimicrobial and antioxidant agent in tomato paste. Food Chemistry Advances, 2:100295.
- Caleja C, Barros L, Antonio AL, Carcho M, Oliveira MBP, Ferreira IC (2016) Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. Food chemistry, 210:262-268.
- Chintala S, Laishram R, Mondal P, Pal K, Kantamraju P, Ghosh S, Sahana N (2023) Turmeric (*Curcuma longa* L.) rhizome extract mediated silver nanoformulation exhibits enhanced antifungal property against *Rhizoctonia solani* and boosts innate immunity of rice. Industrial Crops and Products, 206:117616.
- Clarke D, Tyuftin AA, Cruz-Romero MC, Bolton D, Fanning S, Pankaj SK, Kerry JP (2017) Surface attachment of active antimicrobial coatings onto conventional plastic-based laminates and performance assessment of these materials on the storage life of vacuum packaged beef sub-primals. Food microbiology, 62:196-201.
- Cutillas AB, Carrasco A, Martinez-Gutierrez R, Tomas V, Tudela J (2018) *Rosmarinus officinalis* L. essential oils from Spain: Composition, antioxidant capacity, lipoxygenase and acetylcholinesterase inhibitory capacities, and antimicrobial activities. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology, 152(6):1282-1292.
- Cuvellier ME, Richard H, Berset C (1996) Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(5):645-652.
- Çelikel A (2017) Yenilebilir film ve çeşitli baharat karışımlarının optimizasyonu ve eritme peynirlerinin kaplamasındaki kullanım olanakları. Doktora tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Das K (2016) Turmeric (*Curcuma longa*) oils. In Essential oils in food preservation, flavor and safety, Academic Press. pp. 835-841.
- Deans SG ve Svoboda KP (1990) The Antimicrobial Properties of Marjoram (*Origanum majorana* L.) Volatile Oil. Flavour Fragr. Journal, 5: 187-190.
- Eid AM, Jaradat N, Issa L, Abu-Hasan A, Salah N, Dalal M, Zarour A (2022) Evaluation of anticancer, antimicrobial, and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis*) essential oil and its Nanoemulgel. European Journal of Integrative Medicine, 55:102175.

- Fernandes RVDB, Guimarães IC, Ferreira CLR, Botrel DA, Borges SV, de Souza AU (2017) Microencapsulated rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil as a biopreservative in minas frescal cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1): e12759.
- González-Ramírez PJ, Pascual-Mathey LI, García-Rodríguez RV, Jiménez M, Beristain CI, Sanchez-Medina A, Pascual-Pineda LA (2022) Effect of relative humidity on the metabolite profiles, antioxidant activity and sensory acceptance of black garlic processing. *Food Bioscience*, 48:101827.
- Gyawali R, Ibrahim SA (2014) Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*, 46:412-429.
- Harris JC, Cottrell SL, Plummer S, Lloyd D (2001) Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Applied microbiology and biotechnology*, 57:282-286.
- Hayat S, Cheng Z, Ahmad H, Ali M, Chen X, Wang M (2016) Garlic, from remedy to stimulant: evaluation of antifungal potential reveals diversity in phytoalexin allicin content among garlic cultivars; allicin containing aqueous garlic extracts trigger antioxidants in cucumber. *Frontiers in plant science*, 7:1235.
- Hu Y, Zhang J, Kong W, Zhao G, Yang M (2017) Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry*, 220:1-8.
- Irkin R, Korukluoglu M (2007) Control of *Aspergillus niger* with garlic, onion and leek extracts. *African Journal of Biotechnology*, 6(4).
- Jain P, Pundir RK (2009) Antibiotic sensitivity pattern of *Streptococcus mutans* against commercially available drugs. *J Pharm Res*, 2(7):1250-1252.
- Kaefer CM, Milner JA (2008) The role of herbs and spices in cancer prevention. *The Journal of nutritional biochemistry*, 19(6):347-361.
- Kalem IK, Bhat ZF, Kumar S, Desai A (2017) *Terminalia arjuna*: A novel natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of muscle foods. *Food Science and Human Wellness*, 6(4):167-175.
- Kapoor A, Viraraghavan T (1997) Heavy metal biosorption sites in *Aspergillus niger*. *Bioresource technology*, 61(3):221-227.
- Kavas C (2002) Gıda Sanayinde Starter Kültür Olarak Kullanılan Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Antifungal Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 54s.
- Khattak S, Rehman S, Shah HU, Ahmad W, Ahmad M (2005) Biological effects of indigenous medicinal plants *Curcuma longa* and *Alpinia galangal*. *Fitoterapia*, 76(2): 254-257.
- Korkmaz-Mutlu E (2022) Soğukta Muhafaza Edilen Sığır, Tavuk Ve Hindi Etlerinin Raf Ömrü Ve Kalitesi Üzerine Sarımsak (*Allium Sativum*) Ve Soğanın (*Allium Cepa*) Etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ledezma E, Apitz-Castro R (2006) Ajoene the main active compound of garlic (*Allium sativum*): a new antifungal agent. *Revista iberoamericana de micologia*, 23(2):75-80.
- Lim KJ, Bisht S, Bar EE, Maitra A, Eberhart CG (2011) A polymeric nanoparticle formulation of curcumin inhibits growth, clonogenicity and stem-like fraction in malignant brain tumors. *Cancer biology & therapy*, 11(5):464-473.
- Mahmoudabadi AZ, Nasery MG (2009) Antifungal activity of shallot, *Allium ascalonicum* Linn.(Liliaceae), in vitro. *J. Med. Plants Res*, 3(5):450-453.
- Mekonnen M, Manahile B (2017) Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkilerinde *Fusarium oxysporum*'un neden olduğu verim kayıplarının değerlendirilmesi. *Afrika Tarımsal Araştırma Dergisi*, 12(19): 1669-1673.
- Miquel J, Bernd A, Sempere JM, Diaz-Alperi J, Ramirez A (2002) The curcuma antioxidants: pharmacological effects and prospects for future clinical use. A review. *Archives of gerontology and geriatrics*, 34(1):37-46.
- Moghtader M, Salari H, Farahmand A (2011) Evaluation of the antifungal effects of rosemary oil and comparison with synthetic borneol and fungicide on the growth of *Aspergillus flavus*. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3(6):210-214.
- Nazzaro F, Fratianni F, Coppola R, De Feo V (2017) Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*, 10(4):86.
- Nicosia MGLD, Pangallo S, Raphael G, Romeo FV, Strano MC, Rapisarda P, Schena L (2016) Control of postharvest fungal rots on citrus fruit and sweet cherries using a pomegranate peel extract. *Postharvest Biology and Technology*, 114:54-61.
- Nisar T, Iqbal M, Raza A, Safdar M, Iftikhar F, Waheed M (2015) Turmeric: A promising spice for phytochemical and antimicrobial activities. *Am Eur J Agric Environ Sci*, 15(7):1278-88.
- Panpatil VV, Tattari S, Kota N, Nimgulkar C, Polasa K (2013) In vitro evaluation on antioxidant and antimicrobial activity of spice extracts of ginger, turmeric and garlic. *Journal of Pharmacognosy and phytochemistry*, 2(3):143-148.
- Percival SS (2016) Aged garlic extract modifies human immunity. *The Journal of nutrition*, 146(2):433-436.
- Pérez MB, Calderon NL Croci CA (2007) Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food chemistry*, 104(2):585-592.
- Pinilla CMB, Thys RCS, Brandelli A (2019) Antifungal properties of phosphatidylcholine-oleic acid liposomes encapsulating garlic against environmental fungal in wheat bread. *International Journal of Food Microbiology*, 293:72-78.
- Pundir RK, Jain P, Sharma C (2010) Antimicrobial activity of ethanolic extracts of *Syzygium aromaticum* and *Allium sativum* against food associated bacteria and fungi. *Ethnobotanical Leaflets*, 2010(3):11.
- Rahman UH, Khattak AM, Sadiq M, Ullah K, Javeria S, Ullah I (2012) Influence of different weed management

- practices on yield of garlic crop. *Sarhad Journal of Agriculture*, 28(2):213-218.
- Rašković A, Milanović I, Pavlović N, Čebović T, Vukmirović S, Mikov M (2014) Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC complementary and alternative medicine*, 14(1): 1-9.
- Rivero-Pino F, Leon MJ, Millan-Linares MC, Montserrat-de la Paz S (2023) Antimicrobial plant-derived peptides obtained by enzymatic hydrolysis and fermentation as components to improve current food systems. *Trends in Food Science & Technology*.
- Roudbary M, Alimohammadi A, Tavallaee MR, Zarimeidani R, Nikoomehsh F (2023) Antifungal activity of *Thymus kotschyianus* extract: An in vitro study on the expression of CDR1 and CDR2 genes in clinical isolates of *Candida albicans*. *Journal of Herbal Medicine*, 38: 100644.
- Queiroz YS, Ishimoto EY, Bastos DH, Sampaio GR, Torres EA (2009) Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*, 115(1):371-374.
- Seçkiner I, Bayrak O, Can M, Mungan AG, Mungan NA (2014) Garlic supplemented diet attenuates gentamicin nephrotoxicity in rats. *International Braz. Journal*, 40: 562-567.
- Serra E, Hidalgo-Bastida LA, Verran J, Williams D, Malic S (2018) Antifungal activity of commercial essential oils and biocides against *Candida albicans*. *Pathogens*, 7(1): 15.
- Sha R, Wu Y, Cai C, Mao J, Liu S, Wang W (2017) Preparation of a nanoscale garlic oil microemulsion and its antioxidant activity. *Nanoscience and Nanotechnology Letters*, 9(2):123-133.
- Shan B, Cai YZ, Sun M, Corke H (2005) Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 53:7749-7759.
- Singh RP, Chidambara Murthy KN, Jayaprakasha GK (2002) Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(1):81-86.
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3):144-158.
- Takayama C, de-Faria FM de Almeida ACA, Dunder, RJ, Manzo, LP, Socca, EAR, Luiz-Ferreira, A (2016) *Rosmarinus officinalis* esansiyel yağının kimyasal bileşimi ve sıçanda mutlak etanolün neden olduğu mide hasarına karşı antioksidan etki. *Asya Pasifik tropikal biyotıp dergisi*, 6(8):677-681.
- Terpinc P, Bezjak M, Abramovič H (2009) A kinetic model for evaluation of the antioxidant activity of several rosemary extracts. *Food Chemistry*, 115(2):740-744.
- Wang W, Wu N, Zu YG, Fu YJ (2008) Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry*, 108(3):1019-1022.
- Wuthi-Udomlert M, Grisanapan W, Luanratana O, Caichompoo W (2000) Antifungal activity of *Curcuma longa* grown in Thailand. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 31:178-182.
- Yang C, Lu JH, Xu MT, Shi XC, Song ZW, Chen TM, Wang SY (2022) Evaluation of chitosan coatings enriched with turmeric and green tea extracts on postharvest preservation of strawberries. *LWT*, 163:113551.
- Zaouali Y, Bouzaine T, Boussaid M (2010) Essential oils composition in two *Rosmarinus officinalis* L. varieties and incidence for antimicrobial and antioxidant activities. *Food and Chemical Toxicology*, 48(11):3144-3152.
- Zhu Y, Anand R, Geng X, Ding Y (2018) A mini review: garlic extract and vascular diseases. *Neurological research*, 40(6):421-425.
- Zorofchian Moghadamtousi S, Abdul Kadir H, Hassandarvish P, Tajik H, Abubakar S, Zandi K (2014) A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *BioMed research international*, 2014.

