



## Antifungal Effects of Some Raw Purple Vegetables on Foodborne Molds by Ethanol Extracts<sup>#</sup>

Gökhan Akarca<sup>1,a,\*</sup>, Oktay Tomar<sup>2,b</sup>, Elif Başpınar<sup>1,c</sup>, Gamze Yıldırım<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Afyon Kocatepe University, 03200 Afyon, Turkey

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture and Natural Science, Kocaeli University, 41285 Kocaeli, Turkey.

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented as an oral presentation at the 1<sup>st</sup> International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 22/11/2019 Accepted : 27/12/2019</p> <p>Keywords: Purple vegetables Antioxidant Antifungal Disc diffusion Ethanol extract</p>	<p>Vegetables; in terms of vitamins, nutritional fiber, phenolic component and mineral matter has an important role in human nutrition. There are many species of purple-red vegetables, some of which are well-known, such as red beet (<i>Beta vulgaris</i>), black carrot (<i>Daucus carota ssp. sativus</i> var. <i>atrorubens</i> Alef), black radish (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>niger</i>), purple cabbage (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>). Purple or red vegetables have higher antioxidant potential compared to other vegetables, which have many beneficial properties such as antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory and liver protection. Each of vegetables which is black carrot, beetroot, black radish and purple cabbage contains p-coumaric acid, betaxanthin, ellagic acid and indole-3-carbinol respectively. In this study, Antifungal effect of ethanol extracts obtained from red beet, black carrot, black radish which are inner and peel part, purple cabbage against 7 different subspecies of <i>Penicillium</i>, 6 different subspecies of <i>Aspergillus</i> and <i>Mucor racemosus</i>, <i>Botrytis cinerea</i>, <i>Geotrichum candidum</i>, <i>Cladosporium cladosporioides</i>, <i>Rhizopus nigricans</i> species were determined by using disk diffusion method. As a consequence; it was determined that 7 different samples had antifungal effect on 18 different mold species at various rate. The highest antifungal effect was observed with 23.05±0.05 mm zone diameter against <i>A. fumigatus</i> in black radish inner part ethanol extract. This value was pursued by red beet inner part ethanol extract against <i>M. racemosus</i> with 21.44±0.12 mm zone diameter. It was concluded that the lowest antifungal effect on mold species except for <i>P. citrinum</i>, <i>P. solitum</i> and <i>B. cinerea</i> in purple cabbage extract.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 436-441, 2020

## Bazı Çiğ Olarak Tüketilen Mor Sebzelerin Etanol Ekstraktlarının Gıda Kaynaklı Küfler Üzerindeki Antifungal Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 22/11/2019 Kabul : 27/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mor sebzeler Antioksidan Antifungal Disk difüzyon Etanol ekstraktı</p>	<p>Sebzeler; vitamin, besinsel lif, fenolik bileşen ve mineral madde bakımından insan beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Mor-kırmızı renkli sebzelerin birçok türü olup bunlardan en bilinen türlerinden bazıları kırmızı pancar (<i>Beta vulgaris</i>), kara havuç (<i>Daucus carota ssp. sativus</i> var. <i>atrorubens</i> Alef), kara turp (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>niger</i>), Mor lahanası (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>) gibi sebzelerdir. Mor veya kırmızı renkli sebzeler diğer sebzelere kıyasla daha yüksek antioksidan potansiyeline sahip olup, antioksidan etkilerinin yanı sıra antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuar, karaciğer koruyucu gibi birçok faydalı özellikleri bulunur. Kara havuç, kırmızı pancar, kara turp ve mor lahanası sebzelerinin her biri sırasıyla p-kumarik asit, betaxanthin, elajik asit ve indol-3-karbinol içerir. Çalışmamızda; kırmızı pancar, kara havuç, kara turp iç ve kabuk kısımları ile mor lahanadan elde edilen etanol ekstraktlarının 7 farklı <i>Penicillium</i>, 6 farklı <i>Aspergillus</i> türleri ile <i>Mucor racemosus</i>, <i>Botrytis cinerea</i>, <i>Geotrichum candidum</i>, <i>Cladosporium cladosporioides</i>, <i>Rhizopus nigricans</i> türlerine karşı antifungal etkisi disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, 7 farklı örneğin 18 farklı küf türü üzerinde değişik oranlarda antifungal etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antifungal etki 23,05±0,05 mm zon çapı ile <i>A. fumigatus</i>'a karşı kara turp iç etanol ekstraktında gözlenmiştir. Bu değeri 21,44±0,12 mm zon çapı ile <i>M. racemosus</i>'a karşı kırmızı pancar iç etanol ekstraktı takip etmiştir. Mor lahanası ekstraktının <i>P. citrinum</i>, <i>P. solitum</i> ve <i>B. cinerea</i> türleri hariç diğer küf türleri üzerinde en az antifungal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.</p>

<sup>a</sup> [gakarca@aku.edu.tr](mailto:gakarca@aku.edu.tr)  
<sup>c</sup> [e.baspinar03@hotmail.com](mailto:e.baspinar03@hotmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5055-2722> | <sup>d</sup> [oktaytomar@hotmail.com](mailto:oktaytomar@hotmail.com)  
<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5201-0663> | <sup>d</sup> [gamzey100@gmail.com](mailto:gamzey100@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5761-7157>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7260-7130>



## Giriş

Türkiye de iklim çeşitliliğinden dolayı birçok sebze türü kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Bu sebzeler içerisinde mor renge sahip olanların içerdiği antioksidan, vitamin ve daha birçok bileşen ile insan sağlığına oldukça faydası bulunmaktadır. Özellikle kışın tüketilmesi gereken bu gıdalar, bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Sebzelere mor rengini veren antosiyanin pigmenti hücrelerin yaşlanmasını önlemektedir.

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* var. *cruenta* Alef.) *Amaranthaceae* familyasına ait bir bitki olup Dünya da en fazla Amerika, Avrupa ve Hindistan da yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir. Türkiye de ise genel olarak Akdeniz kıyı şeridi başta olmak üzere, Marmara ve Ege Bölgesi'nde üretilmektedir (Özler ve Kılıç, 1996). Kırmızı pancar özellikle nitrat, karotenoidler, askorbik asit, fenolik maddeler ve betalainler açısından zengindir (Janiszewska, 2014). Ayrıca, ferulik, protokatekuik, vanilya, p-kumarik, p-hidroksibenzoik gibi önemli fenolik bileşenlerini de içermektedir (Kujala, 2000). Bu fenolik bileşikler önemli derece antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser gibi birçok biyolojik aktiviteye sahiptir (Ren et al., 2003; Mohammed et al., 2019; Sevindik, 2019). Bu kapsamda bu bileşikler içeren gıdalar önemli hastalıkların önlenmesinde önemli doğal materyallerdir.

Ana vatanı Orta Asya ve Yakın Doğu olan havuç (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef) şemsiyegiller (*Umbelliferae-Apiaceae*) familyasında yer almaktadır (Canpolat ve Tülek, 2016). Türkiye'de en fazla İç Anadolu Bölgesi (Konya yöresi), Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesinde üretilmektedir (Çabuk, 2014). Havuç yüksek besin değeri ve biyoaktif bileşen konsantrasyonu ile herkes tarafından bilinen ve ekonomik öneme sahip bahçe bitkileri sınıfında yer almaktadır. Havucun, hem lipofilik (karotenoidler) hem de hidrofilik (fenolik bileşikler) bileşiklerin yanı sıra antioksidanlar bakımından da zengin olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Karotenoid içeriği, havuç genotipleri arasında önemli ölçüde değişimle birlikte, genellikle turuncu havuçların yüksek miktarda  $\alpha$ - ve  $\beta$ -karoten, sarı havuçların, lutein, kırmızı renkli havuçların ise; likopen kaynaklı antosiyaninlerce zengin olduğu ifade edilmektedir (Sun ve ark., 2009; Arscott ve Tanumihardjo, 2010). Mor kök geliştiren havuçların, diğer köklerden ortalama 9 kat daha fazla fenolik bileşiklere sahip olduğu bilinmektedir (Leja ve ark., 2013).

Güney Asya'da geniş üretimi bulunan, turp (*Raphanus sativus* L. var. *niger*), *Brassicaceae* familyasına ait bir bitkidir (Wang ve He, 2005). Türkiye de İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde üretimi yaygındır (Akan ve ark., 2013). Kırmızı ve siyah renkli turpların aromalarının diğer renkli turplara göre daha kuvvetli olduğu ifade edilmektedir. Siyah turp köklerinin yüksek oranda antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Lugasi ve ark., 2001). Ayrıca turp, antosiyanin, glukozinat, izotiyosiyanat gibi biyoaktif bileşenler açısından da zengindir (İnan ve ark., 2016).

Mor lahanada (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) Güney Avrupa kökenli ve günümüzde tüm Avrupa'da yetiştirilen, *Cruciferae* familyasına ait bir bitki olarak tanımlanmaktadır (Yemiş ve Artık, 2007). Türkiye de en fazla Karadeniz, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde

yaygın üretimi yapılmaktadır. Zengin C, B5 (pantotenik asit), B6 (piridoksin) ve B1 (tiyamin) vitaminleri ile antioksidan ve fito-kimyasalların kaynağı olduğu belirtilmektedir (Draghici ve ark., 2013).

Bu araştırmada; kırmızı pancar, kara havuç, kara turp iç ve kabuk kısımları ile mor lahanadan elde edilen etanol ekstraktlarının gıdalarda en fazla izole edilen küf türlerinden olan; *P. notatum*, *P. solitum*, *P. citrinum*, *P. expansum*, *P. chrysogenum*, *P. glaucum*, *P. verrucosum*, *A. niger*, *A. neoniger*, *A. nidulans*, *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, *C. cladosporioides*, *B. cinerea*, *R. nigricans*, *M. racemosus* ve *G. candidum*'a (Ünlütürk ve Turantaş, 2003), karşı antifungal etkilerinin disk difüzyon yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Araştırmada kullanılan mor sebzeler, Afyonkarahisar ili halk pazarından temin edilerek, gerekli alt tür ve varyete düzeyinde teşhisi Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyeleri tarafından yapıldıktan sonra, Afyon Kocatepe üniversitesi mühendislik fakültesi mikrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir.

### Etanol Ekstraktlarının Hazırlanması

Araştırmada kullanılan taze bitkiler steril su ile yıkandıktan sonra, steril bir bıçak yardımı ile kabukları soyulmuş ve iç kısımları bir blender yardımı ile küçük parçalara ayrılmıştır. Bitkilerin kabuk ve iç kısımlarından 100'er gram tartılarak, üzerlerine ayrı ayrı 400'er mL %80'lik etanol ilave edilmiştir. Ardından 24 saat boyunca shaker (WiseShake® SHO-2D) kullanılarak 120 rpm'de karanlık bir odada karıştırılmıştır. Süre sonunda karışımlar sterilize kağıdından (Whatman, Grade 54, Diameter 55 mm) süzülerek, rotary evaporatöre (Heidolph Hei-VAP value) alınarak 100 rpm devirde; 40°C' de çözücü ve sıvı ekstrakt kısımları birbirinden ayrılmıştır. Ardından ekstraktlar steril renkli cam şişeler içerisine alınmıştır.

### Ekstrakt İçeren Disklerin Hazırlanması

Hazırlanan ekstraktlardan 100 µL steril bir pipet yardımı (Research Plus, Eppendorf) ile alınarak 6 mm zon çapına sahip boş antibiyogram disklerine (Bio-Disk 316010001) emdirilmiştir. Disklerin ekstraktları emmesi için petri kutuları kapakları kapalı şekilde 1 saat boyunca buzdolabında (4°C'de) bekletilmiştir (Akarca ve ark., 2019).

### Kullanılan Mikroorganizmalar

Antifungal aktivite de *P. notatum* (ATCC 9478), *P. solitum* (ATCC 22646), *P. citrinum* (ATCC 9849), *P. expansum* (ATCC 24692), *P. chrysogenum* (ATCC 10106), *P. glaucum* (ATCC 9849), *P. verrucosum* (ATCC 18411), *A. niger* (ATCC 16888), *A. neoniger*, *A. nidulans* (ATCC 10074) *A. flavus* (ATCC 204304), *A. ochraceus* (ATCC 18500) *A. fumigatus* (ATCC 204305 ), *C. cladosporioides* (ATCC 16022), *B. cinerea* (ATCC 11542) *R. nigricans* (ATCC 6227b) *M. racemosus* (ATCC 42647) ve *G. candidum* (ATCC 62218) küfleri kullanılmıştır.

### İnokulanın Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak besiyeri CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) laboratuvarının M44-A2 dökümanındaki metoda göre Mueller-Hinton agar, %2 glukoz, 0,5 µg/mL metilen mavisi ile hazırlanmıştır. Küfler, Malt Extract Agar (Merck, Almanya, 1.05398) üretilmiş bir gecelik kültürün, tek düşmüş kolonilerden steril bir öze yardımıyla alınmıştır. Alınan koloniler fizyolojik tuzlu su içerisinde homojen bir bulanıklık oluşacak şekilde süspansiyon edilmiştir. Elde edilen inokulum süspansiyonunun yoğunluğu 0,5 McFarland standardına eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Yoğunluk kontrolü McFarland bulanıklık standardı ile kontrol edilmiştir (CLSI, 2004).

### Disk Difüzyon Metodunun Uygulanması

Elde edilen inokula oda sıcaklığındaki Müller Hinton Agara (Merck 1,05437) (MHA) inokule edilmiştir. İnokülasyon işleminde; steril bir eküvyon çubuğu hazırlanan küf süspansiyonuna daldırılmış, içerisinde birkaç kez döndürülmüş, süspansiyonun dışında tüpün iç duvarına bastırılarak eküvyon üzerindeki fazla sıvının uzaklaştırılması sağlanmıştır. Ardından inokülasyon steril pamuklu eküvyon çubuğu kullanılarak besiyeri yüzeyine üç yönde eşit olarak yayılmıştır.

Üzerine 100 µL ekstrakt emdirilmiş diskler zonların birbirine değemeyeceği kadar uzaklığa yerleştirildikten sonra etüvde (Incucell, MMM, Almanya) 25°C'de 72-96 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda oluşan zonların çapları 3 tekrerrür olacak şekilde, yeterli bir ışık altında dijital bir kumpas ile mm olarak ölçülmüştür (Gülmez, 2010).

### İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma iki tekrerrürlü ve iki paralel olacak şekilde yapılmış, sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS istatistik paket programı (SPSS Inc., ABD) kullanılarak

yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, örnekler arasındaki anlamlı farkları test etmek için tek yönlü varyans analizi ve çift yönlü ANOVA ile test edilmiş, farkların önemi, P<0,05 olarak tanımlanmıştır. Ayrıca gruplar arasında bir fark gözlemlendiğinde, anlamlılık seviyelerini belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. Sonuçlar çalışmaların ortalaması ve standart sapma şeklinde verilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Kırmızı pancar, kara havuç, kara turp iç ve kabuk kısımları ile mor lahanadan elde edilen etanol ekstraktlarının bazı küf türleri üzerindeki antifungal etkilerinin disk difüzyon metoduna göre belirlenmesi ile elde edilen ortalama sonuçlar (Tablo 1), mor sebze ekstraktlarının laboratuvarımızda belirlenen bazı standartlara göre antifungal etkileri (Tablo 2) ve ortalama varyans analiz sonuçları (Tablo 3)'te gösterilmiştir. Çalışma sonucunda en fazla antifungal etkinin 23,05±0,05 mm zon çapı ile *A. fumigatus*'a karşı kara turp iç etanol ekstraktında olduğu ve bu değeri 21,44±0,12 mm zon çapı ile *M. racemosus*'a üzerine kırmızı pancar iç kısmından elde edilen etanol ekstraktının takip ettiği gözlemlenmiştir. *P. citrinum*, *P. solitum*, *P. glaucum* ve *B. cinerea* türleri hariç geriye kalan tüm küfler üzerinde, 7,00±0,00 mm zon çapı ile mor lahananın en az antifungal etkiye sahip sebze olduğu belirlenmiştir. Genel anlamda bitki iç kısımları daha fazla antifungal etki gösterse de, bazı küf türleri üzerinde kabuk kısmının daha etkili olduğu tespit edilmiştir. *M. racemosus* pancar iç etanol ekstraktı 21,44±0,12 mm zon çapı ile 19,47±0,04 mm zon çapına sahip pancar kabuk etanol ekstraktından daha fazla antifungal etki göstermiştir. Tüm bitki ekstraktları içerisinde, *A. fumigatus* üzerinde en düşük antifungal etki mor lahanadan elde edilmiş etanol ekstraktının olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Kırmızı Pancar, Kara Havuç, Siyah Turp Kabuk ve İç Kısımları ve Mor Lahana Etanol Ekstraktlarının Antifungal Etkileri (mm zon çapı)

Table 1. Antifungal Effects of Ethanol Extracts obtained from Beetroot, Black Carrot, Black Radish Peel and Pomace and Red Cabbage on Some Molds (mm zone diameter).

Küf	Kırmızı Pancar Kabuk	Kırmızı Pancar İç	Kara Havuç Kabuk	Kara Havuç İç	Kara Turp Kabuk	Kara Turp İç	Mor Lahana
1	7,00±0,00 <sup>C1</sup>	7,00±0,00 <sup>Cj</sup>	10,07±0,06 <sup>Bc</sup>	11,24±0,08 <sup>Ad</sup>	7,00±0,00 <sup>Cn</sup>	9,84±0,01 <sup>A1</sup>	7,00±0,00 <sup>De</sup>
2	14,38±4,25 <sup>Bc</sup>	18,11±0,06 <sup>ABc</sup>	9,31±0,09 <sup>CDd</sup>	10,70±0,06 <sup>CDf</sup>	14,51±0,08 <sup>BCe</sup>	11,38±0,16 <sup>Bf</sup>	9,33±0,07 <sup>Cc</sup>
3	11,16±2,40 <sup>Bd</sup>	19,39±0,15 <sup>Ab</sup>	9,22±0,06 <sup>BCd</sup>	11,69±0,11 <sup>Bc</sup>	9,89±0,11 <sup>BCj</sup>	16,61±0,06 <sup>Ac</sup>	10,17±0,06 <sup>Db</sup>
4	8,06±1,22 <sup>Bh</sup>	9,88±0,05 <sup>Af</sup>	7,00±0,00 <sup>Bf</sup>	7,00±0,00 <sup>Bg</sup>	7,00±0,00 <sup>Bn</sup>	11,52±0,08 <sup>Df</sup>	7,00±0,00 <sup>Ge</sup>
5	7,00±0,00 <sup>Bi</sup>	7,00±0,00 <sup>Bj</sup>	7,00±0,00 <sup>Bf</sup>	7,00±0,00 <sup>Bg</sup>	7,00±0,00 <sup>Bn</sup>	13,70±0,08 <sup>Ae</sup>	7,00±0,00 <sup>Ce</sup>
6	7,00±0,00 <sup>C1</sup>	8,77±0,08 <sup>Bh</sup>	7,00±0,00 <sup>Cf</sup>	7,00±0,00 <sup>Cg</sup>	7,00±0,00 <sup>Cn</sup>	13,60±0,09 <sup>De</sup>	7,18±0,11 <sup>Gd</sup>
7	7,89±0,08 <sup>Eh</sup>	9,00±0,03 <sup>Dg</sup>	7,00±0,00 <sup>Gf</sup>	10,76±0,08 <sup>Bf</sup>	7,41±0,11 <sup>Fm</sup>	7,00±0,00 <sup>El</sup>	7,00±0,00 <sup>Ee</sup>
8	7,00±0,00 <sup>C1</sup>	7,00±0,00 <sup>Cj</sup>	7,00±0,00 <sup>Cf</sup>	7,00±0,00 <sup>Cg</sup>	17,52±0,11 <sup>Ab</sup>	9,84±0,04 <sup>C1</sup>	11,20±0,10 <sup>Aa</sup>
9	8,00±0,01 <sup>Ch</sup>	7,00±0,00 <sup>Dj</sup>	7,00±0,00 <sup>Df</sup>	7,00±0,00 <sup>Dg</sup>	15,77±0,06 <sup>Ac</sup>	15,16±0,09 <sup>Bd</sup>	7,00±0,00 <sup>De</sup>
10	19,47±0,04 <sup>Ba</sup>	21,44±0,12 <sup>Aa</sup>	8,51±0,08 <sup>De</sup>	10,98±0,08 <sup>Ce</sup>	7,00±0,00 <sup>En</sup>	16,84±0,03 <sup>Bb</sup>	7,00±0,00 <sup>Ce</sup>
11	9,56±0,08 <sup>Ff</sup>	13,94±0,08 <sup>Be</sup>	10,26±0,05 <sup>Eb</sup>	13,39±0,11 <sup>Cb</sup>	19,31±0,04 <sup>Aa</sup>	7,00±0,00 <sup>D1</sup>	7,00±0,00 <sup>De</sup>
12	7,00±0,00 <sup>D1</sup>	7,00±0,00 <sup>Dj</sup>	7,00±0,00 <sup>Df</sup>	7,00±0,00 <sup>Dg</sup>	12,90±0,02 <sup>Ag</sup>	8,99±0,05 <sup>BCj</sup>	7,00±0,00 <sup>Ce</sup>
13	7,00±0,00 <sup>D1</sup>	9,01±0,05 <sup>Bg</sup>	7,00±0,00 <sup>Df</sup>	7,00±0,00 <sup>Dg</sup>	8,91±0,03 <sup>Ck</sup>	8,69±0,06 <sup>Ak</sup>	7,00±0,00 <sup>Be</sup>
14	12,78±0,09 <sup>Ec</sup>	17,11±0,08 <sup>Ad</sup>	11,32±0,04 <sup>Fa</sup>	13,81±0,02 <sup>Ca</sup>	14,83±0,04 <sup>Bd</sup>	11,18±0,09 <sup>Ag</sup>	7,00±0,00 <sup>Ce</sup>
15	9,72±0,09 <sup>Ee</sup>	7,00±0,00 <sup>Fj</sup>	11,39±0,10 <sup>Ca</sup>	7,00±0,00 <sup>Fg</sup>	13,20±0,12 <sup>Bf</sup>	10,71±0,09 <sup>Ah</sup>	7,00±0,00 <sup>Be</sup>
16	7,00±0,00 <sup>C1</sup>	7,00±0,00 <sup>Cj</sup>	7,00±0,00 <sup>Cf</sup>	7,00±0,00 <sup>Cg</sup>	10,71±0,09 <sup>B1</sup>	9,76±0,11 <sup>A1</sup>	7,00±0,00 <sup>Ce</sup>
17	8,50±0,04 <sup>Bg</sup>	8,12±0,04 <sup>C1</sup>	7,00±0,00 <sup>Df</sup>	7,00±0,00 <sup>Dg</sup>	8,70±0,12 <sup>Al</sup>	23,05±0,05 <sup>Aa</sup>	7,00±0,00 <sup>De</sup>

1: *Aspergillus flavus*; 2: *Aspergillus fumigatus*; 3: *Aspergillus niger*; 4: *Aspergillus nidulans*; 5: *Aspergillus niger*; 6: *Aspergillus ochraceus*; 7: *Botrytis cinerea*; 8: *Cladosporium cladosporioides*; 9: *Geotrichum candidum*; 10: *Mucor racemosus*; 11: *Penicillium chrysogenum*; 12: *Penicillium citrinum*; 13: *Penicillium expansum*; 14: *Penicillium glaucum*; 15: *Penicillium solitum*; 16: *Penicillium verrucosum*; 17: *Rhizopus nigricans*; A-E (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05), a-n(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Tablo 2. Mor sebze ekstraktlarının laboratuvarımızda belirlenen bazı standartlara göre antifungal etkileri  
 Table 2. Antifungal effect of purple vegetables extracts according to the standards determined in our laboratory.

Küf	Kırmızı Pancar Kabuk	Kırmızı Pancar İç	Kara Havuç Kabuk	Kara Havuç İç	Kara Turp Kabuk	Kara Turp İç	Mor Lahana
1	-	-	++	++	-	++	-
2	+++	+++	++	++	+++	+++	-
3	++	+++	++	++	++	+	-
4	+	++	-	-	-	++	-
5	-	-	-	-	-	+	-
6	-	+	-	-	-	++	-
7	-	+	-	-	-	++	++
8	-	-	-	-	+++	+++	-
9	+	-	-	-	+++	+++	-
10	+++	+++	+	+	-	-	-
11	+	+++	++	++	+++	++	-
12	-	-	-	-	+++	++	++
13	-	++	-	-	+	++	-
14	+++	+++	++	++	+++	+++	-
15	+	-	++	++	+++	+++	++
16	-	-	-	-	++	+++	-
17	+	+	-	-	+	-	-
18	-	+	-	-	+++	++	-

1: *Aspergillus flavus*; 2: *Aspergillus fumigatus*; 3: *Aspergillus niger*; 4: *Aspergillus nidulans*; 5: *Aspergillus niger*; 6: *Aspergillus ochraceus*; 7: *Botrytis cinerea*; 8: *Cladosporium cladosporioides*; 9: *Geotrichum candidum*; 10: *Mucor racemosus*; 11: *Penicillium chrysogenum*; 12: *Penicillium citrinum*; 13: *Penicillium expansum*; 14: *Penicillium glaucum*; 15: *Penicillium solitum*; 16: *Penicillium verrucosum*; 17: *Rhizopus nigricans*; 18: *Penicillium notatum*; 7-8(-): Dirençli (Resistant), 8-9(+): Orta Duyarlı (Intermediate), 9-12(++): Duyarlı (Susceptible), 12≤(+++): Çok duyarlı (Very Susceptible).

Tablo 3. Mor sebzelerin etanol ekstraktlarının antifungal değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P\*değeri).  
 Table 3. Results variance analysis of purple vegetables ethanol extracts with antifungal values (P\* Value).

Faktör	Antifungal Etki
Sebze Çeşidi	<0,0001***
Küf Türü	<0,0001***
Sebze Çeşidi x Küf Türü	<0,0001***

\*P<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı; \*\*P<0,01: Yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı; \*\*\*p<0,0001: Çok Yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı; ns: İstatistiksel değil

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; sebze çeşidi, küf ve sebze çeşidi x küf türü interaksyonlarının etkileri, çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,001) (Tablo 3).

Çalışmamıza benzer şekilde, yüksek dirençli bakteriyel ve küf patojenlerinin büyümesinin doğal bir gıda ile önlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, kırmızı lahana yapraklarının ham metanol ekstraktının ortaya çıkardığı yüksek antibakteriyel aktivitenin aksine, ekstraktlarının test edilen *Trichophyton rubrum* ve *Aspergillus terreus*'a karşı etkili antifungal aktivite göstermediğini ifade etmişlerdir. (Hafidh ve ark., 2011).

Duy ve ark. (2019), pandispanyanın raf ömrü üzerine beyaz turp (*Raphanus sativus* L.) etanol ekstraktının etkisini incelemiştir. Beyaz turp etanol ekstraktının *A. flavus* (NBRC 33021), *A. niger* (NBRC 4066), *A. clavatus* (NBRC 33020) ve *Fusarium solani* (NBRC 31094) dahil dört küf türüne karşı antifungal etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dört küf türü üzerinde en yüksek inhibisyon 75 mg/ mL konsantrasyonda görülmüş olup, inhibisyon çapları ortalama sırasıyla 9,11±1,5, 19,55±1,68, 17,72±0,25 ve 17,50±0,73 mm'dir. Çalışmada beyaz turp ekstraktının pandispanya raf ömrüne olumlu katkı sağladığı görülmüştür.

Lim ve ark. (2019), turp (*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus*) etanol ekstraktının süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek 6 farklı gıda patojenine karşı antibakteriyel

etkisini incelediği bir çalışmada, patojen bakteri ve funguslara karşı inhibe edici potansiyele sahip turp içerisindeki raphanin bileşeninin *Salmonella enteritidis*, *Cronobacter sakazakii*, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde etkili olduğunu gözlenmiştir.

Shafi ve ark. (2019), *Hibiscus sabdari*, *Brassica oleracea* ve *Beta vulgaris*'den elde edilen pigmentlerin farklı konsantrasyonlarının patojen funguslar üzerindeki etkilerini kuyu difüzyon yöntemiyle belirlenmiş olup, *Brassica oleracea* pigmentinin *A. ochraceus* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı MIC değerleri sırasıyla 400 ve 300 µg /mL olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat *Brassica oleracea* pigmentinin *P. expansum* ve *P. citrinum*'un geliştiği üzerinde herhangi bir inhibitör etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Ahn ve ark. (2019), kurutulmuş turp (*Raphanus sativus*) yaprak ve köklerinin domuz köftesinin karakterizasyonu üzerine yapmış olduğu bir çalışmada; kontrol grubu ve %0,5, %1 %2'lik toz turp yaprak ve kök ekstraktı eklenmiş domuz köftelerinin depolama koşullarındaki toplam canlı sayısı incelenmiştir. 4 °C'de depolanan köftelerin 7. ve 14. günlerdeki toplam canlı sayısının kontrol grubuna kıyasla %1 ve %2 toz ekstrakt içeren köftelerde anlamlı olarak daha düşük olduğunu görülmüştür.

Pacheco-Cano ve ark. (2017), Brokoli'nin (*Brassica oleracea* var. *italica*) yenilebilir kısımlarının insan sağlığı ve sebze bozulmasına neden olan patojen bakteri,

fitopatogenik küf ve mayalara karşı antibakteriyel ve antifungal etkisinin test edildiği araştırmada; fitopatogenik küf (*Colletotrichum gloeosporioides*, *A. niger*) ve mayalara (*Candida albicans* ve *Rhodotorula* spp.) karşı inhibitöre etkisinin olduğu kanıtlanmıştır.

Esansiyel yağların ve bazı bileşenlerin *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* spp.'ne karşı antifungal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmanın duyarlılık testinin sonuçlarına göre, *Lippia rugosa* ve *Plectranthus glandulosus* esansiyel yağları ve sitral, geraniol, nerol ve sitronellol gibi bileşenler yüksek inhibisyon bölgeleri sayesinde güçlü antifungal aktiviteler gösterdiği ifade edilmiştir (Aoudou ve ark., 2010).

Narın (*Punica granatum* L.) farklı kısımlarından elde edilen ekstraktlarının 5 farklı küf ve 7 farklı bakteri türü üzerindeki antibakteriyel ve antifungal etkilerinin incelendiği bir çalışmada, nar kabuğundan elde edilen ekstrakta karşı en duyarlı olan kültürlerin *S. aureus* MTCC 7405 ve *A. niger* MTCC 2196 olduğu tespit edilmiştir (Dahham ve ark., 2010).

Mor lahananın antimikrobiyal ve antifungal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sülfurafan bileşiği ayrılmış ve 100 µg konsantrasyonunda saf konsantresi hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmada nistatin steril antibiyotik diski kullanılmıştır. Sülfurafan bileşiğinin serbest radikallere karşı hücre savunmasını geliştirdiği bunun yanında yüksek antimikrobiyal ve antifungal aktivite gösterdiğinden dolayı *A. flavus* üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Disk difüzyon metodu kullanılan çalışmada *A. flavus* üzerinde 11.5 mm zon çapı gözlemlenmiştir (Devi ve Thangam, 2012).

*Persicaria chinensis* yaprağı metanol ekstarktının, seçilen patojenlere karşı değişken antimikrobiyal aktivite sergilediği, ancak sırasıyla *Mucor luteus* ve *M. racemosus*'a karşı güçlü antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Lai ve ark., 2012).

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; kara turp ve pancarın kabuk ve iç kısımlarından elde edilen etanol ekstraktlarının, gıda kaynaklı bazı patojen küfler üzerinde yüksek antifungal etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Mor lahana etanol ekstraktı, *B.cinerea*, *P. citrinum*, *P. solitum* küfleri üzerine orta duyarlılık gösterirken; diğer tüm küf türlerine direnç göstermiştir.

## Sonuç

Sebze açısından zengin bir diyetin insanlarda hastalık riskini azalttığı yaygın olarak bilinmektedir. Lahana, brokoli, turp, Brüksel lahanası ve karnabahar dahil olmak üzere *Cruciferae* ailesinin sebzelerinde, antikarsinogenik aktiviteyi sağlayan birçok biyoaktif bileşen bulunmaktadır. Özellikle içerdikleri glukozinolatların bozunma ürünlerinden sülfürik glikozitler açısından zengin olan bu sebzelerin gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal ve antifungal etkileri de görülmektedir. (Góralska ve ark., 2009).

Ayrıca *Apiaceae* familyasının bir üyesi olan havuç (*Daucus carota*)'un içerdiği poliasetilenlerin biyolojik aktivitesi ile ilgili yapılan son çalışmalar; antifungal, antibakteriyel ve anti-inflamatuar etkileri nedeniyle insan sağlığını iyileştirme potansiyellerini göstermektedir.

Türkiye de gıda katkı maddeleri için izin verilen miktarlar genel olarak WHO (World Health Organization) ve Avrupa Standartlarına göre yüksek olduğu

bilinmektedir (Öztürkcan ve Acar, 2017). Yasal şartlara uyulması ve günümüzde tüketicilerin, gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine direkt olarak olumsuz etkilere neden olduğu algısından dolayı üreticileri doğal kaynaklardan elde edilen gıda katkı maddelerinin üretimine yönlendirmiştir. Yapılan bu çalışma mor sebzelerin gıda üretiminde doğal koruyucu olarak kullanılabilceğini öngörmektedir.

## Kaynaklar

- Ahn SJ, Kim HJ, Lee N, Lee CH. 2019. Characterization of pork patties containing dry radish (*Raphanus sativus*) leaf and roots, Asian-Australas J Anim Sci., 32(3): 413-420. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0384>.
- Akan S, Veziroğlu S, Özgün Ö, Ellialtıoğlu Ş. 2013. Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzisinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23(3): 289-295.
- Akarca G, Tomar O, Guney I, Erdur S, Gok V. 2019. Determination of sensitivity of some food pathogens to spice extracts. J Food Sci Technol, 56(12): 5253-5261. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03994-1>
- Anonim. 2017. <https://www.aarp.org/health/healthy-living/info-2017/nutrition-purple-power-food-trend-fd.html> [Erişim: 24.09.2019].
- Anonim. 2019. <https://www.sabah.com.tr/saglik/2019/05/28/kirmizi-mor-renkli-sebze-ve-meyveler-faydalarıyla-sasirtiyor?paging=2> [Erişim : 26.09.2019].
- Aoudou. Y, Léopold TN, Michel JDP, Francédil E, Moses MC. 2010. Antifungal properties of essential oils and some constituents to reduce foodborne pathogen. Journal of yeast and fungal research, 1(1): 001-008
- Arcott SA, Tanumihardjo SA. 2010. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. Comp Rev Food Sci Food Safety 9:223- 239 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00103.x>
- Bauer AW, Perry DM, Kirby WM. 1959. Single-disk antibiotic-sensitivity testing of staphylococci: An analysis of technique and results. AMA archives of internal medicine, 104(2):208-216. DOI: <https://doi.org/10.1001/archinte.1959.00270080034004>
- Bauer AW, Kirby WMM, Sherris JC, Turck M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. American journal of clinical pathology, 45(4): 493-496. DOI: [https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4\\_ts.493](https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493)
- Çabuk TŞ. 2014. Ankara ili havuç (*Daucus carota* L. Subsp. *Sativus*) üretim alanlarında verimi ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen sistemik hastalıkların araştırılması (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Canpolat S, Tülek S. 2016. Kış Sebzelerinde Görülen Önemli Fungal Hastalıklar <https://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi20/58-62.pdf> [Erişim:13.09.2019]
- CLSI. 2004. Clinical and Laboratory Standards Institute, Method for antifungal disc diffusion susceptibility testing of yeasts: approved standard, M44-A. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- Dahham SS, Ali MN, Tabassum H, Khan M. 2010. Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 9(3): 273-281.
- Devi JR, Thangam EB. 2012. Studies on antioxidant and antimicrobial activities of purified sulforaphane from Brassica oleraceae var. rubra. Journal of Pharmacy Research, 5(7): 3582-3584.
- Draghici GA, Alexandra LM, Aurica Breica B, Nica D, Alda S, Liana A, Despina-Maria B. 2013. Red cabbage, millennium's functional food. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 17(4): 52-55.

- Duy HH, Ngoc PTK, Anh LTH, Dao DTA, Nguyen DC, Than VT. 2019. In Vitro Antifungal Efficacy of White Radish (*Raphanus sativus* L.) Root Extract and Application as a Natural Preservative in Sponge Cake. *Processes*, 7(9): 549. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr7090549>
- Góralaska K, Dynowska E, Ciska E. 2009. Fungistatic Properties of Glucosinolates – a Reconnaissance, *Polish J. of Environ. Stud.* 18(3): 377-382.
- Gülmez D. 2010. 'Salvia caespitosa Montbret and aucher ex. Bentham türünün petrol eteri, etanol ve metanol ekstraktlerinin antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Hafidh RR, Abdulamir AS, Vern LS, Bakar FA, Abas F, Jahanshiri F, Sekawi Z. 2011. Inhibition of growth of highly resistant bacterial and fungal pathogens by a natural product. *The open microbiology journal*, 5: 96. DOI: <https://doi.org/10.2174/1874285801105010096>
- İnan N, Ağçam E, Akyıldız A, Polat S. 2016. Turpun (*Raphanus sativus* L.) Biyoaktif Bileşenler Açısından Değerlendirilmesi. *Stratejik Kalkınma Değerleri Sempozyumu. Osmaniye*, 3-5 Mayıs 2016.
- Janiszewska E. 2014. Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. *Powder Technology*, 64: 190-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.05.032>
- Kujala TS, Loponen JM, Klika KD, Pihlaja K. 2000. Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11): 5338-5342. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000523q>
- Lai SM, Sudhakar D, Anandarajagopal K. 2012. Evaluation of antibacterial and antifungal activities of *Persicaria chinensis* leaves. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Research*, 3(8): 2012.
- Leja M, Kamińska I, Kramer M, Maksylewicz-Kaul A, Kammerer D, Carle R, Baranski R. 2013. The content of phenolic compounds and radical scavenging activity varies with carrot origin and root color. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(2): 163-170. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0351-3>
- Lim HW, Song KY, Chon JW, Jeong D, Seo KH. 2019. Antimicrobial Action of *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (radish) Extracts against Foodborne Bacteria Present in Various Milk Products: A Preliminary Study, *J. Milk Sci. Biotechnol.*, 37(3): 187-195. <https://doi.org/10.22424/jmsb.2019.37.3.187>
- Lugasi A, Dwoeschak E, Blazovics A, Kery A. 2001. Antioxidant and free radical scavenging properties of squeezed juice from black radish (*Raphanus sativus* L. var niger) root. *Phytother Res.* 12: 502- 506.
- Mohammed FS, Sevindik M, Bal C, Akgül H, Selamoğlu Z. 2019. Biological Activities of *Adiantum capillus-veneris* Collected from Duhok Province (Iraq). *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 28(2): 128-142.
- Özler N, Kılıç O. 1996. Şalgam suyu üretimi üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 21(5): 323-330.
- Öztürkcan A, Acar S. 2017. Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (1): 1-17.
- Pacheco-Cano RD, Salcedo-Hernandez R, Lopez-Meza JE, Bideshi DK, Barboza-Corona JE. 2017. Antimicrobial activity of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivar Avenger against pathogenic bacteria, phytopathogenic filamentous fungi and yeast, *J. Appl. Microbiol.*, 124(1):126-135. doi:10.1111/jam.13629.
- Ren W, Qiao Z, Wang H, Zhu L, Zhang L. 2003. Flavonoids: promising anticancer agents. *Medicinal research reviews*, 23(4): 519-534.
- Sevindik M. 2019. Wild Edible Mushroom *Cantharellus cibarius* as a Natural Antioxidant Food. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9): 1377-1381.
- Shafi SA, Al-Mohammadi AR, Sitohy M, Mosa B, Ismaiel A, Enan G, Osman A. 2019. Antimicrobial Activity and Chemical Constitution of the Crude, Phenolic-Rich Extracts of *Hibiscus sabdari*, *Brassica oleracea* and *Beta vulgaris*, *Molecules*, 24, 4280. <https://doi.org/10.3390/molecules24234280>.
- Sun T, Simon PW, Tanumihardjo SA. 2009. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(10): 4142-4147. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9001044>
- Ünlütürk A, Turantaş F. 2003. *Gıda Mikrobiyolojisi. Üçüncü Baskı*. Ege Üniversitesi
- Wang LZ, He QW. 2005. *Chinese Radish. Scientific and Technical Documents Publishing House, Beijing*. pp. 292-370.
- Yemiş O, Artık N. 2007. Glukosinolatlar ve insan sağlığı. *Gıda*, 32(6): 293-303