



Determination of Antifungal Effects of Some Berry Fruits Ethanol Extracts by Disc Diffusion Method[#]

Oktay Tomar^{1,a,*}, Gökhan Akarca^{2,b}, Elif Başpınar^{2,c}

¹Faculty of Agriculture and Natural Science, Kocaeli University, 41285 Kocaeli, Turkey.

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Afyon Kocatepe University, 03200 Afyonkarahisar, Turkey.

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 22/11/2019 Accepted : 02/01/2020</p> <p>Keywords: Berries Antifungal Disc diffusion Phytochemical Ethanol extract</p>	<p>There are many natural growth area in Turkey and utilizability is increasingly in different areas. Berry fruits involve several species such as grape (<i>Vitis</i> spp.), currant (<i>Ribes</i> spp.), rosehip (<i>Rosa</i> spp.), strawberry (<i>Fragaria</i> spp.), raspberry (<i>Rubus</i> spp.), pomegranate (<i>Punica</i> spp.), blackberry (<i>Rubus</i> spp.), bilberry (<i>Vaccinium</i> spp.), mulberry (<i>Morus</i> spp.) and cornelian cherry (<i>Cornus</i> spp.). Berries are soft fruits that turn from red to blue or black. They contain a good source of vitamins and minerals, and they have various phytochemical compositions that relevant to consumer health. Different varieties of berries contain quite variable concentrations of ascorbic acid, folic acid, anthocyanin, flavonol, ellagitannins and many diversity of hydroxybenzoic acid. Berries have antioxidant, antimicrobial, antifungal and anticarcinogenic properties due to rich content of phytochemical. In this study, Antifungal effect of ethanol extracts obtained from strawberry, raspberry, pomegranate, blackberry, bilberry, mulberry and cornelian cherry 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 result of the research; It was determined that 9 different samples had antifungal effect on 18 different mold species at various rate. The highest antifungal effect was observed with 24.65 milimeter zone diameter against <i>Mucor racemosus</i> in pomegranate peel extract. This value was followed by blackberry extract against <i>Penicillium glaucum</i> and <i>Penicillium chrysogenum</i> with 20.54 and 20.03 milimeter zone diameter, respectively. It was concluded that the lowest antifungal effect on mold species apart from <i>Aspergillus flavus</i> in blue bilberry extract.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 442-448, 2020

Bazı Üzüksü Meyvelerin Etanol Ekstraktlarının Antifungal Etkisinin Disk Difüzyon Metoduyla Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22/11/2019 Kabul : 02/01/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Üzüksü meyveler Antifungal Disk difüzyon Fitokimyasal Etanol ekstraktı</p>	<p>Türkiye’de birçok doğal yetişme alanı bulunmakta olup, farklı alanlarda kullanılabilme özelliği giderek artmaktadır. Üzüm (<i>Vitis</i> spp.), frenk üzümü (<i>Ribes</i> spp.), kuşburnu (<i>Rosa</i> spp.), çilek (<i>Fragaria</i> spp.), ahududu (<i>Rubus</i> spp.), nar (<i>Punica</i> spp.), böğürtlen (<i>Rubus</i> spp.), yaban mersini (<i>Vaccinium</i> spp.), dut (<i>Morus</i> spp.) ve kızılçık (<i>Cornus</i> spp.) gibi üzüksü meyvelerin birçok türü bulunmaktadır. Üzüksü meyveler, rengi kırmızıdan maviye veya siyaha dönen yumuşak meyvelerdir. Bu meyveler iyi bir vitamin ve mineral kaynağı olup tüketici sağlığı ile ilgili çeşitli fitokimyasal bileşimlere sahiptir. Farklı üzüksü meyve çeşitleri oldukça değişken konsantrasyonlarda askorbik asit, folik asit, antosiyanin, flavanol, ellagitanen ve birçok hidroksibenzoik asit türevlerini içermektedir. Zengin fitokimyasal içeriğinden dolayı üzüksü meyveler antioksidan, antimikrobiyal, antifungal ve antikanserojen özelliklere sahiptir. Bu çalışmada, çilek, ahududu, nar, böğürtlen, yaban mersini, karadut ve kızılçık meyvelerinden 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> küflerine karşı antifungal etkisi disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; 9 farklı örneğin 18 farklı küf türü üzerinde değişik oranlarda antifungal etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antifungal etki 24,65 milimetre zon çapı ile <i>Mucor racemosus</i>’a karşı nar kabuğu ekstraktında gözlenmiştir. Bu değeri 20,54 ve 20,03 milimetre zon çapları ile sırasıyla <i>Penicillium glaucum</i> ve <i>Penicillium chrysogenum</i>’a karşı böğürtlen ekstraktı takip etmiştir. <i>Aspergillus flavus</i> türü hariç diğer küf türleri üzerinde en düşük antifungal etkinin ise mavi yaban mersini ekstraktında olduğu sonucuna varılmıştır.</p>

^a oktaytomar@hotmail.com
^c e.baspinar03@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-5761-7157>
<https://orcid.org/0000-0001-5201-0663>

^b gakarca@aku.edu.tr ^d <https://orcid.org/0000-0002-5055-2722>



Giriş

Yabani olarak elde edilen ve ekilerek yetiştirilen çoğu meyvenin beslenme ve fizyolojik önemi iyi bilinen bir gerçektir. Meyveler düşük kalorili olmalarının yanısıra uygun makro ve mikro besin içeriğine sahip olmaları, bunları insan beslenmesi için oldukça uygun hale getirmektedir. Özellikle fenolik yönden zengin bitki özleri ve meyveler, lipidlerin oksidatif bozulmasını geciktirdiği bu nedenle gıdaların kalitesini ve besin değerini daha uzun süre koruduğu için gıda endüstrisinde son yıllarda artan bir ilgiye sahiptir (Wojdyo ve ark., 2007)

Bununla birlikte; antimikrobiyal etkilere sahip olan üzüm meyveler, sağlığı koruyucu geniş bir spektrum göstermeleri nedeniyle de antibiyotiklere alternatif olarak kullanılabilir (Krstić ve ark., 2014).

Üzüm meyveler botanik olarak; yarı çalı veya çalimsı bitkiler olup, yumuşak etli, küçük, sulu ve yenilebilir meyveleri olan bitkilerdir. Üzüm meyveler grubunda; üzüm, ahududu, nar, böğürtlen, frenk üzümü, dut, Bektaş üzümü, turunçgiller, kuşburnu, kızılcık, mürver gibi türler bulunmaktadır (Çam, 2018).

Dünyadaki toplam üzüm meyve üretim miktarı 13.027.114 ton olup, en fazla üretimi yapılan üzüm meyve ise çilektir. Üretimi yaygın olan diğer üzüm meyve türleri ise kivi, böğürtlen, ahududu, mavi yemiş, dut ve kuşburnudur. Türkiye’de ise üzüm meyve üretimi 477.904 tonluk bir paya sahiptir (Akbulut ve ark., 2016).

Türkiye’de çilek, ahududu, böğürtlen, dut gibi meyvelerin gün geçtikçe üretiminin artması ve üreticiler tarafından benimsenmesinde; geniş iklim ve toprak adaptasyonuna sahip olması önemli etkenlerin başındadır (Çam ve Yıldırım, 2018).

Üzüm meyveler; fito besinler ve biyoaktif maddeler bakımından zengindirler. Bu meyveler özellikle flavonoidler (antosiyeninler, flavonoller, flavan-3-oller ve proantosiyeninler), ellagitanenler, fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisanimik asitleri içeren zengin bir polifenol kaynağıdır (Zhao, 2007). Üzüm meyvelerde tanımlanan spesifik hidroksibenzoik ve hidroksisanimik asitler arasında kafeik, p-kumarik, ferulik ve gallik asit glukoz esterleri, p-kumarik ve p-hidroksibenzoik asitlerin D-glukozitleri bulunmaktadır (Schuster ve Herrmann, 1985).

Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), böğürtlen (*Rubus fruticosus*), siyah frenk üzümü (*Ribes nigrum*), mavi yemiş (*Vaccinium corymbosum*), turna yemişi (*Vaccinium macrocarpon*), üzüm (*Vitis vinifera*), ahududu (*Rubus idaeus*) ve çilek (*Fragaria ananassa*) gibi üzüm meyveler antioksidanlar bakımından zengin birer kaynaktır (Benvenuti ve ark., 2004).

Yaban mersini bileşiminde bulunan, delfinidin, siyanidin, petunidin, peonidin ve malvidinin monoglikozitlerini (glukozitler, galaktosidler ve arabinosidler) bakımından eşsiz bir meyvedir (Zhao, 2007). Yaban mersini ekstraktında bulunan klorojenik asit, kuersetin, elajik asit ve kuersetin-3-galaktosid gibi fenolik bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Shen ve ark., 2014).

Ahududu (*Rubus* spp.) çekici renk ve eşsiz bir lezzeti olan *Rosaceae* familyasına ait bir üzüm meyvedir. Kırmızı ahududu (*Rubus idaeus*) ve siyah ahududu (*Rubus occidentalis*) olmak üzere iki çeşit ahududu bulunmaktadır.

Ahududu çok sayıda polar ve apolar bileşikler açısından zengin bir kimyasal bileşime sahiptir. Ahududu meyvesinde yaklaşık 300 farklı uçucu bileşik tanımlanmış olup, terpenler, norizoprenoitler, asitler, alkoller ve esterler bu bileşiklerin başlıcalarıdır (Krstić ve ark., 2014).

Kızılcık (*Cornus mas* L.), *Cornaceae* familyasına ait, 3 ile 8 m yüksekliğinde bir çalı veya küçük bir ağaç yapısında olan üzüm bir meyvedir. Kızılcık, antosiyeninler de dâhil olmak üzere yüksek miktarda polifenollere sahiptir. Kızılcıkta bulunan ve kimyasal değerler açısından önemli olan antosiyeninler; siyanidin, delfinidin ve pelargonidin glikozidik türevleridir (Krzyszciak ve ark., 2011).

Moraceae familyasına ait bir meyve olan karadut (*Morus nigra*), kuzey yarımkürenin subtropikal bölgelerinden, güney yarımkürenin tropik bölgelerine kadar yaygın çok çeşitli iklimsel, topografik ve toprak koşullarında yetişme alanına sahip bir bitkidir (Wen ve ark., 2019). Karadutun bileşiminde bulunan papiriflavonol A, kuraridin, saforaflavanon D ve saforaflavanon A güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Barron ve İbrahim, 1996).

Nar (*Punica granatum* L.) anavatanı İran olan ve kışın yaprakları döken çalı türüdür. Yüksek antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle birçok patojen ve hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sarkhosh ve ark., 2007).

Öte yandan, narın endüstriyel olarak işlenmesi sırasında yüksek besin içeriğine sahip, büyük miktarlarda çok çeşitli endüstriyel atıklar elde edilir. Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalar, yüksek oranda antioksidan ve antifungal potansiyeline sahip olan narın endüstriyel yan ürünlerine odaklanmıştır (Orzuua ve ark., 2009).

Ayrıca nar kabuğu, hidrolize edilebilir tanenler (punikalın, pedunkulajin ve punikalajin) ve flavonoidler (kateşin, epikateşin ve rutin) dahil olmak üzere önemli miktarda fenolik bileşik içermektedir (Ismail ve ark., 2012). Bu bileşikler önemli düzeyde antioksidan, antimikrobiyal ve antifungal aktivitelere sahiptir (Li ve ark., 2006; Tehranifar ve ark., 2011; Mansour ve ark., 2013; Malviya ve ark., 2014).

Çilek (*Fragaria ananassa*) *Rosaceae* familyasına ait önemli bir meyve olup, yüksek besin ve lif içeriği nedeniyle yaygın olarak tüketilmektedir (Seeram, 2008). Çilekte baskın olan polifenolik içerikler p-kumarik, t-sinamik, p-hidroksibenzoik ve klorojenik asit olarak tanımlanmıştır (Zhao, 2007).

Çileğin bu biyoaktif bileşenleri, serbest oksijen radikallerini nötrleştirerek veya temizleyerek, ROS konsantrasyonunu azaltıp DNA hasarını önleyerek doğal antioksidan olarak işlev görmektedir (Giampieri ve ark., 2014).

Antosiyenin açısından zengin, Türkiye’de yaygın bulunan ve yabani olarak yetişen meyvelerden biri olan böğürtlen, *Rosaceae* familyasının *Rubus* L. cinsine girmektedir. Diğer üzüm meyvelerle ile karşılaştırıldığında, böğürtlen yüksek seviyede ellagitanenler ile salisilik asit, elajik asit, flavonoid gibi bol miktarda sağlıklı antioksidanlar içermektedir (Ćetojević-Simin ve ark., 2017).

Küfler gelişme açısından seçiciliği az olan mikroorganizmalardır. Bu nedenle, doğada hemen hemen her yerde yaygın olarak bulunmaktadır. Bazı gıdaların üretiminde kullanılmalarına rağmen birçok gıdalarda bozulmaya neden olmaktadır. Ayrıca gıdaların yüzeyinde gelişen küfler, ürettikleri sekonder metabolitler ile de insanlarda ve hayvanlarda toksik etkiler oluşturmaktadır (Yanishlieva et al., 2006).

Fenolik maddelerce zengin tat verici yabani ot ve baharat ekstraktlarının birçok bakteri, küf ve mayalara karşı antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermektedir. Baharat ve şifalı bitkilerden elde edilen eteri yağların antifungal etkisiyle alakalı literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat meyvelerin antifungal aktivitesi ile ilgili literatür sınırlıdır (Tajkarimi ve ark, 2010).

Bu araştırmada; antimikrobiyal ve antifungal etkisi yüksek, Türkiye’de doğada kendiliğinden yetişen, zengin polifenolik içeriğe sahip bazı üzümü meyvelerin etanol ekstraktlarının gıdalarda en fazla izole edilen ve bozulmalarına neden olan 18 küf türü (*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium cladosporioides*, *Botrytis cinerea*, *Rhizopus nigricans*, *Mucor racemosus* ve *Geotrichum candidum*) üzerindeki antifungal etkilerinin disk difüzyon metodu ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan üzümü meyvelerden nar (*Punica granatum* L.), Türkiye’de Muğla ilinde nar yetiştiriciliği yapan özel bir firmadan; karadut (*Morus nigra* L.), kırmızı yaban mersini (*Vaccinium macrocarpon*), mavi yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.), ahududu (*Rubus idaeus* L.), çilek (*Fragaria ananassa*), böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) ve kızılçık (*Cornus mas* L.) gölgede kurutulmuş olarak Samsun yöresindeki yerel bir üreticiden temin edilmiştir.

Üzümü Meyve Ekstraktlarının Hazırlanması

Araştırmada kullanılan narların çekirdek ve kabuk kısmı iki gün boyunca oda sıcaklığında ve gölgede kurutulmuştur. Kurutulmuş nar kabuk ve çekirdeği, karadut, kırmızı ve mavi yaban mersini, ahududu, çilek, böğürtlen ve kızılçık kurularından 150 g tartılarak, üzerlerine 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 sıcaklıkta etanol ve ekstrakt kısımları birbirinden ayrılmıştır.

Kullanılan Küfler

Araştırmada; *Penicillium notatum* (ATCC 9478), *Penicillium solitum* (ATCC 22646), *Penicillium citrinum* (ATCC 9849), *Penicillium expansum* (ATCC 24692), *Penicillium chrysogenum* (ATCC 10106), *Penicillium glaucum* (ATCC 9849), *Penicillium verrucosum* (ATCC 18411), *Aspergillus niger* (ATCC 16888), *Aspergillus neoniger*, *Aspergillus nidulans* (ATCC 10074) *Aspergillus flavus* (ATCC 204304), *Aspergillus ochraceus* (ATCC 18500) *Aspergillus fumigatus* (ATCC 204305),

Cladosporium cladosporioides (ATCC 16022), *Botrytis cinerea* (ATCC 11542) *Rhizopus nigricans* (ATCC 6227b) *Mucor racemosus* (ATCC 42647) ve *Geotrichum candidum* (ATCC 62218) küfleri kullanılmıştır. Küf suşları Potato Dextrose Agar (Merck 110130) 4-7 °C’de muhafaza edilmiş ve her denemede standart inokulum hazırlanması amacıyla 25 ± 0,1°C’de 72-96 saat Malt Extract Agar (Merck 105398) besiyerinde kültüre alınıp aktifleştirilmiştir.

Üzümü Meyve Ekstraktlarının Antifungal Etkilerinin Belirlenmesi

Kurutulmuş bazı üzümü meyvelerin etanol ekstraktlarının antifungal aktivitelerinin belirlenmesi disk difüzyon metodu kullanılmıştır (Bauer ve ark., 1959, Bauer ve ark., 1966).

Ekstrakt İçeren Disklerin Hazırlanması

Ekstraktlardan steril pipet yardımı ile 100'er µl alınarak steril petri kutuları içerisinde bulunan boş antibiyogram disklerine (Bioanalyse 316010001) emdirilmiştir. Disklerin ekstraktları emmesi için petri kutuları kapakları kapalı şekilde 1 saat boyunca buzdolabında (4°C’de) bekletilmiştir.

İnokulumların Hazırlanması

Araştırmada kullanılacak küfler, Malt Extract Agar besiyerinde 72-96 saat üremiş kültürlerde üreyen kolonilerden steril bir öze yardımıyla alınmıştır. Alınan koloniler fizyolojik tuzlu su içerisinde homojen bir bulanıklık oluşuncaya kadar süspanse edilmiştir. Elde edilen inokulum süspanسیونunun yoğunluğu 0,5 McFarland (8,17 Log kob/mL) standardına eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Yoğunluk kontrolü McFarland bulanıklık standardı ile kontrol edilmiştir (Bauer ve ark., 1959, Bauer ve ark., 1966).

Disk Difüzyon Metodunun Uygulanması

Üzümü meyve etanol ekstraktlarının disk difüzyon antifungal duyarlılık testleri, “Clinical and Laboratory Standarts Institute” tarafından tanımlanan M44-A2 dokümanına göre yapılmıştır (CLSI, 2009). Muller Hinton Agar (Merck 1,05437) (MHA), %2 glukoz ve 0,5 µg/mL metilen mavisi steril bir şekilde hazırlanıp üzerine 0,5 McFarland bulanıklık standardına göre hazırlanan küfler steril bir pipet yardımıyla 0,1 mL alınarak (10⁶-10⁷ kob/mL) inoküle edilmiştir. Aktarılan inokulum cam drigalski spatülü ile inokulum homojen olarak yayılmıştır. 10 dk besiyerinin inokulumu emmesi için beklendikten sonra ekstrakt emdirilmiş diskler besiyerinin yüzeyine, oluşacak zonların birbirine değmeyeceği uzaklıklarda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ardından besiyerleri etüvde (Incucl, MMM, Almanya) 25 ± 0,1°C sıcaklıkta 72-96 saat inkübasyona bırakılmıştır (Anonim, 2018). İnkübasyon sonrası disk çevrelerinde oluşan zonlar yeterince ışık alan bir ortamda ve dijital bir kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülmüştür.

İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma 3 paralel olacak şekilde yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel değerlendirmesi 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.

Bulgular ve Tartışma

Etanol çözücüsünde hazırlanan üzüm meyve ekstraktlarının 18 gıda kaynaklı küf türü üzerindeki antifungal etkilerinin disk difüzyon metoduna göre belirlenmesi ile elde edilen sonuçlar (Tablo 1), Üzüm meyve etanol ekstraktlarının antifungal aktivitelerinin duyarlılık düzeyinin karşılaştırılması (Tablo 2) ve varyans analiz sonuçları (Tablo 3)'te gösterilmiştir.

Sonuçlara göre en yüksek antifungal etki $24,65 \pm 0,18$ mm zon çapı ile *Mucor racemosus*'a karşı nar kabuğu ekstraktında gözlenmiştir ($P < 0,05$). Bu değeri, $20,54 \pm 0,15$ ve $20,03 \pm 0,11$ mm zon çapları ile sırasıyla *Penicillium glaucum* ve *Penicillium chrysogenum*'a karşı böğürtlen ekstraktı takip etmiştir ($P < 0,05$). Bununla birlikte $19,84 \pm 0,09$ mm zon çapı ile *Penicillium notatum* ve $19,50 \pm 0,08$ mm zon çapı ile *Rhizopus nigricans* üzerinde en yüksek antifungal etkinin sırasıyla karadut ve böğürtlen ekstraktlarında olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda genel olarak tüm küf türleri üzerinde en yüksek antifungal etki nar kabuğunda belirlenmiştir (Tablo 2). Nar kabuğunun farklı küf türleri üzerindeki antifungal zon çaplarına bakıldığında en yüksek zon çapını takip eden değerin, $19,64 \pm 0,32^{Ab}$ mm zon çapı ile *Penicillium citrinum* üzerine olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca mavi yaban mersininin antifungal etkisinin diğer üzüm meyvelere göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; meyve çeşidi, küf ve meyve çeşidi x küf türü interaksiyonlarının etkileri $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Krisch ve ark. (2008), Ribes cinsi üzüm meyvelerinin 12 insan patojeni *Candida* türü üzerinde yapmış oldukları antikandidal çalışmada *Ribes* spp.'a ait farklı ekstraktlarının 8 *Candida* türüne (*Candida glabrata*, *Candida guilliermondii*, *Candida inconspicua*, *Candida lipolytica*, *Candida norvegica*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis* ve *Candida zeylanoides*) karşı antikandidal aktivite sergiledikleri sonucuna varılmıştır.

Krstić ve ark. (2014), yapmış olduğu çalışmada ahududu içerisindeki aktif bileşenleri farklı ekstraksiyon yöntemleri ile ayırıp bakteri, maya ve algler üzerindeki etkileri incelenmiş ve sonuç olarak *Candida albicans* üzerinde 12 mm zon çapı ile sadece ahududu suyunun etkili olduğu bulunmuştur.

Simonetti ve ark. (2017), Karadutdan (*Morus nigra*) çıkartılan kuanon G'nin, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus terreus* ve *Penicillium expansum*'a karşı sırasıyla 32, 64, 32, 16, 32 ve 16 g/mL minimum inhibitör konsantrasyonda antifungal aktivite gösterdiğini belirtmiştir.

Elshebiny ve ark. (2016), Patateste kuru çürüklüğe sebep olan *Fusarium sambucinum*'a karşı nar kabuğu metanol ekstraktının misel gelişimini önemli derecede inhibe ettiğini ve inhibisyon için gerekli olan minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) ve minimum fungusit konsantrasyonun (MFK) sırasıyla 20 ve 120 mg/mL olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Tehranifar ve ark. (2011), yaptığı bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda narın bazı kısımlarının metanol ve suda hazırlanmış ekstraktlarının misel büyümesine karşı etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda 1500 ppm'lik nar çekirdeği ve kabuğunun metanol ekstraktının misel büyümesini daha iyi önleyebileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada misel büyümesinin inhibisyonu üzerinde en yüksek antifungal etki *Rhizopus stolonifer* ve *Botrytis cinerea* (%55) için metanol ekstraktında gözlenirken, en düşük antifungal etki *Penicillium italicum* (%18,5) için sulu ekstraktta gözlenmiştir.

Tablo 1. Üzüm meyvelerinin etanol ekstraktlarının bazı gıda kaynaklı küflere karşı antifungal etkileri (mm zon çapı)
Table 1. Antifungal effects of berries ethanol extracts against some foodborne mold (mm zone diameter)

Küf	NK 1	NÇ 2	ÇLK 3	KD 4	KYM 5	SYM 6	BGT 7	AHD 8	KZL 9
PN	14.72±0.91 ^{Dh}	15.86±0.15 ^{Cc}	9.00±0.02 ^{Gc}	19.84±0.09 ^{Aa}	7.00±0.00 ^{Hf}	7.00±0.00 ^{Hb}	16.41±0.31 ^{Bg}	9.53±0.16 ^{Fg}	10.26±0.25 ^{Fg}
PEX	12.04±0.16 ^{Ci}	16.59±0.38 ^{Ad}	8.68±0.29 ^{Ef}	7.00±0.00 ^{Fh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	15.71±0.0.23 ^{Bh}	8.90±0.15 ^{Eh}	10.09±0.11 ^{Dg}
PCI	19.64±0.32 ^{Ab}	15.65±0.28 ^{Be}	8.97±0.63 ^{Ee}	7.00±0.00 ^{Fh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	15.82±0.07 ^{Bh}	10.01±0.42 ^{Def}	10.95±0.78 ^{Cef}
PS	14.48±0.08 ^{Ch}	15.44±0.07 ^{Af}	7.00±0.00 ^{Fg}	7.00±0.00 ^{Fh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	14.92±0.15 ^{Bi}	8.90±0.06 ^{Dh}	8.69±0.06 ^{Ei}
PCHL	17.58±0.12 ^{Bc}	17.32±0.11 ^{Bc}	9.22±0.49 ^{Fde}	7.00±0.00 ^{Gh}	9.84±0.06 ^{Eb}	7.00±0.00 ^{Gb}	20.03±0.11 ^{Ab}	10.35±0.29 ^{Dd}	11.79±0.21 ^{Cd}
PVE	16.76±0.02 ^{Ce}	17.60±0.08 ^{Bb}	9.43±0.12 ^{Gcd}	12.13±0.04 ^{Ec}	7.00±0.00 ^{Hf}	7.00±0.00 ^{Hb}	19.74±0.06 ^{Abc}	10.14±0.12 ^{Fde}	13.99±0.77 ^{Db}
PGL	16.21±0.17 ^{Cf}	19.52±0.15 ^{Ba}	9.13±0.07 ^{Fde}	7.00±0.00 ^{Gh}	7.00±0.00 ^{Gf}	7.00±0.00 ^{Gb}	20.54±0.15 ^{Aa}	9.54±0.09 ^{Eg}	10.79±0.08 ^{Df}
MRA	24.65±0.18 ^{Aa}	19.50±0.09 ^{Ba}	9.60±0.12 ^{Dbc}	7.42±0.04 ^{Eg}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	18.89±0.08 ^{Cd}	9.75±0.15 ^{Dfg}	18.67±0.09 ^{Ca}
BCI	11.33±0.16 ^{Bm}	7.00±0.00 ^{Em}	9.38±0.26 ^{Dcd}	7.00±0.00 ^{Eh}	9.43±0.12 ^{Dc}	7.00±0.00 ^{Eb}	18.28±0.33 ^{Ae}	10.81±0.19 ^{Cc}	11.16±0.9B ^{Ce}
GCA	11.29±0.02 ^{Cm}	10.92±0.10 ^{Dj}	9.57±0.13 ^{Ebc}	7.00±0.00 ^{Fh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	16.31±0.08 ^{Af}	7.00±0.00 ^{Fj}	13.48±0.11 ^{Bc}
CSP	11.77±0.08 ^{Bj}	7.00±0.00 ^{Em}	9.43±0.04 ^{Dcd}	7.00±0.00 ^{Eh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Eb}	17.90±0.03 ^{Af}	7.00±0.00 ^{Fj}	10.80±0.12 ^{Cf}
RN	12.99±0.02 ^{Bk}	7.00±0.00 ^{Fm}	9.78±0.13 ^{Da}	7.00±0.00 ^{Fh}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Fb}	19.50±0.08 ^{Ac}	7.91±0.08 ^{Ei}	10.24±0.37 ^{Cg}
ANG	13.57±0.17 ^{Aj}	10.88±0.05 ^{Cj}	7.00±0.00 ^{Eg}	12.01±0.09 ^{Bd}	7.00±0.00 ^{Ff}	7.00±0.00 ^{Eb}	7.00±0.00 ^{Em}	10.44±0.16 ^{Dd}	7.00±0.00 ^{Ej}
ANE	16.01±0.07 ^{Af}	12.03±0.09 ^{Bh}	10.39±0.06 ^{Ea}	9.71±0.05 ^{Ff}	11.20±0.09 ^{Da}	7.00±0.00 ^{Gb}	11.68±0.28 ^{Ck}	10.40±0.04 ^{Ed}	7.00±0.00 ^{Gj}
AFV	13.57±0.13 ^{Aj}	10.60±0.13 ^{Dk}	10.49±0.15 ^{Da}	7.00±0.00 ^{Fh}	9.32±0.03 ^{Eal}	9.56±0.10 ^{Ea}	12.41±0.27 ^{Bj}	7.00±0.00 ^{Fj}	11.25±0.16 ^{Cc}
ANI	15.20±0.04 ^{Ag}	14.26±0.04 ^{Fg}	8.64±0.07 ^{Gf}	11.71±0.05 ^{De}	7.00±0.00 ^{Hf}	7.00±0.00 ^{Hb}	12.50±0.02 ^{Cj}	11.49±0.08 ^{Eb}	9.18±0.10 ^{Fh}
AOC	14.00±0.11 ^{Bi}	8.99±0.03 ^{Fj}	10.34±0.19 ^{Da}	13.58±0.02 ^{Cb}	7.00±0.00 ^{Gf}	7.00±0.00 ^{Gb}	16.66±0.12 ^{Ag}	9.87±0.23 ^{Eef}	13.43±0.23 ^{Cc}
AFM	17.20±0.03 ^{Ad}	11.60±0.04 ^{Ci}	7.00±0.00 ^{Gg}	9.75±0.03 ^{Df}	8.77±0.11 ^{Ee}	7.00±0.00 ^{Gb}	7.42±0.15 ^{Fj}	14.70±0.16 ^{Ba}	7.00±0.00 ^{Gj}

A-H (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$); a-k (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$); PN: *Penicillium notatum*, PEX: *Penicillium expansum*, PCI: *Penicillium citrinum*, PS: *Penicillium solitum*, PCHL: *Penicillium chrysogenum*, PVE: *Penicillium verrucosum*, PGL: *Penicillium glaucum*, MRA: *Mucor racemosus*, BCI: *Botrytis cinerea*, GCA: *Geotrichum candidum*, CSP: *Cladosporium cladosporioides*, RN: *Rhizopus nigricans*, ANG: *Aspergillus niger*, ANE: *Aspergillus neoniger*, AFV: *Aspergillus flavus*, ANI: *Aspergillus nidulans*, AOC: *Aspergillus ochraceus*, AFM: *Aspergillus fumigatus*; NK1: Nar Kabuğu (Pomegranate Peel), NÇ2: Nar Çekirdeği (Pomegranate Seed), ÇLK3: Çilek (Strawberry), KD4: Karadut (Black mulberry), KYM5: Kırmızı Yaban Mersini (Cowberry), SYM6: Mavi Yaban Mersini (Bilberry), BGT7: Böğürtlen (Blackberry), AHD8: Ahududu (Raspberry), KZL9: Kızılcık (Cornelian cherry).

Tablo 2. Üzümsü meyve etanol ekstraktlarının antifungal aktivitelerinin karşılaştırılması

Table 2. Comparison of antimicrobial activity of berries ethanol extracts

Küf (Mold)	NK 1	NÇ 2	ÇLK 3	KD 4	KYM 5	SYM 6	BGT 7	AHD 8	KZL 9
PN	+++	+++	+	+++	-	-	+++	++	++
PEX	+++	+++	+	-	-	-	+++	+	++
PCİ	+++	+++	+	-	-	-	+++	++	++
PS	+++	+++	-	-	-	-	+++	+	+
PCHL	+++	+++	++	-	++	-	+++	++	++
PVE	+++	+++	++	+++	-	-	+++	++	+++
PGL	+++	+++	++	-	-	-	+++	++	++
MRA	+++	+++	++	-	-	-	+++	++	+++
BCİ	++	-	++	-	++	-	+++	++	++
GCA	++	++	++	-	-	-	+++	-	+++
CSP	++	-	++	-	-	-	+++	-	++
RN	+++	-	++	-	-	-	+++	-	++
ANG	+++	++	-	+++	-	-	-	++	-
ANE	+++	+++	++	++	++	-	++	++	-
AFV	+++	++	++	-	++	++	+++	-	++
ANİ	+++	+++	+	++	-	-	+++	++	++
AOC	+++	+	++	+++	-	-	+++	++	+++
AFM	+++	+++	-	++	+	-	-	+++	-

PN: *Penicillium notatum*, PEX: *Penicillium expansum*, PCİ: *Penicillium citrinum*, PS: *Penicillium solitum*, PCHL: *Penicillium chrysogenum*, PVE: *Penicillium verrucosum*, PGL: *Penicillium glaucum*, MRA: *Mucor racemosus*, BCİ: *Botrytis cinerea*, GCA: *Geotrichum candidum*, CSP: *Cladosporium cladosporioides*, RN: *Rhizopus nigricans*, ANG: *Aspergillus niger*, ANE: *Aspergillus neoniger*, AFV: *Aspergillus flavus*, ANİ: *Aspergillus nidulans*, AOC: *Aspergillus ochraceus*, AFM: *Aspergillus fumigatus*; NK1: Nar Kabuğu (Pomegranate Peel), NÇ2: Nar Çekirdeği (Pomegranate Seed), ÇLK3: Çilek (Strawberry), KD4: Karadut (Black mulberry), KYM5: Kırmızı Yaban Mersini (Cowberry), SYM6: Mavi Yaban Mersini (Bilberry), BGT7: Böğürtlen (Blackberry), AHD8: Ahududu (Raspberry), KZL9: Kızılcık (Cornelian cherry); 7-8(-): Dirençli (Resistance), 8-9(+): Orta Duyarlı (Intermediate Sensitive), 9-12(++): Duyarlı (Sensitive), 12≤(+++): Çok duyarlı (Multisensitive)

Tablo 3. Üzümsü meyve etanol ekstraktlarının antifungal değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P *Değeri).

Table 3. Results variance analysis of berries ethanol extracts with antifungal values (P*Value).

Faktör	Antifungal Etki
Üzümsü Meyve Çeşidi	<0.0001***
Küf Türü	<0.0001***
Üzümsü Meyve Çeşidi × 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

Tehraniyar ve ark. (2011), Nar kabuğu ekstraktının *Penicillium citrinum* ve *Aspergillus ochraceus*'un sırasıyla 8 ve 3 gün boyunca büyümesini önleyebileceğini bildirmiştir.

Krzyściak ve ark. (2011), kızılcık meyvesinin çekirdek, meyve ve kabuk kısmından elde edilen metanol ve etanol ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkilerini incelemiştir. Çalışmada kızılcık çekirdeğinin 12 mm zon çapı ile *Aspergillus fumigatus* üzerinde antifungal etkisinin olduğu görülmüştür.

Rongai ve ark. (2019), narın farklı genotiplerinin antifungal etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada, tüm nar genotiplerinin *Fusarium oxysporum*'a karşı antifungal aktivite gösterdiği, fakat misel gelişim inhibisyonu için gerekli olan minimum inhibitör konsantrasyonun değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir.

Rongai ve ark. (2018), çilek yetiştiriciliğinde hasat sonrası kalite ve miktar kaybına sebep olan *Botrytis cinerea* inaktivasyonunda nar kabuğu ekstraktının çileğin raf ömrünü uzattığı ve kimyasal fungusitlere karşı doğal antifungal olarak kullanılabilir bir alternatif olabileceğini göstermiştir.

Sharayei ve ark. (2019), yapmış oldukları bir çalışmada nar kabuğu dondurularak kurutulup ve kurutmadan sulu halde mikroenkapsülasyon yöntemiyle nar kabuğu enkapsüle edilmiştir. Enkapsüle nar kabuğu tozu ve sulu ekstrakt ayrı ayrı kek içerisine ilave edilip 9 gün depolama işlemine tabi tutularak nar kabuğunun antifungal etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda %1,5 oranında mikro kapsülendirilmiş nar tozunun kimyasal koruyucu olan

potasyum sorbata eşdeğer bir antifungal etki gösterdiği ifade edilmiştir.

Ceylan ve ark. (2017), yabanmersininin yaprak ve meyve kısmından kuru ve yaş halde farklı çözücüler kullanarak elde ettiği ekstraktlardan aseton ekstraktının *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae*'ya karşı çok iyi derecede etkili olduğunu bunun yanında mantar tedavisinde ilaç olarak kullanılan flukonazoldan çok daha iyi aktivite gösterdiği sonucuna varmıştır. Çalışma sonucunda yaş meyve aseton ekstraktlarının *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae* üzerindeki inhibe edici konsantrasyonu sırasıyla 0,38 ve 0,65 µg/mL olarak belirlenmiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından üzümsü meyvelerin antifungal etkileri ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar, araştırmamızda ulaştığımız bulgular ile paraleldir. Araştırmamız sonucunda antifungal etki en fazla nar kabuğu ekstaktında gözlenmiştir. Üzümsü meyveler ile ilgili literatürde geçen çalışmaların çoğunun antimikrobiyal aktivite ile ilgili olduğu görülmektedir. Çalışmamızda üzümsü meyvelerin özellikle nar kabuğunun antimikrobiyal aktivitesinin yanı sıra güçlü bir antifungal aktivitesinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Nar kabuğunun biyoaktif bileşenlerinin çeşitli olması hem gıda sektöründe hem endüstriyel ve ziraai alanlarda sentetik koruyuculara alternatif doğal korucu olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Nar kabuğunun endüstriyel bir atık olması hammadde maliyeti açısından ucuzluk ve kolay erişilebilirlik sağlamaktadır.

Nar kabuğu küf gelişimini inhibe etmesinden dolayı gıda sektöründe raf ömrü çalışmalarında ürünü muhafaza etme amaçlı kullanılan sentetik ambalajlara da doğal bir alternatif çözüm sunabilmektedir.

Ayrıca üzümü meyvelerin içeriklerinde buldukları antioksidanlar ve fenolik madde gibi fitokimyasallar ile hastalıklara karşı koruyucu bir etki oluşturmaktadır. Enfeksiyona sebep olan bakteri, küf ve mayalar ticari antibiyotiklere karşı zamanla direnç göstermelerinden dolayı birçok üzümü meyve bu tür gıda kaynaklı patojenlere karşı mücadelede etkili bir role sahip olabilecektir.

Kaynaklar

- Akbulut M, Yazıcı K, Şavşatlı Y. 2016. Üzümü Meyveler Raporu. DOKA Yayınları Araştırma Raporları Serisi. 1: 7-8.
- Anonim. 2018. Eucast, European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. http://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/v_8.0_Breakpoint_Tables.pdf.
- Barron D, Ibrahim RK. 1996. Isoprenylated flavonoids-a survey. *Phytochemistry*, 43(5): 921-982. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(96\)00344-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(96)00344-5)
- Bauer A, Perry DM, Kirby MM. 1959. Single disc antibiotic sensitivity testing of *Staphylococci*. *A.M.A. Arch. Intern. Med.*, 104: 208-216.
- Bauer AW, Kirby MM, Sherris JC, Turck M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, 36: 493-496.
- Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D. 2004.. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *J. Food Sci.*, 69: 164-169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x>
- Çam T, Yıldırım HK. 2018. Üzümü meyvelerdeki fenolik bileşiklerin fermentasyon ile değişimi. *Akademik Gıda*, 16(1): 101-108. 10.24323/akademik-gida.417902
- Çam T. 2018. Üzümü meyvelerdeki bileşiklerin laktik asit fermentasyonu ile değişimi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Četojević-Simin D, Ranitović AS, Cvetković DD, Markov SL, Vinčić MN, Djilas SM. 2017. Bioactivity of Blackberry (*Rubus fruticosus* L.) Pomace: Polyphenol Content, Radical scavenging, Antimicrobial and Antitumor Activity. *ACPT EFF*, 48: 63-76. <https://doi.org/10.2298/APT1748063C>
- Ceylan Ş, Saral Ö, Özcan M, Harşit B. 2017. Yaban mersininin (*Vaccinium myrtillus* L.) farklı çözücü ekstraktlarındaki antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *ACU J. For. Fac.*, 18(1): 21-27. 10.17474/artvinofd.271088
- CLSI. 2009. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, nineteenth informational supplement. Approved Standard M100-S19. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- Elsherbiny EA, Amin BH, Baka ZA. 2016. Efficiency of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels extract as a high potential natural tool towards Fusarium dry rot on potato tubers. *Postharvest Biol. Technol.*, 111: 256-263. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.019>
- Francesca Giampieri F, Alvarez-Suarez J, Battino M. 2014. Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.*, <https://doi.org/10.1021/jf405455n>
- Ismail T, Sestili P, Akhtar S. 2012. Pomegranate peel and fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. *J. Ethnopharmacol*, 143: 397-405. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.07.004>
- Krisch J, Ördögh L, Galgóczy L, Papp T, Vágvölgyi C. 2009. Anticandidal effect of berry juices and extracts from *Ribes* species Cent. *Eur. J. Biol.*, 4(1): 86-89. 10.2478/s11535-008-0056-z
- Krstić TP, Suvajdžić LD, Stojanović SZ, Velhner MJ, Milanov DS, Bojić GM, Ilić NM. 2014. Different antimicrobial effects of raspberry depending on the method of active components isolation. *Food Feed Res.*, 41(2): 125-130. 10.5937/FFR1402125K
- Krzyściak P, Krośniak M, Gaštoł M, Ochońska D, Krzyściak W. 2011. Antimicrobial activity of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Post Fitoter.*, 4: 227-231.
- Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem.*, 96(2): 254-260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.033>
- Malviya S, Arvind, Jha A, Hettiarachchy N. 2014. Antioxidant and antibacterial potential of pomegranate peel extracts J. *Food Sci. Technol.*, 51(12): 4132-4137. DOI 10.1007/s13197-013-0956-4
- Mansour E, Ben Khaled A, Lachiheb B, Abid M, Bachar K, Ferchichi A., 2013. Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial activities of peel extract from Tunisian pomegranate. *J. Agric. Sci. Technol.* 15: 1393-1403.
- Orzuua MC, Mussattob SI, Contreras-Esquivela JC, Rodriguez R, Garzaa H, Teixeira JA, Aguilara CN. 2009. Exploitation of agro industrial wastes as immobilization carrier for solid-state fermentation. *Ind. Crop Prod.*, 30(1): 24-27. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.02.001>
- Rongai D, Pulcini P, Lernia GD, Nota P, Preka P, Milano F. 2019. Punicalagin Content and Antifungal Activity of Different Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes. *Horticulturae*, 5(3): 52. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5030052>
- Rongai D, Sabatini N, Pulcini P, Marco D, Storchi L, Marrone A. 2018. Effect of pomegranate peel extract on shelf life of strawberries: computational chemistry approaches to assess antifungal mechanisms involved. *J. Food Sci. Technol.*, 55(7): 2702-2711 DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3192-0>
- Sarkhosh A, Zamani Z, Fatahi R, Ghorbani H, Hadian J. 2007. A review on medicinal characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.). *J. Med. Plants*, 6 (22): 13-24.
- Schuster B, Herrmann K. 1985. Hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acid derivatives in soft fruits. *Phytochemistry*, 24(11): 2761-2764. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)80722-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)80722-0)
- Seeram NP. 2008. Berry Fruits: Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 627-629. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf071988k>
- Sharayei P, Azarpazhooh E, Ramaswamy HS. 2019. Effect of microencapsulation on antioxidant and antifungal properties of aqueous extract of pomegranate peel. *J. Food Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04105-w>
- Shen X, Sun X, Xie Q, Liu H, Zhao Y, Pan Y, Hwang C, Wu C.H. V. 2014. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. *Food Control*, 35(1): 159-165. 10.1016/j.foodcont.2013.06.040
- Simonetti G, Brasili E, D'Auria FD, Corpolongo S, Ferrari F, Pasqua G. 2017. Prenylated flavonoids and total extracts from *Morus nigra* L. root bark inhibit in vitro growth of plant pathogenic fungi. *Plant Biosyst.*, 151: 783-787. <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1320313>
- Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21: 1199-1218.

- Tehranifar A, Selehvarzi Y, Kharrazi M, Bakhshb VJ. 2011. High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (*Punica granatum* L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances. *Ind. Crops Prod.*, 34: 1523–1527. [10.1016/j.indcrop.2011.05.007](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.05.007)
- Wen P, Hu TG, Linhardt RJ, Liao ST, Wu H, Zou YX. 2019. Mulberry: A review of bioactive compounds and advanced processing technology. *Food Sci. Technol.*, 83: 138-158. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.017>
- Wojdyś A, Oszmiański J, Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem.*, 105: 940-949. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.038>
- Yanishlieva NV, Marinova E, Pokorny J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *Euro Fed Lipid*, 108: 776-793. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600127>
- Zhao Y. (Ed.) 2007. *Berry Fruit Value-Added Products for Health Promotion*. USA. CRC Press. 444. 978-0-8493-5802-9