



MERSİNİN (*Myrtus communis* L.) ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

Gülten Tiryaki Gündüz*, Özge Akgül

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 04.11.2021; Kabul / Accepted: 09.03.2022; Online baskı / Published online: 30.03.2022

Gündüz, G.T., Akgül, Ö. (2022). Mersinin (*Myrtus communis* L.) antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *GIDA* (2022) 47 (2) 328-343 doi: 10.15237/gida.GD21142

Gündüz, G.T., Akgül, Ö. (2022). Antioxidant and antimicrobial activities of myrtle (*Myrtus communis* L.). *GIDA* (2022) 47 (2) 328-343 doi: 10.15237/gida.GD21142

ÖZ

Mersin (*Myrtus communis* L.) çoğunlukla Akdeniz ikliminde gelişen aromatik, yaprak dökmeyen fundalıklardır. Polifenoller, antosiyaninler, polifenolik asitler ve flavonoidler gibi çeşitli biyoaktif molekülleri içeren mersin bitkisi antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahiptir. Yapılan çalışmalarda, mersin uçucu yağlarının içerdiği başlıca bileşenlerin 1,8-sineol, α -pinen, linalol, limonen ve mirtenil asetat olduğu, antioksidan aktivitesinin ise 100-768 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (IC_{50}) aralığında değiştiği belirtilmiştir. Mersin ekstrakt/uçucu yağlarının patojen bakteriler, küf ve mayalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu saptanmıştır. Mersin ekstrakt veya uçucu yağlarının model gıda uygulamaları konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, çalışmalarda model gıdalara inoküle edilmiş patojen mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu, lipid peroksidasyonunu geciktirdiği ve gıdaların raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir. Bu derleme çalışmasında, mersin bitkisinin farklı bölümlerinin antioksidan/antimikrobiyal aktivitesi ve mersin ekstraktlarının/uçucu yağlarının gıdalara ilavesinin sağladığı antioksidan/antimikrobiyal etki ile ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Myrtus communis*; mersin; antioksidan; antimikrobiyal; antifungal

ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF MYRTLE (*Myrtus communis* L.)

ABSTRACT

Myrtle (*Myrtus communis* L.) is an aromatic, evergreen shrub that mostly grows in the Mediterranean climate. Myrtle which contains various bioactive molecules like polyphenols, anthocyanin, polyphenolic acid and flavonoids has high antioxidant and antimicrobial activities. The main components of myrtle essential oils are 1,8-cineol, α -pinene, linalool and myrtenyl acetate and the antioxidant activity varies between 100-768 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (IC_{50}). Myrtle extract/essential oils have antimicrobial effects against pathogenic microorganisms, molds and yeasts. Limited studies available on model food applications of myrtle extract or essential oils indicated that it has an antimicrobial effect on pathogenic microorganisms inoculated to model foods, delays lipid peroxidation and extends the shelf life of foods. In this review, studies on the antioxidant/antimicrobial activities of different parts of myrtle as well as the antioxidant/antimicrobial effects of myrtle extracts/essential oils applications to food products were investigated.

Keywords: *Myrtus communis*; myrtle; antioxidant; antimicrobial; antifungal

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ gulten.tiryaki.gunduz@ege.edu.tr

☎ (+90) 232 311 3003

☎:(+90) 232 311 48 31

Gülten Tiryaki Gündüz; ORCID no: 0000-0002-5878-7411

Özge Akgül; ORCID no: 0000-0002-1836-449X

GİRİŞ

Myrtus communis L., çoğunlukla Akdeniz ikliminde, kendiliğinden gelişen, *Myrtaceae* ailesine ait, aromatik, çok yıllık, yaprak dökmeyen fundalıklardır ve ülkemizde genellikle “mersin” adıyla anılmaktadır (Aleksic ve Knezevic, 2014; Söke ve Elmacı, 2015; Siracusa vd., 2019; Liang vd., 2020; Smeti vd., 2020). Yaklaşık 3000 farklı türe sahip mersin bitkisinin yüksekliği 2.5 metreye kadar ulaşabilmektedir. Mersin bitkisinin çiçekleri kokulu, beyaz ya da pembe renkli; mersin meyveleri ise çok çekirdekli, yuvarlak, siyah–mavi ve beyaz-sarımsı renkli olmak üzere iki farklı renge sahiptir (Giampieri vd., 2020). Flavonoid ve antosiyanin gibi fenoliklerce zengin olan mersin meyveleri Kasım–Şubat aylarında olgunlaşmaktadır (Asik vd., 2021; Medda ve Mulas, 2021). Meyve ve yapraklarındaki uçucu yağ içeriği sebebiyle aromatik bir tür olarak sınıflandırılan mersin, ticari olarak likör üretimi ve parfüm sektöründe kullanılırken, sağlık sektöründe ve mutfaklarda baharat olarak da mersinden yararlanılmaktadır. Tanen bakımından zengin olan mersin meyveleri, buruk tatları nedeniyle karabibere ikame olarak da kullanılabilir (Snoussi vd., 2012). Bunların yanı sıra mersin, abiyotik strese karşı direnci ile de dikkat çekmekte, mersinin ekosistem restorasyonunda kullanılabilmesi düşünülmektedir (Tafreshi vd., 2021). Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Doğu Asya’nın yerel bitkisi olan *Myrtus communis* L., ülkemizde Adana, Antalya, İçel, Çanakkale, İstanbul, Zonguldak, Trabzon, İzmir, Samsun, Muğla ve Hatay gibi kıyı illerinde doğal olarak bulunabilmektedir (Söke ve Elmacı, 2015; Siracusa vd., 2019).

Mersin meyveleri yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmasının yanı sıra, polifenol, antosiyanin, polifenolik asit ve flavonoidler gibi çeşitli biyoaktif moleküller içermektedir (Jabri vd., 2018). Fenolik madde içeriğinin yüksek olması nedeniyle dikkat çeken mersin, sağlık alanında da kullanılabilir (Medda vd., 2021). Halk arasında mersinden, yaraların iyileştirilmesinde, ishal, mide ülseri, dizanteri, kanser, romatizma, kanama, hemoroid, inflamasyon, dispepsi, anksiyete, uykusuzluk, diyabet, hipertansiyon, pulmoner bozukluklar ve cilt hastalıkları gibi

çeşitli hastalıkların tedavisinde yararlanılmaktadır (Jabri vd., 2018; Sisay ve Gashaw, 2017; Mahboubi, 2017; Raeiszadeh vd., 2018). Farmakolojik olarak ise mersinin hemostatik etki, hepatik hastalıklara karşı koruyucu ajan, antikanser, antimikrobiyal, antidiyareik, antidiyabetik, antiülser, antioksidan, antifungal, antimutajenik, antiviral, antiparazitik, antihemoroid, anti-çoğunluk algılanması (anti-Quorum sensing) ve antiinflamatuvar aktiviteleri olduğu bilinmektedir (Hashemipour vd., 2017; Malekoti vd. 2019; Contini vd., 2020; Ebrahimi vd., 2020; Hassan vd., 2020; Alyousef vd., 2021; Khodaie vd., 2021). Zadeh vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışma mersin ekstraktının sülfat indirgeyen bakterilerin çelik yüzeylerde oluşturduğu mikrobiyolojik korozyonu önlemede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Bu özelliklerinin yanı sıra, mersin yaprağı etanol ekstraktının Alzheimer hastalığının önlenmesi ve tedavisinde alternatif olabilecek yeni bir terapötik yaklaşım olduğu ifade edilmiştir (Aykaç vd. 2019; Yaman vd. 2020).

Mersin uçucu yağı, mersin yaprağı, çiçeği ve meyvesi gibi mersinin farklı kısımlarından elde edilebilirken, eldesinde hidrodistilasyon gibi geleneksel yöntemlerin yanı sıra süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu, anfloraj gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Mersin uçucu yağlarının, tanen, flavonoid, fenolik bileşikler ve yağ asitlerince zengin olduğu belirlenmiştir (Aleksic ve Knezevic, 2014; Bekhechi vd., 2019). Mersin ekstraktları ise su, etanol, metanol, etil asetat gibi çeşitli çözücüler kullanılarak Soxhlet, maserasyon, kaynatma, demleme, membran teknolojisi gibi ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilebilmektedir (Aleksic ve Knezevic, 2014). Farklı morfolojilerde bulunabilen mersinin fiziksel özellikleri, besin içeriği ile fenolik ve antioksidan özellikleri, mersinin bulunduğu yer ve koşullara, mevsime, analiz edilen kısımlara, renk ve aşılı veya yabani oluşuna göre değişiklik gösterebilmektedir. González-de-Peredo vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada İspanya’nın kıyı ve iç kesimlerinden olmak üzere farklı lokasyonlardan mersin meyvesi örnekleri toplanmış ve çalışma sonucunda lokasyonun mersinin kimyasal içeriği ve

morfolojik özellikleri üzerine etkili olduğu ifade edilmiştir. Kıyı kesimlerinde yetişen mersin meyvelerinin iç kesimlere göre antosiyanin gibi biyoaktif bileşenlerce daha zengin olduğu

belirlenmiştir. Çizelge 1’de farklı ülkelerden toplanan mersin bitkisinin farklı kısımlarının bileşiminin araştırıldığı bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Çizelge 1. Mersin bitkisinin farklı bölümlerinden elde edilen uçucu yağ veya ekstraktlarının temel bileşenleri

| Şehir, Ülke | Ekstrakt/uçucu yağ | Kullanılan Yöntem | Majör Bileşenler | Kaynak |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Zeboudja ve Ténès, Cezayir | Yaprak uçucu yağı | GC-FID GC/MS | α -pinen (%2.8-48.6) linalol (%10.5-32) limonen (%11-29.7) | Hennia vd., 2019a |
| Darab, İran | Yaprak uçucu yağı | GC-GC/MS | 1,8-sineol (%26.91) α -pinen (%22.02) linalol (%12.74) | Dejam ve Farahmand, 2017 |
| Antalya, Türkiye | Yaprak uçucu yağı | GC/MS | α -pinen (%35.6) 1,8-sineol (%28.3) linalol (%10.5) | Şen vd., 2020 |
| | Dal uçucu yağı | | α -pinen (%30.7) 1,8-sineol (%23.5) p-simen (%13.3) | |
| Türkiye | Dal uçucu yağı | GC/MS | α -pinen(%33.14) ökaliptol (%55.09) | Kaya vd., 2020 |
| Antalya, Türkiye | Yaprak+Çiçek+Kök uçucu yağı | GC/MS | α -pinen (%31.2) 1,8-sineol (%24.2) limonen (%13.8) | Atik vd., 2020 |
| Cizan, Suudi Arabistan | Yaprak etanol ekstraktı | GC/MS | 1,1,8-trimetiloktahidro-2,6-naftalindion (%27.6) pirogalol (%9.1) | Mir vd., 2020 |
| Yayla, Kuzey Kıbrıs | Yaprak uçucu yağı | GC/MS | 1,8-sineol (%39.38) α -pinen (%24.98) linalol (%8.18) | Bahadırılı vd., 2020 |
| Tunus | Dal uçucu yağı | GC/MS | α -pinen (%40.4) 1,8 sineol (%30.0) Limonen (%4.3) | Dhouibi vd., 2021 |
| Fas | Dal uçucu yağı | GC/MS | Mirtenil asetat (%1.8-40.2) 1,8 sineol (%5-38.8) α -pinen (%8.1-28.9) | Bakhy vd., 2021 |
| Sardinya, İtalya | Yaprak uçucu yağı | GC/MS | α -pinen (%13.81- 46.51) 1,8 sineol (%1.37-27.12) | Usai vd., 2020 |

Mersin uçucu yağının kimyasal içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada, Cezayir’in farklı lokasyonlarından toplanan mersinlerin %50.1 oran ile α -pinence zengin olduğu, bu bileşeni sırasıyla, 1,8-sineol (%22.27) ve limonen (%5.16) bileşenlerinin takip ettiği belirlenmiştir (Mohamadi vd., 2021). İran’ın güneyinde yetişen mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağın majör bileşenlerinin 1,8-sineol (%26.91) ve α -pinen (%22.02) olduğu saptanmıştır (Dejam ve Farahmand, 2017). Dönmez ve Salman (2017)

tarafından yapılan bir çalışmada ise Burdur’dan toplanan mersin yaprak ve meyvelerindeki baskın bileşenlerin limonen (%35.13 ve %40.87), α -pinen (%19.91 ve %26.81) ve linalil asetat (%7.57 ve %8.88) olduğu tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise, Antalya’dan toplanan mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağdaki baskın bileşenlerin 1,8-sineol (%33.94 -%38.65), α -pinen (%29.33-%30.65) ve linalol (%8.25-%13.86) olduğu belirlenmiştir (Uzun vd., 2016).

MERSİN BİTKİSİNİN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ

Gıdalardaki oksidasyon reaksiyonlarını önlemek amacıyla sentetik veya doğal antioksidanların ilave edilmesi sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde üretici ve tüketiciler, sentetik antioksidanların sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle doğal antioksidanlara yönelmiştir. İçerdikleri sekonder metabolitler ve fenolik bileşenler nedeniyle bitki uçucu yağ veya ekstraktlarının doğal antioksidan maddeler olarak kullanımı tercih edilen bir yöntemdir. Mersin uçucu yağ veya ekstraktlarının da bu amaçla kullanım potansiyeli bulunmaktadır (Anwar vd., 2016).

Literatürde mevcut olan çalışmalar, mersin ekstrakt ve uçucu yağlarının yapısında bulunan flavonoidler (quersetin), fenolik asitler, tanenler ve α -tokoferoller sayesinde etkili antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Gorjian vd., 2021). DPPH yöntemi ile belirlenen mersin uçucu yağlarının antioksidan aktivitesinin, 100-768 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (IC_{50}) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Hennia vd., 2019b). Mersin ekstrakt veya uçucu yağ içeriklerinin bitkinin analiz edilen kısımları, yetiştiği bölge, kullanılan bölümlerinin taze veya kurutulmuş olması, kullanılan çözücü, analiz yöntemi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebildiği görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mersinin antioksidan aktivitesinin incelendiği bazı çalışmalar

| Şehir, Ülke | Ekstrakt/ uçucu yağ | Yöntem | Antioksidan aktivite | Kaynak |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Zağvan, Tunus | Yaprak metanol ekstraktı | DPPH* (IC_{50}) FRAP* | 3.81-6.83 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 192.24-267 mmol Fe ²⁺ /g ekstrakt | Yangui vd., 2021 |
| Antalya, Türkiye | Yaprak uçucu yağı | ABTS+ (IC_{50}) DPPH (IC_{50}) | 124.40 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 34.13 $\mu\text{g}/\text{mL}$ | Şen vd., 2020 |
| | Dal uçucu yağı | ABTS+ (IC_{50}) DPPH (IC_{50}) | 390.10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 28.15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ | |
| Zeboudja ve Ténès, Cezayir | Yaprak uçucu yağı | DPPH (IC_{50}) | 2.28-12.66 mg/mL | Hennia vd., 2019a |
| Yemen | Yaprak uçucu yağı | DPPH (IC_{50}) | 4.2 $\mu\text{L}/\text{mL}$ | Anwar vd. 2017 |
| Marmaris, Türkiye | Meyve metanol ekstraktı | DPPH (IC_{50}) | 1.22-1.24 mg/mL | Keven-Karademir ve Avunduk, 2015 |
| Hacıabad, İran | Yaprak etanol ekstraktı | DPPH (IC_{50}) FRAP | 4.17 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 0.26 $\mu\text{g}/\text{mL}$ | Raeiszadeh vd., 2018 |
| Yemen | Yaprak metanol ekstraktı | DPPH (IC_{50}) | 2.79 $\mu\text{g}/\text{mL}$ | Abdulqawi ve Quadri, 2020 |
| | Yaprak su ekstraktı | | 2.65 $\mu\text{g}/\text{mL}$ | |
| Antalya, Türkiye | Meyve metanol ekstraktı | DPPH (%) | 77.64–83.56 | Özcan vd., 2020 |
| | Yaprak metanol ekstraktı | | 93.76–98.37 | |
| Mersin, Türkiye | Çekirdek etanol ekstraktı | DPPH (%) | 15.43-92.11 | Akyüz vd., 2019 |
| | Meyve etanol ekstraktı | | 3.05-45.85 | |
| | Kabuk etanol ekstraktı | | 4.17 – 13.79 | |

*DPPH: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil analizi; FRAP: ferrik iyon indirgeyici antioksidan güç analizi

Messaoud ve Boussaid (2011) tarafından yapılan çalışmada farklı renk morfolojisindeki mersin meyvelerinin antioksidan aktivitesi incelenmiş ve koyu-mavi meyvelerin (IC_{50} =2.1 mg/mL) beyaz

meyvelere (IC_{50} =2.8 mg/mL) kıyasla daha etkin antioksidan aktiviteye sahip olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada, koyu-mavi meyvelerin beyaz meyveler ile kıyaslandığında polifenol,

flavonoid, flavonol ve antosiyanin içeriklerinin fazla olması nedeni ile fenolik içeriklerinin farklı olmasına bağlı olarak daha yüksek antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir. Analizlerde kullanılan kurutma yöntemi, mersinin içerdiği fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ve antioksidan aktivitesi üzerinde etkilidir (Snoussi vd., 2021). Bakar vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada koyu renkli meyvelerin beyaz renkli meyvelere göre, taze meyvelerin ise kurutulmuş meyvelere göre daha etkili antioksidan aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir. Farklı kurutma yöntemlerinin (fırın, mikrodalga ve oda sıcaklığında kurutma) mersin meyve ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ve fenolik içeriği üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek antioksidan aktivite %83.55 ile oda sıcaklığında kurutulan örneklerde, en düşük aktivite ise %25.43 ile kurutma işlemi uygulanmamış taze mersin meyvelerinde görülmüştür (Alkaltham vd., 2021).

Mersinlerin toplandığı bölge ve kullanılan kısımlarının yanı sıra, mersinlerin hasat dönemi de mersin bileşimi ve antioksidan aktivitesi açısından önem taşımaktadır. Olgunlaşma sürecinin mersin yaprak, meyve ve tohumları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, Eylül ve Aralık aylarında toplanan mersin meyve, yaprak ve tohumlarının antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda mersin yaprağı için en etkili antioksidan aktivite, Eylül ve Aralık ayında hasat edilen yaprakların su ekstraktında saptanırken (sırasıyla $IC_{50}=8.29 \mu\text{g/mL}$ ve $9.44 \mu\text{g/mL}$), meyve için en etkili IC_{50} değeri Eylül ayında hasat edilen meyvelerin su ekstraktında ($IC_{50}=8.42 \mu\text{g/mL}$) belirlenmiştir (Babou vd., 2016).

Antioksidan aktivite, çözünen türü, ekstrakt veya uçucu yağın eldesinde kullanılan yöntem veya antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılan yöntemlere göre de değişiklik gösterebilmektedir. Mersin yaprak ve meyvelerinin farklı ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada, en etkili antioksidan aktivite sırasıyla metanol, su, etanol ve etil asetat ekstraktlarında tespit edilmiştir (Amensour vd., 2010). Mersin yaprağının etanol, etil asetat, kloroform ve su ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada ise, DPPH, ABTS+, hidroksil radikali yakalama gücü ve metal

şelatlama gibi farklı yöntemler kullanılmıştır. DPPH ve ABTS+ analiz sonuçlarına göre en etkili ekstraktın etil asetat ($IC_{50}= 0.004 \text{ mg/mL}$) olduğu, etil asetatı sırasıyla metanol (0.006 mg/mL), kloroform (0.009 mg/mL) ve su (0.021 mg/mL) ekstraktlarının takip ettiği belirlenmiştir. Hidroksil radikali yakalama gücü analizi sonuçlarına göre en yüksek antioksidan aktivite sırasıyla etil asetat, kloroform, metanol ve su ekstraktlarında tespit edilirken; metal şelatlama analizi sonucunda en etkili ekstraktların sırasıyla metanol ($IC_{50}= 0.39 \text{ mg/mL}$), su (0.403 mg/mL), kloroform (3.05 mg/mL) ve etil asetat ekstraktı (16.05 mg/mL) olduğu ortaya konmuştur. Antioksidan aktivitenin kullanılan solvente göre değişmesinin nedeni olarak çözünenin polaritesi gösterilebilirken, farklı yöntemlerin farklı sonuçlar vermesinin nedeni ise yöntemlerin etki mekanizmalarının farklı olmasıdır. DPPH ve ABTS+ analizlerinde antioksidan bileşiklerin elektron tutma yeteneği belirlenirken, metal şelatlama analizinde ise antioksidan bileşiklerin ağır metal iyonlarını yakalama yeteneği araştırılmaktadır (Bouaziz vd., 2015).

Süperkritik ekstraksiyon ve geleneksel ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen mersin ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada, süperkritik ekstraksiyon ile elde edilen ekstraktlardaki flavonol glikozitlerin konsantrasyonunun geleneksel yöntemle elde edilene göre daha yüksek olduğu ve buna bağlı olarak süperkritik ekstraksiyon ile elde edilen ekstraktlarda antioksidan etkinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Pereira vd., 2016).

Yapılan çalışmalarda, yabani olarak yetişen mersinler ile kültüre edilmiş mersinlerin antioksidan aktiviteleri arasında da fark olduğu belirlenmiştir. Çakmak vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, yabani mersinlerin kültüre edilmiş mersinlere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu, en etkili antioksidan aktivitenin $39.21 \mu\text{g/mL}$ IC_{50} değeri ile yabani mersinlerde görüldüğü, kültüre edilmiş mersinlerde ise IC_{50} değerinin $57.50 \mu\text{g/mL}$ olduğu rapor edilmiştir.

MERSİN BİTKİSİNİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

Mersin bitkisinin antibakteriyal aktivitesi

Mersin ekstrakt ve uçucu yağlarının Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerine antibakteriyal etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda Gram pozitif bakterilerin mersin ekstrakt ve uçucu yağlarına Gram negatif bakterilere göre daha hassas olduğu tespit edilmiştir (Toaibia, 2015). Yapılan bir çalışmada mersin yaprağının etanol ekstraktının Gram pozitif mikroorganizmalar üzerine etkili

antimikrobiyal aktivite sağladığı (inhibisyon zonu= 9-25 mm), ancak Gram negatif bakteriler üzerine inhibitif etki göstermediği belirlenmiştir (Mir vd., 2020). Diğer bir çalışmada mersin yapraklarının su ve metanol ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, metisilin dirençli *S. aureus* ve *Escherichia coli* üzerinde inhibitif etkiye sahip olduğu, inhibitif etkinin ekstrakt konsantrasyonu arttıkça arttığı tespit edilmiştir (Abdulqawi ve Quadri, 2021).

Çizelge 3. Mersinin antibakteriyal etkisinin incelendiği bazı çalışmalar

| Ekstrakt/ uçucu yağ | Test kültürleri | Antibakteriyal etki | Kaynak | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------|---------------|------|
| Yaprak Etanol Ekstraktı | <i>Staphylococcus aureus</i> | MİK değeri (µg/mL)* 125 | Raeciszadeh vd., 2018 | | | |
| | <i>Micrococcus luteus</i> | 4000 | | | | |
| | <i>Staphylococcus epidermidis</i> | 1000 | | | | |
| | <i>Bacillus subtilis</i> | 125 | | | | |
| | <i>Escherichia coli</i> | 4000 | | | | |
| | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 8000 | | | | |
| Yaprak Metanol veya Su Ekstraktı | <i>S.aureus</i> | MİK değeri (mg/mL) 0.781 | Abdulqawi ve Quadri, 2021 | | | |
| | Metisilin dirençli <i>S. aureus</i> | 0.781 | | | | |
| | <i>P. aeruginosa</i> | 0.781 | | | | |
| | <i>Proteus mirabilis</i> | 0.781 | | | | |
| | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | 0.781 | | | | |
| | <i>E. coli</i> | 1.563 | | | | |
| Yaprak ekstraktı | etanol | MİK değeri | MBK değeri | Zon çapı | Mir vd., 2020 | |
| | | (µg/mL) | (mg/mL)** | (mm) | | |
| | | <i>S. aureus</i> | 9.7 | 0.3 | | 25 |
| | | <i>S. epidermidis</i> ATCC 12228 | 4.87 | 20 | | 15 |
| | | <i>Enterococcus faecalis</i> | 19.5 | 5 | | 9 |
| | | <i>E. faecalis</i> ATCC 29212 | 78 | 5 | | 9 |
| | | <i>Mycobacterium smegmatis</i> | 19.5 | 1.2 | | 17.6 |
| | | <i>E. coli</i> ATCC 25922 | - | - | | - |
| <i>K. pneumoniae</i> | - | - | - | | | |
| <i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027 | - | - | - | | | |
| <i>Salmonella typhi</i> | - | - | - | | | |
| Meyve uçucu Yağı | <i>S. aureus</i> <i>S. epidermidis</i> <i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Moraxella catarrhalis</i> <i>B. subtilis</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> Typhimurium <i>Shigella flexneri</i> <i>K. pneumoniae</i> <i>P. auregenosa</i> | MİK değeri (mg/mL) | | | Toaibia, 2015 | |
| | | 1.125 | | | | |
| | | 2.25 | | | | |
| | | 0.563 | | | | |
| | | 4.5 | | | | |
| | | 9.0 | | | | |
| | | 18.00 | | | | |
| | | 1.125 | | | | |
| | | 4.5 | | | | |
| | | 4.5 | | | | |
| 4.5 | | | | | | |
| 18.0 | | | | | | |

Çizelge 3. devam

| Ekstrakt/ uçucu yağ | Test kültürleri | Antibakteriyal etki | Kaynak |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Yaprak metanol ekstraktı/Yaprak su ekstraktı | <i>Aggregatibacter</i> | ≤0.19 / 0.39 | Dib vd., 2021 |
| | <i>actinomycetemcomitans</i> klinik suşu | | |
| | <i>A.actinomycetemcomitans</i> Y4 ATCC 43718 | ≤0.19 / 0.39 | |
| | <i>Eikenella corrodens</i> klinik suş 1 | ≤0.19 / 0.19 | |
| | <i>E. corrodens</i> klinik suş 3 | 0.39 / 0.39 | |
| | | MİK değeri (%) | |
| Yaprak ve gövde uçucu yağı | <i>S. epidermidis</i> | 0.25 | Chraïbi vd. 2019 |
| | <i>Salmonella enterica</i> | 4 | |
| | <i>Acinetobacter baumannii</i> | 4 | |
| | | Zon çapı (mm) | |
| Dal uçucu yağı | <i>S. aureus</i> ATCC 25923 | 17.85 | Mohamadi vd., 2021 |
| | <i>S. enterica</i> ATCC 35659 | 15.93 | |
| | <i>P. mirabilis</i> | 15.70 | |
| | <i>E. coli</i> ATCC 25922 | 15.69 | |
| | <i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603 | 7.43 | |
| | <i>Serratia liquefaciens</i> | 6.33 | |
| | | Zon çapı (mm) | |
| Çiçek uçucu yağı | <i>B. subtilis</i> | 18 | Dhifi vd., 2020 |
| | <i>Bacillus cereus</i> | 22 | |
| | <i>S. aureus</i> | 20 | |
| | <i>S. epidermidis</i> | 15 | |
| | <i>E. faecalis</i> | 15 | |
| | <i>Listeria monocytogenes</i> | 22 | |
| | <i>S. enterica</i> | 16 | |
| | <i>E. coli</i> | 14 | |
| | <i>P. aeruginosa</i> | 15 | |
| Yaprak uçucu yağı | <i>K. pneumoniae</i> | 11 | El Hartiti vd. 2020 |
| | <i>A. baumannii</i> | 15 | |
| | <i>S. aureus</i> | 18 | |
| | <i>P. aeruginosa</i> | - | |
| | <i>E.coli</i> | - | |
| | <i>S. epidermidis</i> | 11 | |
| Yaprak etanol ekstraktı | <i>E.coli</i> | 20.16 | Douhri vd., 2017 |
| Yapraktan ekstrakte edilen flavonoid/alkoloid /terpenoid (200mg/mL) | <i>S. aureus</i> | 30 / 24 / 20 | Sharara vd., 2021 |
| | <i>E. coli</i> | 30.66 / 30 / 15 | |
| | <i>E. faecalis</i> | 32 / 29 / 21.66 | |
| | <i>K. pneumoniae</i> | 29.66 / 30 / 20.66 | |
| Nano-enkapsüle edilmiş mersin sürgünü uçucu yağı | | İnhibisyon zonu (%) | Falleh vd., 2021 |
| | <i>E. coli</i> | 89.57-92.88 | |
| | <i>B. subtilis</i> | 25.48-27.55 | |

*MİK: Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu,

**MBK:Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu

Dhifi vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, mersin çiçeği uçucu yağının *Bacillus cereus* ve *Listeria monocytogenes* için 22 mm ile en geniş inhibisyon zonu, *E. coli* için ise en dar inhibisyon zonu (14 mm) oluşturduğu belirlenmiştir. Mersin dal, yaprak ve çiçeklerinden elde edilen uçucu

yağın 17.85 mm (ortalama inhibisyon zon çapı) ile en etkili olduğu mikroorganizmanın *S. aureus* olduğu saptanmış, en düşük inhibitif etkinin ise 6.33 mm'lik ortalama inhibisyon zon çapı ile *Serratia liquefaciens*'de görüldüğü ortaya konmuştur (Mohamadi vd., 2021). Ben Hsouna vd. (2014)

tarafından yapılan çalışmada ise mersin yaprak uçucu yağının inhibitif etkisi araştırılmış ve en etkin antimikrobiyal aktivitenin 0.625 mg/mL minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değeri ile *B. cereus* ATCC 14579 ve *S. aureus* ATCC 6536'da görüldüğü belirlenmiştir. Mersin yaprak etanol ekstraktının farklı mikroorganizmalar üzerine inhibitif etkisinin incelendiği bir çalışmada ise en yüksek inhibitif etkinin *Bacillus subtilis* ve *S. aureus*'ta (125 µg/mL), en düşük etkinin ise *P. aeruginosa*'da (8000 µg/mL) görüldüğü tespit edilmiştir (Raeszadeh vd., 2018)

Mersin bitkisinin antifungal aktivitesi

Literatürdeki mevcut çalışmalarda mersin ekstrakt ve yağlarının antibakteriyel etkilerinin yanı sıra küf ve mayalar üzerine inhibitif etki gösterdiği ortaya konmuştur (Çizelge 4). Mersin yaprağı uçucu yağının *Candida* türleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada MİK₅₀ (mikroorganizmaların %50'sini inhibe eden konsantrasyon) değerlerinin 0.03 ile 1.0 µL/mL arasında değiştiği, ayrıca çalışmada incelenen *Aspergillus* spp.'de bu değer 4-16 µL/mL olduğu saptanmıştır (Zomorodian vd., 2013).

Çizelge 4. Mersinin antifungal etkisinin incelendiği bazı çalışmalar

| Ekstrakt/uçucu yağ | Test kültürleri | Antifungal aktivite | Kaynak |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
| Yaprak etanol ekstraktı | <i>Macrophomina phaseolina</i> | %67.77 | Hantoosh vd., 2021 |
| <u>MİK (µl/mL)</u> | | | |
| Yaprak uçucu yağı | <i>Candida albicans</i> | 0.25 – 2 | Zomorodian vd., 2013 |
| | <i>Candida glabrata</i> | 0.03 – 1 | |
| | <i>Candida krusei</i> | 0.25 | |
| | <i>Candida tropicalis</i> | 0.06 – 4 | |
| | <i>Candida parapsilosis</i> | 0.06 - 2 | |
| | <i>Candida guilliermondii</i> | 1 | |
| | <i>Candida dubliniensis</i> | 0.06 – 1 | |
| | <i>Aspergillus</i> spp. | 4 – 16 | |
| Uçucu yağ | <i>Malassezia</i> sp. | 15.625-125 | Barac vd., 2017 |
| <u>Zon çapı (mm)</u> | | | |
| Yaprak ekstraktı | su <i>C. albicans</i> | 14 | Belmimoun vd., 2020 |
| | <i>Aspergillus fumigatus</i> | 10 | |
| Yaprak uçucu yağı | <i>C. albicans</i> | 10.5 | |
| | <i>A. fumigatus</i> | 8.5 | |
| Kök ekstraktı | metanol <i>C. albicans</i> | 4.0 | Alyousef, 2021 |
| | <i>C. glabrata</i> | 23.5 | |
| | <i>Candida kefir</i> | - | |
| | <i>C. parapsilosis</i> | - | |
| | <i>C. tropicalis</i> | 5.2 | |

Belmimoun vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, *Myrtus communis* yapraklarının su ekstraktı ve uçucu yağının *Aspergillus fumigatus* ve *Candida albicans* üzerine antifungal etkisi araştırılmış *A. fumigatus* ve *C. albicans* için sırası ile su ekstraktının 10 mm ve 14 mm inhibisyon zon çapları oluşturduğu, mersin uçucu yağında ise bu değerlerin 8.5 mm ve 10.5 mm olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada, su ekstraktındaki fenolik bileşenlerin serbest hidroksil grupları nedeni ile sulu ortamda daha iyi çözdüğü için, su ekstraktının

uçucu yağa kıyasla daha etkin antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Kordalı vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 4 farklı genotipteki meyvelerin uçucu yağlarının farklı fungi üzerine antifungal aktivitesi araştırılmış, çalışmada hife gelişiminin inhibisyonu belirlenmiştir. En etkili antifungal aktivite %37.5 ile %100 arasında değişen inhibisyon oranları ile küçük-siyah yabancı meyvelerden elde edilen uçucu yağ uygulamasında görülmüştür. En yüksek

inhibitif etkinin *Rhizoctonia solani*, *Cladosporium herbarum* ve *Sclerotinia minor*'de görüldüğü, bu küflerde gelişiminin tamamen engellendiği, en geniş hife oluşumunun ise *Fusarium solani*'de (24.1 mm) olduğu tespit edilmiştir.

Thymus vulgaris L. (kekik), *Myrtus communis* L. (mersin), *Eugenia caryophyllata* (karanfil) ve *Citrus aurantifolia* (misket limonu) uçucu yağlarının *Aspergillus flavus* üzerine antifungal etkisinin incelendiği bir çalışmada en etkili yağların kekik ve karanfil olduğu, mersin yağının ise düşük antifungal etki gösterdiği ortaya konmuştur. Misket limonu yağının ise antifungal etki göstermediği saptanmıştır (Omidbaigi vd., 2007).

Mersin ekstrakt veya uçucu yağlarının gıdalarda kullanımı

Doğal antimikrobiyal madde olarak mersin ekstrakt ve uçucu yağlarının gıdalardaki potansiyel kullanımlarının araştırılmasına yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Djenane vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada *Eucalyptus globulus*, *Satureja hortensis* ve *Myrtus communis* uçucu yağlarının dana kıymasına inoküle edilmiş *Escherichia coli* O157:H7 ve *Staphylococcus aureus* üzerine inhibitif etkisi araştırılmıştır. 7 günlük depolama süresi sonunda mersin yaprak uçucu yağı uygulanmış örneklerdeki patojen sayılarının kontrol örneklerine kıyasla, yaklaşık 2.5 log birim daha az olduğu belirlenmiştir. İncelenen 3 uçucu yağ içerisinde mersinin orta seviyede, *S. hortensis*'in ise en etkili antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kıyma üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise, *L. monocytogenes* üzerine mersin çiçeği uçucu yağının tek başına ve nisin ile kombinasyonunun antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki mersin yağı uygulamasının depolama süresince *L. monocytogenes* gelişimini inhibe ettiği ortaya konmuştur. Mersin yağı/nisin uygulamasının *L. monocytogenes* sayısını 2. günden sonra kontrol örneğine kıyasla 7.25 logaritmik birim azalttığı ve sayının 21 günlük depolama süresi boyunca sabit kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada mersin çiçeği yağının antioksidan aktivitesinin konsantrasyona bağlı olduğu belirlenmiş ve IC₅₀ değeri 7.5 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra kıymaya mersin uçucu yağı uygulamasının lipid

peroksidasyonunu geciktirdiği ortaya konmuştur (Dhifi vd., 2020). Isırgan otu, biberiye ve mersinin %0.4 oranındaki etanol ekstraktlarının kavurma üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri sırası ile %84.12, %87.10 ve %93.53 olarak belirlenirken, en yüksek fenolik içerik 5.20 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ile mersin ekstraktında tespit edilmiştir. Yüksek antioksidan aktivitesine rağmen mersin yaprak ekstraktının etkili antimikrobiyal özellik göstermediği, ancak kavurmada lipid oksidasyonunu geciktiren en etkili ekstrakt olduğu belirlenmiştir. En etkili antimikrobiyal aktivite ise ısırgan otu ekstraktında gözlenmiştir (Sağır ve Turhan, 2013).

Mersin yaprağı uçucu yağı içeren yenilebilir kaplama uygulaması yapılmış çığ somon örneklerinde 10 günlük depolama sonunda *Pseudomonas fluorescens* ve *Pseudomonas orientalis* sayıları sırasıyla 5 ve 5.1 log birim düzeylerindeyken, kontrol örneklerinde ise sayıların 8 log birime kadar yükseldiği tespit edilmiştir (Myszka vd., 2020).

Mersin yaprağı su ekstraktı ilave edilmiş ve vakum paketlenmiş tavuk sosislerindeki mikrobiyal gelişiminin incelendiği bir çalışmada, depolama sonunda aerobik mikroorganizma sayıları kontrol örneklerinde 5.81 log koloni oluşturan birim (KOB)/g iken, %0.25 (v/v) ve %0.5 (v/v) mersin su ekstraktı ilave edilen sosislerde bu sayıların sırası ile 3.89 ve 3.18 log KOB/g olduğu saptanmıştır. Ayrıca, mersin ekstrakt ilavesinin sosis rengine olumlu etki ettiği, bu nedenle mersinin et ürünlerinde renk düzenleyici madde olarak kullanılabilceği rapor edilmiş, bunun yanı sıra mersin ekstraktı uygulamasının sosislerde lipid peroksidasyonunu stabil seviyede tuttuğu tespit edilmiştir (Amensour vd., 2015). Boroujeni ve Hojjatoleslami (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da patates cipslerinin mersin uçucu yağı ilave edilmiş ayçiçek yağıyla kızartılmasının cipsin rengi ve tekstürü üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Dairi vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, zeytinyağına mersin etanol/su ekstraktından elde edilen fenolik bileşenler ilave edilerek son ürünün

antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile incelenmiştir. Antioksidan aktivitenin mersin ekstraktı ile zenginleştirilmiş zeytinyağında (%95.0), ticari bir antioksidan olan bütil hidroksi tolüen (BHT) ilave edilmiş zeytinyağına (%48.7) göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Herhangi bir zenginleştirme işlemi uygulanmamış zeytinyağının antioksidan aktivitesi ise %44.3 olarak belirlenmiştir.

Mersin ekstrakt ve uçucu yağ uygulamalarının sebze ve meyvelerde kullanımı üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Gündüz vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada mersin yaprağı uçucu yağının domates ve marula inoküle edilmiş *Salmonella Typhimurium* üzerine etkisi araştırılmış, domates ve marulu 20 dakikaya kadar suyla yıkamanın, yüzeydeki *S. Typhimurium* popülasyonlarını 0.24 ve 0.80 log oranında azalttığı belirlenmiş, 750 mg/L uçucu yağ içeren su ile yıkanan marullarda 1.04-1.42 logaritmik birimlik, 1000 mg/L uçucu yağ içeren su ile yıkanan domateslerde ise 0.89-1.89 logaritmik birimlik azalma tespit edilmiştir. Modifiye atmosferde paketlenen çileklere mersin uçucu yağı uygulamasının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, antimikrobiyal etkinin konsantrasyona bağlı olduğu rapor edilmiştir. %0.5 (v/v) mersin uçucu yağı ile depolamanın 6. günden itibaren toplam canlı mikroorganizma sayılarında 0.33 ve 1.14 log azalma sağladığı, bu uygulamanın %0.1 (v/v) oranında uçucu yağ uygulamasına göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (Ulukanlı ve Öz, 2015). Fadda vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, mersin yaprağı etanol/su ekstraktı uygulamasının depolama süresince mandalinalara inoküle edilmiş *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum* üzerine inhibitif etkisi incelenmiştir. Kontrol örneklerindeki küflenme oranları 12 günlük depolama süresi sonunda *P. digitatum* ve *P. italicum* için sırasıyla %99.45 ve %75 iken, mersin ekstraktı uygulanmış mandalinalarda küflenme yüzdeleri *P. digitatum* için %52.22-68.33, *P. italicum* için ise %53.94-72.62 olarak belirlenmiştir.

Mersin uçucu yağlarının biyolojik aktiviteleri kullanılan test mikroorganizmalarına ve kimyasal kompozisyonlarına bağlı olarak düşük ile orta

seviye arasında değişmektedir (Hennia vd. 2019). Diğer yandan, mersin fenolik bileşenlerinin sızma zeytinyağına ilave edilmesi ile antioksidan aktivitenin arttığı ve fosfolipid peroksidasyonunu inhibe ettiği için potansiyel fonksiyonel gıda olabileceği rapor edilmiştir (Dairi vd., 2017).

SONUÇ

Akdeniz ikliminde yetişen ve ülkemizde de doğal olarak bulunabilen mersin (*Myrtus communis* L.) likör üretiminden sağlık sektörüne kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar mersin ekstrakt ve uçucu yağlarının etkili antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktivitelere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Mersin fenolik içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi; analiz için kullanılan bitki kısımları, yetiştiği ülke, iklim, sıcaklık, nem, ürünlerin taze veya kurutulmuş olarak analiz edilmesi ve saklanma koşulları ile kullanılan çözücü, analiz süresi ve yöntemi gibi çeşitli etkenlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Yüksek fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve antimikrobiyal özellikleri göz önüne alındığında, mersinin doğal antimikrobiyal ve antioksidan madde olarak kimyasalların yerine gıdalarda kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Ancak literatürde, mersin ekstrakt veya uçucu yağlarının model gıda uygulamalarının antioksidan aktivite, mikrobiyal gelişim veya patojen mikroorganizmalar üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar sınırlı olup, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin yazılmasında ve yayınlanmasında katkı sağlamışlardır. Makalenin hazırlanmasında başka kişi ve/veya kurumların katkısı yoktur.

KAYNAKLAR

Abdulqawi, L. N. A., Quadri, S. A. (2020). Antioxidant activity of yemeni plants, *Myrtus communis* L. and *Flemingia grahamiana* Wight Arn.

International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research, 17(4), 805-811.

Abdulqawi, L. N. A., Quadri, S. A. (2021). *In-vitro* antibacterial activities of extracts of yemeni plants *Myrtus communis* L. and *Flemingia grabamiana* Wight arn. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*, 12(2): 956-962. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.12(2).956-62

Akyüz, M., Güzel, A., Elmastaş, M. (2019). Fatty acid composition and antioxidant capacity of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Malaysian Applied Biology*, 48(5): 101–112.

Aleksic, V., Knezevic, P. (2014). Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological Research*, 169(4), 240-254. DOI:10.1016/j.micres.2013.10.003

Alkaltham, M. S., Salamatullah, A. M., Özcan, M. M., Uslu, N., Hayat, K., Mohamed Ahmed, I. A. (2021). Influence of different drying methods on antioxidant activity, total phenol, and phenolic compounds of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4), e15308. DOI:https://doi.org/10.1111/jfpp.15308

Alyousef, A. A. (2021). Antifungal activity and mechanism of action of different parts of *Myrtus communis* growing in Saudi Arabia against *Candida* spp. *Journal of Nanomaterials*, vol. 2021. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/3484125

Alyousef, A. A., Husain, F. M., Arshad, M., Ahamad, S. R., Khan, M. S., Qais, F. A., ... Khan, S. (2021). *Myrtus communis* and its bioactive phytoconstituent, linalool, interferes with quorum sensing regulated virulence functions and biofilm of uropathogenic bacteria: In vitro and in silico insights. *Journal of King Saud University - Science*, 33(7), 101588. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101588

Amensour M., Sendra E., Abrini J., Pérez-Alvarez J. A., Fernández-López J. (2010). Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales en extractos de myrtus. *CyTA Journal of Food*, 8:2, 95-101. DOI: 10.1080/19476330903161335

Amensour, M., Sendra, E., Pérez-Alvarez, J. Á., Abrini, J., Fernández-López, J. (2015). Effect of myrtle (*Myrtus communis*) extracts on storage stability of chicken frankfurters. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 4(1), 1-11. DOI: 10.6000/1927-3037.2015.04.01.1

Anwar, S., Ahmed, N., Al Awwad, N., Ansari, S. Y., Wagih, M. E. (2016). Myrtle (*Myrtus communis* L.) oils. Preedy, VR, (ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, (pp. 581-592). Academic Press.

Anwar, S., Crouch, R. A., Awadh Ali, N. A., Al-Fatimi, M. A., Setzer, W. N., Wessjohann, L. (2017). Hierarchical cluster analysis and chemical characterisation of *Myrtus communis* L. essential oil from Yemen region and its antimicrobial, antioxidant and anti-colorectal adenocarcinoma properties. *Natural Product Research*, 31(18), 2158–2163. DOI:10.1080/14786419.2016.1277346

Asik, S., Atbakan Kalkan, T., Topuz, A. (2021). Optimization of spray drying condition and wall material composition for myrtle extract powder using response surface methodology. *Drying Technology*, 1-14. DOI: 10.1080/07373937.2021.1914077

Atik, H., Bülbül, T., Özdemir, V., Avcı, G., Bülbül, A. (2020). Effect of myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oil on oxidant–antioxidant balance in rats with propylthiouracil-induced hypothyroidism. *Journal of Food Biochemistry*, 44(12). DOI: https://doi.org/10.1111/jfbc.13498

Aykaç, A., Ozbeyli, D., Uncu, M., Ertaş, B., Kılınç, O., Şen, A., ... Sener, G. (2019). Evaluation of the protective effect of *Myrtus communis* in scopolamine-induced Alzheimer model through cholinergic receptors. *Gene*, 689, 194-201. DOI:10.1016/j.gene.2018.12.007

Babou, L., Hadidi, L., Grosso, C., Zaidi, F., Valentão, P., Andrade, P. B. (2016). Study of phenolic composition and antioxidant activity of myrtle leaves and fruits as a function of maturation. *European Food Research and Technology*, 242(9), 1447-1457. DOI:10.1007/s00217-016-2645-9

- Bahadırılı, N. P., Kahramanoğlu, İ., Wan, C. (2020). Exposure to Volatile Essential Oils of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Leaves for improving the postharvest storability of fresh loquat fruits. *Journal of Food Quality*, 8, 1-10. DOI: 10.1155/2020/8857669
- Bakar, B., Çakmak, M., Özer, D., Karataş, F., Saydam, S. (2021). Some biochemical parameters of black and white *Myrtle communis* L. fruits subjected to different preservation methods. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(3), 587-596. DOI: 10.29133/yyutbd.886684
- Bakhy, K., Belhachmi, T., Benabdelouahab, T., Tomi, F., Casanova, J., Paoli, M. (2021). Chemical variability of Moroccan myrtle oil. *Chemistry Biodiversity*, 18, e2100209. DOI: 10.1002/cbdv.202100209
- Barac, A., Donadu, M., Usai, D., Spiric, V. T., Mazzarello, V., Zanetti, S., ... Rubino, S. (2017). Antifungal activity of *Myrtus communis* against *Malassezia* sp. isolated from the skin of patients with *Pityriasis versicolor*. *Infection*, 46(2), 253-257. DOI: 10.1007/s15010-017-1102-4
- Bekhechi, C., Watheq Malti, C. E., Boussaïd, M., Achouri, I., Belilet, K., Gibernau, M., ... Tomi, F. (2019). Composition and chemical variability of *Myrtus communis* leaf oil from Northwestern Algeria. *Natural Product Communications*, 14(5), 1934578X19850030. DOI: 10.1177/1934578X19850030
- Belmimoun, A., Meddah, B., Meddah, A. T. T., Gabaldon, J., Sonnet, P. (2020). Antifungal activity of *Myrtus communis* and *Zygophyllum album* extracts against human pathogenic fungi. *European Journal of Biological Research*, 10(2), 45-56. DOI: 10.5281/zenodo.3751202
- Ben Hsouna, A., Hamdi, N., Miladi, R., Abdelkafi, S. (2014). *Myrtus communis* essential oil: chemical composition and antimicrobial activities against food spoilage pathogens. *Chemistry Biodiversity*, 11(4), 571-580. DOI: 10.1002/cbdv.201300153
- Boroujeni, L. S., Hojjatoleslami, M. (2018). Using *Thymus carmanicus* and *Myrtus communis* essential oils to enhance the physicochemical properties of potato chips. *Food Science Nutrition*, 6(4), 1006-1014. DOI: 10.1002/fsn3.597
- Bouaziz, A., Khenouf, S., Zarga, M. A., Abdalla, S., Baghiani, A., Charef, N. (2015). Phytochemical analysis, hypotensive effect and antioxidant properties of *Myrtus communis* L. growing in Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(1), 19-28. DOI: 10.1016/S2221-1691(15)30165-9
- Chraïbi, M., Fikri-Benbrahim, K., Edryouch, A., Fadil, M., Farah, A. (2019). Caractérisation chimique et activités antibactériennes des huiles essentielles de *Pelargonium graveolens* et *Myrtus communis* et leur effet antibactérien synergique. *Phytothérapie*. 19(3). DOI: 10.3166/phyto-2019-0208
- Contini, A., Di Bello, D., Azzarà, A., Giovanelli, S., D'Urso, G., Piaggi, S., ... Testi, S. (2020). Assessing the cytotoxic/genotoxic activity and estrogenic/antiestrogenic potential of essential oils from seven aromatic plants. *Food and Chemical Toxicology*, 138, 111205. DOI:10.1016/j.fct.2020.111205
- Çakmak, M., Bakar, B., Özer, D., Geckil, H., Karatas, F., Saydam, S. (2021). Investigation of some biochemical parameters of wild and cultured *Myrtus communis* L. fruits subjected to different conservation methods. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 983-993. DOI:10.1007/s11694-020-00692-x
- Dairi, S., Carbonneau, M. A., Galeano-Diaz, T., Remini, H., Dahmoune, F., Aoun, O., ... Madani, K. (2017). Antioxidant effects of extra virgin olive oil enriched by myrtle phenolic extracts on iron-mediated lipid peroxidation under intestinal conditions model. *Food Chemistry*, 237, 297-304. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.106>
- Dejam, M., Farahmand, Y. (2017). Essential oil content and composition of myrtle (*Myrtus communis* L.) leaves from South of Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(3), 869-872. DOI:10.1080/0972060X.2014.981599
- Dhifi, W., Jazi, S., El Beyrouthy, M., Sadaka, C., Mnif, W. (2020). Assessing the potential and safety of *Myrtus communis* flower essential oils as

- efficient natural preservatives against *Listeria monocytogenes* growth in minced beef under refrigeration. *Food Science Nutrition*, 8(4), 2076-2087. DOI:10.1002/fsn3.1497
- Dhouibi, I., Masmoudi, F., Bouaziz, M., Masmoudi, M. (2021). A study of the anti-corrosive effects of essential oils of rosemary and myrtle for copper corrosion in chloride media. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(2), 102961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.102961>
- Dib, K., Cherrah, Y., Rida, S., Filali-Maltouf, A., Ennibi, O. (2021). In vitro antibacterial activity of *Myrtus communis* L. and *Marrubium vulgare* L. leaves against *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Eikenella corrodens*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/8351332>
- Djenane, D., Yangüela, J., Amrouche, T., Boubrit, S., Boussad, N., Roncalés, P. (2011). Chemical composition and antimicrobial effects of essential oils of *Eucalyptus globulus*, *Myrtus communis* and *Satureja hortensis* against *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* in minced beef. *Food Science and Technology International*, 17(6), 505-515. DOI:10.1177/1082013211398803
- Douhri, H., Raissouni, I., Amajoud, N., Belmehdi, O., Benchakhtir, M., Tazi, S., ... Douhri, B. (2017). Antibacterial effect of ethanolic extracts of Moroccan plant against *Escherichia coli*. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(12), 4408-4414. DOI: 10.26872/jmes.2017.8.12.465
- Dönmez, İ. E., Salman, H. (2017). Yaban mersini (*Myrtus communis* L.) yaprak ve meyvelerinin uçucu bileşenleri. *Turkish Journal of Forestry*, 18(4), 328-332. DOI:10.18182/tjf.348075
- Ebrahimi, F., Mahmoudi, J., Torbati, M., Karimi, P., Valizadeh, H. (2020). Hemostatic activity of aqueous extract of *Myrtus communis* L. leaf in topical formulation: in vivo and in vitro evaluations. *Journal of Ethnopharmacology*, 249, 112398. DOI:10.1016/j.jep.2019.112398
- El Hartiti, H., El Mostaphi, A., Barrahi, M., Ben Ali, A., Chahboun, N., Amiyare, R., ... Ouhssine, M. (2020). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Myrtus communis* leaves. *Karbala International Journal of Modern Science*, 6(3), 3. DOI: <https://doi.org/10.33640/2405-609X.1546>
- Fadda, A., Sarais, G., Lai, C., Sale, L., Mulas, M. (2021). Control of postharvest diseases caused by *Penicillium* spp. with myrtle leaf phenolic extracts: in vitro and in vivo study on mandarin fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(10), 4229-4240. DOI:10.1002/jsfa.11062
- Falleh, H., Jemaa, M. B., Neves, M. A., Isoda, H., Nakajima, M., Ksouri, R. (2021). Peppermint and myrtle nanoemulsions: Formulation, stability, and antimicrobial activity. *LWT-Food Science and Technology*, 152, 112377. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112377>
- Giampieri, F., Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y. (2020). Myrtle (*Myrtus communis* L.) berries, seeds, leaves, and essential oils: New undiscovered sources of natural compounds with promising health benefits. *Food Frontiers*, 1(3), 276-295. DOI:10.1002/fft2.37
- González-de-Peredo, A. V., Vázquez-Espinosa, M., Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Amores-Arrocha, A., Palma, M., Barbero, G. F., Jiménez-Cantizano, A. (2019). Discrimination of myrtle ecotypes from different geographic areas according to their morphological characteristics and anthocyanins composition. *Plants*, 8, 328. DOI: 10.3390/plants8090328
- Gorjian, H., Amiri, Z. R., Milani, J. M., Khaligh, N. G. (2021). Preparation and characterization of the encapsulated myrtle extract nanoliposome and nanoniosome without using cholesterol and toxic organic solvents: A comparative study. *Food Chemistry*, 342, 128342. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128342>
- Gündüz, G. T., Gönül, Ş. A., Karapinar, M. (2009). Efficacy of myrtle oil against *Salmonella Typhimurium* on fresh produce. *International Journal of Food Microbiology*, 130(2), 147-150. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.010
- Hantoosh, M. N. K., Salim, H. A., Mahdi, E. A., Hassan, K. A. (2021). Antifungal activity of *Saccharomyces cerevisiae* and *S. boulardii* and alcoholic extracts of *Populus euphratica* and *Myrtus communis*

- against *Macrophomina phaseolina* in vitro. *Indian Journal of Ecology*, 48 Special Issue (13), 222-226.
- Hashemipour, M. A., Lotfi, S., Torabi, M., Sharifi, F., Ansari, M., Ghassemi, A., Sheikhshoae, S. (2017). Evaluation of the effects of three plant species (*Myrtus communis* L., *Camellia sinensis* L., *Zataria multiflora* Boiss.) on the healing process of intraoral ulcers in rats. *Journal of Dentistry*, 18(2), 127.
- Hassan, H. A., El-Kholy, W. M., El-Sawi, M. R., Galal, N. A., Ramadan, M. F. (2020). Myrtle (*Myrtus communis*) leaf extract suppresses hepatotoxicity induced by monosodium glutamate and acrylamide through obstructing apoptosis, DNA fragmentation, and cell cycle arrest. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(18), 23188-23198. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08780-7>
- Hennia, A., Nemmiche, S., Guerreiro, A., Faleiro, M. L., Antunes, M. D., Aazza, S., Miguel, M. G. (2019a). Antioxidant and antiproliferative activities of *Myrtus communis* l. essential oils from different algerian regions. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(6), 1488-1499. DOI: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1687335>
- Hennia, A., Nemmiche, S., Dandlen, S. Miguel, M.G. (2019b) *Myrtus communis* essential oils: insecticidal, antioxidant and antimicrobial activities: a review, *Journal of Essential Oil Research.*, 31:6, 487-545, DOI: 10.1080/10412905.2019.1611672
- Jabri, M. A., Marzouki, L., Sebai, H. (2018). Ethnobotanical, phytochemical and therapeutic effects of *Myrtus communis* L. berries seeds on gastrointestinal tract diseases: A review. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 124(5), 390-396. DOI:10.1080/13813455.2017.1423504
- Kaya, D. A., Ghica, M. V., Dănilă, E., Öztürk, Ş., Türkmen, M., Albu Kaya, M. G., Dinu-Pirvu, C. E. (2020). Selection of optimal operating conditions for extraction of *Myrtus communis* L. essential oil by the steam distillation method. *Molecules*, 25(10), 2399. DOI: 10.3390/molecules25102399
- Keven-Karademir, F., Avunduk, S. (2015). Antibacterial and antioxidant activity of *Myrtus communis* L. growing wild in Marmaris. *GIDA/The Journal of FOOD*, 40(4),193-199. DOI:10.15237/gida.GD15035
- Khodaie, S. A., Khalilzadeh, S. H., Emadi, F., Kamalinejad, M., Hajati, R. J., Naseri, M. (2021). Management of a diabetic foot ulcer with a Myrtle (*M. communis*) gel based on Persian medicine: A case report. *Advances in Integrative Medicine*, 8(3), 236-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aimed.2020.08.008>
- Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A., Ercisli, S. (2016). Antifungal and herbicidal effects of fruit essential oils of four *Myrtus communis* genotypes. *Chemistry Biodiversity*, 13(1), 77-84. DOI:10.1002/cbdv.201500018
- Liang, C., Staerk, D., Kongstad, K. T. (2020). Potential of *Myrtus communis* Linn. as a bifunctional food: Dual high-resolution PTP1B and α -glucosidase inhibition profiling combined with HPLC-HRMS and NMR for identification of antidiabetic triterpenoids and phloroglucinol derivatives. *Journal of Functional Foods*, 64, 103623. DOI:10.1016/j.jff.2019.103623
- Mahboubi, M. (2017). Effectiveness of *Myrtus communis* in the treatment of hemorrhoids. *Journal of Integrative Medicine*, 15(5), 351-358. DOI:10.1016/S2095-4964(17)60340-6
- Malekutei, J., Mirghafourvand, M., Samadi, K., Abbasalizadeh, F., Khodaei, L. (2019). Comparison of the effect of *Myrtus communis* herbal and anti-hemorrhoid ointments on the hemorrhoid symptoms and quality of life in postpartum women with grade I and II internal hemorrhoid: A triple-blinded randomized controlled clinical trial. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 16(4). DOI: 10.1515/jcim-2018-0147
- Medda, S., Mulas, M. (2021). Fruit quality characters of myrtle (*Myrtus communis* L.) selections: Review of a domestication process. *Sustainability*, 13(16), 8785. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13168785>
- Medda, S., Sanchez-Ballesta, M. T., Romero, I., Dessena, L., Mulas, M. (2021). Expression of

- structural flavonoid biosynthesis genes in dark-blue and white myrtle berries (*Myrtus communis* L.). *Plants*, 10(2), 316. DOI:10.3390/plants10020316
- Messaoud, C., Boussaid, M. (2011). *Myrtus communis* berry color morphs: A comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds, and antioxidant activities. *Chemistry Biodiversity*, 8(2), 300-310. DOI:10.1002/cbdv.201000088
- Mir, M. A., Bashir, N., Alfaify, A., Oteef, M. D. (2020). GC-MS analysis of *Myrtus communis* extract and its antibacterial activity against Gram-positive bacteria. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1), 1-9. DOI: 10.1186/s12906-020-2863-3
- Mohamadi, Y., Lograda, T., Ramdani, M., Figueredo, G., Chalard, P. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of *Myrtus communis* essential oils from Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2), 933-946. DOI: 10.13057/biodiv/d220249
- Myszka, K., Sobieszczńska, N., Olejnik, A., Majcher, M., Szwengiel, A., Wolko, Ł., Juzwa, W. (2020). Studies on the anti-proliferative and anti-quorum sensing potentials of *Myrtus communis* L. essential oil for the improved microbial stability of salmon-based products. *LWT-Food Science and Technology*, 127, 109380. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109380
- Omidbaigi, R., Yahyazadeh, M., Zare, R., H. Taheri (2007). The *in-vitro* action of essential oils on *Aspergillus flavus*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 10:1, 46-52, DOI: 10.1080/0972060X.2007.10643518
- Özcan, M. M., Al Juhaimi, F., Ahmed, I. A. M., Babiker, E. E., Ghafoor, K. (2020). Antioxidant activity, fatty acid composition, phenolic compounds and mineral contents of stem, leaf and fruits of two morphs of wild myrtle plants. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1376–1382. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00387-3>
- Pereira, P., Cebola, M. J., Oliveira, M. C., Bernardo-Gil, M. G. (2016). Supercritical fluid extraction vs conventional extraction of myrtle leaves and berries: Comparison of antioxidant activity and identification of bioactive compounds. *The Journal of Supercritical Fluids*, 113, 1-9. DOI:10.1016/j.supflu.2015.09.006
- Raeiszadeh, M., Esmaeili-Tarzi, M., Bahrapour-Juybari, K., Nematollahi-mahani, S. N., Pardakhty, A., Nematollahi, M. H., Mehrabani, M. (2018). Evaluation the effect of *Myrtus communis* L. extract on several underlying mechanisms involved in wound healing: An *in vitro* study. *South African Journal of Botany*, 118, 144-150. DOI:10.1016/j.sajb.2018.07.006
- Sağır, I., Turhan, S. (2013). The effect of ethanol extracts from nettle, rosemary and myrtle leaves on lipid oxidation and microbial growth of kavurma during refrigerated storage. *Food Science and Technology Research*, 19(2), 173-180. DOI:10.3136/fstr.19.173
- Sharara, D. T., Al-Marzoqi, A. H., Hussein, H. J. (2021). *In vitro* antibacterial efficacy of the secondary metabolites extracted from *Myrtus communis* L. against some pathogenic bacteria isolated from hemodialysis fluid. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(6), 9267-9274.
- Siracusa, L., Napoli, E., Tuttolomondo, T., Licata, M., La Bella, S., Gennaro, M. C., ... Ruberto, G. (2019). A two-year bio-agronomic and chemotaxonomic evaluation of wild sicilian myrtle (*Myrtus communis* L.) berries and leaves. *Chemistry Biodiversity*, 16(3), e1800575.
- Sisay, M., Gashaw, T. (2017). Ethnobotanical, ethnopharmacological, and phytochemical studies of *Myrtus communis* Linn: A popular herb in Unani system of medicine. *Journal of Evidence-Based Complementary Alternative Medicine*, 22(4), 1035-1043. DOI:10.1177/2156587217718958
- Smeti, S., Tibaoui, S., Bertolin, J. R., Yagoubi, Y., Mekki, I., Joy, M., Atti, N. (2020). Effects of myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oils as dietary antioxidant supplementation on carcass and meat quality of goat meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(3), 452-461. DOI:10.1111/jpn.13483
- Snoussi, A., Hayet, B. H. K., Essaidi, I., Zgoulli, S., Moncef, C. M., Thonart, P., Bouzouita, N. (2012). Improvement of the composition of

- Tunisian myrtle berries (*Myrtus communis* L.) alcohol extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(2), 608-614. DOI:10.1021/jf202883s
- Snoussi, A., Essaidi, I., Koubaier, H. B. H., Zrelli, H., Alsafari, I., Živoslav, T., ... Bouzouita, N. (2021). Drying methodology effect on the phenolic content, antioxidant activity of *Myrtus communis* L. leaves ethanol extracts and soybean oil oxidative stability. *BMC Chemistry*, 15(1), 1-11.
- Söke, P., Elmacı, Y. (2015). Siyah ve beyaz mersin (*Myrtus communis* L.) meyvelerinin şekerlemeye işlenmesi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 13(1), 35-41.
- Şen, A., Kurkçuoğlu, M., Yıldırım, A., Dogan, A., Bitis, L., Baser, K. H. C. (2020). Chemical and biological profiles of essential oil from different parts of *Myrtus communis* L. subsp. communis from Turkey. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 85(1), 71-78.
- Tafreshi, S. A. H., Aghaie, P., Momayez, H. R., Hejaziyan, S. A. (2021). Response of in vitro-regenerated *Myrtus communis* L. shoots to PEG-induced water stress. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34, 102033. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102033>
- Toaibia, M. (2015). Antimicrobial activity of the essential oil of *Myrtus communis* L. berries growing wild in Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 7(2), 150-162. DOI:10.4314/jfas.v7i2.1
- Ulukanlı, Z., Oz, A. T. (2015). The effect of oleum myrtle on the fruit quality of strawberries during MAP storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5), 2860-2868. DOI:10.1007/s13197-014-1325-7
- Usai, M., Marchetti, M., Culeddu, N., Mulas, M. (2020). Chemotaxonomic evaluation by volatolomics analysis of fifty-two genotypes of *Myrtus communis* L. *Plants*, 9(10), 1288. DOI: 10.3390/plants9101288
- Uzun, H. İ., Aksoy, U., Gözlekçi, Ş., Yeğin, A. B., Selçuk, N. (2016). Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'in değişik ekolojilerde verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. *Derim*, 33(2), 159-174. DOI:10.16882/derim.2016.267376
- Yaman, B. K., Çevik, Ö., Yalman, K., Ertuş, B., Şen, A., Şener, G. (2020). *Myrtus communis* subsp. communis improved cognitive functions in ovariectomized diabetic rats. *Gene*, 744, 144616. DOI: 10.1016/j.gene.2020.144616
- Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., bMessaoud, C. (2021). Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 137, 35-45. DOI: 10.1016/j.sajb.2020.09.040
- Zadeh, F. M. H., Khaleghi, M., Bordbar, S., Jafari, A. (2021). *Myrtus communis* extract: a bio-controller for microbial corrosion induced by sulphate reducing bacteria. *Corrosion Engineering, Science and Technology*, 56 (3), 269-278. DOI:10.1080/1478422x.2020.1850401
- Zomorodian, K., Moein, M., Lori, Z. G., Ghasemi, Y., Rahimi, M. J., Bandegani, A., Abbasi, N. (2013). Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oil from *Myrtus communis* leaves. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(1), 76-84. DOI:10.1080/0972060X.2013.764183