

Original article

Correlation between in vitro antioxidant and antimicrobial activities of some essential oils

Ömer ERTÜRK^{1,*}, Gülçin AYDIN¹, Melek ÇOL AYVAZ²

¹Ordu University, Faculty of Art and Science, Department of Molecular Biology and Genetic, Ordu, Turkey

²Ordu University, Faculty of Art and Science, Department of Chemistry, Ordu, Turkey

*Corresponding author email: oseerturk@hotmail.com

Abstract: Cold press essential oil samples from seven different spice types (*Urtica dioica* (seed), *Punica granatum* (seed), *Cannabis sativa*, *Coriandrum sativum*, *Carthamus tinctorius*, *Vitis vinifera* and *Pistacia terebinthus*) and their basic ingredients were tested for their antimicrobial effect against 14 strains of bacteria and 2 yeast strains. Some of the essential oils were sufficient to prevent microbial growth at fairly high concentrations (10 – 30 mg/mL). The data showed that Gram-negative bacteria were more sensitive to the antimicrobial compounds in spices than positive. The most sensitive microorganisms were *Candida albicans*, *Aspergillus niger* and *Micrococcus luteus*. The inhibition zones of different microbial growth produced by various essential oils were not similar to those produced by their basic compounds. There was a relationship between the chemical structures of the most abundant compounds in the essential oils under investigation and the antimicrobial activity. The antioxidant activities of these samples were also evaluated based on different methods (DPPH and ABTS radical scavenging activities and FRAP assay). According to these three methods, the essential oil of the pomegranate (*P. granatum*) seed had the highest antioxidant activities. Unlike, essential oil sample obtained from stinging nettle (*U. dioica*) seeds exhibited the lowest values. The results showed that the essential oil of coriander (*C. sativum*) had the highest antioxidant activity values. Grape vine (*V. vinifera*) had the lowest antioxidant activities based on DPPH and ABTS assays while cannabis (*C. sativa*) had the lowest activity in terms of FRAP values.

Keywords: Antimicrobial, Antioxidant, Essential oil, Safflower

Citing: Ertürk, Ö., Aydın, G., & Çol Ayvaz, M. 2020. Correlation between in vitro antioxidant and antimicrobial activities of some essential oils. *Acta Biologica Turcica*, 33(2): 88-99.

Bazı esansiyel yağların in vitro antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki ilişki

Özet: Yedi farklı tip bitkisel kaynaktan (*Urtica dioica* (tohum), *Punica granatum* (tohum), *Cannabis sativa*, *Coriandrum sativum*, *Carthamus tinctorius*, *Vitis vinifera* ve *Pistacia terebinthus*) soğuk pres tekniği ile elde edilen esansiyel yağ örnekleri ve temel içerikleri 14 bakteri ve 2 maya türüne karşı antimikrobiyal etkileri açısından test edildi. Uçucu yağların bir kısmı, ancak oldukça yüksek konsantrasyonlarda (10-30 mg/mL) mikrobiyal büyümeyi önleyebilmektedir. Elde edilen veriler gram negatif bakterilerin test edilen türlerin içeriğindeki antimikrobiyal bileşenlere pozitif bakterilere göre daha duyarlı olduğunu göstermiştir. En duyarlı mikroorganizmalar *Candida albicans*, *Aspergillus niger* ve *Micrococcus luteus*'tur. Uçucu yağlar tarafından mikrobiyal büyüme üzerinde ortaya çıkan inhibisyon bölgeleri temel bileşenler tarafından oluşturulanlar ile aynı değildir. İncelenen esansiyel yağlarda en bol bulunan bileşiklerin kimyasal yapıları ile antimikrobiyal aktivite arasındaki ilişki vardır. Bu örneklerin antioksidan aktiviteleri de farklı metotlara dayanılarak (DPPH ve ABTS radikal süpürme aktiviteleri ve FRAP testi) değerlendirildi. Bu üç metoda göre nar tohumunun esansiyel yağ bileşeni en yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Aksine, ısırgan tohumundan elde edilen yağ örneği en düşük değerleri göstermiştir. Sonuçlar kişnişin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. DPPH ve ABTS testlerine göre asma üzümünün antioksidan aktivitesi en düşük iken, FRAP değerleri açısından kenevir en düşük antioksidan aktivite değerlerine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Antimikrobiyal, Uçucu Yağ, Aspir

Giriş

Son yıllarda, aromatik bitkiler ve bitki özleri, gıda güvenliği ve muhafaza uygulamaları açısından yaygın olarak incelenmekte (Fisher ve Phillips, 2008) olup büyüme ve sağlık destekleyicileri olarak dikkat çekmektedirler (Brenes ve Roura, 2010). Bitkilerin bu özellikleri onların içermiş oldukları uçucu yağlarından (EO) ve diğer ikincil bitki metabolit bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Brenes ve Roura, 2010). EO'lar gibi fitokimyasallar, mikroorganizmaların büyümesine ve hayatta kalmasına engel olarak çeşitli uygulamalarda etkili olduğu gösterilen birçok bitkide doğal olarak bulunan antimikrobiyallerdir (Callaway ve ark., 2011). Bu potansiyel özellikler ve doğal gıda katkı maddesi seçeneklerine yönelik artan talep, potansiyel alternatif antimikrobiyaller olarak EO'lara ilgi duyulmasına neden olmuştur (Fisher ve Phillips, 2008). Gıda bozulmalarına yol açan patojenik bakteriler sentetik kimyasalların kullanımı ile kimyasal yolla kontrol altında tutulmaktadır. Ancak bu sentetik kimyasalların kullanımı kanserojen olmalarının yanı sıra akut toksisite ve teratojenite gibi sağlık sorunlarına yol açması sebebiyle ve kirlilik ve yavaş

bozulma süreleri gibi istenmeyen çevresel problemlerden dolayı sınırlıdır (Faleiro, 2011). Geniş bir antioksidan ve antimikrobiyal aktivite spektrumu sergileyerek bozulabilen gıdaların kalitesini ve raf ömrünü iyileştirme yeteneğine sahip olan potansiyel doğal gıda katkı maddesi adayları için kapsamlı bir araştırma yapılmış (Fратиanni ve ark., 2010) ve zararlı patojenlerin kontrolü amacıyla alternatif ajanlar olarak EO'ların ve esans içeren bitki bileşenlerinin kullanımına olan ilginin artmasına neden olmuştur (Burt, 2004; Fisher ve Phillips, 2008). Bu doğal antimikrobiyaller, gıdalarda kullanımları konusunda geniş bir geçmişe sahiptirler ve bitkilerin yaprak, kabuk, sap, kök, çiçek ve meyve gibi çeşitli kısımlarında bulunurlar (Erasto ve ark., 2004). Esansiyel yağlar katı yağlar değildirler ancak yağlar gibi suda da çok az çözünürler. Esansiyel yağlar genellikle hoş bir kokuya ve bazen de kendine özgü bir tada sahiptir ve bu nedenle aroma ve parfüm endüstrilerinde kullanım alanı bulabilmektedir (Burt, 2004). EO'ların antimikrobiyal veya diğer biyolojik aktiviteleri biyoaktif uçucu bileşenlerinin varlığı ile doğrudan ilişkilidir. Kimyasal olarak EO'lar terpen bileşiklerini (mono-, sesqui- ve diterpenleri), alkollerini,

asitleri, esterleri, epoksitleri, aldehitleri, ketonları, aminleri ve sülfürleri (Bakkali ve ark., 2008) içermektedir. EO'ların bileşenleri terpen bileşikleri ve aroma bileşikleri olmak üzere iki gruba ayrılabilir (Bakkali ve ark., 2008; Pichersky ve ark., 2006). Esansiyel yağların bitki tarafından büyüdüğü çevrenin stres faktörleri yani büyüme koşullarına cevap olarak üretildiği düşünülmektedir. Dolayısıyla bu faktörler EO'ların verimini ve içeriğini etkileyebilir (Theis ve Lerdau, 2003). Öte yandan kurutma ve ekstraksiyon metodları gibi birçok parametrenin EO verimini ve kimyasal bileşimini etkilediği bilinmektedir (Fathi ve Sefidkon, 2012). Literatürde Bayram ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre farklı şartlar altında eterik yağ oranlarının farklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada gölgede kurutulmuş numunelerin, kullanılan tüm kurutma yöntemleri ile elde edilen sonuçlar arasında en yüksek yağ verimini ve 1,8-sineol içeriği sonucunu verdiği tespit edilmiştir (Bayram ve ark., 2010). Türkiye coğrafi konumu, iklim ve bitki çeşitliliği, tarımsal potansiyeli, geniş yüzölçümü sayesinde tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinde önde gelen ülkelerden biridir. Türkiye'nin bu önemi gelişmiş ülkelerdeki yerleşmiş bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, gıda ve katkı maddeleri, kozmetik ve parfümeri sanayilerinin girdisini oluşturan pek çok bitkisel ürünü veren bitkilerin ülkemiz florasında bulunması sayesinde (Bayram ve ark., 2010).

Isırgan (*Urtica dioica*) otu ülkemizde açık ormanlık alanlarda, nehir ve yol kenarlarında, terk edilmiş kullanılmayan alanlarda kendiliğinden yetişen bir bitkidir. Bu özellikleri ile ısırgan otu hem bir tıbbi bitki hem de bir lif bitkisi olarak değerlendirilmesi noktasında büyük bir potansiyele sahiptir. (Baytop, 1999; Davis, 1988). Nar (*Punica granatum*), Punicaceae familyasına ait bir meyvedir. Bilinen meyveler içerisinde en eski meyve türlerinden biri olup üretimi M.Ö. 3000 yılına kadar uzanmaktadır (Vardin, 2000). Kenevir (*Cannabis sativa*) lif üretimi için kullanılmakta olup endüstriyel öneme sahiptir (Harmancıoğlu ve Yazıcıoğlu, 1979). Kışniş (*Coriandrum sativum*) bitkisi ülkemizde aşotu, kuzbere gibi isimlerle de bilinen tek yıllık önemli tıbbi ve aromatik bitkilerdendir (Yalçın, 2016). Yağlı tohumlu bitkilerden biri olan aspir (*Carthamus tinctorius*) tek yıllık bir bitki olup kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Bu bitkinin

eski çeşitlerinde yaklaşık %25-27 yağ bulunmaktadır (Şakir ve Başalma, 2005). Üzüm (*Vitis vinifera*) bitkisi yeryüzünün en eski bitkilerinden olup günümüzdeki bulgular ışığında geçmişinin 150 milyon yıl öncesine uzandığı kabul edilmektedir. Ülkemiz dünyada bağ alanları açısından 4. sırada ve yaş üzüm üretimi yönünden 6. sırada bulunmaktadır (Kurtural, 2016). Menengiç (*Pistacia terebinthus*), veya diğer ismiyle çitlembik sakız ağacıgiller ailesine mensup ülkemizin neredeyse tamamında doğal olarak yetişen, aroma bileşenlerini yüksek miktarda içeren bir üründür. Menengiç kahvesi olarak özellikle Gaziantep ve Elazığ'da yoğun olarak tüketilmektedir (Ayrancı ve Dalgıç, 1992a, b). Bu çalışmada soğuk pres tekniği ile *Urtica dioica*, *Punica granatum*, *Cannabis sativa*, *Coriandrum sativum*, *Carthamus tinctorius*, *Vitis vinifera* ve *Pistacia terebinthus* bitkilerinden elde edilmiş yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Araştırmada kullanılan esansiyel yağlar soğuk pres ekstraksiyonu yöntemiyle elde edilmiş olup bir gıda katkı maddesi tedarikçisinden (**Gıda Maddeleri İstanbul, Türkiye**) temin edilmiştir. Seçilen bitki türleri (*U. dioica*, *P. granatum*, *C. sativa*, *C. sativum*, *C. tinctorius*, *V. vinifera* ve *P. terebinthus*) en çok kullanılan ürünler listesinden belirlenmiştir.

Çözücüler

Uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteleri hem etanol hem de hekzan çözültisi ile hazırlanan ekstraktlar, antioksidan aktiviteleri ise sadece etanol ile hazırlanan ekstrakt üzerinde belirlendi.

Besiyerleri

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılacak olan disk difüzyon ve ağır dilüsyon yönteminde bakteriler için Muller Hinton Agar (MHA), funguslar (mantarlar) için Saboraud Dextrose Agar (SDA) besiyerleri kullanıldı. Ayrıca, mikroorganizmaların üremesini sağlamak için Muller Hinton Broth (MHB) ve Saboraud Dextrose Broth (SDB) besiyerleri kullanıldı. Minimum inhibisyon konsantrasyonu çalışmasında yukarıda belirtilen agar

besiyerleriyle birlikte, ¼ oranında Tris tamponu kullanıldı.

Mikroorganizmalar

Antibakteriyel etkinin belirlenmesi amacıyla kullanılacak olan bakteriler ve mantarlar; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC®27853 Gram (-), *Proteus vulgaris* ATCC®7829 Gram (-), *Escherichia coli* ATCC®25922 Gram (-), *Klebsiella pneumoniae* ATCC®13883 Gram (-), *Listeria monocytogenes* ATCC®7677 Gram (+), *Clostridium perfringens* ATCC 313124 Gram (-), *Salmonella enterica* ATCC 14028 Gram (-), *Bacillus subtilis* B209 Gram (+), *Micrococcus luteus* B1018 Gram (+), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Gram (+), *Yersinia enterocolitica* ATCC®27729 Gram (-), *Bacillus cereus* ATCC®10876 Gram (+), *Candida albicans* ATCC®10231, *Aspergillus niger* ATCC 9642

Disk difüzyon deneyi

Antimikrobiyal aktivite testi Ronald (1990)'ın yöntemi takip edilerek gerçekleştirildi. Bu amaçla her bir petri kabına bakteriler için MHA (Merck, 40 mL) ve mantarlar/mayalar için SDA (Oxoid, 40 mL) aktarıldı. Tüm bakteri suşları MHB (Merck) içerisinde 24 saat 37 °C'de ve maya/mantar suşları ise SDB (Difco) içerisinde 27 °C'de 48 saat boyunca büyütüldü. Gece kültürleri, sıvı besiyeri ile seyreltildi ve son bakteri ve maya/mantar hücre konsantrasyonları, absorbanslar 600 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülerek sırasıyla 1×10^8 ve 1×10^7 hücre/mL olacak şekilde ayarlandı. Seyreltilmiş olan her bir süspansiyondan 100'er µL alınarak petri kaplarındaki agar üzerine aktarıldı ve yayıldı. Ardından uçucu yağ ekstraktlarını (30-20 µL/mg) yüklemek için her bir agar üzerine steril kağıt diskler (6 mm çap) yerleştirildi. Negatif kontrol olarak alkol ve hekzan, pozitif kontrol olarak mantarlar/mayalar için Nistatin ve bakteriler için Ampisilin ve Sefazolin, kullanıldı. Antibakteriyel ve antifungal aktivite için hazırlanan petriyerler 37 °C'de ve 28 °C'de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra ortamda oluşan inhibisyon zonları milimetre (mm) olarak ölçüldü. Tüm testler üç kopya halinde yapıldı.

DPPH serbest radikal temizleme etkinliği

Uçucu yağ numunelerinin DPPH serbest radikal temizleme aktivitesini belirlemek için, metanol içindeki DPPH çözeltisinin renk değişimi spektrofotometrik olarak izlendi. Bu amaçla, kararlı radikal olarak kullanılan 1 mL 0.4 mM DPPH çözeltisinin absorbansı ilk önce 517 nm'de ($A_{k\ddot{u}r}$) ölçüldü. Diğer taraftan, DPPH çözeltisine esansiyel yağ numuneleri konsantrasyonları %2 olacak şekilde eklendi ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmenin ardından, absorbans ölçüldü ve $A_{\ddot{u}r}$ olarak kaydedildi. Uçucu yağ numunelerinin DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplandı (Kıvrak ve ark., 2018).

$$\%I = (A_{k\ddot{u}r} - A_{\ddot{u}r})100/A_{k\ddot{u}r}$$

ABTS radikal temizleyici etkinliği

Test edilen örneklerin antioksidan aktivitesi ABTS radikal katyonunun ($ABTS^{++}$) renginin açılmasıyla takip edilen yöntemle de (Re ve ark., 1999) belirlendi. Bu amaçla ilk olarak 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) çözeltisi su ile hazırlandı. ABTS radikal katyonu ise ABTS stok çözeltisinin final konsantrasyonu 2,45 mM olacak şekilde potasyum persülfat ile reaksiyonu ve karışımın kullanılmadan önce oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat bekletilmesiyle oluşturuldu. $ABTS^{\cdot}$ 'in oksidasyonu hemen başlamaktadır ancak absorbansı yaklaşık 6 saat geçmeden maksimuma ulaşmamakta ve kararlı olmamaktadır. Aktivite testinden önce çözelti 734 nm'de 0,7 absorbans verecek şekilde etanolla (yaklaşık 1:88, v/v) seyreltilip, tüm denemelerin gerçekleştirileceği 30°C'de dengeye getirildi. Troloks standart olarak kullanıldı. Bu nedenle farklı konsantrasyonlarda olacak şekilde 50 µL standart ya da çalışılacak numune çözeltisi üzerine 1,2 mL $ABTS^{++}$ çözeltisi eklenip karıştırıldıktan sonra 30 dakika 30 °C de inkübe edildi. Paralel olarak çözücü körü de hazırlanıp aynı işlemlere tabii tutuldu. Troloks konsantrasyonuna karşı 734 nm deki absorbans grafiğinden yararlanarak örneğin aktivitesi Troloks eşdeğer antioksidan kapasite (µmol TX/g numune) cinsinden ifade edildi.

FRAP testi

Demir indirgeme antioksidan kapasitesi yöntemi ucuz, tekrarlanabilir ve basit bir antioksidan aktivite tayin

yöntemi olup çalışmada Habib ve ark. (2013)'nın, geliştirdiği yöntem takip edildi. FRAP metodu Fe(III)-TPTZ kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşturması ve bu kompleksin 595 nm'de maksimum absorbans vermesi esasına dayanır (Oyaizu, 1986). Bu amaçla 1.2 mL FRAP reaktifi numune çözeltisinin belirli miktarı ile karıştırıldı ve 37 °C'da 30 dakika inkübasyonun sonrasında 595 nm'de absorbans okundu. Sonuçlar standart antioksidan troloksun kullanılmasıyla aynı deneme şartlarında elde edilen standart kalibrasyon grafiğinden yararlanarak troloks eşdeğeri ($\mu\text{mol TX/g}$ numune) olarak hesaplandı.

İstatistiksel analiz

GraphPad Prism 5.0 programı, eğrilerinin ve CC50'nin hesaplanmasında kullanılmıştır. Tüm veriler SPSS istatistik 17.0 yazılımı ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Hipotez test yöntemleri, Duncan'ın yeni çoklu aralık testleri, post hoc veya çoklu karşılaştırma testleri tarafından takip edilen tek yönlü varyans analizini (ANOVA) içerir. $P < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı fark olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Eterik Yağların Antioksidatif Aktivite Değerleri

Çalışmanın bu kısmında Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış ve ticari olarak üretilen 7 farklı bitkinin soğuk pres tekniği ile hazırlanan uçucu yağ ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri farklı metodlara dayanan yöntemlerle belirlenmeye çalışılmıştır (Tablo 1). Literatürden edinilen bilgiye göre bir bitki ekstraktının antioksidan kapasitesi belirlenirken en doğru sonucu elde

etmek için birden fazla metot denemek kullanışlıdır. Çünkü bitki ekstraktlarındaki antioksidanlar yararlı etkilerini hidrojen atomu transferi, tek elektron transferi ve metal şelatlaşma gibi 3 temel yolla sergiledikleri için farklı metotlar farklı reaksiyon mekanizmalarına dayanır (Sun ve ark., 2011). Ayrıca fiyokimyasalların çeşitliliği ve kimyasal birimler arasındaki ilişkilerin çeşitliliği birden fazla yöntem kullanılmasının diğer sebebidir (Kanatt ve ark., 2014). Bu bilgiler ışığında çalışmada kullanılan uçucu yağ ekstraktlarının 3 farklı yöntem ile antioksidan aktiviteleri tespit edilmiştir. DPPH testi sonucunda tabloda görülen değerler ortama ilave edilen %2 oranındaki esansiyel yağ örneğinin ortamdaki DPPH çözeltisinin ne kadarını süpürebildiğinin % olarak göstergesidir. Bu değerlerin artışı aktivitenin artışı anlamına gelmektedir. Ayrıca ABTS ve FRAP testlerinin sonuçları ise ticari olarak temin edilen bilinen antioksidan olan Troloks cinsinden ifade edilmiş olup ne kadar fazla troloks cinsinden aktivite gösteriyorsa antioksidan etkinliği o kadar yüksektir anlamına gelmektedir. DPPH ve ABTS testi sonucu nar tohumundan elde edilen yağ örneğinin en yüksek aktiviteye sahip olduğu ortaya konulmuştur. Öte yandan her 3 yöntem bir arada değerlendirildiğinde kişniş tohumundan elde edilen yağ örneği göze çarpmaktadır. Şaşırtıcı bir şekilde literatürde pek çok hastalığın tedavi edilmesi ve önlenmesinde etkin derecede kullanılan ve antioksidan aktiviteden sorumlu bileşenlere sahip olduğu bilinen ısırgan için FRAP değeri hesaplanamamış ve ABTS ve DPPH testleri sonucunda hesaplanan değerlerde ortalamanın altında olacak şekilde oldukça küçüktür. Bu değerler bitkinin antioksidan aktiviteden sorumlu kısımlarının başka bileşenler şeklinde bulunabileceği fikrini vermektedir.

Tablo 1. Soğuk Pres yöntemiyle elde edilmiş uçucu yağ ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri

NUMUNELER	DPPH (% İNHİBSİYON)	FRAP ($\mu\text{mol TX/g}$ yağ)	ABTS ($\mu\text{mol TX/g}$ yağ)
Kenevir	17	0.062	12.8
Kişniş	33.6	30.38	51.61
Aspir	24.35	4.15	11.79
Üzüm Çekirdeği	13.09	11.82	7.76
Isırgan	10.35	-	6.22
Nar	56.31	9.58	62.73
Menengiç	24.85	-	9.55

Antimikrobiyal Aktivite

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış kişniş, menengiç, aspir, ısırgan, nar, üzüm çekirdeği, ve kenevir bitkilerinden elde edilmiş ve soğuk pres tekniği ile ticari olarak üretilen 7 çeşit esansiyel yağ numunesinin antimikrobiyal aktiviteleri agar difüzyon metoduna göre beş tür gram pozitif, yedi tür gram negatif olmak üzere 12 bakteri ve 2 Fungus üzerinde test edilmiştir (Tablo 2). Çalışma materyali olarak incelenen Soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş eterik yağların antimikrobiyal özelliklerinin olması önem arz etmektedir. Bakterilerin ve fungusların oluşturduğu hastalık etmenlerine karşı kullanılan mevcut antimikrobiyal ajanlara karşı zaman içinde direnç kazanabilir, bunun sonucunda bu hastalık etmenleri ile mücadelede ciddi sorun oluşmaktadır. Bu durum karşısında bilim insanları arasında yeni ve sorun oluşturmayan antimikrobiyal etmenlerin bulunmasına yönelik araştırmalar çekici hale gelmektedir. Özellikle geniş yayılış alanı gösteren endemik bazı bitki türlerinden farklı antimikrobiyal etkenler elde edilebileceği düşünülmektedir. Elde edilebilecek bu yeni etkenlerin mücadelede daha etkili, doğal, çevre dostu, ekonomik ve sağlık açısından herhangi bir risk taşımayan, antimikrobiyal ajan olarak kullanımı önerilebilir (Kotan ve ark., 2010).

Mikrobiyoloji alanında Penisilin keşfi ile birlikte antimikrobiyal araştırmalar hız kazanmış ve mikroorganizmalardan streptomisin, aureomisin, kloromisetin gibi birçok antibiyotikler elde edilmiştir. Klinik çalışmalarda kullanılan mikroorganizma kaynaklı bu ürünler genellikle toprakta yaşayan mikroorganizmalardan sağlanmıştır. Doğal olarak elde edilen bu maddeler çoğunlukla Actinomycetes (*Streptomyces* spp.) ve Penicillium türlerinden oluşmaktadır.

Biyoaktif mikrobiyal maddelerin araştırılması yıldan yıla artmakta ve bitki kaynaklı antimikrobiyal maddeler (fitokimyasallar), nicelik olarak gösterdikleri terapötik potansiyel ile zengin bir alternatif olanağı sağlamaktadırlar (Shinji, 1993). Bu çalışmalarda ortaya konulan antimikrobiyal nitelikteki bitki bileşenleri mikroorganizmalar ile nasıl bir etkileşim içerisindedir? Bu beklentimiz için birçok hipotez öne sürülmektedir. Bilim insanlarına göre, antibiyotik özellik gösteren bu doğal

bileşikler doğrudan ya da dolaylı olarak hücrelerin biyokimyasal süreçlerini etkilemekte, fizikokimyasal bütünlüğünü belirli bir düzeyde hasara uğratmaktadır. Özellikle hidrofobik yapıda olan terpenler, bakteri veya fungusların hücre duvarı ile etkileşime girerek hücre duvar bütünlüğünü bozmaktadır. Bu süreçte bitki kaynaklı olan sekonder bileşiklerden terpenler hidrofobik özellikleri sayesinde mikroorganizmanın hücre duvarındaki lipitler ile etkileşime girerek lipitlerin bir arada yığılması ve zarın geçirgenliğinin artmasına sebep olmaktadır.

Doğal olarak fizikokimyasal yapının hasar görmesi, hücrede proton hareketi, elektron akışı ve dolayısıyla madde taşınması aksaklıklarına ve hücre içeriğinin koagülasyonuna neden olacaktır. Herhangi bir doğal maddenin hedef bölgeyi etkilemesiyle oluşabilecek zincirleme reaksiyonlar da hücrenin başka bir bölgesinde benzer hücre hasarına neden olabilecektir. Antimikrobiyal maddelerin ayrıca hücre duvarında yer alan proteinleri de etkiledikleri rapor edilmiştir (Silva ve Fernandes, 2010). Antimikrobiyal fitokimyasallar, fenolikler, terpenoidler, uçucu yağlar, alkaloidler, lektinler-polipeptidler ve poliasetilenler olmak üzere beş grupta toplanmaktadır. Proteinlere ve poliamid polimerlere karşı oldukça reaktif olan hidroksillenmiş bileşenleri içeren fenoller, bitkisel antimikrobiyal ajanların en yaygın grubunu oluşturmaktadır (Karou ve ark., 2007).

Gram negatif bakteriler, Gram pozitiflerden farklı olarak ikincil bir dış membrana sahiptir. Gram negatif bakteriler, stoplazmik membran, sonra ince bir peptidoglikan tabaka ve tekrar bir dış membrandan oluşmuş bir yapıya sahiplerdir. Peptidoglikan tabaka Gram negatiflerde, Gram pozitiflere göre çok ince bir tabaka iken, esas farklılığı oluşturan en dış membran LPS (lipopolisakkarit) tabakasıdır. LPS tabakası, bakterinin hidrofobitesini arttıran, ozmotik basınca karşı daha duyarlı hale gelmesini sağlayan ve bakterilerin patojenik aktivitesine sebep olan bir tabakadır (Navarre ve Schneewind, 1999). LPS, aşırı hidrofobik (lipofilik) moleküllerin hücreye girişini açık bir şekilde yavaşlatırken, porin kanal proteinlerindeki değişiklikler hidrofilik moleküllerin de girişinde bir bariyer oluşturmaktadır.

Tablo 2. Soğuk pres ekstraksiyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağların iki farklı çözücüde hazırlanan ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri (zon çapı; mm)

Uçucu yağ örneği		<i>L. monocytogae</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. perfringens</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>A. niger</i>	<i>C. albicans</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. enterica</i>	<i>M. luteus</i>	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>B. cereus</i>	
<i>C. sat.</i>	etanol	20mg/mL	6,07±0,00	8,58±0,00	8,0±0,00	7,17±0,00	8,2±0,00	6,07±0,00	7,57±0,00	8,57±0,00	8,07±0,00	11,84±0,00	8,54±0,00	6,47±0,00	8,31±0,00	7,33±0,00
	30mg/mL	6,58±0,00	8,4±0,00	8,2±0,00	7,38±0,00	8,3±0,00	7,2±0,00	7,88±0,00	9,08±0,00	9,58±0,00	12,04±0,00	8,8±0,00	6,78±0,00	8,51±0,00	7,51±0,00	
	hekzan	20mg/mL	13,79±0,00	10,72±0,00	7,37±0,00	6,07±0,00	7,0±0,00	7,68±0,00	8,67±0,00	11,223±0,005	10,04±0,005	11,0±0,00	9,72±0,00	12,823±0,005	10,0±0,00	8,18±0,00
<i>C. satm.</i>	etanol	20mg/mL	8,26±0,00	9,31±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	7,07±0,00	7,47±0,00	6,00±0,00	9,07±0,00	10,27±0,00	9,00±0,00	6,50±0,00	7,31±0,00	6,33±0,00
	30mg/mL	8,30±0,00	9,71±0,00	6,20±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	7,50±0,00	7,88±0,00	6,00±0,00	9,58±0,00	10,58±0,00	9,08±0,00	6,80±0,00	7,51±0,00	6,51±0,00	
	hekzan	20mg/mL	11,64±0,00	14,713±0,005	11,763±0,005	15,273±0,005	13,66±0,005	7,98±0,00	8,47±0,00	6,00±0,00	10,24±0,005	16,10±0,005	10,35±0,00	15,56±0,005	9,00±0,00	7,18±0,00
<i>C. tin.</i>	etanol	20mg/mL	9,21±0,00	7,00±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,47±0,00	7,00±0,00	6,00±0,00	8,16±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	7,18±0,00	7,07±0,00	8,20±0,00
	30mg/mL	9,51±0,00	7,30±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,80±0,00	7,10±0,00	6,00±0,00	9,08±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	7,300±0,00	7,10±0,00	8,30±0,00	
	hekzan	20mg/mL	13,81±0,005	10,94±0,00	10,14±0,00	6,00±0,00	10,10±0,00	7,40±0,00	8,87±0,00	9,45±0,00	10,00±0,005	10,77±0,00	10,57±0,00	11,06±0,00	7,30±0,00	9,39±0,00
<i>V. vin.</i>	etanol	20mg/mL	6,41±0,00	6,47±0,00	6,92±0,00	6,73±0,00	6,20±0,00	6,07±0,00	6,10±0,00	6,00±0,00	7,16±0,00	7,14±0,00	7,10±0,00	6,00±0,00	6,31±0,00	7,51±0,00
	30mg/mL	6,70±0,00	6,80±0,00	7,20±0,00	7,00±0,00	6,50±0,00	6,20±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	8,08±0,00	7,40±0,00	7,30±0,00	6,00±0,00	6,51±0,00	7,70±0,00	
	hekzan	20mg/mL	12,71±0,005	8,41±0,00	10,77±0,00	11,45±0,00	7,85±0,00	6,98±0,00	9,35±0,00	9,05±0,00	9,00±0,005	6,00±0,00	10,04±0,00	7,11±0,00	8,00±0,00	8,70±0,00
<i>U. dio.</i>	etanol	20mg/mL	6,20±0,00	8,25±0,00	6,00±0,00	6,12±0,00	6,00±0,00	6,08±0,00	7,32±0,00	13,39±0,005	10,28±0,00	6,92±0,00	6,12±0,00	6,91±0,00	7,177±0,00	9,62±0,005
	30mg/mL	6,40±0,00	8,40±0,00	6,00±0,00	6,24±0,00	6,00±0,00	6,40±0,00	7,47±0,00	13,60±0,005	10,56±0,00	7,28±0,00	6,33±0,00	7,34±0,00	8,235±0,00	9,923±0,005	
	hekzan	20mg/mL	14,75±0,005	9,55±0,00	8,226±0,00	6,00±0,00	6,00±0,00	6,78±0,00	10,54±0,00	13,71±0,005	13,303±0,005	10,38±0,00	8,89±0,00	9,88±0,00	9,20±0,005	8,126±0,00
<i>P. gra.</i>	etanol	20mg/mL	6,00±0,00	7,18±0,00	8,50±0,00	7,45±0,00	6,95±0,00	6,30±0,00	8,19±0,00	11,43±0,00	11,24±0,00	6,56±0,00	7,35±0,00	7,25±0,00	6,22±0,00	7,44±0,00
	30mg/mL	6,00±0,00	7,30±0,00	8,70±0,00	7,60±0,00	7,20±0,00	6,60±0,00	8,320±0,00	11,65±0,00	11,40±0,00	6,87±0,00	7,54±0,00	7,44±0,00	6,43±0,00	7,67±0,00	
	hekzan	20mg/mL	11,63±0,00	8,55±0,00	8,85±0,00	6,00±0,00	12,14±0,00	9,28±0,00	8,11±0,00	13,56±0,005	13,09±0,005	10,87±0,00	8,24±0,00	10,29±0,00	6,02±0,00	8,43±0,00
<i>P. ter.</i>	etanol	20mg/mL	7,27±0,00	6,12±0,00	7,25±0,00	6,70±0,00	6,00±0,00	8,39±0,00	7,00±0,00	7,20±0,00	7,45±0,00	9,64±0,00	8,13±0,00	6,00±0,00	7,25±0,00	6,00±0,00
	30mg/mL	7,45±0,00	6,20±0,00	7,34±0,00	6,95±0,00	6,00±0,00	8,62±0,00	7,00±0,00	7,30±0,00	7,64±0,00	9,89±0,00	8,36±0,00	6,00±0,00	7,54±0,00	6,00±0,00	
	hekzan	20mg/mL	9,38±0,00	7,45±0,00	10,67±0,00	7,65±0,00	8,74±0,00	8,51±0,00	8,39±0,00	7,56±0,00	10,39±0,00	9,17±0,00	12,29±0,005	8,39±0,00	8,64±0,00	8,94±0,00
Ampicillin	20mg/mL	28,00±0,00	19,00±0,00	43,16±0,028	32,26±0,046	29,00±0,00	15,24±0,010	10,0±0,00	NT	NT	35,60±0,00	35,40±0,034	6,00±0,00	26,66 ± 0,57	26,50±0,026	
	30mg/mL	33,13±0,023	19,00±0,00	43,16±0,028	28,33±0,028	6,00±0,00	17,24±0,010	6,00±0,00	NT	NT	38,26±0,19	35,16±0,040	35,73±0,023	34,33 ± 0,57	28,20±0,026	
	Nystatin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	17,00±0,00	17,00±0,00	NT	NT	NT	NT	NT	
Solvents	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

C. sat.: *Cannabis sativa*, *C. satm.*: *Coriandrum sativum*, *C. tin.*: *Carthamus tinctorius*, *V. vin.*: *Vitis vinifera*, *U. dio.*: *Urtica dioica*, *P. gra.*: *Punica granatum*, *P. ter.*: *Pistacia terebinthus*

-: inhibisyon izlenmedi; NT: test edilmedi. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC®27853 Gram (-), *Proteus vulgaris* ATCC®7829 Gram (-), *Escherichia coli* ATCC®25922 Gram (-), *Klebsiella pneumoniae* ATCC®13883 Gram (-), *Listeria monocytogenes* ATCC®7677 Gram (+), *Clostridium perfringens* ATCC 313124 Gram (-), *Salmonella enterica* ATCC 14028, Gram (-), *Bacillus subtilis* B209, Gram (+), *Micrococcus luteus* B1018, Gram (+), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Gram (+), *Yersinia enterocolitica* ATCC®27729 Gram (-), *Bacillus cereus* ATCC®10876 Gram (+), *Candida albicans* ATCC®10231, *Aspergillus niger* ATCC 9642

Bununla birlikte son yıllarda yapılan araştırmalar, doğal dirençte tesirli mekanizmanın stoplazmik membrana yerleşim gösteren aktif pompa proteinleri olduğunu rapor etmiş ve Gram pozitif bakterilerde de çokça bulunduğunu ortaya koymuştur (Hasdemir, 2007).

Çalışmamızda materyal olarak kullanılan kenevir bitkisinden elde edilen esansiyel yağ örneğinin özellikle hekzan içinde çözünen 20-30 mg/mL konsantrasyonları bakteriler ve funguslar üzerinde makul oranda antimikrobiyal etki gösterdi. Kenevir yağı sırasıyla, 13.94-13.02 ve 11.32-10.23 mm'lik zon çaplarıyla *L. monocytogenes* ve *M. luteus* bakterisine, *A. niger* ve *C. albicans* funguslarına etki göstermiştir. Bununla birlikte, kantitatif kompozisyon üzerinde bazı önemli farklılıklar bulunmuştur; bu mikrobik engelleyici etkinlikle ilişkili olarak uçucu yağların farklı davranışlarını bir şekilde açıklayabilir. Dahası, bu yağ örneği mayaları ve bakterileri kısmen kontrol altına almış olsa da, tüm Gram (+) ve Gram (-) bakterileri engelleyebilen tek güç olamamışlardır. Yağların içinde bulunan bazı bileşikler, terpinolenler gibi çeşitli patojenlere karşı antifungal aktiviteye sahip olmakla karakterize edilen birkaç tür uçucu yağın monoterpenik bir bileşenidir (Delaquis ve ark., 2002; Farooq ve ark., 2002). Kışniş bitkisinden elde edilen uçucu yağ örneğinin kenevir yağına benzer şekilde yine özellikle hekzan içinde çözünen 20-30 mg/mL konsantrasyonlarının bakteriler ve funguslar üzerinde makul oranda antimikrobiyal etki gösterdiği gözlemlendi. Kışniş yağının sırasıyla, 16.34-15.74-15.40-14.92 ve 6.20-10.62 mm'lik zon çaplarıyla *B. subtilis*, *M. luteus*, *P. aeruginosa* ve *E. coli* bakterilerine karşı oldukça iyi antibakteriyal etki gösterirken aynı etkiyi funguslara karşı göstermediği tespit edildi. *A. niger* ve *C. albicans* funguslarına etki göstermemiştir. Yapılan bazı çalışmalarda bu bitki yağının gram pozitif patojenik suşlarına (*S. aureus*, *Bacillus* spp.) ve Gram negatif (*E. coli*, *S. aeruginosae*, *S. typhi*, *K. pneumoniae*, *S. mirabilis*) suşlara karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir. *P. aeruginosae* dışındaki tüm bakteri suşlarına karşı aktif olduğu bulunmuştur. *C. albicans*'a karşı belirgin bir antifungal etki göstermiştir. Yağın aktivitesi konsantrasyonuna ve bakterinin türüne göre değişir. Organizmalarının hassasiyetindeki bu farklılıklar hücre yapılarının içinden uçucu yağ bileşenlerinden birinin

penetrasyon oranı varyasyonuna atfedilebilir. Esansiyel yağlar hücre membran yapılarının değişmesine neden olarak geçirgenlik üzerinde etkili olmaktadır. Bakteri ve mantarlara karşı bu antimikrobiyal etkinlik, *C. sativum* tohumundan özütlenen uçucu yağlarda da gösterilmiştir (Lo Cantore ve ark., 2004). Aspir bitkisinden elde edilen esansiyel yağ örneği de yine aynı şekilde özellikle hekzan içinde çözünen 20-30 mg/mL konsantrasyonları bakteriler ve funguslar üzerinde makul oranda antimikrobiyal etki gösterdi. Aspir yağının sırasıyla, 13.90-11.20-11.04 ve 10.22.- 9.73 mm'lik zon çaplarıyla *L. monocytogenes*, *M. luteus*, *E. coli* bakterilerine karşı antibakteriyal etki gösterirken aynı etkiyi funguslara karşı göstermediğini tespit ettik. *A. niger* ve *C. albicans* funguslarına az bir etki göstermiştir. Yapılan bir çalışmada bu bitkinin farklı çözüntüdeki ekstraksiyonları bazı bakteriler üzerine etkili olmuştur. Tüm konsantrasyonlarda *C. tinctorius*'un, *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. mycoids*, *F. solanai* ve *A. alternata* hariç, tüm bakteri ve mantarlarda antibakteriyal ve antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. *Carthamus* türevlerinin sulu ekstraktları mikroorganizmalar üzerinde daha etkili olduğu için, bu bitkinin etkili maddelerinin suda çözünebilir olduğu sonucu çıkarılabilir. *C. tinctorius*'un sulu ekstraktına en duyarlı mikroorganizmalar sırasıyla *B. mycoides*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *G. candidum*, *A. nigra* ve *P. expamsum*'um üzerine olduğunu bildirilmiştir (Stefanakis ve ark., 2000).

Üzüm çekirdeği (*V. vinifera*) bitkisinden elde edilen esansiyel yağ örneğinin özellikle hekzan içinde çözünen 20-30 mg/mL konsantrasyonları bakteriler ve funguslar üzerinde makul oranda antimikrobiyal etki gösterdi. Üzüm yağı sırasıyla, 12.90-11.75-11.04 ve 9.53-9.22 mm'lik zon çaplarıyla *L. monocytogenes* ve *P. aeruginosa* bakterilerine karşı antibakteriyal etki gösterirken aynı etkiyi funguslara karşı göstermediğini tespit edildi. *A. niger* ve *C. albicans* funguslarına az bir etki göstermiştir. Zahavi ve ark., sofralık ve şaraplık üzümlerden izole ettikleri mikroorganizmalardan *C. gulliermondi* A42 ve *A. cephalosporium* B11'in antagonistik aktivitesini üzümelerde *B. cinerea*, *A. niger* ve *R. stolonifer*'in neden olduğu bozulmaların kontrolü için değerlendirmişlerdir. *B. cinerea*, *A. niger* ve *R. stolonifer*'in neden olduğu bozulmaları ayrı ayrı incelemişler ve sonuçta, A42'nin, *Botrytis cinerea*'nın gelişimini %8, *A. niger*'in gelişimini

%14 ve *R. stolonifer*'in gelişimini %22 oranında, B11'in ise, *B. cinerea*'nın gelişimini %16, *A. niger*'in gelişimini %82 ve *R. stolonifer*'in gelişimini %60 oranında azalttığını belirlemişlerdir (Zahavi ve ark., 2000). Üzüm çekirdekleri antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahip polifenolik bileşiklerin zengin olduğu bir kaynak olarak kabul edilir. Çekirdek ekstraktlarından elde edilen fenolik bileşikler gram-pozitif bakterilere gram-negatif bakterilerden daha engelleyici olmak üzere (Monagas ve ark., 2003) üzüm çekirdeği ekstresi'nin antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir (Shrestha ve ark., 2012). Üzüm çekirdeği ekstresinin hücre bileşenlerinde sızıntıya neden olma ve sporların vegetatif hücrelerin içerisine gelişimini engelleyebilmeleri nedeniyle *A. acidoterrestis* gelişmesini engellemede doğal antimikrobiyal maddeler olarak potansiyel kullanıma sahiptirler (Shrestha ve ark., 2012).

Menengiç bitkisinden soğuk pres tekniği ile elde edilen yağ örneğinin de hekzan içinde çözünen 20-30 mg/mL konsantrasyonları bakteriler ve funguslar üzerinde dikkate değer ölçüde antimikrobiyal etki gösterdi. Menengiç yağı sırasıyla, 12.57-9.23 ve 10.86-8.08 mm'lik zon çaplarıyla *S. enteritidis* ve *B. cereus* bakterilerine karşı antibakteriyel etki gösterirken aynı etkiyi funguslara karşı göstermediği tespit edildi. *A. niger* ve *C. albicans* funguslarına karşı ancak az bir etki göstermiştir. Menengiç veya diğer ismiyle çitlembik sakız ağacıgiller ailesine mensup ülkemizin neredeyse tamamında doğal olarak yetişen, aroma bileşenlerini yüksek miktarda içeren bir üründür. Menengiç macunu, Güney Doğu Anadolu bölgesinde sıcak içecek olarak 'menengiç kahvesi' adıyla, özellikle de Gaziantep ve Elazığ'da yoğun olarak tüketilir (Ayrancı ve Dalgıç, 1992a, b). Ayrıca bu yörelerde menengiç meyvesinin öğütülmesi ile elde edilen toz, bazı baharat çeşitleri ile harmanlanarak 'zahter' adı verilen karışım baharatın içerisinde de kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Dünyanın bazı yerlerinde bu bitkinin farklı kısımları, farklı amaçlar için, bazı sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılmaktadır (Bonsignore ve ark., 1998). Menengiç ekstraktı, güney bölgelerimizde yiyeceklerin hazırlanmasında olduğu gibi sabun hammaddesi olarak da rağbet görmektedir. Ağacın reçinesi güzel kokulu olduğundan parfümlerin içeriğinde, mide rahatsızlıklarında ve mikrop kırıcı özelliğinden dolayı

solunum sistemi hastalıklarında kocakarı ilacı olarak hazırlanmaktadır (Baytop, 1999). Özcan ve ark., yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de yabani olarak yetişen menengicin meyve karakteristik özelliklerini ve içeriğinde bulunan yağın özelliklerini incelemişlerdir. Olgun meyvelerde nem, ham protein, ham yağ, ham lif, esansiyel yağ verimi, ağırlık ve genişlik/uzunluk oranı belirlenmiştir. En baskın yağ asitleri oleik, palmitik ve linoleik asit sırasıyla bulunmuştur. Ayrıca doymamış yağ asitleri ve mineraller açısından oldukça zengin bulunmuştur (Özcan ve ark., 2008). Türkiye'de 15 farklı yörede yabani olarak yetişen menengicin esansiyel yağ kompozisyonu incelenmiştir. Farklı iklim ve toprak çeşitleri bileşenlerin geniş bir alanda dağılmasına sebep olmuştur. Duru ve ark., (2003)'nin yaptığı çalışmada, *Pistacia türlerinin* kimyasal kompozisyonunu ve içeriklerinde bulunan esansiyel yağlarının antifungal etkilerini araştırmışlardır. Antifungal etkiler zirai patojenlerden olan *P. ultimum*, *R. solani* ve *F. sambucinum* üzerinde test edilmiştir. Türlerin içeriğinde bulunan esansiyel yağların *R. solani*'nin büyümesini inhibe ettiği gözlemlenmiştir. *P. ultimum* ve *F. sambucinum* üzerinde herhangi bir inhibisyon gözlemlenmemiştir. Aksine *F. sambucinum*'un büyüme hızında artış görülmüştür. Durak ve Uçak (2015)'in yaptığı çalışmada Türkiye'de yetişen menengiç örneklerinin ekstraksiyonu için çözücü optimizasyonu ve bu örneklerin yağ asidi profilinin karakteristiğini, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Bileşenlerin ekstraksiyonu için optimum sonuç veren solvent karışımı %39 su ve % 61 aseton olarak tespit edilmiştir. Antimikrobiyal etkinin tespiti için 2 farklı gram (-) (*E. coli* O157:H7 ve *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium) bakteri ve 2 farklı gram (+) (*Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*) bakteri kullanılmıştır. *L. monocytogenes* ve *Salmonella typhimurium* türlerinin ekstraktlara karşı *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus*'a göre daha duyarlı davrandığı gözlemlenmiştir.

Doğal ürünler (bitkiler), gıda, kozmetik ve ilaç üreticileri için çok önem arz eder. Tıbbi ve aromatik bitkilerin sahip olduğu çok önemli bileşikler vardır. Bunlardan bir tanesi de esansiyel yağlardır. Uçucu yağların bileşim ve miktarları bitkinin cinsine, bitkinin

hangi kısmından elde edildiğine, üretim şekline, yetiştirildiği bölgenin coğrafi yapısına ve iklime bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu alanda temel çalışmalar yapılması önemlidir. Ayrıca esansiyel yağları, sadece kimyasal karakterizasyonda değil, ayrıca fonksiyonel özelliklerinin de bilinmesi önemlidir. Bu konuda, yalnızca aromatik veya koruyucu aktiviteleri vurgulayan değil, aynı zamanda işlevsel ile ilişkili olan biyolojik aktivitelerin değerlendirilmesinde yöntemlerin kullanılması, farmasötikler, besleyici maddeler ve kozmetik uygulamalar için potansiyel olarak faydalı özelliklerinin araştırılması önemlidir. Bu fikrin ardından içine giren yakınsak bir yaklaşım beslenme ürünlerinde sağlık iddiaları için çok önemli olan radikal temizleyici ve antioksidan özellikler, hem insan sağlıklı hemde besinlerin bozulmasına sebep olan bu patojenler için koruyucu madde oluşturması doğal ürünlere olan ilgiyi artacaktır. Ayrıca, test edilen tüm yağlar da antimikrobiyal ve antioksidanları özellikleri gıda ve tıpta endüstriyel hammadde olarak değerlendirilmesi ve tarımsal alanlarda yoğun şekilde üretilmesi bu tarz araştırmalar temel oluşturabilir.

Teşekkür

Bu araştırma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Dairesi tarafından TF-1635 numaralı projeye desteklenmiştir. Ordu Üniversitesi'ne ve Ordu Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na maddi destekleri için teşekkür ederiz.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik bildiri

Bu makale, insan katılımcılarla veya yazarların hiçbiri tarafından gerçekleştirilen hayvanlarla yapılan çalışmalarını içermemektedir.

Kaynaklar

Ayrancı E., Dalgıç A.C. 1992a. Preparation of protein isolates from *Pistacia terebinthus* L. and examination of some functional properties. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 25(5): 442-444.

- Ayrancı E., Dalgıç A.C. 1992b. Moisture sorption isotherms of *Pistacia terebinthus* L. and protein isolate. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 25(5): 482-483.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils e a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.
- Bayram E., Kırıcı S., Tansı S., Yılmaz G., Arabacı O., Kızıl S., Telci, D. 2010. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminde Arttırılması Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 1992, Ankara Bildiriler Kitabı-I, 437-456.
- Baytop T. 1999. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. 2. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 302-304.
- Bonsignore L., Cottiglia F., Loy G. 1998. Antibacterial activity of *Pistacia lentiscus* L. aerial parts, *Fitoterapia*, 69(6): 537-538.
- Brenes A., Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158: 1-14.
- Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foodsea review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- Callaway T.R., Carroll J.A., Arthington J.D., Edrington T.S., Anderson R.C., Ricke S.C. 2011. Citrus products and their use against bacteria: potential health and cost benefits (chap. 17). In R. Watson, J.L. Gerald, & V.R. Preedy (Eds.), *Nutrients, dietary supplements, and nutraceuticals. Cost analysis versus clinical benefits* (pp. 277-286). New York, NY: Humana Press
- Davis P.H. 1966-1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1-10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis P.H. 1975. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 5. Edinburgh.
- Delaquis P.J.K., Stanich B., Girare G. 2002. Mazza Antimicrobial activity of individual and mixed fraction of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74: 101-109.
- Durak M.Z., Uçak G. 2015. Solvent optimization and characterization of fatty acids profile and antimicrobial and antioxidant activities of Turkish *Pistacia terebinthus* L. extracts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 10-19.
- Duru M.E., Çakır A., Kordali S., Zengin H., Harmandar M., Izumi S., Hirata T. 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*, 74(1-2): 170-176.
- Erasto P., Bojase-Moleta G., Majinda R.R.T. 2004. Antimicrobial and antioxidant flavonoids from the root

- wood of *Bolusanthus speciosus*. *Phytochemistry*, 65: 875-880.
- Faleiro M.L. 2011. The mode of antibacterial action of essential oils. *Science Against Microbial Pathogens. Communicating Current Research and Technological Advances*, 2: 1143-1156.
- Farooq A., Choudhary M.I., Rahman A., Tahara S., Can B.K.H., Demirci F. 2002. Detoxification of terpinolene by plant pathogenic fungus *Botrytis cinerea*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 57: 863-866.
- Fathi E., Sefidkon F. 2012. Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Eucalyptus sargentii*. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 1035-1042.
- Fisher K., Phillips C.A. 2008. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 156-164.
- Friatianni S., Brunatti S., Acquavita F. 2010. Contributo allo studio del cambiamento climatico nelle Alpi Occidentali: il caso della Valle Maira. *Nevee Valanghe* 69: 20-25.
- Habib, M., Ibrahim, H.W., Schneider-Stock, R., Hassan, M.H. 2013. Camel milk lactoferrin reduces the proliferation of colorectal cancer cells and exerts antioxidant and DNA damage inhibitory activities. *Food Chemistry*, 141: 148-152.
- Harmancıoğlu M., Yazıcıoğlu G. 1979. Bitkisel Lifler. İzmir.
- Hasdemir U. 2007. Çoklu İlaç Direncinde Bakteri Hücre Duvarı Organizasyonu ve Aktif Pompa Sistemlerinin Rolü. *Mikrobiyol Bült.* 41:309-327. [20] Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. Biological effects of Essential Oils-A Review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.
- Kanatt SR., Chawla SP., Sharma A. 2014. Antioxidant and radio-protective activities of lemon grass and staranise extracts. *Food Bioscience*, 6(24): 24-30.
- Karou D., Nadembega WMC., Ouattara L, Ilboudo DP, Canini A, Nikiema JB, Simporé J., Colizzi V., Traore AS. 2007. African Ethnopharmacology and New Drug Discovery. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotech*, 1(1): 61-69.
- Kıvrak Ş. 2018. Essential oil composition and antioxidant activities of eight cultivars of Lavender and Lavandin from western Anatolia. *Industrial Crops and Products*, 117: 88-96.
- Kotan R., Çakır A., Dadaşoğlu F., Aydın T., Çakmakkı R., Özer H., Kordali Ş., Mete E., Dikbaş N. 2010. Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria. *Journal Science Food Agriculture*, 90: 145-160.
- Kultural K. 2016. A Brief History of the Grape and Its Uses. Kentuck University Cooperative Extension Service., <https://www.uky.edu/Ag/CCD/history&uses.pdf>. www.uky.edu.
- Lo Cantore P., Iacobellis N.S., De Marco A., Capasso F., Senatore F. 2004. Antibacterial Activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller Var. *vulgare* (Miller) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7862-7866.
- Monagas M., Cordoves G.C., Bartolome B., Laureano O., Ricardo da S.J.M. 2003. Monomeric, oligomeric, and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis vinifera* L. Cv. Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6475-6481.
- Navarre W.W., Schneewind O. 1999. Surface Proteins of Gram-Positive Bacteria and Mechanisms of Their Targeting to the Cell Wall Envelope. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 63(1): 174.
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction-Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition*, 44(6): 307-315.
- Özcan M. 2004. Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 517-520.
- Özcan S., Toprak G., Torun C., Vural C. 2008. *Thymus sipyleus* Boiss subsp. *rosulans* (Borbas) J. jals'ın organik ekstrakt ve uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi. *Biyoloji Bilimleri Araş Derg*, 1(2): 17-22.
- Pichersky E., Noel J.P., Dudareva N. 2006. Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity, *Science*, 311: 808-811.
- Re R Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26: 1231-1237.
- Ronald MA. 1990. *Microbiologia*, Compania Editorial Continental S.A. de C.V., Mexico DF. p. 505.
- Şakir Ş., Başalma D. 2005. The effect of sowing time on yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars and lines. VI. International Safflower Conference, 6-10 June 2005, 147-153. Istanbul, Turkey
- Shinji M. 1993. Research on Antibiotic Screening in Japan Over the Last Decade: A Producing Microorganism Approach. *The Society for Actinomycetes Japan*, 7(2): 100-106.
- Shrestha B., Theerathavaj M.L.S., Thaweboon S., Thaweboon B. 2012. In vitro antimicrobial effects of grape seed extract

- on peri-implantitis microflora in craniofacial implants. *Asian Pac J Trop Biomed*, 2: 822-825.
- Silva N.C.C., Fernandes J.A. 2010. Biological Properties of Medicinal Plants: A Review of Their Antimicrobial Activity. *The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 16(3): 402-413.
- Stefanakis M.K., Touloupakis E., Anastasopoulos E., Ghanotakis D., Katerinopoulos H.E., Makridis P. 2013. Antibacterial activity of essential oils from plants of the genus *Origanum*. *Food Control*, 34: 539-546.
- Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L., Zhang Y. 2011. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki L.*) leaves. *Food and Chemical Toxicology*; 49(10): 2689-96.
- Theis N., Lerda M. 2003. The evolution of function in plant secondary metabolites. *International Journal of Plant Science*, 164: 93e102.
- Vardin H. 2000. Harran ovasında yetişen değişik nar çeşitlerinin gıda sanayiinde kullanım olanakları üzerine bir çalışma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 130s.
- Yalçın Z. 2016. Bazı kişniş genotiplerinin (*Coriandrum sativum L.*) Erzurum ekolojik koşullarında verim ve başlıca tarımsal özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Zahavi T.L., Cohen B., Weiss L., Schena A., Daus T., Kaplunov J., Zutkhi R., Ben-Arie D.S. 2000. Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table and wine grapes in Israel. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 115-124.