

Araştırma Makalesi

***Laurus Nobilis L., Silybum Marianum L., Nigella Sativa L. ve Prunus Cerasus L.*'den Soğuk Pres Yöntemi İle İzole Edilen Esansiyel Yağ Bileşenlerinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktiviteleri**

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

¹Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu, Türkiye

²Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Ordu, Türkiye

*Sorumlu yazar: oseturk@hotmail.com, onerturk@odu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.05.2019 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.02.2020 Kabul Tarihi: 26.02.2020

Özet

Bu çalışmada, *Laurus nobilis L., Silybum marianum L., Nigella sativa L. ve Prunus cerasus L.*'in kimyasal bileşimleri, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ve bunların ana bileşenleri belirlenmiştir. Yağların ve bileşenlerin antimikrobiyal aktivitesi, agar seyreltme ve difüzyon disk plakları metotları kullanılarak bir standart referans suşları paneline ve gıda kaynaklı ve patojenik bakteri suşlarının bir paneline karşı belirlenmiştir. Uçucu yağ numunelerinin antioksidan aktiviteleri, FRAP, DPPH* ve ABTS*+ analizleri kullanılarak değerlendirildi. Uçucu yağ analizleri GC/MS ile yapılan *L. nobilis S. marianum*, *N. sativa* ve *P. cerasus* 'in izole edilen uçucu yağ bileşenlerinde sırasıyla 65, 119, 46 ve 40 bileşen GC-MS ile analiz edildi. GC/MS analizi, yağların ana bileşenlerinin, monoterpen hidrokarbonlar ve fenolik monoterpenler olduğunu gösterdi, ancak bu bileşiklerin konsantrasyonu, incelenen yağlar arasında büyük ölçüde değişmiştir. FRAP ve ABTS testlerinin sonuçlarında, özellikle, soğuk pres yöntemiyle elde edilen defne tohumu yağ numunesi, önemli ölçüde daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Sonuç olarak, sonuçlar *L. nobilis S. marianum*, *N. sativa* ve *P. cerasus*'dan (soğuk pres) elde edilen yağların, veya bileşiklerin her biri nispeten güçlü antibakteriyel ve antifungal aktivite sergilemiştir. Bu nedenle, gıda endüstrisinde antimikrobiyal ve antioksidan maddeler olarak kullanım için uygun olabilirler. Gıda sistemlerindeki bileşenlerin bazıları gıda kaynaklı bakteri üremesini önleyebilir ve işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatabilir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, Antioksidan, Esansiyel yağ

Antimicrobial and Antioxidant Activity of Essential Oil Components Isolated By Cold Press From *Laurus nobilis L., Silybum marianum L., Nigella sativa L. and Prunus cerasus L.*

Abstract

In this work, the chemical composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Laurus nobilis L., Silybum marianum L., Nigella sativa L. and Prunus cerasus L.* and their main components were determined. The antimicrobial activity of the oils and components was determined against a panel of standard reference strains and multiple strains of food-derived and pathogenic bacteria, using the agar dilution and diffusion disc plates methods. Essential oil analyzes were performed by GC/MS. Antioxidant activities of essential oil samples were evaluated using FRAP, DPPH* and ABTS*+ assays. The essential oils isolated from *L.nobilis, S. marianum, N. sativa* and *P.cerasus* were analysed by GC–MS that 65, 119, 46 and 40 constituents were identified, respectively. The GC/MS analysis showed that the major constituents of the oils were monoterpene hydrocarbons and phenolic monoterpenes, but the concentration of these compounds varied greatly among the oils examined. In the results of FRAP and ABTS assays, especially in the case of bay seed, oil samples obtained by cold press method have significantly higher antioxidant activity. In conclusion, the results indicate that the oils of obtained from *L. nobilis, S.marianum, N. sativa* and *P. cerasus* cold press or compounds exhibited relatively strong antibacterial and antifungal activity. Therefore, they could be suitable for using as antimicrobial and antioxidative agents in food industry. Some of components in food systems to may prevent the growth of foodborne bacteria and extend shelf-life of processed foods.

Keywords: Antimicrobial activity, Antioxidant, Essential oil

Giriş

Bitkiler insanlığın var oluşundan beri hayatın vazgeçilmez temel kaynaklarından biridir. İlkçağlardan beri insanlar bitkileri tanıdılar, çeşitli amaçlarla kullanmışlar ve tanıtmaya çalışmışlardır (Baytop, 1984). Hastalıkların tedavisinde tıbbi bitkilerin kullanımı, insanoğlunun yerleşik hayata geçmesiyle eş zamanlı gerçekleşen eski bir gelenek olmuştur. Bugüne kadar uçucu yağlarda 2000'den fazla kimyasal bileşenin bulunduğu görülmüştür ki, bunların en önemlileri terpenlerin yanında alkoller, aldehitler, esterler, fenoller, azot ve kükürt içeren bileşikler içermektedirler (Ceylan, 1983). Uçucu yağlar bitkilerden başlıca damıtma, anfloraj (soğukta katı yağ ile özütleme), maserasyon (sıcakta katı yağ ile özütleme), çözücü ile özütleme ya da mekanik sıkma yöntemleri ile elde edilmektedir. Anfloraj yöntemi az miktarda uçucu yağ içeren ya da kolayca bozulabilen, taç yaprak gibi narin bitki organlarına; sıkma yöntemi ise, uçucu yağı kalın dış kabuklarında barındıran turuncgiller meyvelerine uygulanmaktadır (Dorman ve Deans, 2000). Uçucu yağlar spazm çözücü, irrite edici, antiseptik, antifungal, antiviral ve antimikrobiyal özellikler göstermektedirler. Uçucu yağların antibiyotik ve antiseptik özellikleri bakteriler, küf mantarları ve mayalara karşı olabilmektedir. Terpenlerin uçucu yağların ana bileşenleri olması, bu sınıf bileşiklerin de biyolojik özelliklerinin araştırılmasına yol açmıştır. Örneğin, kekik yağında bulunan bir timol ve karvakrol, fenolden 20 kat daha antiseptiktir ve diş macunlarında kullanılır. Bu bileşikler hem antioksidan hem de antibiyotik özelliklere sahip olup karaciğeri koruyucu ve iyileştirici etkilerinin yanında kalp kası üzerinde de olumlu etkileri vardır (Arkan, 2008). Limonen ve α -pinen antibakteriyel ve antifungal etki göstermektedir. Melisa yağında bulunan sitral, uçuk tedavisinde; gül yağında bulunan geraniol ise cildi dengelemek ve canlandırmak için kozmetik ürünlerinde kullanılan terpen sınıfı bileşiklerdir. Uçucu yağların biyolojik ve tıbbi kullanımları yanında kozmetik, parfümeri, böcek kovucu, yapıştırıcı, lokal anestezi, aromaterapi, gıda ve temizlik malzemelerinde, vb. birçok alanda kullanımı, bu tür bileşiklerin ekonomik boyutta da önemini arttırmıştır (Baytop, 1984).

Ülkemizde çörek otunun 12 farklı türü yetiştirilmektedir. Bunların tohumları halk hekimliğinde ve baharat olarak daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çörek otunun kimyasal bileşimi; bitkinin hasat mevsimine, çeşidine, yetiştirildiği iklime ve bölgeye göre farklılık göstermektedir (Al-Jassir, 1992). Özel ve ark., (2008)'nin aktardığına göre, Lauraceae familyasının takriben 45 cins ve 1000 kadar türü, Laurus cinsinin ise *L. nobilis* ve *L. canariensis* Willd. olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Defne (*L. nobilis* L.)'nin

ülkemizde tek türü bulunmaktadır. Defne yapraklarının antibakteriyel terletici, ağrı kesici, antiseptik ve mide rahatsızlıklarını giderici, diyabeti tedavi edici, migreni önleyici, halsizlik, hazımsızlık, aybaşı düzensizlikleri, romatizma ve uykusuzluk hastalıklarına iyi geldiği değişik araştırmalarla ortaya konmuştur (Baytop, 1984).

S. marianum L. bitkinin kullanılan kısımları meyveleridir (*Cardui mariae fructus*). Etken maddeleri: Silimarin ismi verilen flavonolignan karışımı; majör bileşik silibin taşıdır. Tohumunda flavonoit yapıdaki taksifoline de rastlanmıştır. Tüm bitkide, marianin ve marianosit A-B adlı triterpenoitler bulunur. *S. marianum* tohumları %20-30 oranında sabit yağ içermekte olup; bu yağın %60'ı linoleik, %30'u oleik ve %9'u palmitik asittir (Wagner ve ark., 1968; Wallace ve ark., 2003). Vişne meyvesi yüksek oranda antioksidan madde bulundurması sebebiyle fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. 100g kabuklu vişne çekirdeği 76.5g sert kabuk ve 23.5g yenebilir çekirdek içi ihtiva eder. Vişne çekirdeğinin kimyasal kompozisyonu yapılan araştırmalarda kütlece %46.6 toplam karbonhidrat, %29.3 protein, %17 toplam yağ, %3.9 nem, ve %3.1 kül olarak tespit edilmiştir. (*P. cerasus* L) Vişne çekirdeğinin ise kütlece %76.5'ini sert kabuk, %23.5'ini yenebilir çekirdek içi oluşturur. Vişne meyvesinin fonksiyonel özellikleri arasında antioksidan, antiinflamatuvar, antikarsinojen, antidiabetik, antinörodejenatif aktiviteler ve dolaylı yoldan ortaya çıkan sinerjik etkileşimler sayılabilir (Damar ve Ekşi, 2012). Bu çalışmada soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş bazı eterik yağların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerine bakılacaktır.

Materyal ve Yöntem

Uçucu Yağların Temini

Araştırmada kullanılan *L. nobilis* L., *S. marianum* L., *N. sativa* L. ve *P. cerasus* L., bir gıda katkı maddesi tedarikçisinden (Gıda Maddeleri İstanbul, Türkiye) en çok kullanılan ürünlerin listesinden seçilmiştir. Seçilmiş esansiyel yağlar sırasıyla LnO'lar, SmO'lar, NsO'lar ve PcO'lar şeklinde geçerli olan ortak isimleri ile kodlanmıştır. Bu soğuk pres esansiyel yağlar (EO) kullanıncaya kadar oda sıcaklığında sarı cam bir şişede güneş ışığından uzakta tutuldu. Numuneler ODU Fen Edebiyat Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilmiştir ve çalışılmıştır.

Çözgenler

Uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesi etanol ve hekzan çözeltisi ile seyreltilerek belirlenirken, antioksidan aktivite ise sadece etanol

çözücüsü ile oluşturulan ekstraktlar üzerinde belirlenmiştir.

Besiyerleri

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılacak olan disk difüzyon ve ağar dilüsyon yönteminde; bakteriler için Muller Hinton Agar, funguslar (mantarlar) için Saboraud Dextrose Ağar besiyerleri kullanılmıştır. Mikroorganizmaların üremesini sağlamak için Muller Hinton Broth ve Saboraud Dextrose Broth besiyerleri kullanılacaktır. Minimum inhibisyon konsantrasyonu çalışmasında yukarıda belirtilen agar besiyerleriyle birlikte, ¼ oranında Tris tamponu kullanılmıştır.

Mikroorganizmalar

Antibakteriyel etki belirlemede kullanılan mikroorganizmalar ; *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 enteric* ATCC 14028, Gram (-), *Bacillus subtilis* B209, Gram (+), *Streptococcus mutans* RSHE 676, 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 yöntemi Ronald (1990)'a göre yapıldı. Her bir petri kabına bakteriler için MHA ortamı (Merck, 40 mL) ve mantarlar ve mayalar için SDA ortamı (Oxoid, 40 mL) döküldü. Tüm bakteri suşları MHB'de (Merck) 24 saat 37 °C'de ve maya ve mantar suşları SDB'de (Difco) 27 °C'de 48 saat boyunca büyütülmüştür. Gece kültürleri, sıvı besiyeri ile seyreltildi ve son bakteri ve maya / mantar hücre konsantrasyonları, sırasıyla A_{600} nm'de spektrofotometrik olarak ölçülerek 1×10^8 ve 1×10^7 hücre ml^{-1} 'e ayarlandı. Her seyreltilmiş süspansiyondan 100 µL, petri kaplarına agar üzerine aktarıldı ve yayıldı. Daha sonra, 30-20 µL mg^{-1} her bir uçucu yağ ekstraktını yüklemek için agar üzerine steril kağıt diskler (6 mm çap) yerleştirildi. Mantarlar ve mayalar için Nystatin ve bakteriler için Ampicillin ve Cephazolin pozitif kontrol olarak kullanıldı. Negatif kontrol olarak alkol ve hekzan kullanılmıştır. Petri antibakteriyel ve antifungal aktiviteler için, 37 °C'de ve 28 °C'de 24 - 48 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. Inkübasyondan sonra ortamda oluşan inhibisyon zonları, milimetre (mm) olarak ölçülmüştür. Tüm testler üç kopya halinde yapıldı.

Minimum inhibisyon konsantrasyonu

Antimikrobiyal tarama için hafif modifikasyonlarla Vander Berghe ve Vietinck (1991) tarafından açıklanan Agar dilüsyon yöntemi kullanıldı. 96 gözlü mikrotiter plakalar yerine 24 gözlü doku kültürü (Corning) plakaları kullanıldı. Esansiyel yağ ekstraktları % 70 etanol, fizyolojik Tris tamponu (Amresco 0826-500G) karışımı (1:4) içinde çözüldü ve 45 °C'de eşit miktarda %3 agar çözeltisi mantarlar için (Sabouraud Dextrose Agar (Oxoid) ile karıştırıldı. Bakteriler için Mueller Hinton Agar (Merck) kullanıldı. Uçucu yağ ekstresi örneklerinin her biri 100, 50, 25, 12.5, 6.25 ve 3.125 $mg mL^{-1}$ konsantrasyonlarında test edilmiştir, test çözeltilerinden her biri her gözede bulunan 400 µL besiyer + tris tamponu olan karışıma aktarılmıştır. Doku kültürü plakası kuyusu çözünme işleminden sonra, her bir göz 10 µL taze hazırlanmış 1×10^8 bakteri süspansiyonu, 1×10^7 mantar ml^{-1} aşılmalı ve 37-28 °C'de 24-48 saat inkübasyonda bırakılmıştır. Bakteri için pozitif kontrol olarak Ampicillin ve Cephazolin 100, 50, 25, 12.5, 6.25 ve 3.125 $mg mL^{-1}$ ve mantarlar için Nystatin aynı şartlarda test edilmiştir. Bakteriyel ve mantar gelişimi, inkübasyon süresinden sonra stereo mikroskopta değerlendirilmiştir.

GC/MS İle Uçucu Aroma Bileşen Analizi Ekstraksiyon Yöntemi

Aroma maddeleri bileşiminin belirlenmesinde Riu-Aumatell ve ark. (2004) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, 20 mL Headspace viallerine üzerine 3 gr esansiyel yağ örneği ilave edilmiş ve vortex ile 30 sn karıştırılmıştır. 50 °C'de fiber (SPME Fiberi)'de 40 dakika bekletildikten sonra GC-MS aletine (Shimadzu GCMS-QP2010) enjeksiyon yapılmıştır. Fiber her enjeksiyondan önce 200°C'de 10 dakika koşullandırılmıştır. Kolon olarak Restek RTX-5 (30m x 0.25mm x 0.25µm) kullanılmış, taşıyıcı faz olarak da Helyum'dan yararlanılmıştır. Kolon sıcaklığı, 40°C' de 5 dakika bekledikten sonra, dakikada 4°C artırılarak 240°C'ye çıkacak şekilde programlanmıştır.

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 absorbanı ilk önce 517 nm'de ($A_{k\ddot{o}r}$) ölçülmüştür. Diğer taraftan, DPPH çözeltisine %2 oranında esansiyel yağ numuneleri eklendi ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyondan sonra, son absorban ölçüldü ve A_{numune} olarak kaydedildi. Uçucu yağ numunelerinin hidrojen atomunu veya

elektron duyarlılıklarını değerlendirmek için DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplandı (Kıvrak, 2018).

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

ABTS radikal temizleyici etkinliği

Örneklerin toplam antioksidan aktivitesi, ABTS radikal katyonunun (ABTS^{•+}) renginin çözülmesinin ardından da belirlendi (Re ve ark., 1999). Bu amaçla ABTS radikal katyon, ABTS çözeltisi ve potasyum persülfatın karıştırılmasıyla hazırlandı. Uçucu yağ numunelerinin her biri, 12-16 saat boyunca oksidasyon işleminden sonra 30 °C'de dengelenen ABTS radikal çözeltisine ilave edildi ve absorbansı, etanol ile seyreltilerek 734 nm'de 0.7'ye ayarlandı. ABTS^{•+} örneklerin süpürme aktivitesi (µmol TX g⁻¹ örnek) olarak hesaplandı.

FRAP deneyi

Ferrik indirgeyici antioksidan güç analizi, ucuz, tekrarlanabilir ve basit bir antioksidan aktivite belirleme yöntemidir. Bu çalışmada, uçucu yağ örneklerinin FRAP aktivitelerini belirlemek için Habib ve ark., (2013)'ün izlediği yol takip edildi. FRAP yöntemi, Fe (III) -TPTZ kompleksinin Fe (II) -TPTZ'ye indirgenmesi ve elde edilen mavi rengin yoğunluğunun 595 nm'de ölçülmesine dayanır (Oyaizu, 1986). Bu amaçla, test edilmeden ve karıştırılacak uygun miktarda numuneye analiz eklenmeden hemen önce taze hazırlanmış olan 1.2 mL FRAP reaktifi. 37 °C'de 30 dakika inkübasyondan sonra, absorbans ölçüldü. Sonuçlar, standart antioksidan trolox ile aynı deneysel koşullarla elde edilen standart kalibrasyon grafiği kullanılarak trolox eşdeğeri (µmol TX g⁻¹ numune) olarak hesaplandı.

İstatistiksel analiz

GraphPad Prism 5.0 programı, sitotoksosite 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 farklar olarak kabul edildi (Motulsky, 2007).

Bulgular

L.nobilis (defne), *S.marianum* (deve diken), *N.sativa*, (çörek tohumu) ve *P.cerasus* (vişne tohumu) bitkilerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitesinin taranması sonucu elde edilen veriler çizelge 1.'de verilmiştir. Soğuk pres yöntemiyle elde edilen esansiyel yağlar etanol ve hekzan ile 10 ve 20 mg ml⁻¹

¹ konsantrasyonunda seyreltildi ve insan potojeni olan 12 bakteri ve 2 fungusu uygulandı. Genel olarak tüm esansiyel yağların hekzan seyreltikleri etanol seyreltiklerine oranla daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdi. Kağıt filtre disk diffüzyon yöntemiyle uygulanan LEO (*Laurus* esansiyel oil) örneğinin hem etanol hemde hekzan seyreltikleri anlamlı bir antimikrobiyal etki gösterdi. Böylece, LEO tüm bakteri soylarının büyümesini engelledi ve 7.3 ila 16.9 mm arasında değişen bir inhibisyonu zonu çapı üretti. LEO, test edilen tüm bakterilere karşı en güçlü aktiviteyi gösterdi. Özellikle *L.monocytoge*, *C.perfiringes* ve *S.enteritidis* bakterilerine en etkili antibakteriyal etki gösterirken, *C.albicans* ve *A.niger*'e karşı da güçlü bir antifungal etki gösterdi. Böylece, *L.nobilis* EO, test edilen tüm Gram-negatif ve Gram-pozitif suşlara karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdi. Genel olarak, esansiyel yağların ikisi Gram-pozitifliğe karşı Gram-negatif bakterilere göre daha aktifti. Hem alkol hemde hekzan ile seyreltilmiş 20 ve 30 mg ml⁻¹ NEO (*N.sativa* esansiyel oil) örneği in vivo önemli antimikrobiyal aktiviteler göstermiştir. Ancak, alkol ekstraktın etkisi (Çizelge 1.) anlamlı olmamakla birlikte *B.subtilis*'e, karşı 19.7 mm 20mg⁻¹ ve *S.aureus* karşı 13.160 mm 20mg⁻¹ zon çapı oluşturdu. Bununla birlikte hekzan ile seyreltilen NEO, *B.cereus*' a karşı 17.8 mm 20mg⁻¹, *S.aureus*'a karşı 14.6 mm 20 mg⁻¹ ayrıca en yüksek bir şekilde de *A.niger* ve *C.albicans* karşı ise sırasıyla 3.7 mm 20mg⁻¹ ve 14.2 mm 20mg⁻¹ değerinde ölçülen çap değerleri ile antifungal aktivite gösterirken, diğerleri için orta düzeyde bir antimikrobiyal etki gösterdi. Hekzan ve alkol ile elde edilen *S.marianum* esansiyel yağ ekstraktları tarafından sağlanan inhibisyon çapları, hekzan konsantrasyonları ile alkol orantılı değerdir. SEO hekzan 20 ve 30 mg ml⁻¹ konsantrasyonu *B.subtilis*'a karşı 17.14 mm 20mg⁻¹ ve *S.enteritidis*' e karşı 12.14 mm 20mg⁻¹ zon çapları oluşturmak suretiyle inhibisyon oluşturmuştur. Benzer bir şekilde *A.niger* ve *C.albicans* türlerine karşı da sırasıyla 12.32 mm 20mg⁻¹ ve 13.22 mm 20mg⁻¹ lik çap değerleriyle kaydedilen antifungal aktivite oluşturmuştur. SEO hekzan 20 ve 30 mg ml⁻¹ konsantrasyonu azda olsa Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı mikostatik olan ve fungal suşlara (*C.albicans* ve *A.niger*) karşı bakteriyostatik bir etkiye sahiptir.

Bununla birlikte *P.cerasus* (vişne tohumu esansiyel yağ) bitkilerinden soğuk press yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların hem alkol hemde hekzan ile seyreltilmiş 20 ve 20 mg ml⁻¹ antimikrobiyal aktivitesinin çok yüksek olmadığı görüldü. Gram pozitif *B.subtilis* Gram-negatif *L.monocytoge* ve *P.vulgaris* ayrıca *A.niger* ve *C.albicans* mikrobiyal büyümesi yalnızca nispeten yüksek konsantrasyonlarda oldu.

Soğuk pres yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların içindeki ana bileşenler. *N. sativa* yağından Cymene (<(% 26.77), Limonen (% 8.27) Linalool (% 6.61) Okaliptol (% 15.58) Thujene (<(% 4.27) ve Carvacrol tespit edildi. Soğuk pres yöntemiyle elde edilen *L.nobilis* bitkisinin esansiyel yağların ana bileşenleri, Asetoin (% 8.77), Pinen <> (% 6.74), Phellandrene <> (% 6.77), Myren (% 4.36), Sabinene (% 9.99) ve Ocimene (% 7,70) dir. Sabinene, *Laurus nobilis*'ten soğuk pres EO da en bol bulunan bileşendir. Ancak *S.marianum* yağından soğuk pres EO'nun ana bileşenleri Tridec-2 (E) -enal (% 5.60), Asetilvaleril (% 7.06), Fenetil alkol (% 7.67), Etilen brassilat (% 4.62) Angelat <izobütül-> (% 18.42)) ve Undecanal <2-metil-> (% 6.13). *Prunus cerasus*'un soğuk pres EO'su benzaldehit (% 4.79), Myrcene (% 4.39), Cymene <(% 5.19), Eucalyptol (% 30.90), Isoborneol (% 5.74). ve Carvacrol (% 5.15). Çizelge 2,3,4,5'de tüm esansiyel yağların bileşim kompozisyonu görülmektedir.

Çalışmanın bir diğer kısmında ise kısmında Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış ve ticari olarak üretilen 4 farklı bitkinin soğuk pres yöntemlerle elde edilmiş uçucu yağ ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri farklı metodlara dayanan yöntemlerle belirlenmeye çalışıldı. Gerçekleştirilen ölçümler ve yapılan hesaplamalar sonrasında soğuk pres yöntemlerle elde edilmiş uçucu yağ ekstraktı hazırlanmış olan defne tohumu (*L. nobilis*)'in en yüksek oranda (%40.76) DPPH radikallerini süpürme yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir. %30.74 oranında DPPH değeriyle de çörek otu *N. sativa*'nın sahip olduğu, deve diken *S. marianum* bitkisinin OE'sinin (%12.04) DPPH değeri ve vişne tohumu *Prunus cerasus*' un OE'sinin DPPH değerinin olmadığı tespit edildi. Aynı ekstraktın ABTS testi ile belirlenen ve elektron transferine dayanan antioksidan gücünde de 4 numune içinde en yüksek (63.93µmol TX g⁻¹ yağ) olarak saptanmıştır. Fesleğenin uçucu yağ ekstraktının hesaplanan FRAP değeri de soğuk pres yöntemi ile elde edilen deve diken uçucu yağları için tespit edilen en yüksek değere (28.13µmol TX g⁻¹ yağ) oldukça farklı olup 8.53µmol TX g⁻¹ yağ olarak hesaplanmıştır. Çörek otu için bu değerler FRAP testi 14.96(µmol TX g⁻¹ yağ) ve ABTS testi için 53.07 (µmol TX g⁻¹ yağ) (Çizelge 6.).

Tartışma

Anekdotik kanıtlar ve bitkilerin geleneksel olarak medikal anlamda kullanılması, hangi esansiyel yağların ve bitki özlerinin spesifik tıbbi durumlar için faydalı olabileceğini göstermek için bir temel sağlar. Geleneksel olarak, geleneksel antiseptiklerde yeni antimikrobiyal bileşiklerin potansiyel kaynakları olarak kullanılan bitkiler (Mitscher ve ark., 1987) doğal tedavilere olan ilginin yeniden dirilmesi ve etkin, güvenli, doğal ürünler

için artan tüketici talebinin artması, bitkisel yağlar ve ekstrelelere ilişkin nicel verilerin gerekli olduğu anlamına gelir. *L. nobilis*, *S.marianum*, *N. sativa*, ve *P. cerasus* bitkilerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal aktivite veileri çizelge 1'de düzenlenmiştir. *L. nobilis* EO, tahlil edilen tüm Gram-negatif ve Gram-pozitif suşlara karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdi. Derwich ve arkadaşlarının (2009) yaptığı bir araştırma, bu yağın *S. aureus*, *S. intermedius* ve *K. pnömonisine* karşı aktif olduğunu bildirmiştir. Dahası, Dadaloğlu ve Evrendilek (2004), Türkiye'den *L. nobilis* EO'nun *E. coli* O157: H7, *L. monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* ve *S. aureus*'a karşı güçlü bir antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Genel olarak, her iki LEO da Gram-pozitifliğe karşı Gram-negatif bakterilere göre daha aktiftir. *N. sativa* tohumunun, *S. aureus*, *E. coli*, *Shigella spp.* ve *Vibrio cholerae* gibi patojenlere karşı in vitro antibakteriyel etkinliğe sahip olduğunu belgeleyen çalışmalar bulunmaktadır (Rathee ve ark., 1982). *N. sativa* tohumlarının esansiyel yağı, *Shigella spp.*, *V. cholerae* ve *E. coli*'nin, in vitro (Ferdous) çoklu ilaca dirençli (örneğin, ampicilin, co-trimoksazol ve tetrasiklin) izolatlarına karşı etkili olmuştur. Çalışmada kullanılan esansiyel yağların sonuçları yapılan birçok çalışmayla desteklenmektedir. Silmarinin Gram (+) üzerindeki antibakteriyel etkisini göstermiştir (Polyak ve ark., 2007) ve bu bulgular bu maddenin diğer mikroorganizmalar üzerinde etkinliğini de teyit eder. *S. marianum*'un çiçek ve yapraklarının özleri karaciğer, dalak ve safra kesesi hastalıklarını tedavi etmek için yüzyıllar boyunca kullanılmıştır (Rainone, 2005). 1960'larda, Silymarin adlı bir flavonolignan karışımı, klinik çalışmaların çoğunun yapıldığı tohumdan ve meyve özlerinden izole edildi. Bulgulara dayanarak, *S. marianum* tohumları *S. marianum*'un şifalı bitki olarak önemini açıklayan flavonoid tanenler ve terpenoidler gibi önemli biyoaktif bileşikler içeriyordu. Flavonoidlerle zengin bitkilerin ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Tim ve Andrew, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda *P.cerasus* meyve özütlerinin antimikrobiyal etkisi daha önce Kołodziejczyk ve ark., (2013) tarafından belgelenmiştir. Gram pozitif *Listeria spp.* Gram-negatif *Salmonella* ve *E. coli* O157: H7 büyümesi yalnızca yüksek konsantrasyonlarda (> 2500 mg ml⁻¹) azaltılırken Coccia ve ark. (2012), 2-6.6 mg ml⁻¹ aralığında *P.cerasus* meyvesinin metanolik bir özütünün patojen bakterileri inhibe edici konsantrasyonları belirledi.

Bitki esansiyel yağlarının antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidatif ve antimutajenik etkilerine yönelik elde edilen araştırma sonuçları genel olarak pozitif yöndedir. Son yıllarda, yüksek

miktarda besin maddelerini içermesi nedeni ile soğuk pres metoduna olan ilgi artmıştır. Soğuk pres yağ ekstraksiyon esnasında herhangi bir şekilde sıcaklık ve kimyasal madde uygulaması olmayan bir prosestir (Kıralan ve ark., 2014). Her ne kadar soğuk pres yöntemi ile daha düşük verimliliklerde yağ elde ediliyor olsa da, çözücü ekstraksiyon ile gerçekleştirilen proseslerde olduğu gibi son üründe çözücü kalıntısına rastlama riski bulunmamaktadır (Lutterodt ve ark., 2010). Bahsedilen metotlar ile elde edilen yağların fizikokimyasal özellikleri karşılaştırıldığında soğuk pres yöntemi kullanılarak elde edilen yağların serbest yağ asidi gibi kalite parametrelerinde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. α , β , γ , δ tokoferol değerleri ve sterol bileşikleri, toplam fenoller ve timokinon oranları daha yüksek bulunmuştur (Kıralan ve ark., 2014). Soğuk pres yağlarda bulunan fenolikler ve flavonoid gibi polifenol bileşikler de antimikrobiyal, antienflamatuvar, antitrombotik, antialerjik, antiaterojenik, antioksidan gibi teröpatik etki gösterirler (Balasundram ve ark., 2006). Soğuk pres yağ üretim prosesinin en önemli faktörü sıcaklık uygulanmamasıdır. Literatür bilgilerine dayanarak yağlı tohumlardan preslenerek yağ çıkarma işlemi 50 °C dereceyi geçmemelidir. Soğuk pres yöntemi sıcak pres ve ön ısıtma uygulanan pres yöntemlerine kıyasla daha düşük değerlerde serbest yağ asitlerine sahiptir (Balasundram ve ark., 2006).

Esansiyel yağlar Gram (-) ve Gram (+) bakteriler dahil, birçok mikroorganizma üzerine antibakteriyal etki göstermektedir. Örneğin esansiyel yağ bileşenlerinden izomerik fenol sınıfına ait olan karvakrol ve timol ile fenilpropanoid sınıfında yer alan sinamaldehit, *E.coli O157* ve *S. typhimurium* üzerine antibakteriyal etki göstermektedir. Karvakrol ve timol, bakteri membranını parçalayarak membranla ilgili materyallerin hücre dışına çıkmasını sağlarken, terpenoidler ve fenilpropanoidlerin ise lipofilik özellikleri sayesinde bakteri duvarını delerek hücrenin daha iç kısımlarına ulaştıkları bildirilmiştir. Helandar ve ark., (1998) bazı bitki ekstraktlarının test mikroorganizması olarak kullanılan bazı Gram (+) ve Gram (-) bakteri ve maya suşlarına karşı inhibitör etkisi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sartoratto ve ark., (2004) ise 8 farklı aromatik bitkiden elde edilen uçucu yağların 11 farklı mikroorganizma üzerinde farklı derecelerde inhibitör etkisi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Mısır Sina Yarımadası'ndan toplanan *T. santolinoides* bitkisine ait uçucu yağların hem Gram (+), hem de Gram (-) bakterilere karşı antibakteriyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (El-Shazly ve ark., 2002). Esansiyel yağların bileşenleri arasında aditif, antagonistik ve sinerjik etkileşimlerin olduğu da ileri sürülmüştür. Lambert

ve ark., (2001), timol ve karvakrolün *S. aureus* ve *P. aeruginosa* üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, bu maddelerin beraber kullanıldıklarında tek başına kullanıldıklarından daha iyi bir etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bazı bitki ekstraktları ve aktif bileşikleri gıda kaynaklı patojen küllere karşı doğal fungistatik ve/veya fungisidal etkili bileşiklere sahiptir. Antifungal etkide rol oynayan bileşikler, miktar ve dağılım açısından esansiyel yağ çeşidine göre farklılık göstermektedir (İlçim ve ark., 1998). Daha önce bildirildiği gibi, yağların gözlenen antioksidan aktiviteleri, karvakrol, timol ve linalool içeriği ile açıklanabilir (El Hamdaoui ve ark., 2018). Elde edilen sonuçlara dayanarak, test edilen yağ örneklerinin gıda ve kozmetik ürünlerdeki oksidatif süreçleri azaltma kabiliyetine sahip olabileceği ve bu gibi ticari ürünlerdeki sentetik antioksidanların yerini almak için kullanılabilmesi söylenebilir (Yuan ve ark., 2016). Bitkilerin sekonder metabolizmasının aromatik ve uçucu ürünleri olan ve yapraklarda ve doğal antioksidanlar olarak bulunabilen uçucu yağların kullanımı serbest radikallerin insan vücudundaki zararlı etkilerine karşı koruyabilir (Chou ve ark., 2018). Uçucu yağların ve kendi bileşenlerinin antioksidan kapasitesi, bugüne kadar birçok kez araştırılmış ve belgelenmiştir (Sarıkurcu ve ark., 2018). Lavandula türlerinin antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (El Hamdaoui ve ark., 2018). Özellikle kekikten çıkan EO, gıda koruyucu olarak dünyanın en yaygın kullanılan on EO'su arasındadır (Ehivet ve ark., 2011). Bu sonuçlara dayanarak, çeşitli aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların, içermiş olduğu farklı ve etkin bazı bileşikler farklı alanlarda kullanılabilir. Uygun hidrofobikliği sayesinde, karvakrol ve bazı esansiyel yağ bileşenleri hücre zarında birikir. Hidrojen bağlama kabiliyeti ve proton salıverme kabiliyeti, hücre ölümü ile sonuçlanan zararlı yapısal olarak modifikasyonuna neden olabilir. Buna karşılık, karvaril asetat, karvarol metil eterde ve diğerleri bazılarının serbest bir hidroksil grubunun olmaması, protonlarını değiştirmelerini, zar geçirgenliğinin değişmesi sonucu mikroorganizma büyüme inhibisyonunu indüklemelerini engelleyebilir. Genel olarak, incelenen yağların bileşimi ve özleri onların potansiyel antibakteriyal ajanlar olarak klinik izolatları karşı kullanılabilir.

Esansiyel yağlar her bileşenler için kabul edilemez olmasına rağmen, esansiyel yağların düşük toksisiteye sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Fakat böylece olsa esansiyel yağlar aktif bileşenlerin toksisite çalışmalarının yapılması da gereklidir.

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.

Kaynaklar

- Al-Jassir, MS. 1992. Chemical Composition and Microflora of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Seeds Growing in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 45(4): 239-242.
- Arkan, S. 2008. Karvakrol ve Timolün İzole Siçan Kalp Kası Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kasım.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. 2006. Phenolic Compounds in Plants and Agri-Industrial By-Products: Antioxidant Activity, Occurrence, And Potential Uses. *Food Chemistry*, 99 (1): 191–203.
- Baytop, T. 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İ.Ü., Eczacılık Fakültesi Yayınları, No:40, İstanbul, 520s.
- Ceylan, A. 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No:481, Bornova-İzmir.
- Chou, ST., Lai, CC., Lai, CP., Chao, WW. 2018. Chemical Composition, Antioxidant, Anti-Melanogenic and Antiinflammatory Activities of *Glechoma hederacea* (Lamiaceae) Essential Oil. *Industrial Crops and Products*, 122: 675–685.
- Coccia, A., Carraturo, aç, Mosca, L., Masci, A., Bellini, A., Campagnaro, M., Lendaro, E. 2012. Effects of methanolic extract of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) on microbial growth International Journal of Food Science and Technology, 47 (8): pp. 1620-1629.
- Dadalioglu, I. ve Evrendilek, GA. 2004. Chemical Compositions and Antibacterial Effects of Essential Oils of Turkish Oregano (*Origanum Minutiflorum*), Bay Laurel (*Laurus Nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula Stoechas* L.), and Fennel (*Foeniculum Vulgare*) on Common Foodborne Pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 8255–8260.
- Damar, İ. ve Ekşi, A. 2012. Antioxidant Capacity And Anthocyanin Profile of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Juice. *Food Chemistry*, 135(4): 2910-2914.
- Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A. 2009. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Leaves Essential Oil of *Laurus nobilis* from Morocco. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4): 3818–3824.
- Dorman, HJD. ve Deans, SG. 2000. Antimicrobial Agents from Plants Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2): 308-316.
- Ehivet, FE., Min, B., Park, MK., Oh, JH. 2011. Characterization and Antimicrobial Activity of Sweet Potato Starch-Based Edible Film Containing Origanum (*Thymus capitatus*) Oil. *Journal of Food Science*, 76(1): C178-184.
- El Hamdaoui, A., Msanda, F., Boubaker, H., Leach, D., Bombarda, I., Vanloot, P., El Aouad, N., Abbad, A., Boudyach, EH., Achemchem, F., Elmoslih, A., Ait Ben Aoumar, A., El Mousadik, A. 2018. Essential Oil Composition, Antioxidant And Antibacterial Activities of Wild and Cultivated *Lavandula mairei* Humbert, *Biochemical Systematics and Ecology*, 76:1-7.
- El-Shazly, A., Dorai, G., Wink, M. 2002. Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil and Hexane-Ether Extract of *Tanacetum santolinoides* (dc.) Feinbr. and Fertig. *Zeitschrift für Naturforschung C, Journal of Biosciences*, 57(7-8): 620-623.
- Habib, M., Ibrahim, HW., Schneider-Stock, R., Hassan, HM. 2013. Camel Milk Lactoferrin Reduces The Proliferation of Colorectal Cancer Cells and Exerts Antioxidant and DNA Damage Inhibitory Activities. *Food Chemistry*, 141(1): 148–152.
- Helander, IM., Alakomi, HL., Latva-Kala, K., Mattila, ST., Pol, I., Smid, EJ., Gorris, LG.M., Wright VA. 1998. Characterisation of The Action of Selected Essential Oil Components on Gram Negative Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9): 3590–3595.
- İlçim, A., Dıġrak, M., Baġcı, E. 1998. Bazı Bitki Ekstraktlarının Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması. *Turkish Journal of Biology*, 22:119-125.
- 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.
- Kıralan, M., Özkan, G., Bayrak, A., Ramadan, MF. 2014. Physicochemical properties and stability of black cumin seed oil as affected by different extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 57: 52-60.
- Kołodziejczyk, K., Sojka, M., Abadias, M., Vinas, I., Guyot, S., Baron, A. 2013. Polyphenol Composition, Antioxidant Capacity, and Antimicrobial Activity of The Extracts Obtained from Industrial Sour Cherry Pomace. *Industrial Crops and Products*, 51: 279–288.
- Lambert, RJW., Skandamis, PN., Coote, P., Nychas, GJE. 2001. A Study of The Minimum

- Inhibitory Concentration and Mode of Action of Oregano Essential Oil, Thymol and Carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3): 453-462.
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J., Gao, J.M., Yu, L.L. 2010. Fatty Acid Profile, Thymoquinone Content, Oxidative Stability and Antioxidant Properties of Cold-Pressed Black Cumin Seed Oils. *LWT - Food Science and Technology*, 43(9): 1409-1413.
- Mitscher, L.A., Drake, S., Gollapudi, S.R., Okwute, S.K. 1987. A Modern Look at Folkloric Use of Anti-Infective Agents. *Journal of Natural Products*, 50(6): 1025–1040.
- Motulsky H 2007. GraphPad Prism® Version 5.0 Statistics Guide. San Diego CA, GraphPad Software. www.graphpad.com.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on Products of Browning Reaction – Antioxidative Activities of Products of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44(6): 307–315.
- Özel, N., Akkaş, M.E., Akbin, G., Altun, A., Akbin, N.A., Öner, H.H. 2008. Batı Anadolu'da Defne (*Laurus nobilis* L.) Yayılış Alanlarının Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Belirlenmesi. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:40, Bakanlık Yayın No: 329, Müdürlük Yayın No: 39, 4-73s, İzmir.
- Polyak, S.J., Morishima, C., Shuhart, M.C., Wang, C.C., Liu, Y., Lee, D.Y.W. 2007. Inhibition of T-Cell Inflammatory Cytokines, Hepatocyte NF-KB Signaling, and HCV Infection by Standardized Silymarin (Milk thistle). *Gastroenterology*, 132(5): 1925-1936.
- Rainone, F. 2005. Milk thistle. *American Family Physician*, Volume 72 (7):1285- 1288.
- 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 pp. 1231-1237.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., López-Tamames, Galassi, S., Buxadera, S. 2004. Characterization of Volatile Compounds of Fruit Juices and Nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87(4): 627-637.
- Ronald, M.A. 1990. Microbiologia, Compañia Editorial Continental S.A. de C.V., Mexico DF. p. 505.
- Sarikurku, C., Ozer, M.S., Calli, N., Popovic´DJ. 2018. Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Endemic *Marrubium parviflorum* subsp. Oligodon. *Industrial Crops and Products*, 119: 209–213.
- Sartoratto, A., Machado, A L M., Delarmelina, C., Figueira, G M., Duarte, MCT., Rehder. VLG.2004. Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils from Aromatic Plants Used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35(4): 275-280.
- Tim, C.T.P., Andrew, J.L. 2005. Antimicrobial Activity of Flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26: 343-356.
- Vander Berghe, D.A ve Vietinck, A.J. 1991. Screening Methods for Antibacterial and Antiviral Agents from Higger Plants. *Methods in Plant Biochemistry*. Academic Pres, London. (Ed) DEy, P.M., Harborne, J.B., chapter 3, p. 47-69.
- Wagner H., Horhammer, L., Munster, R. 1968. On the Chemistry of Silymarin (Silybin), The Active Principle of The Fruits from *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (*Carduus marianus* L.). *Arzneimittelforschung*, 18(6): 688-696.
- Wallace, S.N., Carrier, D.J., Clausen E. 2003. Extraction of Nutraceuticals from Milk Thistle: Part II. Extraction With Organic Solvents. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 108: 891–903.
- Yuan, G.F., Chen, X.E., Li. D. 2016. Chitosan Films and Coatings Containing Essential Oils: The Antioxidant and Antimicrobial Activity, and Application in Food Systems. *Food Research International*, 89(1):117-128.

Çizelge 1. *Silybum marianum*, *Nigella sativa*, *Punica granatum* ve *Laurus nobilis* yağının (distile su buharı yöntemi ve soğuk pres) antimikrobiyal aktivitesini gösteren inhibisyon bölgeleri (derişik). (MIC; mg ml⁻¹) uçucu yağların

| Esansiyel Yağ | Mikroorganizma | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| | <i>L. monocytoge</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. enteritidis</i> | <i>M. luteus</i> | <i>Y. enterocolitica</i> | <i>B. cereus</i> |
| <i>Silybum marianum</i> | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS | Ortalama ±SS |
| 20mgml ⁻¹ | 7.400±0.00 | 9.110±0.00 | 8.060±0.00 | 7.970±0.00 | 7.570±0.00 | 6.570±0.00 | 8.570±0.00 | 9.670±0.00 | 10.270±0.00 | 9.840±0.00 | 10.000±0.00 | 7.340±0.00 | 9.310±0.00 | 7.280±0.00 |
| Alkol 30mgml ⁻¹ | 7.640±0.00 | 9.610±0.00 | 9.010±0.00 | 8.080±0.00 | 7.580±0.00 | 7.080±0.00 | 8.880±0.00 | 9.980±0.00 | 10.580±0.00 | 10.080±0.00 | 10.280±0.00 | 7.580±0.00 | 9.510±0.00 | 7.580±0.00 |
| Hekzan 20mgml ⁻¹ | 7.840±0.00 | 10.240±0.00 | 11.340±0.00 | 11.440±0.00 | 8.780±0.00 | 7.580±0.00 | 9.670±0.00 | 12.223±0.005 | 13.143±0.005 | 17.140±0.005 | 11.860±0.00 | 9.660±0.00 | 10.240±0.00 | 8,360±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 8.340±0.00 | 10.720±0.00 | 11.940±0.00 | 11.840±0.00 | 8.900±0.00 | 7.800±0.00 | 9.770±0.00 | 12.323±0.005 | 13.223±0.005 | 17.140±0.005 | 12.140±0.00 | 9.810±0.00 | 10.520±0.00 | 9,110±0,00 |
| <i>Nigella sativa</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Alkol 20mgml ⁻¹ | 6.150±0.00 | 6.130±0.00 | 6.700±0.00 | 6.000±0.00 | 6.200±0.00 | 6.120±0.00 | 12.810±0.005 | 11.440±0.00 | 11.640±0.00 | 19.360±0.005 | 7.180±0.00 | 6.020±0.00 | 7.080±0.00 | 11,090±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 6.300±0.00 | 6.240±0.00 | 6.980±0.00 | 6.000±0.00 | 6.400±0.00 | 6.340±0.00 | 13.160±0.005 | 11.400±0.00 | 11.900±0.00 | 19.773±0.005 | 8.265±0.00 | 6.230±0.00 | 7.400±0.00 | 11,300±0,00 |
| Hekzan 20mgml ⁻¹ | 12.080±0.005 | 9.100±0.00 | 11.330±0.00 | 9.380±0.00 | 10.280±0.00 | 7.480±0.00 | 14.540±0.005 | 15.090±0.005 | 14.090±0.005 | 10.680±0.00 | 9.180±0.00 | 8.050±0.00 | 8.780±0.00 | 17,600±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 12.200±0.005 | 9.200±0.00 | 11.450±0.00 | 9.520±0.00 | 10.360±0.00 | 7.700±0.00 | 14.673±0.005 | 15.373±0.005 | 14.373±0.005 | 10.960±0.00 | 9.320±0.00 | 8.300±0.00 | 8.440±0.00 | 17,820±0,00 |
| <i>Punica granatum</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Alkol 20mgml ⁻¹ | 6.000±0.00 | 7.180±0.00 | 8.500±0.00 | 7.450±0.00 | 6.950±0.00 | 6.300±0.00 | 8.190±0.00 | 11.430±0.00 | 11.240±0.00 | 6.560±0.00 | 7.350±0.00 | 7.250±0.00 | 6.220±0.00 | 7.440±0.00 |
| 30mgml ⁻¹ | 6.000±0.00 | 7.300±0.00 | 8.700±0.00 | 7.600±0.00 | 7.200±0.00 | 6.600±0.00 | 8.3200±0.00 | 11.650±0.00 | 11.400±0.00 | 6.870±0.00 | 7.540±0.00 | 7.440±0.00 | 6.430±0.00 | 7,670±0,00 |
| Hekzan 20mgml ⁻¹ | 11.630±0.00 | 8.550±0.00 | 8.850±0.00 | 6.000±0.00 | 12.140±0.00 | 9.280±0.00 | 8.110±0.00 | 13.560±0.005 | 13.090±0.005 | 10.870±0.00 | 8.240±0.00 | 10.290±0.00 | 6.020±0.00 | 8,430±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 11.850±0.00 | 8.800±0.00 | 9.200±0.00 | 6.000±0.00 | 12.400±0.00 | 9.420±0.00 | 8.2300±0.00 | 14.240±0.005 | 13.773±0.005 | 11.340±0.00 | 8.3300±0.00 | 10.660±0.00 | 6.230±0.00 | 8,560±0,00 |
| <i>Laurus nobilis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Alkol 20mgml ⁻¹ | 7.170±0.00 | 9.180±0.00 | 8.380±0.00 | 6.715±0.00 | 6.840±0.00 | 6.340±0.00 | 11.390±0.00 | 7.415±0.00 | 7.815±0.00 | 14.230±0.00 | 11.490±0.00 | 7.770±0.00 | 7.300±0.00 | 8,1100±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 7.350±0.00 | 9.420±0.00 | 8.720±0.00 | 7.350±0.00 | 7.350±0.00 | 6.650±0.00 | 11.460±0.00 | 7.850±0.00 | 8.550±0.00 | 14.350±0.00 | 12.260±0.00 | 7.900±0.00 | 7.500±0.00 | 8,2200±0,00 |
| Hekzan 20mgml ⁻¹ | 16.790±0.00 | 11.430±0.00 | 14.870±0.005 | 12.230±0.00 | 8.290±0.00 | 8.540±0.00 | 11.490±0.00 | 11.890±0.00 | 11.690±0.00 | 10.480±0.00 | 13.630±0.00 | 8.190±0.00 | 8.590±0.00 | 11,880±0,00 |
| 30mgml ⁻¹ | 16.960±0.00 | 11.550±0.00 | 15.023±0.005 | 12.450±0.00 | 8.320±0.00 | 8.860±0.00 | 11.760±0.00 | 12.360±0.00 | 12.060±0.00 | 10.860±0.00 | 13.850±0.00 | 8.220±0.00 | 8.9200±0.00 | 12,260±0,00 |
| Ampicillin | 28,00±0,00 | 19.00±0.00 | 43.16±0.028 | 32.26±0.046 | 29.00±0.00 | 15.2±0.010 | 10.0±00 | TE | TE | 35.6±0.00 | 35.40±0.034 | 6.00±0.00 | 26.ü66e ± 0.57 | 26.50±0.026 |
| Cephazolin | 33,13±0,023 | 19.00±0.00 | 43.16±0.028 | 28.33±0.028 | 6.00±0.00 | 17.2±0.010 | 6.00±0.00 | TE | TE | 38.26±0.109 | 35.16±0.040 | 35.73±0.023 | 34.33c ± 0.57 | 28.20±0.026 |
| Nystatin | TE | TE | TE | TE | TE | TE | TE | 17.00±0.00 | 17.00±0.00 | TE | TE | TE | TE | TE |
| Solvents | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Ortalama değerler üç ölçümün ortalaması ile hesaplanmıştır ± SS(Standart Sapma). TE, Test edilmedi, -: Aktivite gözlenmedi. *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 enteric* ATCC 14028, Gram (-), *Bacillus subtilis* B209, Gram (+), *Streptococcus mutans* RSHE 676 , 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

Çizelge 2. Çörek Otu (*Nigella sativa* L) esansiyel yağının ana bileşenleri (%)

| No | Süre | % Alan | % Yükseklik | Adı |
|----|---------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | 1.007 | 0.18 | 0.21 | Valeraldehyde |
| 2 | 1.167 | 1.14 | 1.38 | Lactate <ethyl-> |
| 3 | 1.293 | 0.82 | 1.61 | Propylene glycol |
| 4 | 1.382 | 0.26 | 0.48 | Valeraldehyde <2-methyl-> |
| 5 | 1.58 | 0.22 | 0.19 | Acetoin |
| 6 | 1.726 | 0.29 | 0.62 | Acetoin |
| 7 | 1.75 | 0.12 | 0.27 | Formate <hexyl-> |
| 8 | 1.811 | 0.09 | 0.14 | Nonane |
| 9 | 2.816 | 0.1 | 0.21 | Valeraldehyde |
| 10 | 4.925 | 0.71 | 1.01 | Capronaldehyde |
| 11 | 9.071 | 4.27 | 4.53 | Thujene <alpha-> |
| 12 | 9.305 | 1.64 | 1.35 | Pinene <alpha-> |
| 13 | 9.85 | 0.3 | 0.27 | Camphene |
| 14 | 10.817 | 0.35 | 0.45 | Sabinene |
| 15 | 10.916 | 1.54 | 1.3 | Pinene <beta-> |
| 16 | 11.395 | 0.09 | 0.1 | Amyl ethyl ketone |
| 17 | 11.558 | 0.53 | 0.52 | Myrcene |
| 18 | 12.487 | 0.33 | 0.38 | Terpinene <alpha-> |
| 19 | 12.813 | 26.77 | 28.83 | Cymene <para-> |
| 20 | 12.975 | 8.27 | 7.98 | Limonene |
| 21 | 13.073 | 15.58 | 10.48 | Eucalyptol |
| 22 | 13.376 | 0.09 | 0.13 | Pinene <alpha-> |
| 23 | 13.787 | 0.24 | 0.24 | Ocimene <(E)-, beta-> |
| 24 | 14.158 | 1.08 | 1.14 | Terpinene <gamma-> |
| 25 | 15.331 | 0.33 | 0.29 | Terpinolene |
| 26 | 15.642 | 0.1 | 0.17 | Sabinene hydrate <cis-> |
| 27 | 15.793 | 6.61 | 5.86 | Linalool |
| 28 | 16.514 | 0.57 | 0.84 | Dihydrocarveol |
| 29 | 17.47 | 1.45 | 1.18 | Camphor |
| 30 | 17.856 | 2.69 | 2.3 | Menthone |
| 31 | 18.313 | 6.16 | 5.39 | Isoborneol |
| 32 | 18.601 | 0.87 | 0.67 | Menthol |
| 33 | 18.76 | 0.9 | 0.98 | Terpinen-4-ol |
| 34 | 19.268 | 1.35 | 1.36 | Terpineol <alpha-> |
| 35 | 19.97 | 0.23 | 0.3 | Verbenone |
| 36 | 21.452 | 2.81 | 3.61 | Jasmone <(Z)> |
| 37 | 21.692 | 0.32 | 0.36 | Linalyl acetate |
| 38 | 22.801 | 2.13 | 2.54 | Bornyl acetate |
| 39 | 22.988 | 0.2 | 0.23 | Carvacrol |
| 40 | 23.332 | 4.45 | 5.48 | Carvacrol |
| 41 | 26.176 | 0.13 | 0.19 | Geranyl acetate |
| 42 | 27.017 | 0.12 | 0.16 | Aromadendrene |
| 43 | 27.483 | 1.82 | 2.34 | Himachalene <alpha-> |
| 44 | 30.334 | 0.1 | 0.15 | Bisabolene <beta-> |
| 45 | 31.699 | 0.65 | 0.89 | Acetovanillone |
| 46 | 32.897 | 1 | 0.89 | Phthalate <diethyl-> |

Çizelge 3. Defne (*Laurus nobilis* L) esansiyel yağının ana bileşenleri (%)

| No | Ret. Time | % Area | % Height | Name | No | Ret. Time | % Area | % Height | Name |
|----|-----------|-------------|--------------|------------------------------------|----|-----------|--------|----------|--------------------------------------|
| 1 | 1.076 | 0.14 | 0.18 | Valeraldehyde | 35 | 16.95 | 1.33 | 1.12 | Terpinolene |
| 2 | 1.158 | 0.11 | 0.15 | Valeraldehyde | 36 | 17.401 | 1.44 | 1.32 | Terpinene <alpha-> |
| 3 | 1.233 | 0.14 | 0.23 | Propylene glycol | 37 | 17.5 | 0.79 | 0.52 | Camphor |
| 4 | 1.316 | 0.83 | 0.93 | Piruvate <ethyl-> | 38 | 17.875 | 0.81 | 0.63 | Menthone |
| 5 | 1.402 | 0.37 | 0.95 | Piruvate <ethyl-> | 39 | 18.326 | 1.54 | 1.14 | Isoborneol |
| 6 | 1.436 | 0.18 | 0.46 | Lactate <ethyl-> | 40 | 18.6 | 0.17 | 0.1 | Menthol |
| 7 | 1.883 | 8.77 | 3.81 | Acetoin | 41 | 18.762 | 0.38 | 0.42 | Terpinen-4-ol |
| 8 | 1.956 | 0.19 | 0.4 | Piruvate <ethyl-> | 42 | 19.269 | 0.56 | 0.69 | Terpineol <alpha-> |
| 9 | 2.75 | 0.09 | 0.1 | Valeraldehyde | 43 | 19.549 | 0.27 | 0.28 | Anisole <para-allyl-> |
| 10 | 2.833 | 0.16 | 0.31 | Valeraldehyde | 44 | 21.236 | 0.1 | 0.12 | Carvone |
| 11 | 4.885 | 0.18 | 0.34 | Capronaldehyde | 45 | 21.572 | 0.33 | 0.33 | Anisaldehyde <para-> |
| 12 | 4.935 | 1.12 | 1.52 | Capronaldehyde | 46 | 22.758 | 2.31 | 1.61 | Anethole <(E)-> |
| 13 | 9.082 | 0.48 | 0.58 | Thujene <alpha-> | 47 | 23.331 | 1.25 | 1.47 | Carvacrol |
| 14 | 9.307 | 6.74 | 6.5 | Pinene <alpha-> | 48 | 23.901 | 0.16 | 0.21 | Terpinyl acetate <alpha-> |
| 15 | 9.843 | 0.64 | 0.63 | Camphene | 49 | 24.139 | 0.13 | 0.17 | Pelargol |
| 16 | 10.83 | 1.73 | 2.04 | Sabinene | 50 | 24.77 | 0.1 | 0.11 | Limonene oxide <cis-> |
| 17 | 10.925 | 3.51 | 4.1 | Pinene <beta-> | 51 | 24.856 | 0.16 | 0.2 | Hex-2-enal <2-isopropyl-, 5-methyl-> |
| 18 | 11.424 | 0.27 | 0.34 | Hept-5-en-2-one <6-methyl-> | 52 | 25.028 | 2.94 | 3.62 | Terpinyl acetate <alpha-> |
| 19 | 11.574 | 4.36 | 4.49 | Myrcene | 53 | 25.13 | 0.12 | 0.15 | Nonane-1,3-diol acetate |
| 20 | 12.03 | 6.77 | 8.22 | Phellandrene <alpha-> | 54 | 25.831 | 0.22 | 0.27 | Copaene <alpha-> |
| 21 | 12.253 | 0.12 | 0.14 | Carene <delta-3-> | 55 | 26.529 | 1.97 | 2.51 | Elemene <beta-> |
| 22 | 12.513 | 0.63 | 0.65 | Terpinene <alpha-> | 56 | 27.476 | 0.74 | 0.89 | Himachalene <alpha-> |
| 23 | 12.824 | 4.93 | 4.78 | Cymene <para-> | 57 | 28.088 | 0.29 | 0.36 | Bulnesene <alpha-> |
| 24 | 12.997 | 9.99 | 10.11 | Sabinene | 58 | 28.242 | 0.15 | 0.19 | Muuroolene <alpha-> |
| 25 | 13.079 | 14.82 | 13.77 | Eucalyptol | 59 | 28.437 | 0.11 | 0.13 | Gurjunene <alpha-> |
| 26 | 13.399 | 0.53 | 0.62 | Pinene <alpha-> | 60 | 28.601 | 0.14 | 0.17 | Humulene <alpha-> |
| 27 | 13.808 | 7.7 | 9.75 | Ocimene <(E)-, beta-> | 61 | 29.674 | 0.28 | 0.33 | Selinene <beta-> |
| 28 | 14.182 | 0.6 | 0.61 | Terpinene <gamma-> | 62 | 29.957 | 0.24 | 0.28 | Selinene <beta-> |
| 29 | 15.344 | 0.51 | 0.33 | Terpinolene | 63 | 30.288 | 0.19 | 0.18 | Bulnesene <alpha-> |
| 30 | 15.51 | 0.29 | 0.27 | Terpineol <trans-, beta-> | 64 | 30.545 | 0.14 | 0.17 | Cadinene <gamma-> |
| 31 | 15.821 | 2.87 | 2.15 | Linalool | 65 | 30.832 | 0.13 | 0.13 | Cadinene <delta-> |
| 32 | 15.979 | 0.42 | 0.35 | Furan <2-acetyl-, 5-methyl-> | | | | | |
| 33 | 16.297 | 0.13 | 0.15 | Cyclohexaneethyl acetate | | | | | |
| 34 | 16.633 | 0.19 | 0.22 | Hydrocinnamaldehyde | | | | | |

Çizelge 4. *Silybum marianum* L esansiyel yağının ana bileşenleri (%)

| No | Ret. Time | % Area | % Height | Name | No | Ret. Time | % Area | % Height | Name | No | Ret. Time | % Area | % Height | Name |
|----|-----------|--------|----------|------------------------------------|----|-----------|--------|----------|-------------------------------|-----|-----------|--------|----------|---|
| 1 | 0.127 | 5.6 | 1.49 | Tridec-2(E)-enal | 41 | 12.548 | 0.37 | 0.17 | Linalool | 81 | 33.12 | 0.47 | 0.46 | Hexadecane |
| 2 | 1.135 | 0.3 | 0.38 | Valeraldehyde | 42 | 12.859 | 0.92 | 0.91 | Cymene <para-> | 82 | 33.327 | 0.1 | 0.06 | Caprylic acid <4-ethyl-> |
| 3 | 1.19 | 0.39 | 0.5 | Valeraldehyde | 43 | 13.025 | 1.31 | 1.49 | Limonene | 83 | 33.508 | 0.55 | 0.62 | Tetradecanal |
| 4 | 1.291 | 2.02 | 3.56 | Propylene glycol | 44 | 13.102 | 0.31 | 0.35 | Hexanol <2-ethyl-> | 84 | 33.95 | 0.1 | 0.09 | Lauric acid |
| 5 | 1.344 | 1.77 | 3.98 | Propylene glycol | 45 | 13.16 | 0.14 | 0.17 | Eucalyptol | 85 | 34.041 | 0.39 | 0.32 | Diphenylketone |
| 6 | 1.435 | 0.23 | 0.55 | Piruvate <ethyl-> | 46 | 13.234 | 0.14 | 0.11 | Benzyl alcohol | 86 | 34.24 | 4.42 | 4.62 | Ethylene brassylate |
| 7 | 1.458 | 0.49 | 0.61 | Propylene glycol | 47 | 13.438 | 0.1 | 0.09 | Pinene <alpha-> | 87 | 34.477 | 0.15 | 0.12 | Eicosane |
| 8 | 1.711 | 0.29 | 0.41 | Isovaleric acid | 48 | 14.202 | 0.19 | 0.19 | Linalyl acetate | 88 | 34.552 | 0.11 | 0.09 | Hexadecane |
| 9 | 1.806 | 2.37 | 2.64 | Acetoin | 49 | 15.396 | 0.2 | 0.15 | Dimethylstyrene <alpha-para-> | 89 | 34.879 | 0.19 | 0.13 | Disulfide <allyl-> |
| 10 | 1.866 | 7.06 | 9.37 | Acetylvaleryl | 50 | 15.606 | 0.1 | 0.09 | Clorius | 90 | 35.284 | 0.98 | 0.85 | Fenchyl acetate <endo-> |
| 11 | 1.99 | 2.86 | 1.72 | Acetate <isopropyl-> | 51 | 15.823 | 6.01 | 7.12 | Linalool | 91 | 35.368 | 1.13 | 0.85 | Angelate <isobutyl-> |
| 12 | 2.33 | 0.23 | 0.18 | Nona-2(E),6(E)-dienal | 52 | 15.991 | 0.91 | 0.74 | Pelargonaldehyde | 92 | 35.773 | 0.76 | 0.75 | Cadina-1(6),4-diene <10betaH-> |
| 13 | 2.43 | 0.13 | 0.17 | Sclerosol | 53 | 17.887 | 0.91 | 0.91 | Menthone | 93 | 35.87 | 0.25 | 0.26 | Ambroxide |
| 14 | 2.48 | 0.25 | 0.18 | Butyl alcohol | 54 | 18.116 | 0.16 | 0.15 | Non-2(E)-enal | 94 | 36.054 | 0.33 | 0.33 | Heptadecane |
| 15 | 2.592 | 0.15 | 0.1 | Capryl alcohol | 55 | 18.305 | 0.34 | 0.23 | Menthone | 95 | 36.238 | 0.4 | 0.34 | Undecanal <2-methyl-> |
| 16 | 2.763 | 0.31 | 0.26 | Propionic acid | 56 | 18.628 | 0.25 | 0.19 | Menthol | 96 | 36.419 | 0.17 | 0.13 | Benzoate <isoamyl-> |
| 17 | 2.875 | 0.35 | 0.33 | Valeraldehyde | 57 | 18.804 | 0.25 | 0.25 | Terpinen-4-ol | 97 | 36.966 | 0.14 | 0.12 | Undecadienal <2,4-trans, trans-> |
| 18 | 4.169 | 7.67 | 6.84 | Phenethyl alcohol | 58 | 18.941 | 0.17 | 0.13 | Azanaphthalene <1-> | 98 | 37.149 | 0.12 | 0.12 | Isobutyric acid |
| 19 | 4.59 | 0.11 | 0.12 | Butyric acid | 59 | 19.309 | 0.77 | 0.87 | Terpineol <alpha-> | 99 | 37.281 | 0.12 | 0.08 | Pentacosane |
| 20 | 4.978 | 2.61 | 2.87 | Capronaldehyde | 60 | 19.387 | 0.21 | 0.19 | Butyrate <hexyl-> | 100 | 38.042 | 0.16 | 0.1 | Bergamotol <(Z)-, alpha-trans-> |
| 21 | 5.167 | 0.39 | 0.33 | Cyclohexanone <4-methyl-> | 61 | 19.866 | 0.46 | 0.47 | Capraldehyde | 101 | 38.848 | 0.12 | 0.11 | Eicosane |
| 22 | 5.392 | 0.13 | 0.12 | Cyclohexanone <4-methyl-> | 62 | 21.49 | 0.18 | 0.09 | Lavandulyl acetate | 102 | 39.298 | 0.34 | 0.3 | Tetradecanal |
| 23 | 5.942 | 0.18 | 0.19 | Furfural | 63 | 21.733 | 0.45 | 0.45 | Linalyl acetate | 103 | 39.721 | 0.12 | 0.09 | Isobutyric acid |
| 24 | 7.088 | 0.21 | 0.18 | Isovalerate <benzyl-> | 64 | 23.038 | 0.09 | 0.09 | Carvacrol | 104 | 39.807 | 0.37 | 0.31 | Tetralin <6-Acetyl-, 1,1,2,4,4,7-hexamethyl-> |
| 25 | 7.172 | 0.32 | 0.29 | Formate <hexyl-> | 65 | 23.37 | 1.23 | 1.24 | Carvacrol | 105 | 40.328 | 0.22 | 0.19 | Curcumene <alpha-> |
| 26 | 7.592 | 0.12 | 0.09 | Valeric acid | 66 | 23.561 | 0.11 | 0.1 | Tridecylaldehyde | 106 | 40.568 | 0.11 | 0.08 | Citrate <triethyl-> |
| 27 | 7.797 | 0.16 | 0.14 | Styrene | 67 | 25.128 | 0.12 | 0.07 | Triacetin | 107 | 40.912 | 0.24 | 0.2 | Lilial |
| 28 | 7.888 | 0.14 | 0.1 | Heptyl methyl ketone | 68 | 25.879 | 0.16 | 0.13 | Isobutyrate <butyl-> | 108 | 41.078 | 5.72 | 6.18 | Angelate <isobutyl-> |
| 29 | 8.226 | 0.1 | 0.1 | Enanthaldehyde | 69 | 26.77 | 0.16 | 0.15 | Tetradecane | 109 | 41.241 | 0.1 | 0.08 | Copaene <alpha-> |
| 30 | 8.416 | 0.1 | 0.12 | Benzaldehyde <2,4-dimethyl-> | 70 | 27.064 | 0.91 | 0.87 | Lauric aldehyde | 110 | 41.477 | 0.18 | 0.13 | Linalool <tetrahydro-> |
| 31 | 8.469 | 0.12 | 0.12 | Propionate <isobutyl-> | 71 | 27.185 | 0.12 | 0.1 | Disulfide <allyl-> | 111 | 41.65 | 6.13 | 6.49 | Undecanal <2-methyl-> |
| 32 | 10.254 | 0.23 | 0.27 | Hept-2(E)-enal | 72 | 27.536 | 0.29 | 0.32 | Aromadendrene | 112 | 42.178 | 0.17 | 0.17 | Palmitate <methyl-> |
| 33 | 10.341 | 0.48 | 0.37 | Benzaldehyde | 73 | 28.527 | 0.11 | 0.12 | Isopulegyl acetate | 113 | 44.649 | 0.22 | 0.22 | Palmitate <isopropyl-> |
| 34 | 11.2 | 0.25 | 0.26 | Hepten-3-ol | 74 | 29.027 | 0.42 | 0.4 | Ionone <(E)-, beta-> | 114 | 46.277 | 8.07 | 8.02 | Angelate <isobutyl-> |
| 35 | 11.263 | 0.47 | 0.37 | Oxybenzene | 75 | 30.038 | 0.15 | 0.15 | Pentadecane | 115 | 46.486 | 0.45 | 0.38 | Pentadecanolide |
| 36 | 11.49 | 0.22 | 0.17 | Tridecane | 76 | 30.379 | 0.15 | 0.12 | Civetone | 116 | 48.27 | 0.1 | 0.07 | Benzyl benzoate |
| 37 | 11.623 | 0.52 | 0.36 | Myrcene | 77 | 31.839 | 0.1 | 0.07 | Eicosane | 117 | 48.763 | 0.09 | 0.1 | Docosane |
| 38 | 11.83 | 0.11 | 0.09 | Hexanol <ethyl-> | 78 | 32.006 | 0.09 | 0.07 | Docosane | 118 | 51.019 | 4.22 | 4.19 | Angelate <isobutyl-> |
| 39 | 12.063 | 0.35 | 0.25 | Caprylaldehyde | 79 | 32.306 | 0.12 | 0.12 | Isobutyric acid | 119 | 53.186 | 0.09 | 0.08 | Heneicosane |
| 40 | 12.305 | 2.39 | 2.1 | Propionate <ethyl-3-(methylthio)-> | 80 | 33.014 | 0.54 | 0.26 | Phthalate <diethyl-> | | | | | |

Çizelge 5. Vişne Çekirdeği *Prunus cerasus* L esansiyel yağının ana bileşenleri (%)

| No | Ret. Time | % Area | % Height | Name |
|----|-----------|-------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | 1.663 | 1.29 | 1.13 | Acetoin |
| 2 | 1.743 | 0.35 | 0.57 | Acetoin |
| 3 | 2.617 | 0.32 | 0.46 | Valeraldehyde |
| 4 | 9.005 | 0.16 | 0.26 | Thujene <alpha-> |
| 5 | 9.057 | 0.19 | 0.38 | Thujene <alpha-> |
| 6 | 9.291 | 3.1 | 2.87 | Pinene <alpha-> |
| 7 | 9.825 | 0.97 | 1.14 | Camphene |
| 8 | 10.262 | 4.79 | 6.1 | Benzaldehyde |
| 9 | 10.909 | 3.58 | 3.91 | Pinene <beta-> |
| 10 | 11.095 | 1.18 | 1.35 | Vinyl amyl carbinol |
| 11 | 11.359 | 1.13 | 1.9 | Amyl ethyl ketone |
| 12 | 11.551 | 4.39 | 6.68 | Myrcene |
| 13 | 12.224 | 0.28 | 0.41 | Carene <delta-3-> |
| 14 | 12.479 | 0.48 | 0.67 | Terpinene <alpha-> |
| 15 | 12.804 | 5.1 | 5.79 | Cymene <para-> |
| 16 | 13.104 | 30.9 | 20.52 | Eucalyptol |
| 17 | 13.374 | 2.99 | 2.26 | Pinene <alpha-> |
| 18 | 13.769 | 1.44 | 1.61 | Ocimene <[E]-, beta-> |
| 19 | 14.153 | 1.37 | 1.62 | Terpinene <gamma-> |
| 20 | 15.316 | 0.71 | 0.86 | Terpinolene |
| 21 | 15.785 | 2.97 | 3.15 | Linalool |
| 22 | 16.927 | 0.39 | 0.46 | Terpinolene |
| 23 | 17.453 | 2.1 | 1.83 | Camphor |
| 24 | 17.836 | 0.97 | 0.78 | Menthone |
| 25 | 18.333 | 5.74 | 6.35 | Isoborneol |
| 26 | 18.62 | 0.53 | 0.54 | Pinocamphone <cis-> |
| 27 | 18.757 | 1.05 | 1.45 | Terpinen-4-ol |
| 28 | 19.271 | 2.02 | 2.77 | Terpineol <alpha-> |
| 29 | 19.953 | 0.47 | 0.67 | Verbenone |
| 30 | 21.687 | 0.18 | 0.27 | Linalyl acetate |
| 31 | 22.806 | 3.23 | 4.36 | Bornyl acetate |
| 32 | 22.997 | 0.21 | 0.29 | Carvacrol |
| 33 | 23.376 | 5.15 | 6.4 | Carvacrol |
| 34 | 27.51 | 4.82 | 6.55 | Himachalene <alpha-> |
| 35 | 28.611 | 0.28 | 0.42 | Humulene <alpha-> |
| 36 | 30.336 | 0.18 | 0.3 | Bisabolene <beta-> |
| 37 | 32.427 | 1.71 | 0.67 | Phthalate <diethyl-> |
| 38 | 32.635 | 1.34 | 0.68 | Phthalate <diethyl-> |
| 39 | 32.737 | 0.89 | 0.87 | Caryophyllene oxide |
| 40 | 32.855 | 1.05 | 0.7 | Phthalate <diethyl-> |

Çizelge 6. Farklı yöntemlerle elde edilmiş uçucu yağ ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri

| Numuneler | DPPH (% İNHİSYON) | FRAP (µmol TX g ⁻¹ yağ) | ABTS (µmol TX g ⁻¹ yağ) |
|---|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Deve dikenli <i>Silybum marianum</i> | 12.04 | 28.13 | 12.87 |
| Çörek otu <i>Nigella sativa</i> | 30.74 | 14.96 | 53.07 |
| Defne tohumu <i>Laurus nobilis</i> | 40.76 | 8.53 | 63.93 |
| Vişne tohumu <i>Prunus cerasus</i> | - | - | 19.16 |