

Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri

Mehmet Bayaz ✉

Ege Üniversitesi, Tire Kutsan Meslek Yüksekokulu, 35900 Tire, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 20.08.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 21.10.2013

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): mehmet.bayaz@ege.edu.tr (M. Bayaz)

☎ 0 232 512 86 16 📠 0 232 512 86 16

ÖZET

Uçucu ve eteri yağlar olarak da adlandırılan esansiyel yağlar, bitkisel materyalden elde edilen kokulu yağimsı sıvılardır. Bu doğal ürünler Ortaçağdan beri bakterisidal, virusidal, fungusidal, antiparazitik, insektisidal, tıbbi ve kozmetik amaçlı olarak geniş oranda kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda sentetik katkı maddelerinin potansiyel tehlikeleri nedeniyle tüketicilerin doğal bileşenlere olan artan talebi doğrultusunda bu yağların gıda, meşrubat, ilaç, sanitasyon, parfümeri, kozmetik ve tarım sektörlerinde kullanımı artmış bulunmaktadır. Bundan dolayı doğal katkı maddelerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada, esansiyel yağların antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidatif ve antimutajenik aktiviteleriyle ilgili son yıllarda yapılan araştırma sonuçları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Esansiyel yağ, Antimikrobiyal, Antioksidan, Antimutajenik.

Essential Oils: Antimicrobial, Antioxidant and Antimutagenic Activities

ABSTRACT

Essential oils (also called volatile or ethereal oils) are aromatic oily liquids obtained from plant materials. These natural products have been widely used in bactericidal, virucidal, fungicidal, antiparasitical, insecticidal, medicinal and cosmetic applications since the Middle Age. Especially in recent years, the use of essential oils as functional ingredients in food, beverage, pharmaceutical, sanitation, toiletry, cosmetic and agricultural industries has been gaining momentum, both for the growing interest of consumers in ingredients from natural sources and also because of increasing concern about potentially harmful synthetic additives. Therefore, the importance of these natural additives has been increasing day to day. In this review, antibacterial, antifungal, antiviral, antioxidative and antimutagenic activities of essential oils are presented.

Key Words: Essential oil, Antimicrobial, Antioxidant, Antimutagenic.

GİRİŞ

Halk arasında uçucu yağ, eteri yağ, aromatik yağ, esans yağı veya ruh gibi farklı adlarla da adlandırılabilen bitki esansiyel yağları bitki kimyasının önemli bileşenleri arasında yer alır [1]. Geleneksel farmakopinin (kodeks) önemli bir kısmını oluşturan uçucu yağlar, genelde sıcak tropik ülkelerle, ılıman Akdeniz bölgesi ülkeleri arasında yer alan coğrafyada yetişen çeşitli aromatik bitkilerden

elde edilir [2]. Bu yağlar bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, tohum ve köklerinden, genellikle su buharı destilasyonu veya farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen, oda sıcaklığında genellikle sıvı formda ve kolayca kristalleşebilme özelliğine sahip, çoğunlukla renksiz veya açık sarı renkli yağimsı karışımlardır. Buldukları bitkiye karakteristik koku ve yakıcı lezzet veren bu bileşenlerin en belirgin özellikleri oda sıcaklığında uçucu ve kokulu olmalarıdır [3]. Suda

çözünmeyip, organik çözücülerde çözüldükleri için yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklıdır [4].

Bileşimlerinde temel olarak terpenoidler (daha çok monoterpenler; az miktarlarda seskiterpenler ve diterpenler), asitler, alkoller, aldehitler, ketonlar, asiklik esterler, laktonlar, daha seyrek olarak azotlu ve kükürlü bileşikler, kumarinler ve fenilpropanoidlerin homologları yer alır [4-8]. Uçucu yağların bileşim ve miktarları bitkinin cinsine, bitkinin hangi kısmından elde edildiğine, üretim şekline, yetiştirildiği bölgenin coğrafi yapısına ve iklime bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [9-13].

Elde edilmelerinde su buharı destilasyonu eskiden beri yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle daha fazla yağ elde edilebilmesine karşın, nitelikli ürün elde edilememektedir. Ayrıca uzun damıtma süresi maliyeti arttırmaktadır. Diğer bir deyişle, elde edilecek ürünün kullanım amacına bağlı olarak, kullanılacak yöntem de değişkenlik göstermektedir. Örneğin, turuncgillerden bakesidal, fungusidal, gıda katkı maddesi ve farmasötik amaçlı sentetik kimyasal bileşiklere alternatif olarak üretilecek ürünlerde daha çok mekanik ekstraksiyon ve buhar destilasyonu tercih edilirken; parfümeri endüstrisi için üretilecek esansların üretiminde çözücü ekstraksiyonu veya süperkritik karbondioksit ekstraksiyon yöntemi tercih edilmektedir [2]. Esansiyel yağ eldesinde kullanılan yöntemler Tablo 1'de verilmiştir [14, 15]. Son yıllarda aromatik bitkilerden esansiyel yağ elde etme yöntemlerine yönelik

araştırmalar, üzerinde çalışılan konulardan birini oluşturmaktadır [16, 17].

YAYGIN KULLANILAN BAZI ESANSİYEL YAĞLAR

Bilinen yaklaşık 3000 esansiyel yağdan 300 kadarı ticari öneme sahip olup, bunların kendisi veya içerdiği bileşenlerin bazıları farmakolojide, tarımsal uygulamalarda, koruyucu ve lezzet verici olarak gıda sanayiinde, alkollü içkilerde, hayvan beslemede, sanitasyon, kozmetik ve parfümeri ürünlerinde ve doğal tedavi edici halk tıbbında kullanılmaktadır [18, 19, 20]. Günümüzde bazı bitki esansiyel yağları Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından GRAS 'Genel olarak güvenilir-zararsız' tat-koku veya gıda katkıları olarak sınıflandırılmıştır [21].

Belirtilen bu yağların antibakteriyel [22], antiviral [23], antifungal [24-26], antiinflamatuvar, antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antiparazitik [27, 28], antioksjenik [29-31], insektisidal [32, 33] özellikleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmış mikroorganizmaların elimine edilmesinde kullanılabilirliği üzerine yoğunlaşmıştır [34]. Aynı zamanda bu bitkisel ürünlerin gıdaların korunmasında potansiyel olarak etkili oldukları bilinmektedir [35-38]. Tablo 2'de sık kullanılan bazı aromatik bitkiler, içerdikleri aktif bileşikler ve etki mekanizmaları verilmiştir [39-41].

Tablo 1. Esansiyel yağ eldesinde kullanılan yöntemler [14, 15].

1. Damıtma (destilasyon) yöntemi: Bileşenleri kaynama noktaları arasındaki farklardan yararlanarak ayırma işlemidir.	a) Su ile damıtma (Hydro distillation) b) Su buharında damıtma (Steam distillation) c) Vakum altında damıtma (Vacuum distillation)
2. Ekstraksiyon yöntemi: Uçucu yağın bir çözücü içerisinde çözüldürülerek alınması işlemidir.	a) Çözücü ekstraksiyonu (Solvent extraction) b) Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (Supercritical fluid extraction) c) Mikrodalgayla yardımcı ekstraksiyon (Microwave-assisted extraction) d) Sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyonu (Pressurised solvent extraction) e) Katı faz mikro ekstraksiyon (Solid phase microextraction) f) Çok yönlü ekstraksiyon (Simultaneous distillation extraction)
3. Presleme yöntemi (mekanik ekstraksiyon): Ürünün bez torba içerisinde hidrolik pres altında sıkılmasıyla uçucu yağlarının alınması işlemidir.	

ANTİMİKROBİYAL ETKİ

Esansiyel yağların en çok araştırılan yönü, antimikrobiyal aktiviteleriyle ilgilidir. Bu yağlar, farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından, etki dereceleri içerdikleri etken maddelerin çeşit ve miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [42]. Etki mekanizmaları hakkında edinilen bilgiler sınırlı olmakla birlikte, bunun yağların lipofilik özellikleri ve kimyasal yapılarıyla ilgili olduğu öne sürülmektedir [43].

Esansiyel yağlar Gram (-) ve Gram (+) bakteriler dahil, birçok mikroorganizma üzerine antibakteriyel etki göstermektedir. Örneğin esansiyel yağ bileşenlerinden izomerik fenol sınıfına ait olan karvakrol ve timol ile fenilpropanoid sınıfında yer alan sinnaldehit, *Escherichia coli* O157 ve *Salmonella typhimurium* üzerine antibakteriyel 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 [38].

Nostro ve ark. [44], bazı bitki ekstraktlarının test mikroorganizması olarak kullanılan bazı Gram (+) ve Gram (-) bakteri ve maya suşlarına karşı inhibitör etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sartoratto ve ark. [45], 8 farklı aromatik bitkiden elde edilen uçucu yağların 11 farklı mikroorganizma üzerinde farklı derecelerde inhibitör etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Mısır Sina Yarımadası'ndan toplanan *Tanacetum santolinoides* bitkisine ait uçucu yağların hem Gram (+), hem de Gram (-) bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir [46]. Al-Howiriny [47], *Salvia lanigera* (tüylü adaçayı) bitkisinin uçucu yağını ekstrakte etmiş ve bu ekstraktın *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Proteus mirabilis*,

Mycobacterium smegmatis, *Candida albicans* ve *Candida vaginalis* mikroorganizmalarına karşı oldukça iyi inhibitörük etki gösterdiğini, ancak *Escherichia coli* ve

Pseudomonas aeruginosa'nın bu uçucu yağa dirençli olduğunu rapor etmiştir.

Tablo 2. Bazı aromatik bitkiler, içerdikleri aktif bileşikler ve etki mekanizmaları [39-41]

Bitki adı	Bitkinin bölümü	Başlıca aktif bileşik	Etki mekanizması
Adaçayı	Yaprak	Sineol	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Anason	Tohum	Anetol	Sindirim uyarıcı
Bayır turpu	Kök	Allil izotiyosiyanat	İştah arttırıcı
Biber	Tohum	Sabinen	Sindirim uyarıcı, ishal önleyici
Biberiye	Yaprak	Sineol	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Defne	Yaprak	Sineol	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik
Hardal	Tohum	Allil izotiyosiyanat	Sindirim uyarıcı
Hindistan cevizi	Tohum	Sabinen	Sindirim uyarıcı ve ishal önleyici
Karabiber	Meyve	Piperin, sabinen	Sindirim uyarıcı
Karanfil	Çiçek	Öjenol	İştah arttırıcı ve sindirim uyarıcı, antiseptik
Kekik	Tüm bitki	Timol ve karvakrol	Sindirim uyarıcı, antiseptik, antioksidan
Kereviz	Yaprak, kök	Fitalid	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı
Kimyon	Tohum	Kumin aldehit	Sindirim uyarıcı
Kişniş	Yaprak, tohum	Linalool	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı
Maydanoz	Yaprak	Apiol	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik
Mercanköşk	Yaprak, çiçek	Karvakrol	Antiseptik, antiviral
Nane	Yaprak	Mentol	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik
Sarımsak	Soğan	Allisin	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Tarçın	Kabuk	Sinamalaldehit	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik
Zencefil	Rizom	Zingerol	Sindirim uyarıcı

Esansiyel yağların bileşenleri arasında aditif, antagonistik ve sinerjik etkileşimlerin olduğu da ileri sürülmüştür [21]. Lambert ve ark. [48], timol ve karvakrol'ün *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, bu maddelerin beraber kullanıldıklarında tek başına kullanıldıklarından daha iyi bir etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Yapılan bir in vitro çalışmada, tarçından elde edilen sinamalaldehit ekstraktının *Clostridium perfringens* ve *Bacteroides fragilis*'i kuvvetli şekilde, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus acidophilus*'u da orta düzeyde inhibe ettiği görülmüştür [49]. İlçim ve ark. [50], liken, mersin ve karanfil bitkilerinin ekstraktlarının *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus brevis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* bakterilerinin gelişimlerini değişik oranlarda engellediğini bildirmişlerdir.

Esansiyel yağların antimikrobiyal etkileri ile ilgili olarak in vitro çalışmalar yanında, canlı hayvanlarla yapılan in vivo çalışmalar da mevcuttur. Mitsch ve ark. [51], broilerlerde *Clostridium perfringens*'in üremesi üzerine esansiyel yağların etkisini araştırdıkları çalışmada, (timol + öjenol + kurkumin + piperin) içeren uçucu yağ karışımı ile yine (timol + karvakrol + öjenol + kurkumin + piperin) içeren uçucu yağ karışımlarının diyetle eklenmesiyle, broiler bağırsağındaki *Clostridium perfringens* kolonizasyonu ve üremesinin kontrol altında tutulabildiği sonucuna ulaşmışlardır. Aynı şekilde Evans ve ark. [52], (karanfil + kekik + nane + limon) uçucu yağları karışımının broilerlerde *Clostridium perfringens* sayısını azalttığını belirtmişlerdir. Allen ve ark. [53], *Artemisia annua* (pelin otu) bitkisinden elde edilen artemisin, 1,8-sineol ve kafur bileşenlerinin *Eimeria*

acervulina ve *Eimeria tenella* ile inoküle edilmiş civcivlerin rasyonuna katılmasının, koksidiyoz ile mücadelede önleyici rol oynadığını belirtmişlerdir.

Bazı bitki ekstraktları ve aktif bileşikleri gıda kaynaklı patojen küflere karşı doğal fungistatik ve/veya fungisidal etkili bileşiklere sahiptir. Antifungal etkide rol oynayan bileşikler, miktar ve dağılım açısından esansiyel yağ çeşidine göre farklılık göstermektedir. Örneğin adaçayında (*Salvia officinalis*) tuyon, kafur ve karyofilen [54], defne ağacında (*Laurus nobilis*) öjenol, mirsen ve limonen [55], tarçında (*Cinnamomum zeylanicum*) öjenol ve trans-sinamalaldehit [56], kekikte (*Thymus vulgaris*) timol, öjenol, p-simen ve 1,8-sineol [57], limon otu yağında limonen, sitral, sitronellal [58], ısırgan otunda bütoksi propanol, 4-vinil fenol, karvon, dihidroaktinidolid, metil miristat, loliolid, heksahidrofarnesil aseton, neofitadien, benzil salisilat, metil palmitat, etil palmitat, fitol ve gama-sitosterol [59], fesleğende karyofilen ve neril asetat, sardunyada geranial [60] olduğu bilinmektedir.

Bazı peynir çeşitleri üzerinde esansiyel yağların antifungal etkisi üzerine yapılan araştırmalar, bu yağların küfler üzerinde dikkate değer bir inhibitörük etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Vazquez ve ark. [61], öjenol ve timol'ün farklı İspanya peynirleri ve kültür ortamında *Penicillium citrinum*'un sentezlediği sitrinin üretimi ve gelişimi üzerine antifungal etkisini araştırmışlardır. 200 µg/ml öjenol'ün *Penicillium citrinum*'un gelişimini tamamen önlediği ve 100 µg/ml üzerindeki konsantrasyonlarda da sitrininin tespit edilemediği ortaya konulmuştur. Wendorff ve ark. [62] ve Wendorff ve Wee [63], Çedar peynirinde fenolik bileşikler kullanımının, bozulma etmeni küf gelişimini durdurduğunu ve yüksek konsantrasyonlardaki timol'ün

fungal gelişim ve mikotoksin üretimini engelleyici etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. *Penicillium verrucosum*, *Penicillium verrucosum var. chrysogenum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum* üzerine *Thymus vulgaris* (bahçe kekiği), *Thymus rariflorus* (yabani kekik) veya bunların aktif bileşiklerinin [60, 61] ve turunçgil türevli yağların [63] güçlü fungistatik ve/veya fungisidal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu esansiyel yağların veya etkili bileşiklerinin kimyasal ajanlar yerine *Penicillium verrucosum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium expansum* gibi peynirde istenmeyen küflerin önlenmesi amacıyla kullanılabilirliği anlaşılmaktadır.

Aspergillus cinsi küflerin gelişimi üzerine etkili pek çok bitki ve baharat mevcuttur [64]. Salamura peynirde (İran beyaz peyniri) ve sentetik ortamda *Zataria multiflora* (yabani İran kekiği) esansiyel yağının *Aspergillus flavus* ATCC 15546'nın gelişimi ve aflatoksin üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, test edilen tüm yağ derişimlerinin fungal gelişim ve aflatoksin üretimini engellediği görülmüştür [65]. *Rosmarinus officinalis* (biberiye) [66] ve *Thymus vulgaris* (bahçe kekiği) [67], *Aspergillus parasiticus* gelişimini ve aflatoksin üretimini güçlü bir şekilde engellemiştir. Kontamine peynirde görülen diğer cinsler olan *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp. ve *Cladosporium* sp., kekik esansiyel yağına hassas bulunmuştur [68]. Nane yağı ve biberiye yağlarının *Saccharomyces cerevisiae*'nin iki suşuna (*Saccharomyces cerevisiae* 0425 52C ve 0425 delta/1) karşı etkili olduğu [69]; kekik yağının ise hücre organelleri, hücre membranı ve hücre duvarını bozarak *Aspergillus niger*'e karşı inhibitörük etki gösterdiği saptanmıştır [57].

Uçucu yağların antibakteriyel ve antifungal özelliklerinden başka antiviral aktiviteleri de ilgi çekmiş ve rapor edilmiştir. Bammi ve ark. [70], beş ayrı uçucu yağ ile yapmış oldukları bir çalışmada, bu yağların Epstein-Barr virüsü (EBV) üzerinde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bishop [23], *Melaleuca alternifolia* (çay ağacı) esansiyel yağının, tütün bitkisinde görülen mozaik virüsüne karşı etkili bir önleyici olduğunu bildirmiştir.

ANTIOKSİDATİF ETKİ

Antioksidasyon, organ ve hücrelerdeki fizyolojik stresi azaltması nedeniyle beslenme açısından önemlidir. Hayvan ve insanlarda hastalıklara direnç ve immün yeterlilik, antioksidasyon mekanizması ile ilişkilendirilmektedir. Okside olma riski en yüksek bileşikler lipidlerdir. Lipid oksidasyonu hammaddenin depolanması, işlenmesi, ısıl işlem uygulaması ve son ürünlerin depolanması sırasında meydana gelmektedir. Oksidasyon sırasında peroksitler, hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkol ve asitler gibi birçok bileşik oluşmakta ve bunun sonucu olarak gıdalar acılaşılarak duyuşsal özelliklerini yitirmekte, ürünün besin değeri düşmekte ve raf ömrü kısalmaktadır [71]. Ayrıca okside lipidlerin insan organizması üzerinde istenmeyen etkileri nedeniyle, bu ürünlerin gıdalarda oluşmasının olabildiğince engellenmesi gerekmektedir [72]. Gıdaların raf ömrünü uzatmak için gıda işlemede genellikle

sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Fakat toksikolog ve beslenmeciler, endüstriyel gıda işlemede kullanılan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) gibi sentetik antioksidanların canlı organizma üzerinde karsinonejik etki gösterdiğini belirtmektedirler [73]. Bu nedenle esansiyel yağların alternatif antioksidan olarak kullanımı ile ilgili çalışmalara son yıllarda hız verilmiştir.

Esansiyel yağların antioksidatif özellikleri, içerdikleri bileşenlerin yapısında yer alan fenolik hidroksil gruplarından kaynaklanmaktadır [74]. Bu yağların antioksidatif etkisi içerdikleri etken maddelerin miktarına, ekstraksiyonda kullanılan çözgenin tipine, ekstraksiyon yöntemine göre değişkenlik göstermektedir [75]. Farag ve ark. [76], esansiyel yağların kimyasal kompozisyonu ile antioksidatif aktiviteleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, timolün yüksek antioksidatif gücünün, yapısında yer alan fenolik grupların oksidasyonun ilk basamağında açığa çıkan peroksit radikallerinin oluşumunu azaltmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Dorman ve ark. [77], çalışmalarında sardunya (*Pelargonium* sp.), limon nanesi (*Monarda citriodora*), misk cevizi (*Myristica fragrans*), yabani mercanköşk (*Origanum vulgare* ssp.) ve kekik (*Thymus vulgaris*) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağların antioksidatif özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda limon nanesi, misk cevizi ve kekik esansiyel yağının yumurta sarısı üzerinde; misk cevizi esansiyel yağının civcivlerin karaciğerinde; limon nanesi, misk cevizi, yabani mercanköşk ve kekik esansiyel yağlarının ise tavuk kaslarında antioksidatif özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Youdim ve Deans [78], çeşitli organların çoklu doymamış yağ asitlerinde yaşa bağlı olarak meydana gelen değişimleri incelemek suretiyle, kekik yağının ve ana bileşeni olan timol'ün bu yağ asitleri üzerine antioksidatif etkisini araştırmış ve sıçanlarda kekik yağı ve timol'ün rasyona katılmasının karaciğer, beyin, böbrek ve kalp fosfolipidlerinin yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (C20:4 (n-6) ve C22:6 (n-3)) düzeylerini kontrol grubuna kıyasla artırdığını bildirmişlerdir. Botsoglou ve ark. [79], mercanköşk esansiyel yağının tavuklarda et ve abdominal (karın bölgesi) yağda antioksidatif etki gösterdiğini ve bu etkinin doza bağlı olduğunu belirtmişler; timol ve karvakrol'ün de rasyona katılması durumunda tavuk eti ve yumurtasında antioksidan rol üstlendiğini gözlemlemişlerdir. Simitzis ve ark. [80], kuzularda rasyona ilave ettikleri mercanköşk esansiyel yağının, ette lipid oksidasyonunu [malondialdehit (MDA) oluşumu] azaltarak kuvvetli antioksidatif etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Florou-Paneri ve ark. [81], yumurta tavukları ile yaptıkları çalışmalarında, rasyona mercanköşk yağı ilave etmiş ve ilave edilen grubun yumurta sarısındaki lipid oksidasyonunun, kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Farelerde çörek otu yağının antioksidatif etkiye sahip olduğu [82], hamsterlerin rasyonlarında vitamin E ve çörek otu yağı kullanımının antikarsinogenik etki gösterdiği saptanmıştır [83].

MUTAJENİK ve ANTİMUTAJENİK ETKİ

Mutajenik Etki

Mutajenik etki, genetik materyalde herhangi bir kimyasal ajan tarafından veya kendiliğinden oluşan kalıcı baz değişimleridir. Son yıllarda mutasyon kaynaklı hastalıklar ve kanser vakalarında görülen artış, antikarsinojen ve antimutajen maddelerin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Her mutajen ajan kansere neden olmasa da, mutajenite ve karsinojenite arasındaki olası paralel ilişki nedeniyle, mutasyon analizleri çağımızın hastalığı olan kanser araştırmalarında öncül çalışmalar arasına girmektedir [84].

Yapılan birçok çalışmanın sonucu, uçucu yağların ve bileşenlerinin çoğunlukla mutajenik etki göstermediği yönündedir [2,]. Beric ve ark. [85], *Ocimum basilicum* L. (fesleğen) uçucu yağı ve yağın temel bileşeni olan linalool'ün *Salmonella/microsome* ve *Escherichia coli* WP2 suşları üzerinde mutasyona neden olmadıklarını belirtmişlerdir. Ames testi ile yapılan bir çalışmada, *Melissa officinalis* L. (Melisa, oğulotu), *Ocimum basilicum* L. (fesleğen), *Hyssopus officinalis* L. (çördük otu), *Lavandula angustifolia* Mill. (lavanta), *Origanum vulgare* L. (mercanköşk, keklik otu), *Salvia officinalis* L. (adaçayı), *Thymus vulgaris* L. (kekik) mutasyon analizlerinin negatif olduğu gösterilmiştir [86]. Melisa uçucu yağının Alzheimer ve tümör oluşumunun inhibisyonunda kullanılabileceği belirtilmiştir. Geleneksel kullanımı ve endüstriyel önemi yüksek olan bu bitkilerin genler üzerinde mutasyon etki oluşturmaması, kullanımının güvenilirliğini arttırmaktadır [87, 88].

Daha az sayıda da olsa, uçucu yağların mutasyon etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar vardır. *Mentha spicata* L. (kivircik nane) ve *Pinus sylvestris* L. (sarı çam) uçucu yağları birçok ülkede güvenirliliği kontrol edilmeden yiyecek ve içeceklerde, deterjanlarda, kozmetikte, sabunlarda koku katkı maddesi ve tarımda böceksavar olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu yağların *Drosophila melanogaster* (sirke sineği) ve insan lenfosit hücreleri üzerinde mutasyon etkilerinin olduğu saptanmıştır [89, 90]. Yine uçucu yağ bileşenlerinden karvakrol, timol ve sinamaldehit bileşiklerinin de toksik olmayan dozlarda zayıf mutajen olabileceği vurgulanmıştır [91].

Antimutajenik Etki

Antimutajenik etki, mutajen maddeyi inaktif hale getirme yada genler üzerinde meydana gelen mutasyonu değiştirebilme veya önleyebilme etkisidir. Antimutajenler etki şekillerine göre desmutajenler ve biyoantimutajenler olarak iki kısma ayrılır.

Desmutajenler mutajen ajanların hücreye girişini bloke eden, yani DNA'nın yapısına dahil olmadan onları inaktif hale getiren maddelerdir [92]. Martino ve ark. [86], *Origanum vulgare* L. (mercanköşk) uçucu yağının *Salmonella typhimurium* TA98 ve TA100 suşları üzerinde mutajenik aktivite göstermediğini tespit etmişlerdir. Ancak daha önceki çalışmalarda mercanköşk uçucu yağı bileşeni olan saf karvakrolün,

çalışılan konsantrasyonda mutasyon etkisi bilindiğinden bu yağdaki diğer bileşenlerin karvakrolü inhibe ettiği, yani desmutajenik etki gösterdikleri sonucuna varılmıştır.

Biyoantimutajenler ise, mutajenin DNA'nın yapısına katılmasından sonra DNA replikasyonu ve DNA tamir mekanizmalarının işleyişini düzenleyerek mutajenezisi azaltan maddelerdir. Biyoantimutajenler, DNA polimeraz I ve DNA polimeraz III sentezini artırarak ve "hata eğilimli-DNA tamir mekanizması"ni engelleyerek etki gösterirler [92]. Yapılan bir çalışmada, monoterpen bileşiklerince zengin *Salvia officinalis* L. (adaçayı) uçucu yağının antimutajenitesi, UV uygulanmış ve uygulanmamış *E.coli* hücreleri üzerinde araştırılmış ve monoterpenlerin DNA tamir sistemini düzenleyerek etki gösterdikleri sonucuna varılmıştır [93]. *Matricaria chamomilla* L. (papatya) ve *Salvia stenophylla* Burch.ex Benth (bir tür adaçayı) uçucu yağları yüksek oranda α -bisabolol bileşeni içerirler. Bu bileşiğin aflatoksin B1 mutajenine karşı inhibisyon etki gösterdiği Ames testi ile belirlenmiştir [94, 95].

Curcuma longa L. (zerdeçal, safran kökü, Hint safranı) bitkisinden elde edilen kurkumin bileşiğinin kuvvetli antioksidan olduğu belirtilmiştir. Hindistan'da çok zengin bir tarihi olan kurkumin, Ayurveda tıbbında (alternatif antik Hint tıbbı) gıda koruyucusu ve renklendirici madde olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Bu bitkinin temel bileşeni ve etken maddesi olan kurkumin bileşiğinin ve *Teucrium ramosissimum* (verem otu) uçucu yağının Ames test uygulamalarında sodyum azid mutajenine maruz kalan *Salmonella typhimurium* TA98 ve TA100 hücreleri üzerinde koruyucu etkisi olduğu ortaya çıkmıştır [96, 97]. Benzer şekilde Evandri ve ark. [98], *Lavandula angustifolia* (lavanta) yağının mutajenik ve antimutajenik etkilerini *Salmonella typhimurium* TA98 ve TA100 ve *Escherichia coli* WP2 uvrA suşlarını kullanarak araştırmışlar, çalışmalar sonucunda test maddesinin herhangi bir mutajenik etkisinin olmadığını, ancak güçlü bir antimutajenik aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hayder ve ark. [99], mersin bitkisi uçucu yağıyla *Escherichia coli* PQ37'de SOS kromotesti kullanarak yaptıkları çalışmada, bu yağın Aflatoxin B1 ve nifuroksazid'e karşı oldukça önemli bir antigenotoksik aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İpek ve ark. [100], İzmir kekiği uçucu yağının genotoksik ve antigenotoksik etkilerini Ames *Salmonella/microsome* testi ile araştırmışlar ve önemli bir şekilde antimutajenik aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Amin ve ark. [101], sıçanlarda çemen tohumlarının bir PAH türevi olan 7,12-dimetil benzantrazen (DMBA)'nin neden olduğu meme kanserine karşı potansiyel bir koruyucu etki gösterdiğini saptamışlardır.

Yapılan çalışmalar, kompleks karışımlardan oluşan uçucu yağların biyolojik aktivitelerinin, bileşiklerinin sinerjik etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıktığını göstermektedir [2]. *Salvia officinalis* L. (adaçayı) uçucu yağının ana bileşenlerini oluşturan monoterpenlerden p + β tuyon, 1,8-sineol, limonen ve kafur maddelerinin ayrı ayrı hiçbirinde mutajenik özellik tespit edilemediği halde, aynı bileşiklerin birlikte kullanıldıklarında antimutajenite testleri kafur hariç pozitif sonuç vermiştir. Bu sonuç,

sinerjik etkinin bir kanıtı olarak değerlendirilmektedir [93].

SONUÇ

Aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağlar, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yüzyıllardan beri halk arasında hastalıkların tedavisi amacıyla ve gıda ürünlerinde koruyucu ve lezzet verici olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiye paralel olarak kullanımı gittikçe artmış bulunan sentetik katkı maddelerinin sağlık üzerinde birçok yan etkilerinin ortaya konmuş olması ve mikroorganizmaların sentetik antimikrobiallere karşı direnç oluşturmaları gibi nedenler, tıbbi ve aromatik bitkilerin ve bunlardan elde edilen esansiyel yağların ve ekstraktların kullanımını tekrar ön plana çıkarmış ve bu ürünlerin gıdalarda, hayvan yemlerinde ve organik tarım uygulamalarında kullanımının geliştirilmesiyle ilgili çalışmaları hızlandırmıştır. Bitki esansiyel yağlarının antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidatif ve antitumörjenik etkilerine yönelik elde edilen araştırma sonuçları genel olarak pozitif yöndedir. Bu nedenle bitkisel uçucu yağ ve ekstrakt kullanımının etkili çözüm yollarından biri olabileceği kabul edilmektedir. Bitki esansiyel yağlarının çoğunda mutajenik etkinin görülmemesi, bu yağların birçok sentetik gıda katkı maddesinin yerine kullanılabilir potansiyel bir kaynak olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çelik, E., Çelik, G.Y., 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 5(2): 1-6.
- [2] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils- A review. *Food and Chemical Toxicology* 46(2): 446-475.
- [3] Sevinç, A., Merdun, B., 1995. Türkiye'de yetişen uçucu yağ içeren bitkiler ve kullanım alanları. Bitirme Ödevi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- [4] Grassmann, J., Elstner, E.F., 2003. Essential oils/properties and uses. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (Elsevier Science Ltd.): 2177-2184 p.
- [5] Lawrence, R., Lawrence, K., 2011. Antioxidant activity of garlic essential oil (*Allium sativum*) grown in north Indian plains. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1(1): 51-54.
- [6] Wallace, R.J., 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceeding of the Nutrition Society* 63(4): 621-629.
- [7] Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88(2): 308-316.
- [8] Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews* 12(4): 564-582.
- [9] Özgüven, M., Kırıcı, S., 1999. Farklı ekolojilerde Nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerin araştırılması. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23: 465-472.
- [10] Baydar, H., 2005. Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis)'nde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(2): 175-178.
- [11] Couladis, M., Özcan, M., Tzakou, O., Akgül, A., 2002. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ağacının değişik organlarında uçucu yağ bileşimi. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs, Eskişehir, Bildiriler kitabı, s:240-245. ISBN 975-94077-2-8.
- [12] Masotti, V., Juteau, F., Bessiere, J.M., Viano, J., 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. *J. Agric. Food Chem.* 51(24): 7115-7121.
- [13] Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P., 2006. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *J. Agric. Food Chem.* 54(12): 4364-4370.
- [14] Kılıç, A., 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 10(13):37-45.
- [15] Sankarikutty, B., Narayanan, C.S., 1993. Essential Oils/Isolation and production. *Encyclopaedia of Food Science and Nutrition*, Academic Press, pp.2185-2189.
- [16] Wang, L., Weller, C.L., 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science and Technology* 17(6): 300-312.
- [17] Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., Omar, A. K. M., 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering* 117(4): 426-436.
- [18] Silva, J., Abebe, W., Sousa, S.M., Duarte, V.G., Machado, M.I.L., Matos, F.J.A., 2003. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*. *J. Ethnopharmacol.* 89(2-3): 277-283.
- [19] Hajhashemi, V., Ghannadi, A., Sharif, B., 2003. Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *J. Ethnopharmacol.* 89(1): 67-71.
- [20] Perry, N.S., Bollen, C., Perry, E.K., Ballard, C., 2003. *Salvia* for dementia therapy: Review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 75(3): 651-659.
- [21] Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223-253.
- [22] Boyle, W., 1955. Spices and essential oils as preservatives. *The American Perfumer and Essential Oil Review* 66: 25-28.
- [23] Bishop, C.D., 1995. Antiviral activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (Maiden and Betche) Cheel (tea tree) against tobacco mosaic virus. *Journal of Essential Oil Research* 7(6): 641- 644.
- [24] Azzouz, M.A., Bullerman, L.B., 1982. Comparative antimycotic effects of selected herbs, spices, plant

- components and commercial antifungal agents. *Journal of Food Protection* 45(14): 1298-1301.
- [25] Akgül, A., Kıvanç, M., 1988. Inhibitory effects of selected Turkish spices and oregano components on some foodborne fungi. *International Journal of Food Microbiology* 6(3): 263-268.
- [26] Jayashree, T., Subramanyam, C., 1999. Antiaflatoxic activity of eugenol is due to inhibition of lipid peroxidation. *Letters in Applied Microbiology* 28(3): 179-183.
- [27] Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Mehrotra, N., Singh, H.N., Kumar, S., 2000. Essential oil compounds as potent source of nematocidal compounds. *Journal of Phytopathology* 148(7-8): 501-502.
- [28] Pessoa, L.M., Morais, S.M., Bevilaqua, C.M.L., Luciano, J.H.S., 2002. Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology* 109(1-2): 59-63.
- [29] Akgül, A., Kıvanç, M., Sert, S., 1991. Effect of carvacrol on growth and toxin production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. *Sciences des Aliments* 11(2): 361-370.
- [30] Ultee, A., Smid, E.J., 2001. Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology* 64(3): 373-378.
- [31] Juglal, S., Govinden, R., Odhav, B., 2002. Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi. *Journal of Food Protection* 65(4): 683-687.
- [32] Konstantopoulou, I., Vassilopoulou, L., Mavragani-Tsipidou, P., Scouras, Z.G., 1992. Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria*. *Experientia* 48(6): 616-619.
- [33] Karpouhtsis, I., Pardali, E., Feggou, E., Kokkini, S., Scouras, Z.G., Mavragani-Tsipidou, P., 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(3): 1111-1115.
- [34] Essawi, T., Srour, M., 2000. Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology* 70(3): 343-349.
- [35] Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Ruberto, G., 1998(a). Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial oils. *Flavour and Fragrance Journal* 13(4): 235-244.
- [36] Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Biondi, D.M., Ruberto, G., 1998(b). Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *Journal of Essential Oil Research* 10(6): 618-627.
- [37] Deans, S.G., 1991. Evaluation of antimicrobial activity of essential oil (volatile) oils. In H. F. Linskens & J. F. Jackson (Eds.), *Essential oils and waxes: Vol. 12. Modern methods of plant analysis*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 309-320.
- [38] Halendar, I.M., Alakomi, H.L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandhom, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G.M., von Wright, A., 1998. Characterisation of the action of selected essential oil components on gram negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(9): 3590-3595.
- [39] Çabuk, M., Alçiçek, A., Bozkurt, M., İmre, N., 2003. Aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal özellikleri ve alternatif yem katkı maddesi olarak kullanım imkanı. s: 184-187. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Konya.
- [40] Kamel, C., 2000. A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix Special*, 19-21.
- [41] Şengezer E., Güngör T., 2008. Esansiyel yağların hayvanlar üzerindeki etkileri. *Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi* 48(2): 101-110.
- [42] Toroğlu, S., Çenet, M., 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 9(2): 12-20.
- [43] Farag, R.S., Daw, Z.Y., Abo-Raya, S.H., 1989. Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. *J. Food Sci.* 54(1): 74-76.
- [44] Nostro, A., Germano, M.P., D'angelo, V., Marino, A., Cannatelli, M.A., 2000. Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lett. Appl. Microbiol.* 30(5): 79-84.
- [45] Sartoratto, A., Machado, A.L.M., Delarmelina, C., Figueria, G.M., Duarte, M.C.T., Rehder, V.L.G., 2004. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 35(4): 275-280.
- [46] 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. *Z Naturforsch* 57(7-8): 620-623.
- [47] Al-Howiriny, T.A., 2003. Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Salvia lanigera*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6(2): 133-135.
- [48] Lambert, R.J.W., Skandamis, P.N., Coote, P., Nychas, G.J.E., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91(3): 453-462.
- [49] Lee, H.S., Ahn, Y.J., 1998. Growth-inhibiting effects of *Cinnamomum cassia* bark-derived materials on human intestinal bacteria. *J. Agri. Food Chem.* 46(1): 8-12.
- [50] İlçim, A., Dıġrak, M., Baġcı, E., 1998. Bazı bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. *Tr. J. Biology* 22: 119-125.
- [51] Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R., Zimpf, I., 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Sci.* 83(4): 669-675.

- [52] Evans, J.W., Plunkett, M.S., Banfield, M.J., 2001. Effect of an essential oil blend on coccidiosis in broiler chicks. *Poultry Sci.* 80(1): 258.
- [53] Allen, P.C., Lydon, J., Danforth, H.D., 1997. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. *Poultry Sci.* 76(8): 1156-1163.
- [54] Pinto, E., Salgueiro, L.R., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Gonzalves, M.J., 2007. In vitro susceptibility of some species of yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. *Ind. Crop. Prod.* 26(2): 135-141.
- [55] Guynot, M.E., Ramos, A.J., Seto, L., Purroy, P., Sanchis, V., Marin, S., 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *J. Appl. Microbiol.* 94(5): 893-899.
- [56] Wang, R., Wang, R., Yang, B., 2009. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 10(2): 289-292.
- [57] Rasooli, I., Rezaei, M.B., Alameh, A., 2006. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-parlock*. *Food Control* 17(5): 359-364.
- [58] Tzortzakakis, N.K., Economakis, C.D., 2007. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 8(2): 253-258.
- [59] Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Açar, G., Özer, H., 2004. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food Control* 15(7): 549-557.
- [60] Nguefack, J., Dongmo, J.B.L., Dakole, C.D., Leth, V., Vismer, H.F., Pedersen, J.G.T., Guemdjom, E.F.N., Mbeffo, M., Tamgue, O., Fotio, D., Zollo, P.H., Nkengfack, A.E., 2009. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. *Int. J. Food Microbiol.* 131(2-3): 151-156.
- [61] Vazquez, B.I., Fente, C., Franco, C.M., Vazquez, M.J., Cepeda, A., 2001. Inhibitory effects of eugenol and thymol on *Penicillium citrinum* strains in culture media and cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 67(1-2): 157-163.
- [62] Wendorff, W.L., Riha, W.R., Muehlenkamp, E., 1993. Growth of molds on cheese treated with heat or liquid smoke. *J. Food Protect.* 56(11): 963-966.
- [63] Wendorff, W.L., Wee, C., 1997. Effect of smoke and spice oils on growth of molds on oil-coated cheeses. *J. Food Protect.* 60(2): 153-156.
- [64] Lopez-Malo, A., Barreto-Valdivieso, J., Palou, E., San Martin, F., 2007. *Aspergillus flavus* growth response to cinnamon extract and sodium benzoate mixtures. *Food Control* 18(11): 1358-1362.
- [65] Gandomi, H., Misaghi, A., Basti, A. A., Bokaei, S., Khosravi, A., Abbasifar, A., Javan, A.J., 2009. Effect of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. *Food Chem. Toxicol.* 47(10): 2397-2400.
- [66] Rasooli, I., Fakoor, M.H., Yadegarinia, D., Gachkar, L., Allameh, A., Rezaei, M.B., 2008. Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *Int. J. Food Microbiol.* 122(1-2): 135-139.
- [67] Kumar, R., Mishra, A.K., Dubey, N.K., Tripathi, Y.B., 2007. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxigenic and antioxidant activity. *Int. J. Food Microbiol.* 115(2): 159-164.
- [68] Klaric, M.S., Kosalec, J., Mastelic, J., Pieckova, E., Pepeljnak, S., 2007. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Lett. Appl. Microbiol.* 44(1): 36-42.
- [69] Schelz, Z., Molnar, J., Hohmann, J., 2006. Antimicrobial and antiplasmodial activities of essential oils. *Fitoterapia* 77(4): 279-285.
- [70] Bammi, J., Khelifa, R., Remmal, A., 1997. Etudes de l'activité antivirale de quelques huiles essentielles. In Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils, Benjlali, B., Ettalibi, M., Ismaili-Alaoui, M., Zrira, S. (eds). Actes Editions, Rabat, Morocco, p.502.
- [71] Turan, F., Güragaç, R., Sayin, S., 2012. Su ürünleri yetiştiriciliğinde esansiyel yağlar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(1): 35-40.
- [72] Karpinska, M., Borowski, J., Danowska-Oziewicz, M., 2001. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry* 72(1): 5-9.
- [73] Ames, B.M., 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens: Oxygen radical and degenerative diseases. *Science* 221(4617): 1256-1263.
- [74] Cuvelier, M., Richard, H., Berset, C., 1996. Antioxidative Activity and Phenolic Composition Of Pilot-Plant and Commercial Extracts of Sage And Rosemary. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 73(5): 645-652.
- [75] Vekari, S.A., Oreopoulou, V., Tzia, C., Thomopoulos, C.D., 1993. Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 70(5): 483-487.
- [76] Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A., Hewedi, F.M., El-Baroty, G.S.A., 1989. Antioxidant activity of some spices essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 66(6): 792-799.
- [77] Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Noble, R.C., Surai, P., 1995. Evaluation in vitro of plant essential oils as natural antioxidants. *Journal of Essential Oil Research* 7(6): 645-651.
- [78] Youdim, K.A., Deans, S.G., 2000. Effect of thyme oil and thymol dietary supplementation on the antioxidant status and fatty acid composition of the ageing rat brain. *Br. J. Nutr.* 83(1): 87-93.
- [79] Botsoglou, N.A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D.J., Spais, A.B., 2002. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh

- and abdominal fat tissues. *Br. Poult. Sci.* 43(2): 223-230.
- [80] Simitzis, P.E., Deligeorgis, S.G., Bizelis, J.A., Dardamani, A., Theodosiou, I., Fegeros, K., 2008. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Sci.* 79(2): 217-223.
- [81] Florou-Paneri, P., Nikolakakis, I., Giannenas, I., Koidis, A., Botsoglou, E., Dotas, V., Mitsopoulos, I., 2005. Hen Performance and Egg Quality as Affected by Dietary Oregano Essential Oil and -tocopheryl Acetate Supplementation. *Int. J. Poult. Sci.* 4(7): 449-454.
- [82] İlhan, A., Gürel, A., Armutçu, F., Kamışlı, S., İraz, M., 2005. Antiepileptogenic and Antioxidant Effects of *Nigella sativa* oil against Pentylentetrazol-induced Kindling in Mice. *Neuropharmacology* 49(4): 456-464.
- [83] Attia-Zouair, M. G., Nagatsuka, H., Mostafa, K. A., Nagai, N., 2005. Effect of Vitamin E and *Nigella sativa* on Cell Proliferation and differentiation During Sequential Oral Carcinogenesis P23-8. *Laser Surgery & Diagnosis of Neoplasm* pp:269 (Abstract)
- [84] Loh, D.S.Y., Er, H.M., Chen, Y.S., 2009. Mutagenic and antimutagenic activities of aqueous and methanol extracts of *Euphorbia hirta*. *Journal of Ethnopharmacology* 126(3): 406-414.
- [85] Beric, T., Nikolic, P., Stanojevic, J., Vukovic-Gacic, V., Knezevic-Vukcevic, J., 2008. Protective effect of Basil (*Ocimum basilicum* L.) against oxidative DNA damage and mutagenesis. *Food and Chemical Toxicology* 46(2): 724-732.
- [86] Martino, L.D., Feo, V.D., Nazzaro, F., 2009. Chemical composition and in Vitro antimicrobial mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. *Molecules* 14(10): 4213-4230.
- [87] Adıgüzel, A., Güllüce, M., Şengül, M., Öğütçü, H., Şahin, F., Karaman, I., 2005. Antimicrobial Effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) Extract. *Turk. J. Biol.* 29: 155-160.
- [88] Bağdat, R.B., Coşge, B., 2006. The Essential Oil of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.), Its components and Using Fields. *J. Fac. Agric. OMU* 21(1): 116-121.
- [89] Lazutka, J.R., Mierauskiene, J., Slapsyte, G., Dedonyte, V., 2001. Genotoxicity of dill (*Anethum graveolens* L.), peppermint (*MenthaXpiperita* L.) and pine (*Pinus sylvestris* L.) essential oils in human lymphocytes and *Drosophila melanogaster*. *Food and Chemical Toxicology* 39(5): 485-492.
- [90] Franzios, G., Mirotsoy, M., Hatziapostolou, E., Kral, J., Scouras, Z. G., Mavragani-Tsipidou, P., 1997. Insecticidal and genotoxic activities of Mint essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 45(7): 2690-2694.
- [91] Stammati, A., Bonsi, P., Zucco, F., Moezelaar, R., Alakomi, H.L., Von Wright, A., 1999. Toxicity of selected plant volatiles in microbial and mammalian short-term assays. *Food Chem. Toxicol.* 37(8): 813-823.
- [92] Özbek, T., 2006. Doğu Anadolu tıbbi bitkilerine ait bazı türlerin Ames/Salmonella Mikrozom testi kullanılarak antimutajenik özelliklerinin saptanması. Atatürk Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- [93] Vukovic-Gacic, B., Nikcevic, Z., Beric-Bjedov, T., Knezevic-Vukcevic, J., Simic, D., 2006. Antimutagenic effect of essential oil of sage *Salvia officinalis* L. and its monoterpenes against UV-induced mutations in *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food and Chemical Toxicology* 44(10): 1730-1738.
- [94] Gomes-Carneiro, M.R., Dias, D.M.M., De-Oliveira A.C.A.X., Paumgarten. F.J.R., 2005. Evaluation of mutagenic and antimutagenic activities of α -Bisabolol in the Salmonella/Microsome Assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 585(1-2): 105-112.
- [95] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Zhiri, A., Baudoux, D., Idaomar, M., 2006. Antigenotoxic effects of three essential oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatments with UVC radiation, 8-MOP plus UVA and MMS). *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 606(1-2): 27-38.
- [96] Jayaprakasha, G.K., Jena, B.S., Negi, P.S., Sakariah, K.K., 2002. Evaluation of antioxidant activities and antimutagenicity of Turmeric oil: A byproduct from Curcumin production. *Zeitschrift fur Naturforschung* 57: 828-835.
- [97] Sghaier, M.B., Boubaker, J., Neffati, A., Limem, I., Skandrani, I., Bhouri, W., Bouhleb, I., Kilani, S., Chekir-Ghedira, L., Ghedira, K., 2010. Antimutagenic and antioxidant potentials of *Teucrium ramosissimum* essential oil. *Chemistry Biodiversity* 7(7):1754-1764.
- [98] Evandri, M.G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P., Mazzanti, G., 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay. *Food and Chemical Toxicology* 43(9): 1381-1387.
- [99] Hayder, N., Abdelwahed, A., Kilani, S., Ben-Ammar, R., Mahmoud, A., Ghedira, K., Chekir-Ghedira, L., 2004. Anti-genotoxic and free-radical scavenging activities of extracts from (Tunisian) Myrtus communis. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 564(1): 89-95.
- [100] İpek, E., Zeytinoğlu, H., Okay, S., Tüylü, B.A., Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C., 2005. Genotoxicity and antigenotoxicity of Origanum oil and carvacrol evaluated by Ames Salmonella/microsomal test. *Food Chem.* 93(3): 551-556.
- [101] Amin, A., Alkaabi, A., Al-Falasi, S., Daoud, S. A., 2005. Chemopreventive activities of *Trigonella foenum graecum* (Fenugreek) against breast cancer. *Cell Biol. International* 29(8): 687-694.