



**BAZI BAHARAT UÇUCU YAĞLARININ ANTİMİKROBİYAL
ÖZELLİKLERİ**

Latife Sinem CERİT

**Şubat, 2008
DENİZLİ**

**BAZI BAHARAT UÇUCU YAĞLARININ ANTİMİKROBİYAL
ÖZELLİKLERİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

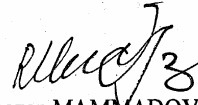
Latife Sinem CERİT

Danışman: Yard. Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE

**Şubat, 2008
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

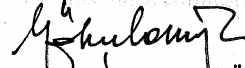
Latife Sinem CERİT tarafından Yard. Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE yönetiminde hazırlanan "**Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri**" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Ramazan MAMMADOV
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Ahmet Hilmi ÇON
Jüri Üyesi



Yard. Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE
Jüri Üyesi (Danışman)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

TEŞEKKÜR

Lisans bitirme ödevim de dahil olmak üzere kendisiyle 4 yılı aşkın süredir çalışma imkanı bulduğum ve çalışmalarım boyunca her türlü maddi, manevi ve bilimsel desteği esirgemeyen, katkılarıyla beni yönlendiren, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Yard. Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarımda büyük yardımlarını gördüğüm, mikrobiyoloji bilgilerinin içerisinden benim için gerekli kısımları tespit ederek, büyük bir sabırla beni destekleyen hocam Prof. Dr. Ahmet Hilmi ÇON'a, araştırmanın başından sonuna kadar desteğini, bilgilerini ve önerilerini benden esirgemeyen hocam Yard. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ'a özverisinden dolayı sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca üniversite yıllarında kazandığım bilgilerimin kaynağı bölüm hocalarım, başta bölüm başkanım Prof. Dr. Aydın YAPAR'a, Prof. Dr. Sebahattin NAS'a, Yard. Doç. Dr. Yahya TÜLEK'e ve Yard. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamı Bilimsel Araştırmalar kapsamında destekleyen PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne, laboratuar imkanlarını sonuna kadar kullanıma açan Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş. yöneticilerine çok teşekkür ederim. Ayrıca varlık sebebim, maddi ve manevi gücümün kaynağı, bugüne kadar değişmeyen tek destekçim olan aileme de şükranlarımı sunarım.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :
Öğrenci Adı Soyadı : Latife Sinem CERİT

ÖZET

BAZI BAHARAT UÇUCU YAĞLARININ ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ

Cerit, Latife Sinem
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Yard. Doç. Dr. Ramazan GÖKÇE

Ocak 2008, 45 Sayfa

Baharatların antimikrobiyal etkisi genel olarak içerdikleri uçucu yağlardan kaynaklanmaktadır. Bu çalışma hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak elde edilen mercanköşk (*Origanum onites*), kimyon (*Cuminum cyminum*), defne (*Laurus nobilis*) ve biberiye (*Rosemarinus officinalis*) uçucu yağlarının *Escherichia coli* ATCC 11230, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853, *Lactobacillus lactis* NRRL 1821 ve *Lactobacillus cremoris* NRRL 634 üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Antimikrobiyal etki, uçucu yağlar ayçiçek yağı içerisinde hacmen %25, %50 ve %100'lük konsantrasyonlarda hazırlandıktan sonra, disk difüzyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Uçucu yağlara karşı en hassas bakterinin *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, en dirençli bakterinin ise *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853 olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe antimikrobiyal etkinin azaldığı da gözlemlenmiştir.

En etkili uçucu yağın mercanköşke ait olduğu ve yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Kimyonun mercanköşkten sonra en etkili uçucu yağ olduğu, bunu sırasıyla defne ve biberiye uçucu yağının izlediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mercanköşk, Kimyon, Defne, Biberiye, Patojen, Antimikrobiyal etki, Clevenger düzeneği, Uçucu yağ

Prof. Dr. Ramazan Mammadov

Prof. Dr. Ahmet Hilmi Çon

Yard. Doç. Dr. Ramazan Gökçe
(Danışman)

ABSTRACT**ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SOME SPICE VOLATILE OILS**

Cerit, Latife Sinem
M. Sc. Thesis in Food Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ramazan GÖKÇE

January 2008, 45 Pages

Antimicrobial effect of spices arises from their volatile oil contents in general. This present research was performed to determine the antimicrobial effect of volatile oils produced by the hydro-distillation method of oregano (*Origanum onites*), cumin (*Cuminum cyminum*), laurel (*Laurus nobilis*) and rosemary (*Rosemarinus officinalis*) on *Escherichia coli* ATCC 11230, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853, *Lactobacillus lactis* NRRL 1821 and *Lactobacillus cremoris* NRRL 634.

Antimicrobial effect was achieved by means of disc diffusion method after the preparation of volatile oils in sunflower oil at concentrations 25%, 50% and 100% by volume. It was determined that the most sensitive bacteria against volatile oils was *Listeria monocytogenes* ATCC 65031 and the most resistant bacteria *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853. It was found that antimicrobial effect reduced as the volatile oil concentration reduced.

The most effective volatile oil was of oregano, and it showed the highest overall antimicrobial effect. Besides oregano, volatile oil from cumin was the second most effective, followed by the volatile oils of laurel and rosemary, respectively.

Key words: Oregano, Cumin, Laurel, Rosemary, Pathogens, Antimicrobial effect, Clevenger apparatus, Volatile oil

Prof. Dr. Ramazan Mammadov

Prof. Dr. Ahmet Hilmi Çon

Asst. Prof. Dr. Ramazan Gökçe

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu.....	i
Teşekkür.....	ii
Bilimsel Etik Sayfası.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	v
İçindekiler.....	vi
Tablolar Dizini.....	vii
Şekiller Dizini.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Baharatlar.....	20
3.1.2. Uçucu yağlar.....	20
3.1.3. Besiyerleri.....	21
3.1.4. Mikroorganizmalar.....	21
3.1.5. Cihazlar ve malzemeler.....	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Baharatların uçucu yağ eldesi için hazırlanması.....	22
3.2.2. Uçucu yağ eldesi.....	22
3.2.3. Kültürlerin çoğaltılması ve muhafaza edilmesi.....	23
3.2.4. Baharat uçucu yağlarının antibakteriyal etkilerinin belirlenmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
5. SONUÇ.....	39
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan baharat uçucu yağlarının ana bileşenleri	17
Tablo 3.1 Denemelerde kullanılan baharatlar	20
Tablo 3.2 Denemelerde kullanılan bakteriler	21
Tablo 3.3 Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler	24
Tablo 4.1 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	25
Tablo 4.2 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti	27
Tablo 4.3 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	31
Tablo 4.4 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti	31
Tablo 4.5 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	34
Tablo 4.6 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	30
Şekil 4.2 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	33
Şekil 4.3 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar	37

1. GİRİŞ

Baharat ve tuz insanoğlunun kullandığı en eski katkı maddeleridir. Bunlar ilk çağlarda özellikle et ve ürünlerinin bozulmasının önlenmesi ve hoş olmayan kokuların maskelenmesi amacıyla kullanılmışlardır. Son yüzyıldaki teknolojik gelişmeler ve çeşitli gıda muhafaza tekniklerinin uygulamaya konması baharatın koruma amaçlı kullanımını sınırlandırmıştır. Günümüzde ise, lezzet ve ürün çeşitliliğinin artırılması ve sentetik koruyuculara olan şüpheli yaklaşımlar nedeniyle yeniden kullanımı artmıştır.

Baharatların gıdalarda kullanımı ile ilgili ilk yazılı kayıt Mısır’ da yapılan kazılarda bulunmuştur. M.Ö. 2500 yıllarına ait bu kayıtlarda hardalın hem yemeğe çeşni veren bir madde, hem de koruyucu olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Yine benzer bir şekilde Mısır’ da M.Ö. 2500 yıllarında cesetlerin mumyalanmasında başta nane olmak üzere çeşitli baharatların kullanıldığı bilinmektedir. Mumyalamada söz konusu baharatlardan elde edilen ekstraktlarla cesetler muamele edilmekte ve uygulanan diğer yöntemlerle beraber yüzyıllarca bozulmadan saklanabilmesi mümkün olmakta idi. Ayrıca birçok kutsal kitapta hem şifa hem de bir güç kaynağı olarak baharatlardan bahsedilmektedir (Başoğlu 1982).

Baharatlar tarih boyunca önemini korumuştur. Bu yüzden nakledildikleri yola “Baharat Yolu” denmiştir. Yüzyıllar boyunca baharatın ticaretini ve bu özel yolu ele geçirebilmek amacıyla savaşlar yapılmış, hatta bu yol değiştirilmeye çalışılırken Amerika kıtası keşfedilmiştir (Başoğlu 1982).

Baharatların çeşitli yönleri ile ilgili bugüne kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak eksikliği hissedilen bilgilerin elde edilmesi ve henüz tam anlamıyla açıklığa kavuşturulamamış problemler konusunda daha fazla ve ayrıntılı çalışmalara gerek olduğu kabul edilmektedir. Araştırma gerektiren önemli noktalardan biri de baharatların

antimikrobiyal etkileridir. Özellikle son yarım yüzyılda baharatların antimikrobiyal etkileri üzerine artan sayıda araştırma yapılmış, ancak sonuçlar tam anlamıyla uygulamaya aktarılamamıştır (Akgül 1993).

İnsan refahının artması beslenmede çeşitliliğe yol açarken gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi için de ciddi beklentilerin oluşmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla insanoğlu hem en iyi şekilde beslenmek, hem de bu esnada sağlığını korumak istemektedir. Bu amaçla gıda üretiminde bazı sentetik katkıları uzun zamandır kullanılmaktadır. Fakat bunların güvenli olup olmadıkları tam olarak bilinmemektedir. Oysa gıda endüstrisinde kullanılabilen doğal antimikrobiyal etkili baharatların, diğer birçok antimikrobiyallere göre son derece güvenli olduğu bilinmektedir. Bunlardan uygun yöntemle elde edilebilecek ekstraktlar gıda muhafazasında bir aroma-lezzet bileşeni olmanın yanı sıra antimikrobiyal etki de göstermektedirler (Akgül 1993, Çon vd 1998, Nostro vd 2000, Sağdıç vd 2002, Nair vd 2005).

Bitkiler çok eski yıllardan beri tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bitkilerden ekstreler hazırlanarak ilaç olarak kullanılması, Çin’de M.Ö. 2700 yıllarına kadar uzanmaktadır. Dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de deneme yanılma yöntemiyle bulunmuş halk arasında şifalı bitkiler olarak anılan birçok bitki hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Anadolu halkının yabani bitkileri ilaç olarak kullanışı da çok eski devirlere kadar gitmektedir. Hitit dönemi tıbbi tabletlerinde bulunan reçete formüllerinde kayıtlı bitki adları bunun bir kanıtı olarak gösterilmektedir. 1979 yılında Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre farmakopilerde kayıtlı olan ve ticari olarak kullanılan bitkisel drog miktarı 1.900 olarak saptanmıştır. Bunlardan 500 kadarının ticari üretiminin yapıldığı kaydedilmektedir. Türk farmakopisine kayıtlı bitki sayısı ise 140 civarındadır. Halbuki halk arasında tıbbi amaçlı kullanılan bitki sayısı çok daha fazladır (Yiğit ve Benli 2005, Çenet vd 2006, Şahan vd 2007).

İlk çağlardan beri, gıda ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmakta olan baharatların ve bileşenlerinin var olduğu bilinen antimikrobiyal etkileri üzerinde bilimsel araştırma sonuçları 19. yüzyıldan itibaren rapor edilmeye başlanmıştır. Gıdaların muhafazasında baharatların kullanımı ile ilgili olarak ilk laboratuvar çalışması ise 1911 yılında Hoffman ve Evans isimli araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Günümüzde, her ne kadar gıdalara

katılan baharatlar antimikrobiyal aktivite gösterecek konsantrasyonlarda katılmıyor ise de, mevcut kimyasal koruyucuların yerine doğal koruyucuların kullanımına karşı ilginin artması, baharatların antimikrobiyal etkileri konusundaki araştırmaların çoğalmasına neden olmuştur. Ayrıca fermente ürünlerin üretiminde kullanılan starter kültürlerle karşı inhibitör etkilerinin olup olmadığının bilinmek istenmesi de bu araştırmaların önemini arttırmaktadır (Çon vd 1998).

Türkiye, mevcut bitkisel çeşitliliği yönünden oldukça dikkate değer ve zengin bir floraya sahiptir. Bu zenginlik; üç fitocoğrafik bölgenin kesiştiği noktada bulunması, Güney Avrupa ile Güney Batı Asya arasında köprü olması, pek çok cins ve seksiyonun orjin ve farklılaşım merkezinin Anadolu oluşundan ileri gelmektedir. Ayrıca ekolojik ve fitocoğrafik farklılaşma sonucu olarak tür endemizminin yüksek olması da burada etkili faktördür (Yiğit ve Benli 2005).

Bitki uçucu yağları uzun yıllardan beri değişik amaçlara yönelik, özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında kozmetik, ilaç, gıda sanayi, aromaterapi ve fitoterapi gelmektedir (Çelik ve Çelik 2007).

Baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri yapılarında bulunan fenolik (timol, kavrakrol, eugenol, vb.) ve terpenoid bileşenlerden ileri gelmekte ve bu bileşenlerce zengin baharatlar tedavi amacıyla da kullanılmaktadır. Burada önemli olan, bu bileşenleri yapısında herhangi bir zarar oluşturmaksızın elde ederek uygun doz ve kombinasyonlarda kullanabilmektir. Gıda endüstrisinde gıda muhafaza süresini uzatabilmek amacıyla bu ekstraktların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Doğal olmaları ve kalıntı sorununa yol açmamaları nedeniyle baharatların, özellikle organik gıda üretiminde önemli bir antimikrobiyal olarak değer bulacağı tahmin edilmektedir.

Bu çalışmada antibiyotiklere direnç kazanan mikroorganizmalara önlem olarak, kimyasal ve sentetik antimikrobiyal ajanların yerine, bazı baharatlarda doğal olarak bulunan antimikrobiyal bileşenlerin araştırılması ve etkinlik derecesinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Antimikrobiyal etkinlik için hem bazı gıda patojenleri (*E.coli*, *S.aureus*, *L.monocytogenes*, *Klebsiella*), hem de bazı starter mikroorganizmalar (*L.cremoris*, *L.lactis*) kullanılarak gıda güvenliğine ve gıda kalitesine katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Özellikle starter mikroorganizmalar üzerine olan etki bu baharatların

fermente gıdalar (sucuk, tulum peyniri vb.) üretiminde herhangi bir olumsuzluğa yol açıp açmadığını ortaya koyma açısından önemlidir. Gıda patojenlerine olan etkinin belirlenmesi ise tüketici sağlığının korunmasına hizmet edecektir. Aynı zamanda yaygın üretimi yapılan bu baharatların daha ekonomik olarak değerlendirilmesine de katkı sağlanmış olacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Baharatların tarihi neredeyse insanlık tarihi kadar eskidir. Genellikle Güney ve Güneydoğu Asya' dan kaynaklanan baharatların ticaretine hakim olmak her zaman önemli olmuştur. Çin, Hint, İran, Mısır, Mezopotamya, Anadolu, İbrani, Yunan, Roma gibi eski uygarlıklarda baharatların üretimi, ticareti ve kullanımı ile ilgili belgeler günümüze dek ulaşmıştır. Baharatların ülkelerin kaderinde, dünya ticareti ve tarihinde, keşiflerde büyük etken olduğu görülmektedir. İskenderiye, İstanbul, Venedik, Cenova gibi tarihi merkezler baharat ticareti ile zenginleşmişlerdir. Tropik Asya' dan kervanlar ve gemilerle Ortadoğu' ya, oradan da Batı' ya getirilen baharatlar, İpek Yolu, Baharat Yolu, Kral Yolu gibi adlar verilen ticaret yollarının en değerli ürünlerini oluşturmuşlardır. Başlangıçtan beri baharat ticaretinin merkezi Ortadoğu' dur. Bu bölgedeki milletlerin en önemli gelir kaynağı, diğer egzotik ürünlerle birlikte baharatlar olmuştur (Akgül 1993).

Baharat; çeşitli bitkilerin tohum, çekirdek, meyve, çiçek, kabuk, kök, yaprak gibi kısımlarının doğrudan veya parçalanması, kurutulması, öğütülmesi ile elde edilen; gıdalara renk, tat, koku ve lezzet verici olarak katılan, tek başına gıda sayılmayan, çok az kullanıldığında dahi etkili olabilen doğal bitkisel maddeler veya bunların karışımıdır. Bunlar iştah açmak, yemeklerin tadını, rengini, kokusunu hoşla gidecek duruma getirmek ve sindirimi kolaylaştırmak için kullanılırlar. Önemli bir etkileri de antimikrobiyal özelliğe sahip olmalarıdır (Altuğ 2001, Anon 2002, Çakmakçı ve Çelik 2004).

Faydalanılan kısımlarına göre baharatlar 10 ana grupta incelenir;

- 1- Yaprak: Adaçayı, biberiye, defne, kekik, nane, vb.
- 2- Kök: Melekotu, yabankerevizi, bayırturpu, vb.
- 3- Ağaç Kabuğu: Tarçın.

- 4- Meyve: Anason, dereotu, karabiber, kimyon, rezene, sumak, yenibahar, vb.
- 5- Rizom: Zencefil, zerdeçal, vb.
- 6- Gövde: Melekotu.
- 7- Tohum: Çörekotu, çemenotu, hardal, haşhaş, küçük hindistan cevizi, susam, mahlep, vb.
- 8- Çiçek: Tomurcuk karanfil, tomurcuk kapari, safran (stigma), vb.
- 9- Soğan: Sarımsak, soğan, vb.
- 10- Yumru: Salep (Akgül 1993).

Baharatların genel bileşimi diğer bitkisel ürünlerde olduğu gibi başta iklim ve yetiştirme şartları olmak üzere birçok etkene bağlı olarak farklılık gösterir. Burada en önemli unsur, baharata özgü özellikleri veren uçucu bileşikler (uçucu yağlar) ile uçucu olmayan tat ve renk maddeleridir (alkaloitler, karotenoidler). Bunların dışında çok sayıda farklı kimyasal bileşikler de içermektedirler. Bunlar; su, karbonhidratlar, azotlu bileşikler, lipitler, glikozitler, organik asitler, vitaminler, enzimler, mineraller, antimikrobialler, kükürlü bileşikler, reçineler, terpenler ve aromatik maddelerdir.

Droglarda selüloz, nişasta, pektin, protein, şeker vs. gibi tedavi yönünden etkisiz maddeler yanında, farmakolojik etkilere sahip bileşikler de bulunmaktadır. Bu bileşiklere “etkili madde” ismi verilmektedir. Bu maddelerden biri de uçucu yağlardır. Uçucu yağlar, farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından biyolojik etkileri yönünden de farklılık göstermektedir. Etki dereceleri içerdikleri etken maddenin özelliğine bağlı olarak değişiklik gösteren pek çok uçucu yağın, antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Uçucu yağlar; bitkilerden değişik yollarla elde edilen yakıcı, yoğun kokulu, sıvı, su buharı ile sürüklenebilen, uçucu terpen asıllı, yağ benzeri doğal maddelerdir. Bilhassa yaprak, çiçek ve meyvelerde bulunan, pek çok hücre grubu ve özel hücrelerde oluşan, bitkilerin ikincil metabolizmalarında üretilen ürünlerdir. Yapılarında fenol, alkol, ester, eter, keton ve aldehit içeren oksijenli bileşikleri bulundurlar. Bugüne kadar uçucu yağların bileşiminde 2000’ den fazla kimyasal bağlantının bulunduğu gösterilmiştir, bunların en önemlileri terpenler, fenilpropanlar, vs.’dir. Ayrıca su buharında uçucu olan çok sayıda azot ve kükürt içeren bileşiklerin varlığı da görülmüştür. Bu maddeler fizyolojik etkileri nedeni ile tek veya karışım halinde terapide kullanılmaktadır (Akgül 1993, Dığrak vd 2002, Çakmakçı ve Çelik 2004, Çenet ve Toroğlu 2006).

Uçucu yağlar su buharı distilasyonu, ekstraksiyon ve soğuk sıkma yöntemleri ile elde edilirler. Uçucu yağlar ya bitkinin taç yaprak, yaprak, meyva, kabuk, meyva sapı, odunsu doku gibi belli organlarında ya da bitkinin tüm organlarında bulunabilir. Ayrıca bazen bir organın belirli dokularında da bulunabilir. Uçucu yağlar, bitkinin ait olduğu familyaya göre belirli bir organda, salgı tüyünde, salgı cebinde, salgı kanalında veya salgı hücrelerinde toplanır. Uçucu yağı, epiderma veya parankima dokusunda içeren bitkiler de mevcuttur. Bitkinin farklı kısımlarında meydana gelen uçucu yağlar genellikle yapısal olarak farklı kompozisyona sahiptirler (Dığrak vd 2002, Sezer 2003, Lacroix vd 2006).

Uçucu yağların bitkilerde neden ve nasıl oluştuğu hakkında pek çok teori vardır. Böcekleri cezbetmek veya kaçırmak, metabolitlerin atılmasını sağlamak, bitkiyi korumak bu teorilerden bazılarıdır. Çoğunlukla serbest halde bulunan uçucu yağlar, glikozit bileşikler halinde bağlı da olabilirler. Uçucu yağların Labiatae, Rosaceae, Compositae ve Myrtaceae gibi bazı familyalara ait türlerde bulunduğu, buna karşılık Pinaceae, Cupressaceae familyası üyeleri gibi Gymnospermler (Açıktohumlular)' de de reçine ile beraber bulunduğu belirtilmektedir (Akgöl 1993, Çenet ve Toroğlu 2006).

Gıdaların muhafazasında kullanılan en yaygın ve güvenli yöntemlerin başlıcaları; ısıl işlem, dondurma, kurutma, ışınlamadır. Bu yöntemlerin uygulanamadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda gıdalara antimikrobiyal madde ilavesi söz konusudur. Antimikrobiyal maddeler gıdalarda istenmeyen ancak herhangi bir nedenle bulunan mikroorganizmaları yok etmek, çoğalma ve faaliyetini önlemek için gıdalara ilave edilmektedir.

Gıdalardaki patojen mikroorganizmaları yok etmek için çok çeşitli kimyasal ve sentetik maddeler kullanılmakta iken son yıllarda sentetik antimikrobiyal ajanların güvenli olup olmadığı konusundaki kaygılar ve kullanılan antibiyotiklere karşı zamanla mikroorganizmaların direnç kazanması, tüketicileri doğal yolla elde edilen bitki ekstraktlarının kullanımına yönlendirmiştir. Ayrıca kimyasal koruyuculardan bazılarının, kanserojenik ve teratojenik özelliğe sahip olmaları ve rezidüel zehirlilikten sorumlu olarak görölmeleri de tüketicilerde şüpheli yaklaşımlara yol açmaktadır. Ayrıca son zamanlarda antibiyotik dirençli mikroorganizmaların neden olduğu hastalık oranındaki ciddi artıştan dolayı da yeni doğal antimikrobiyal bileşenlerin keşfi

üzerindeki araştırmalar da artış göstermektedir (Nostro vd 2000, Salvat vd 2001, Nair vd 2005, Roura vd 2005).

Baharatlardan elde edilen uçucu yağlar dikkate değer antifungal, antibakteriyal, antioksidan aktivitelere sahiptirler. Bunların antimikrobiyal aktiviteleri, yapılarında bulunan fenolik (timol, kavrakrol, eugenol, vs.) ve terpenoid bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Uçucu yağlardaki bu fenolik bileşikler, hücre membranındaki fosfolipid tabakanın hassaslaşmasına dolayısıyla geçirgenliğinin artmasına sebep olurlar. Böylece intraselüler bileşenlerin hücre dışına sızmasına veya enzim sistemlerinin bozulmasına sebep olarak mikroorganizma inhibisyonunu gerçekleştirirler. Böylece, baharat ve baharat ekstraktlarının mikrobiyal gelişmenin tüm aşamalarında etkili olduğu belirlenmiştir. Bunların kullanımı ile lag fazı uzamakta, logaritmik fazda üreme hızı azalmakta, toplam hücre sayısı düşmektedir. Sağlıklı şartlarda işlenmiş ve nispeten az mikroorganizma içeren gıdaların küf, Gram (+) bakteri ve bir ölçüde de Gram (-) bakterilere karşı korunmasında baharatların antimikrobiyal etkisinin önemli bir katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Nostro vd 2000, Altuğ 2001, Roura vd 2005, Coşkun 2006, Lacroix vd 2006).

Baharatların gıdalardaki antimikrobiyal etkisi, besiyerindeki antimikrobiyal etkisinden daha düşüktür ve bu nedenle de gıdalardaki antimikrobiyal etkileri gıdanın yapısına ve kullanılan baharat miktarına bağlıdır. Bu açıdan en hassas mikroorganizmalar Gram(+) bakteriler, en dirençli mikroorganizmalar ise laktik asit bakterileridir (Turantaş ve Ünlütürk 2003, Dobroslava vd 2006).

Baharat ve uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi; baharat veya derivatın çeşidine, konsantrasyonuna ve kompozisyonuna; hedef mikroorganizmanın türüne ve konsantrasyonuna; substratın kompozisyonuna, gıdanın üretim ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Pek çok uçucu yağ bileşenleri, ayrı ayrı test edildiklerinde önemli antimikrobiyal etki sergilemektedir. Karışım halinde kullanımının ise bu etkiyi daha da arttırdığı bilinmektedir (Nostro vd 2000, Sağdıç 2003, Recio ve Rios 2005, Hohman vd 2006).

Uçucu yağlar GRAS sayılmalarına rağmen kullanımları organoleptik özelliklerince sınırlandırılır. Bu sebeple kullanımında, gıdanın duyuşsal özelliklerini etkilemeksizin

patojenik bakterilerin inhibisyonu için minimum konsantrasyonun saptanması gerekir (Nakahara ve Alzoreky 2003, Sarıkus ve Seydim 2006).

Aynı bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktivitelerinde farklılıklar görülebilmektedir. Bu çeşitliliğin sebepleri şunlardır;

- 1- Yetiştirme coğrafyasının farklılığı,
- 2- Hasat zamanı,
- 3- Genotip,
- 4- İklim,
- 5- Kurutma yöntemi,
- 6- Uçucu yağın elde edildiği bitki organı (Lacroix vd 2006).

Baharatların antimikrobiyal özellikleri üzerinde yapılan araştırmalar yıllar önce başlamış ve bugün hala konuya olan ilgi artarak devam etmektedir. Hint diyetlerinde ve ilaçlarında baharatlar geniş kullanım alanına sahiptir. Özellikle sarımsak antimikrobiyal ve antiseptik olarak bazı bulaşıcı hastalıkta kullanılmaktadır (Arora ve Kaur 1999).

Ezilmiş sarımsak, taze sarımsak suyu, sulu ve alkollü ekstraktları, liyofilize tozları, buhar destile yağı gibi sarımsak ürünlerinin Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı geniş antibakteriyal etki sergilediği görülmüştür. Sarımsak, Aerobacter, Aeromanas, Bacillus, Citrobacter, Clostridium, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella, Lactobacillus, Leuconostoc, Micrococcus, Mycobacterium, Proteus, Pseudomanas, Salmonella, Serratia, Shigella, Staphylococcus, Vibrio türlerini inhibe etmektedir. Sarımsağın etken maddesi allisilinin bakterisidal etkisinin yanında patojenik küflere karşı da antifungal etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca sarımsak ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* enterotoksin A, B, C1 ve termonükleaz formasyonunu engellerken, *Clostridium botulinum* da botulin toksini oluşumuna karşı etkili olmadığı belirlenmiştir. Sarımsak, antibiyotik dirençli mikroorganizmalara karşı da etkilidir (Turantaş ve Ünlütürk 2003, Coşkun 2006).

Arora ve Kaur (1999), patojen bakteriler ve mayaların çeşitli baharat ekstraktlarına ve kemoteropatik maddelere olan duyarlılığını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada sarımsak ekstraktı ile 1 saatlik inkübasyon sonucunda bakterisidal etkinin açığa çıktığı, *Staphylococcus epidermis*'in %93'ünün öldüğü; *Salmonella typhi* üzerinde

aynı etkinin 3 saatlik inkübasyonda oluştuğu ve mayaların sarımsak ekstraktı ile 1 saatte tamamen yok olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda bazı antibiyotiklere direnç gösteren mikroorganizmaların (*B. sphaericus*, *E. aerogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Sh. flexneri*) sarımsak ekstraktına duyarlı olduğu da belirlenmiştir.

Uçucu yağ oranı ve bileşimi açısından kekik türleri arasında ve hatta türler içerisinde değişim görülebilmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, kekik uçucu yağının en etkili bileşiğinin timol olduğunu ortaya koymuştur ve uçucu yağda %5-60 oranında bulunabilmektedir. Yine uçucu yağda %5-60 oranında bulunan kavrakrolün de antimikrobiyal etkisi büyüktür. (Akgül 1993, Oğuz ve Sarı 2002).

Çon vd (1998), yaptıkları araştırmada altı ayrı baharattan (kekik, yenibahar, kimyon, nane, karabiber, sirimo) elde ettikleri uçucu yağları seyreltmeksizin sekiz ayrı bakteri suşuna (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *L. sake*, *L. plantarum*, *Y. enterocolitica*, *P. acidilactici*, *P. pentosaceus*, *M. luteus*) karşı kullanarak gösterdikleri antimikrobiyal aktiviteyi test etmişler ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip uçucu yağın kekik yağı olduğunu belirlemişlerdir.

Defne ve karanfil uçucu yağında %2-12 oranında bulunan öjenol ve metil öjenol, tarçın uçucu yağında %65-80 oranındaki sinamik aldehit ve % 5-10 oranındaki öjenolün kuvvetli antimikrobiyal etki oluşturdukları bildirilmektedir. Karanfilin yapısında bulunan öjenolün besiyerinde 100 ppm' in altında *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde inhibitör etki gösterdiği saptanmıştır. Kekik ve mercanköşkün yapısında bulunan timolün ise 500 ppm düzeyinde sözü edilen bu üç mikroorganizmayı da inhibe ettiği bildirilmiştir. Değişik mikroorganizmalarla sürdürülen birçok çalışmada; tarçın ve defnenin kuvvetli, yenibaharın ise orta kuvvette inhibitör etkiye sahip oldukları ve uçucu yağlarında bulunan öjenol ve sinamik aldehitin bu antimikrobiyal aktiviteyi oluşturduğu ortaya konulmaktadır. Yapılan bir çalışmada kekik, nane ve defne yaprağının antimikrobiyal etkilerinin besiyeri ortamında *S. aureus*, *S. typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus* üzerinde denendiği, bunlardan en fazla etkiyi kekiğin gösterdiği saptanmıştır. Öjenol, timol, mentol ve anitol gibi değişik baharat uçucu bileşiklerinin aynı mikroorganizmalar üzerinde denenmesinde ise en fazla etkinin

öjenolde görüldüğü belirtilmektedir (Altuğ 2001, Turantaş ve Ünlütürk 2003, Coşkun 2006).

Sağdıç vd (2002), yedi baharat ekstraktının [kimyon, kekik, defne, mersin yaprağı, *Helichrysum compactum* Boiss (ölmez çiçek), mercanköşk, defne] *E.coli* O157:H7 gelişimine olan inhibisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, ekstraktların hazırlanmasında metanolik fraksiyonlama, denemelerde ise kağıt disk difüzyon testi kullanmışlardır. Kekik ve mercanköşkün diğer baharat çeşitlerinden daha yüksek antimikrobiyal etkinlik gösterdiği, defne ve ölmezçiçeğin de gelişimi stimule ettiği tespit edilmiştir. Çalışma ile *E.coli* O157:H7'nin inhibisyonunda bu baharat ekstraktlarının kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Sağdıç (2003) yaptığı çalışmada, gıda üretiminde ve içecek olarak kullanılan iki kekik (*Thymus vulgaris* L. ve *Thymus serpyllum* L.) ve üç mercanköşk türü (*Origanum vulgare* L., *Origanum onites* L., *Origanum majorano* L.) hidrosollerinin 4 patojen bakteriye (*E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *S. aureus* ATCC 2392, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501) olan inhibisyon etkisini test etmiştir. Çalışmada inhibisyon zonlarının belirlenmesi için kağıt disk difüzyon metodu, bakteriyostatik ve bakterisidal etkinin belirlenmesinde ise broth kültürlerde çalışılmıştır. Baharat hidrosollerine karşı en hassas bakterinin *S. aureus* olduğunu, bu dört bakteri üzerinde en yoğun inhibitif etki gösteren bitkilerin de *O. onites* L. ve *O. majorano* L. olduğunu saptamıştır.

Roura vd (2005), yaptıkları araştırmada on ayrı baharattan (okaliptus, tea tree, biberiye, nane, gül, karanfil, limon, kekik, çam, fesleğen) elde ettikleri uçucu yağları farklı *E.coli* O157:H7 suşlarına karşı kullanarak gösterdikleri antimikrobiyal aktiviteyi test etmişler ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip uçucu yağın karanfil yağı olduğunu belirlemişlerdir.

Nair vd (2005), *Nigella sativa* (Çörekotu) bitkisinin baharat olarak kullanılan siyah tohum yağlarının antimikrobiyal etkisi üzerine çalışmışlardır. Test mikroorganizması olarak *Listeria monocytogenes*, metod olarak disk difüzyon metodu kullanılmıştır. Antibiyotik Medium Agar içeren petrilere 7.0 log CFU *L. monocytogenes* inoküle edilerek 15 dakika kuru oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Petrilerin ortasına 10 µl

çörekotu yağı, ayçiçek yağı, gentamisin içeren diskler yerleştirilerek 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve zonlardaki inhibisyon belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi, inhibisyon zon ortalama değeri 31,5 mm olan çörekotu yağının gösterdiği tespit edilmiştir. Gentamisinin inhibisyon zon çapı ise 14.80 mm olarak bulunmuştur. Ayçiçek yağının ise *L. monocytogenes* üzerinde herhangi bir inhibitif etki göstermediği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, çörekotu yağının *L. monocytogenes*’e karşı etkili bir antimikrobiyal olarak kullanımı mümkündür.

Çenet vd (2006), *Laurus nobilis* Linn (Defne) ve *Zingiber officinale* Roscoe (Zencefil) uçucu yağlarının antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini in vitro olarak disk difüzyon metodu ile *Micrococcus luteus* LA 2971, *Bacillus megaterium* NRS, *Bacillus brevis* FMC 3, *Enterococcus faecalis* ATCC 15753, *Pseudomonas pyocyaneus* DC 127, *Mycobacterium smegmatis* CCM 2067, *Escherichia coli* DM, *Aeromonas hydrophila* ATCC 7966, *Yersinia enterocolitica* AÜ 19, *Staphylococcus aureus* Cowan 1, *Streptococcus faecalis* DC 74, bakterileri ile *Saccharomyces cerevisiae* WET 136 ve *Kluyveromyces fragilis* DC 98 mayaları üzerinde test etmişlerdir. Çalışma sonucunda söz konusu bitki uçucu yağlarının adı geçen test mikroorganizmaları üzerine farklı değerlerde antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri olduğu tespit edilmiştir.

Abe vd (2002), *E. coli* O157:H7 ve toksin üretmeyen *E. coli* suşlarının baharat ekstraktlarına karşı tolerans farklılıklarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Baharat ekstraktlarının hazırlanmasında %70’ lik etil alkol kullanılmıştır. *E. coli* suşları baharat ekstraktlarının %0,01 ve %0,1’ lik konsantrasyonları ile inkübasyona bırakılmış ve *E. coli* O157:H7 ile toksin üretmeyen *E. coli* arasında küçükhindistan cevizi ekstraktlarına karşı önemli tolerans farklılıklarının olduğu görülmüştür. Toksin üretmeyen *E. coli* suşlarının popülasyonunda değişme olmamakla beraber *E. coli* O157:H7 suşlarında dikkate değer azalma olduğu tespit edilmiştir. *E. coli* O157:H7 ve toksin üretmeyen *E. coli* suşları üzerinde küçükhindistan cevizi uçucu yağlarının antibakteriyel etkisi test edildiğinde, buradaki farklı etkileşimin *E. coli* O157:H7’nin β -pinene toksin üretmeyen *E. coli*’den daha fazla hassasiyet göstermesinden ileri geldiği belirtilmiştir.

Halkman ve Nasar-Abbas (2004), yaptıkları çalışmada sumak (*Rhus coriaria* L.) ekstraktının nötralize edilmemiş ve pH $7,2 \pm 0,1$ ‘ e nötralize edilmiş %0,1, %0,5,

%1,0, %2,5 ve %5,0 (w/v) konsantrasyonlarının antimikrobiyal etkisini gıda kaynaklı patojenlerden 12 bakteri türünün [6' sı Gram (+), 6' sı Gram (-)] gelişimi üzerinde test etmişlerdir. Sumak ekstraktlarının tüm test bakterilerine karşı etkili olduğu fakat Gram (+) türlerin, Gram (-) türlerden daha hassas olduğu belirlenmiştir. Nötralize edilmemiş ekstraktların tüm bakterilere karşı daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Gram (+) bakterilerinden *Bacillus* türlerinin (*Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*) sumak ekstraktına karşı en yüksek hassasiyeti gösterdiği tespit edilmiştir. Bunu *S. aureus*' un takip ettiği ve en az hassas olan mikroorganizmanın ise *L. monocytogenes* olduğu belirlenmiştir. Gram (-)' llerden; en dirençli bakterinin *Salmonella enteritidis* olduğu, bunu takiben *E. coli Type I*, *E. coli O157:H7*, *Proteus vulgaris* ve *Hafnia alvei*' nin *Salmonella enteritidis*' e göre daha az direnç gösterdiği belirlenmiştir. En az dirençli mikroorganizmanın ise *Citrobacter freundii* olduğu tespit edilmiştir.

Lacroix vd (2006), 28 baharat esansiyel yağlarının antibakteriyal özelliklerini 4 patojen bakteri (*Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 2812 1/2a, *Salmonella typhimurium* SL 1344 ve *Staphylococcus aureus*) üzerinde test etmişlerdir. Çalışmada kullanılan bakteriler üzerinde, en yüksek etkiyi gösteren esansiyel yağların *Corydothymus capitatus* (İspanyol kekiği-Thyme), *Cinnamomum cassia* (Tarçın), *Origanum heracleoticum* (Mercanköşk), *Satureja montana* (Kekik-Savory) ve *Cinnamomum verum* (Tarçın yaprağı) bitkilerine ait olduğu belirlenmiştir.

Nostro vd (2000), yapmış oldukları çalışmada bazı bitki ekstraktlarının Gram (+), Gram (-) bakteriler ile mantar türlerine karşı antimikrobiyal etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Disk difüzyon metodu kullanılarak yapılan bu çalışmada, antimikrobiyal aktivitenin Gram (+) bakteri ve mantar türlerine karşı Gram (-) bakterilerden daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Rasooli vd (2006), iki kekik çeşidi olan *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* esansiyel yağlarının *Listeria monocytogenes* gelişimi üzerindeki antibakteriyal etkisini denemişlerdir. Söz konusu iki kekik (thyme) çeşidinin de *Listeria monocytogenes*' e karşı yüksek antibakteriyal etki gösterdikleri tespit edilmiştir.

Ouattara vd (1997), yaptıkları çalışmada tarçın, karanfil, yenibahar, biberiye, karabiber, mercanköşk, sarımsak, kimyon uçucu yağlarının 1:1000, 1:100 ve 1:10' luk dilüsyonlarını 2 adet Gram (-) bakteri (*Pseudomonas fluorescens*, *Serratia liquefaciens*) ve 4 adet Gram (+) bakteri (*Brochothrix thermosphacta*, *Carnobacterium piscicola*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sake*) üzerindeki antibakteriyal etkilerini denemişlerdir. Sonuçta tüm baharat uçucu yağlarının çalışmada kullanılan bakteriler üzerinde antibakteriyal etki gösterdiği fakat en etkili uçucu yağların 1:100' lük dilüsyonda 6 bakteriden 5'i üzerinde inhibisyon etkisi gösteren karanfil, tarçın, yenibahar ve biberiyeye ait olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca söz konusu uçucu yağların inhibisyon etkisinin yapılarında bulunan eugenol ve cinnamaldehit bileşenleri ile doğrudan ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Baydar vd (2004), yabani mercanköşk (*Origanum minutiflorum*), mercanköşk (*Origanum onites*), kekik-thyme (*Thymbra spicata*) ve yabani kekik-savory (*Satureja cuneifolia*) uçucu yağlarını disk difüzyon yöntemi kullanarak *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. brevis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* bakterileri üzerinde test etmişlerdir. Tüm uçucu yağların 1:50' lik dilüsyonlarında çalışmada kullanılan bakterilerin hepsinin üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Kekik-thyme uçucu yağının en etkili uçucu yağ olduğunu, *Bacillus amyloliquefaciens*' in de uçucu yağlara karşı en hassas bakteri olduğunu tespit etmişlerdir.

Shan vd (2007), yapmış oldukları çalışmada toplam 46 tıbbi bitki ve baharat ekstraktlarının antibakteriyal etkisini 5 gıda kaynaklı patojen bakteri (*Bacillus cereus*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* ve *Salmonella anatum*) üzerinde denemişlerdir. Toplam fenolik madde içerikleri de hesaplanan ekstraktlardan, antibakteriyal etkinliği yüksek olanların büyük çoğunluğunda fenolik madde düzeyi de yüksek bulunmuştur. Baharat ekstraktlarına karşı Gram (+) bakterilerin Gram (-) bakterilerden daha hassas olduğu, çalışılan bakterilerden en dirençlisinin *E. coli*, en hassasının ise *S. aureus* olduğu tespit edilmiştir.

Ilcım vd (2001), Türkiye’ de endemik bir bitki olan *Thymus revolutus* C. (Kekik)’ nin uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonunu GC/MS ile analiz etmişler ve 22 bileşen tespit etmişlerdir. En baskın bileşenin kavrakrol olduğu belirlenmiştir. Söz konusu bitki uçucu yağı 11 bakteri (*Bacillus megaterium* DSM 32, *Bacillus subtilis* IMG 22, *Bacillus cereus* EÜ, *Escherichia coli* DM, *Pseudomonas aeruginosa* DSM 50071, *Staphylococcus aureus* Cowan 1, *Listeria monocytogenes* A, *Micrococcus luteus* LA 2971, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Mycobacterium smegmatis* RUT, *Proteus vulgaris* FMC 1) ve dört mantar (*Torulopsis holmii* FUC 42, *Saccharomyces cerevisiae* UGA 102, *Candida tropicalis* FUC 34, *Candida albicans* CCM 314) üzerinde farklı konsantrasyonlarda denenmiştir. Sonuç olarak ise *Thymus revolutus* C. uçucu yağının yüksek antibakteriyal ve antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Yiğit ve Benli (2005), *Thymus vulgaris* (kekik) bitkisinin sekiz farklı çözgen ile hazırlanan ekstraktlarının on dört mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkisini iki farklı metotla denemişlerdir. Denenen sekiz farklı ekstraktın, mikroorganizmalardan sadece *Bacillus subtilis* üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlenmiştir.

Özcan ve Sağdıç (2003), yaptıkları çalışmada 16 baharat (anason, rezene, kimyon, adaçayı, fesleğen, dereotu, defne, nane, mercanköşk, pickling herb, biberiye, dalamagia adaçayı, savory (kekik), sumak, thyme (kekik), seafennel) hidrosollerinin antibakteriyal aktivitelerini 15 bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* ATCC 23842, *B. brevis* FMC 3, *B. cereus* FMC 19, *B. subtilis* var. *niger* ATCC 10, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Salmonella enteritidis*, *S. gallinarum*, *S. typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, *S. aureus* ATCC 28213, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501) üzerinde test etmişlerdir. Sonuç olarak anason, kimyon, mercanköşk, savory (kekik), thyme (kekik) hidrosollerinin çalışmada kullanılan bakteriler üzerinde antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. İnkübasyon süresince tüm bakteriler üzerinde en yüksek antibakteriyal etkinin mercanköşk ve savory (kekik) hidrosollerine ait olduğu, anason, kimyon ve thyme (kekik) hidrosollerinin ise ancak bakterilerin bir kısmı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer baharat hidrosollerinin ise test edilen bakteriler üzerinde antibakteriyal aktivite göstermediği tespit edilmiştir.

Nakahara ve Alzoreky (2003), disk difüzyon metodu kullanarak 16 çeşit baharatın metanol ve aseton ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Salmonella infantis* bakterilerine karşı denemişlerdir. Baharatlardan *Azadirachta indica* (Neem ağacı), *Cinnamomum cassia* (Çin Tarçını), *Rumex nervosus* (Kuzukulağı), *Ruta graveolens* (Sedefotu), *Thymus serpyllum* (Kekik), *Zingiber officinale* (Zencefil) ekstraktlarına karşı en hassas mikroorganizmanın *Bacillus cereus* olduğu, *E. coli* ve *S. infantis*'ı ise sadece *Cinnamomum cassia* (Çin Tarçını), ekstraktının inhibe ettiği belirlenmiştir.

Dığrak vd (2005), yaptıkları çalışmada aktarlarda ticari olarak satılan ve halk arasında özellikle çay, baharat ve tıbbi amaçlı tüketilen *Teucrium polium* L. (Tüylü Kısamahmud Otu), *Thymbra spicata* L. var. *spicata* (Karakekik – Zahter), *Ocimum basilicum* L. (Reyhan), *Foeniculum vulgare* Miller (Rezene)' in uçucu yağlarının antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini disk difüzyon metoduna göre 11 bakteri ve 2 maya üzerinde test etmişlerdir. Çalışma sonucunda bu bitki uçucu yağlarının, test mikroorganizmaları üzerinde farklı değerlerde antibakteriyel veya antifungal aktiviteleri olduğunu tespit etmişlerdir.

Mercanköşk; Labiatae familyasına aittir. Genel olarak Batı ve Güney Bölgelerde yetişen çok yıllık, otsu- çalimsı, tüylü küçük yapraklı, beyaz pembe çiçekli ve kuvvetli kokulu bitkilerdir. Baharat olarak bitkinin yaprakları kullanılır. Bileşiminde %2-6 uçucu yağ taşır. Uçucu yağ bileşenleri Tablo 1.1' de gösterilmiştir. Uçucu yağlarında ana bileşen kavrakrol (%50-70) ve timol (%10-30)' dür. Diğer önemli bileşenler; γ -terpinen, p-simen, terpinen-4-ol, germakren D, karyofilen, metilkavikol, cis-osimen, sabinendir. İçeriğindeki fenolik bileşikler (timol ve kavrakrol) tipik koku ve lezzeti verir, aynı zamanda çok kuvvetli doğal antimikrobiyal maddelerdir. Türkiye'de baharat olarak kekik adıyla kullanılan baharatların çoğunluğu mercanköşkler (*Origanumlar*)dir (Akgül 1993, Oğuz ve Sarı 2002).

Kimyon; Umbelliferae familyasına aittir. Baharat olarak kimyon bitkisinin meyvesi kullanılır. 3-6 mm uzunluktaki taneler iğ biçimindedir ve sarı- kahverengidir. Çok kuvvetli kokulu ve yağsıdır. Bileşiminde %2,5-6 uçucu yağ taşır. Tablo 1.1' de gösterildiği gibi başlıca uçucu yağ bileşenleri; küminaldehit (%20-35), γ -terpinen (%10-

30), p-menta-1,3-dien-7-al (%5-25), β -pinen (%15-20), p-menta-1,4-dien-7-al, p-ment-3-en-7-al, küminalkol, monoterenler, seskiterpenler, alkollerdir. Özgün aromayı aldehitler verir (Akgül 1993).

Defne; Lauraceae familyasına ait, Akdeniz kökenli, herdem yeşil yapraklı bir ağaçtır. Baharat olarak ağacın yaprakları kullanılır. 2-5 cm eninde ve 5-10 cm boyunda, sert, derimsi, tüysüz, parlak, koyu yeşil renktedir. Bileşiminde %0,5-2 uçucu yağ taşır. Başlıca uçucu yağ bileşenleri; 1,8-sineol (%30-55), α -terpineol, terpinen-4-ol, linanol, α -pinen, β -pinen, sabinendir (Tablo 1.1). Baharat olarak et, turşu, konserve ve salçalarda; kokusu ve antimikrobiyal etkisi için de kuru incirlerin arasında kullanılır (Akgül 1993, Yalçın 2000).

Biberiye; Labiatae familyasına ait Akdeniz kökenli, çok yıllık, herdem yeşil ve çalı formunda bir bitkidir. Baharat olarak yaprakları kullanılır. Çam yaprağı benzeri, 2-3 cm uzunluğunda, koyu yeşil renktedir. Bileşiminde %1-2,5 uçucu yağ taşır. Uçucu yağ bileşenleri Tablo 2.1' de gösterilmiştir. Başlıca uçucu yağ bileşenleri; 1,8-sineol (%15-50), α -pinen (%10-30), kafur (%10-20), borneol (%5), linanol, α -terpineol ve verbenondur (Akgül 1993, Yalçın 2000, Şahan vd 2007).

Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan baharat uçucu yağlarının ana bileşenleri (Akgül 1993, Pauli 2001)

BAHARAT	UÇUCU YAĞDAKİ ETKİLİ BİLEŞENLER
Mercanköşk	Kavrakrol, Timol, Terpinen-4-ol, p-simen, γ -terpinen, linalol, γ -terpineol, linalil asetat, borneol, α -pinen, α -terpinil asetat
Kimyon	Küminaldehit, γ -terpinen, p-menta-1,3-dien-7-al, p-menta-1,4-dien-7-al, p-ment-3-en-7-al, küminalkol, β -pinen
Defne	1,8-sineol, α -terpinil asetat, öjenol, metil öjenol, α -terpineol, terpinen-4-ol, linalol, α -pinen, sabinen, β -pinen
Biberiye	1,8-sineol, α -pinen, kafur, borneol, linalol, α -terpineol, verbenon

Biberiye ekstraktının antimikrobiyal aktivitesi değişik besiyeri ve gıdalarda da incelenmiştir. Araştırmada kullanılan en yüksek doz olan %1,0' lık biberiye ekstraktının; besiyerinde *E. coli*, *Enterobacter aerogenes* ve *Pseudomonas fluorescens*' e karşı çok az inhibitif etki gösterdiği, *Salmonella typhimurium*, *S. aureus*' un ise sırası ile %43,2 ve %99,9 oranında inhibe olduğu bildirilmiştir. Ancak %0,8 oranında biberiye ekstraktı içeren besiyerinde tamamen inhibe olan *S. aureus*, %1,0 oranında ekstrakt içeren üç et türünde (sığır eti, hindi eti, kemiksiz tavuk eti) herhangi bir duyarlılık göstermemiştir. Biberiyenin özellikle sosis gibi et ürünleri üretiminde önemli bir sorun teşkil eden mikroorganizmalara karşı etkisi araştırılmış ve Gram (-) bakterilere etkisinin düşük (ancak 500 ppm düzeyinde etkili) olduğu, fakat *S.aureus*' a karşı önemli engelleme gösterdiği saptanmıştır. Bunlara ek olarak *Lactobacillus plantarum* gibi laktik asit bakterilerinde üremeyi ve asit oluşumunu geciktirdiği ifade edilmiştir (Altuğ 2001, Şahan vd 2007).

Escherichia coli, Enterobacteriaceae familyasına aittir. İnsan ve çoğu sıcak kanlı hayvanın doğal bağırsak florasında bulunur. Gıda mikrobiyolojisinde su ve çeşitli gıdalarda fekal kontaminasyonun indikatörü olarak önem taşımaktadır. Özellikle 1996 yılında Japonya' da 6000 çocuğun enterohemorajik *E. coli* enfeksiyonu geçirmesi sonucu *E. coli*' nin patojen suşlarına ilgi artmıştır. A.B.D.' nde *E. coli* enfeksiyonlarının neden olduğu maddi zararın yılda tahmini 223 milyon dolar olduğu bildirilmiştir (Turantaş ve Ünlütürk 2003).

Listeria monocytogenes, Corynebacteriaceae familyasına aittir. Enfeksiyonlarında en çok rol oynayan gıdalar; çiğ süt, süt ürünleri ve sebzeler olmakla birlikte et, kümes hayvanları ve deniz ürünlerinden de izole edilmiştir. *L. monocytogenes* gıdalar aracılığı ile insana geçebildiği gibi, insandan insana bulaşma da söz konusudur. Genel olarak *Listeria* enfeksiyonu geçirdiği bildirilen kişilerin ise %25'inin öldüğü saptanmıştır (Turantaş ve Ünlütürk 2003).

Staphylococcus aureus, Micrococcaceae familyasına aittir. Söz konusu bakterinin gıda zehirlenmesi, intoksikasyon tipi bir zehirlenme olup hastalık etmeni bu organizmanın salgıladığı enterotoksindir. İntoksikasyonun ortaya çıkması için minimum enterotoksin dozunun 0,015-0,357 µg/kg vücut ağırlığı değerleri arasında değiştiiği bildirilmiştir. *S. aureus* için en önemli kaynak insandır (Turantaş ve Ünlütürk 2003).

Klebsiella, Enterobacriaceae familyasına aittir. Mikroorganizma toprakta, suda, kanalizasyon sularında, ağız florasında, insan ve hayvan bağırsağında yaygın olarak bulunur. *Klebsiella pneumoniae* fırsatçı bir patojendir. Akciğer, solunum yolu ve üriner enfeksiyonlara neden olur. Klebsiella türleri bazı literatürlerde et ve et ürünleri ile insana geçen patojen olarak belirtilmiştir (Turantaş ve Ünlütürk 2003).

L. lactis supsp. lactis ve *L. lactis supsp. cremoris* Lactococcus cinsine aittir. Lactococcus'lar süt sanayinde kullanılan starter kültürlerin %90' ını oluşturmaktadır. Söz konusu bakteriler mezofiliktir. Sert peynirlerde (Cheddar, Cheshire, Dunlop, Derby, Double, Gloucester, vs.), yarı sert peynirlerde (Caerpilly, Lancashire, Gouda, Edam, vs.) starter kültür olarak kullanılmaktadır. Ayrıca *L. lactis supsp. cremoris*; tereyağı, yayıkaltı ve ekşi kremada starter kültür olarak kullanılmaktadır (Turantaş ve Ünlütürk 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Baharatlar

Araştırmada kullanılan baharat örnekleri Denizli’de bulunan Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş.’ den temin edilmiştir. Baharatların 2007 yılı haziran ayında Denizli yöresinden hasat edilmiş olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Mercanköşk, defne, biberiyenin yaprakları; kimyonun ise meyvesi kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan baharatların botanik adları Tablo 1.2’ de verilmiştir.

3.1.2. Uçucu Yağlar

Denemelerde kullanılan uçucu yağlar Tablo 3.1’ de tanımlanan baharatlardan, Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş. kimyasal analiz laboratuvarında elde edilmiştir. Uçucu yağ dilüsyonlarının hazırlanmasında ise steril bitkisel sıvı yağ kullanılmıştır.

Tablo 3.1 Denemelerde kullanılan baharatlar

TÜRKÇE ADI	BOTANİK ADI	FAMILYA
Mercanköşk	<i>Origanum onites L.</i>	Labiatae
Kimyon	<i>Cuminum cyminum L.</i>	Umbelliferae
Defne	<i>Laurus nobilis L.</i>	Lauraceae
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Labiatae

3.1.3. Besiyerleri

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılan disk difüzyon yönteminde; gıda kaynaklı patojen bakteriler için Nutrient Broth (Merck) ve Nutrient Agar (Merck); starter kültür olarak kullanılan bakteriler için ise MRS Broth (Merck) ve MRS Agar (Merck) besiyerleri kullanılmıştır.

3.1.4. Mikroorganizmalar

Antimikrobiyal etki denemelerinde dört tanesi patojen ve iki tanesi de starter kültür olmak üzere toplam altı adet bakteri suşu kullanılmıştır. Bakteri kültürlerinden; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853 Denizli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarından, *Listeria monocytogenes* ATCC 65031 (Pasteur Enstitüsü Koleksiyonu) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalından, *Lactobacillus lactis* NRRL 1821 ve *Lactobacillus cremoris* NRRL 634 Ege Üniversitesi NRRL Kültür Koleksiyonundan, *Escherichia coli* ATCC 11230 ise Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden temin edilmiştir. Bütün bakterilerin standart kültür olmasına dikkat edilmiştir. Denemelerde kullanılan bakterilerin gram özellikleri Tablo 3.2’ de verilmiştir.

Tablo 3.2 Denemelerde kullanılan bakteriler

MİKROORGANİZMA	GRAM ÖZELLİĞİ
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Gram (+)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	Gram (-)
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 65031	Gram (+)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 27853	Gram (-)
<i>Lactobacillus lactis</i> NRRL 1821	Gram (+)
<i>Lactobacillus cremoris</i> NRRL 634	Gram (+)

3.1.5. Cihazlar ve malzemeler

- 1- Su Buharı Distilasyon Cihazı (Clevenger Düzeneği): Isıtıcı, 1 lt' lik distilasyon balonu, balonun üzerinde 5 ml'lik ölçekli toplayıcı hazne ve soğutucudan oluşan distilasyon cihazıdır.
- 2- Denemelerde 6 mm çaplı beyaz renkli filtre kağıtları (Schleicher & Schuell 589/3) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Baharatların uçucu yağ eldesi için hazırlanması

Baharatlar Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş. yapraklı ve taneli ürünler üretim hattında kapalı sistemde temizlenmiş, mercanköşk paletli, kimyon çekiçli, defne ve biberiye ise bıçaklı değirmende 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür.

3.2.2. Uçucu yağ eldesi

Öğütülmüş olan baharatların uçucu yağları Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş. kimyasal analiz laboratuvarındaki Clevenger cihazında 3,5 saat süren su distilasyonu ile elde edilmiştir (Ilcım vd 2001, Dığrak vd 2002, Lazari vd 2003, Viljoen vd 2003, Baydar vd 2004, Dığrak vd 2005, Chemat vd 2006, Çenet vd 2006, Sarıkuş ve Seydim 2006, Baser vd 2007). Bu yöntem, materyalin distilasyon aygıtına yerleştirilmesi, bütün uçucu yağın su toplama kabında yoğunlaşana kadar ısıtılması ve distile edilmesi esasına dayanır. Bunun için öğütülmüş olan baharatlar (mercanköşk, defne, biberiye, kimyon) 25' er gr tartılıp 1 lt' lik balona konulmuş ve üzerine 500 ml saf su ilave edilerek 3,5 saat distilasyona bırakılmıştır (Asta 1997). Süre sonunda haznede biriken baharat uçucu yağları musluktan sıkı kapanabilen küçük renkli şişelere alınmış ve buzdolabında +4 °C' de muhafaza edilmiştir (Çenet ve Toroğlu 2006, Lacroix vd 2006).

3.2.3. Kùltürlerin çoğaltılması ve muhafaza edilmesi

Denemelerde kullanılan stok kùltürlerden laktik asit bakterileri MRS Agar, diğeri bakteri türleri ise Nutrient Agar üzerinde Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı buzdolabında (+4 °C) muhafaza edilmiştir. Stok kùltürler kullanılmadan önce laktik asit bakterileri 5 ml MRS Broth besiyerinde 30 °C’de, diğeri bakteri türleri ise 5 ml Nutrient Broth besiyerinde 35 °C’de 24 saatlik inkübasyon ile aktive edilmiştir.

3.2.4. Baharat uçucu yağlarının antibakteriyal etkilerinin belirlenmesi

Çalışmada %25, %50 ve %100’lük uçucu yağ konsantrasyonları denenmiştir. Baharat uçucu yağları ayçiçek yağı kullanılarak seyreltilmiştir.

Antibakteriyal etkinin belirlenmesinde Kağıt Disk Difüzyon Yöntemi kullanılmıştır (Çon vd 1998, Şen vd 1999, Nostro vd 2000, Ilcim vd 2001, Dığrak vd 2002, Sağdıç vd 2002, Sağdıç 2003, Nakahara ve Alzoreky 2003, Özcan ve Sağdıç 2003, Viljoen vd 2003, Dığrak vd 2005, Nair vd 2005, Roura vd 2005, Yiğit ve Benli 2005, Çenet vd 2006, Baser vd 2007). Bu yöntemin esası; inoküle edilen ve katılaşıyan agar üzerine sterilize edildikten sonra uçucu yağ emdirilmiş filtre kağıdından disklerin, belirli aralıklarla yerleştirilmesi ve inkübasyon süresi sonunda diskler etrafında oluşyan zon çapının ölçülmesine (mm) dayanır (Çenet ve Toroğlu 2006).

İnokülasyonu yapılacak olan mikroorganizmaların öncelikle ön kùltürleri hazırlanmıştır. Katı besiyerinde bulunan stok kùltürlerden steril öze ile bakteriler alınarak 5 ml broth besiyerlerine aşılanmıştır. Laktik asit bakterileri MRS Broth’a, diğeri bakteriler Nutrient Broth’ a aşılanmıştır. Bu ön kùltürlerden laktik asit bakterileri 30 °C’de, diğeri bakteriler ise 35 °C’lik etüvde 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 121 °C’de 15 dk sterilize edilen MRS Agar ve Nutrient Agar’ dan 10’ ar ml tek kullanımlık steril petrilere dökülmüş ve katılaşımaya bırakılmıştır. Tüplere 7 ml MRS Soft ve Nutrient Soft Agarlar hazırlanmıştır. 121 °C’de 15 dk otoklavda sterilize edilen soft agarlar 45 °C’ye soğutulmuştur. Broth besiyerinde çoğaltılan saf kùltürlerden tüplerdeki 45 °C’ye soğutulan soft agarlara 150 µl aşılama yapılmıştır ve mikroorganizmaların besiyeri

içerisinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla hafifçe karıştırıldıktan sonra petrielerde katılaşmış olan agar plaklarının üzerine dökülmüştür. Soft agarlar katılaşması için bir süre beklenmiştir.

Filtre kağıdından hazırlanan 6 mm çapındaki diskler sterilize edildikten sonra steril şartlarda muhafaza edilmiştir. Yağ emdirme işlemi her denemeden hemen önce yapılmış, taze hazırlanan diskler kullanılmıştır. Her bir diske yaklaşık 15 µl uçucu yağ emdirilmiştir. Bu diskler önceden inoküle edilmiş petri plaklarına yerleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm bakteri suşları için aynı işlem değişik baharatlardan elde edilen uçucu yağlar ve bunların %25, %50 ve %100 lük konsantrasyonları için uygulanmıştır. Laktik asit bakterilerinin inoküle edildiği plaklar 30 °C' de, diğer bakteriler ise 35 °C' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon süresi sonunda kağıt disklerin çevresinde bakteriyal gelişme olmayan bölgede inhibisyon zonu ölçülmüştür ve mm olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen ölçümler Tablo 3.3' te belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Araştırmada 3 ayrı deneme yapılmış ve her deneme 3 paralelli olarak uygulanmıştır. Disklerin etrafında meydana gelen düzgün zonlarda tek noktadan, düzgün oluşmamış zonlarda ise 3 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Bu 3 ölçüm değerinin ortalaması çap olarak kabul edilmiştir. Deneme sonuçları Duncan test istatistiği kullanılarak $\alpha=0,05$ önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

Tablo 3.3 Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler (Roura vd 2005)

Zon Çapı (mm)	Etki Şiddeti	Değerlendirme
Çap < 8,00	inhibitör etkisiz	-
9,00 < çap < 14,00	zayıf inhibitör etkili	+
15,00 < çap < 19,00	orta inhibitör etkili	++
20,00 < çap	yüksek inhibitör etkili	+++

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan baharatların uçucu yağ içerikleri mercanköşkte %3.2, kimyonda %2.2, defnede %2.8, biberiyede %2.0 olarak bulunmuştur. Antimikrobiyal etkili olan uçucu yağların %25, %50 ve %100 konsantrasyon denemeleri yapılmış olup, %100 konsantrasyonda elde edilen sonuçların ortalamaları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

UÇUCU YAĞ (%100)	ÖLÇÜLEN İNHİBİSYON ZON ÇAPLARI (mm) *					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	30.66±0.57 ^c	31.66±0.57 ^c	34.33±0.57 ^b	32.33±0.57 ^{bc}	52.33±4.04 ^a	22.33±0.57 ^d
Kimyon	21.33±0.57 ^{de}	15.66±0.57 ^{fh}	14.33±0.57 ^f	19.33±0.57 ^e	16.66±0.57 ^{fh}	10.33±0.57 ^{gi}
Defne	17.33±0.57 ^h	14.33±1.15 ^{hf}	10.66±0.57 ^g	12.66±1.15 ^{gf}	10.33±0.57 ^{gi}	8.00±0.00 ⁱ
Biberiye	10.33±0.57 ^{gi}	9.00±0.00 ^j	9.66±0.57 ^{gi}	13.66±0.57 ^f	9.66±0.57 ^{gi}	7.33±0.57 ^{ji}

* Tabloda aynı harfle gösterilen değerler arasında $\alpha=0,05$ güven sınırında fark yoktur.

* İnhibisyon zon çaplarına 6 mm’lik disk çapı dahildir ve 3 paralelin ortalamasıdır.

* İnhibisyon zon çapı = Ortalama \pm 2 x Standart hata

Uçucu yağların %100 konsantrasyon denemelerinde, Tablo 4.1’ de gösterildiği gibi mercanköşk uçucu yağı 52.33±4.04 mm çapında inhibisyon zonu oluşturarak *L. monocytogenes*’ e karşı en yüksek, biberiye uçucu yağı ise 7.33±0.57 mm çapında inhibisyon zonu oluşturarak *Klebsiella pneumoniae*’ ya karşı en düşük antimikrobiyal etkiyi göstermiştir. Defne ve biberiyenin etkilerinin ise birbirine çok yakın olduğu

gözlemlenmiştir. Laktik asit bakterilerinde ise tam olarak şeffaf zon oluşumu görülmemiştir.

Denenen tüm bakterilere karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi mercanköşk uçucu yağı göstermiştir. *L. monocytogenes*'te 52 mm, *E. coli*'de 34 mm, *S. aureus* ve *L. lactis*' te 32 mm, *L. cremoris*' de 31 mm ve *K. pneumoniae*' da 22 mm' lik yaklaşık ortalama zon çapları ölçülmüştür.

Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen zon çaplarının şiddet değerlendirmesi Tablo 4.2' de verilmiştir.

Biberiye uçucu yağının denenen uçucu yağlar arasında en düşük etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. *L. cremoris* için 10.33 ± 0.57 mm, *L. lactis* için 9.00 ± 0.00 mm, *E. coli* ve *L. monocytogenes* için 9.66 ± 0.57 mm, *S. aureus* için 13.66 ± 0.57 mm ve *K. pneumoniae* için 7.33 ± 0.57 mm ortalama zon çapı ölçülmüştür. Biberiye uçucu yağı, *K. pneumoniae*' ya karşı inhibitör etki göstermezken diğer bakteri türlerine karşı zayıf inhibitör etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Kimyondan elde edilen uçucu yağ, *K. pneumoniae*' ya karşı zayıf, *E. coli*, *L. lactis*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus*' a karşı orta derecede, *L. cremoris*' e karşı ise yüksek derecede inhibitör etki göstermiştir. Zon çapları *K. pneumoniae* için 10.33 ± 0.57 mm, *E. coli* için 14.30 ± 0.57 mm, *L. lactis* için 15.66 ± 0.57 mm, *L. monocytogenes* için 16.66 ± 0.57 mm *S. aureus* için 19.33 ± 0.57 mm, *L. cremoris* için 21.33 ± 0.57 mm olarak ölçülmüştür.

Defne uçucu yağının *L. cremoris* ve *L. lactis*' e orta, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *K. pneumoniae*' ya karşı zayıf inhibitör etkili olduğu belirlenmiştir. *L. cremoris*' te 17.33 ± 0.57 mm, *L. lactis*' te 14.33 ± 1.15 mm, *E. coli*' de 10.66 ± 0.57 mm, *S. aureus*' ta 12.66 ± 1.15 mm, *L. monocytogenes*' te 10.33 ± 0.57 mm ve *K. pneumoniae*' da 8.00 ± 0.00 mm ortalama çaplı zonlar oluşmuştur.

Tablo 4.2 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti

UÇUCU YAĞ (%100)	ETKİ ŞİDDETİ					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Kimyon	+++	++	++	++	++	+
Defne	++	++	+	+	+	+
Biberiye	+	+	+	+	+	-

Sağdıç (2003), yaptığı çalışmada 3 mercanköşk (*Origanum vulgare L.*, *Origanum onites L.*, *Origanum majorana L.*) ve 2 kekik (*Thymus vulgaris L.* ve *Thymus serpyllum L.*) türünün 4 patojen bakteriye (*E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *S. aureus* ATCC 2392 ve *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501) karşı yüksek antimikrobiyal etki gösterdiklerini tespit etmiştir. Söz konusu baharat hidrosolleri içinde en yüksek antimikrobiyal etkiyi mercanköşk türü olan *Origanum onites L.*' nin 30 mm' lik ortalama zon çapı ile *S. aureus*' a karşı, en düşük antimikrobiyal aktiviteyi ise 2 kekik türünün 12 mm' lik ortalama zon çapı ile *E. coli* O157:H7' ye karşı gösterdiklerini tespit etmiştir. *Origanum onites L.* hidrosolünün *E. coli*' de 17 mm ve *E. coli* O157:H7' de 19 mm inhibisyon zon çapı oluşturduğunu belirlemiştir. Sağdıç (2003)' ün yaptığı çalışma ile bizim bulgularımız arasında bazı farklılıklar olmakla beraber söz konusu baharatlardan gıda kaynaklı patojenler üzerinde en yüksek antimikrobiyal etkiyi göstererenin mercanköşk (*O. onites L.*) olarak belirlenmiş olması bizim tespitlerimiz ile uyum içerisindedir.

Roura vd (2005), yaptıkları çalışmada biberiye (*Rosemarinus officinalis*) uçucu yağının *E. coli* ATCC 25158' de 19 mm, *E. coli* ATCC 32922' de 18 mm, *E. coli* CI' da 16 mm ve *E. coli* CII' da 21 mm; mercanköşk (*Origanum vulgare*) uçucu yağının ise *E. coli* ATCC 25158 ve *E. coli* ATCC 32922' de 12 mm, *E. coli* CI ve *E. coli* CII' da 10 mm inhibisyon zon çapı oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile bizim bulgularımız arasında önemli farklar vardır. Yaptığımız çalışmada mercanköşk

(*Origanum onites*) uçucu yağının *E. coli* ATCC 11230' a karşı biberiye uçucu yağından yüksek antibakteriyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Oysa Roura vd (2005), biberiye uçucu yağının yukarıda bahsi geçen *E. coli* suşlarına karşı mercanköşk (*Origanum vulgare*) uçucu yağından daha yüksek inhibitör etki gösterdiğini zon çapları ile belirtmişlerdir. Bu durumun, çalışmalarda kullanılan mercanköşk türlerinin, bakteri suşlarının ve uçucu yağ eldesinde kullanılan yöntemin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Özcan ve Sağdıç (2003), mercanköşk ve kekik (savory) hidrosollerinin *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *K. pneumoniae* FMC 5, *S. aureus* ATCC 2392 ve *S. aureus* ATCC 28213 üzerinde yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir. Mercanköşkün, *E. coli* ATCC 25922' de 16 mm, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150' de 19 mm, *K. pneumoniae* FMC 5' te 20 mm, *S. aureus* ATCC 2392'de 33 mm, *S. aureus* ATCC 28213'de 15 mm; kimyon hidrosolünün ise, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150' de 19 mm inhibisyon zon çapı oluşturmakla beraber diğer bakteriler üzerinde inhibisyon etkisi göstermediği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, mercanköşk hidrosolünün *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *K. pneumoniae* ve *S. aureus* bakterilerine karşı yüksek inhibitör etkili, kimyon hidrosolünün *E. coli* O157:H7' ye karşı orta derecede inhibitör etkili olarak belirlenmesi bizim bulgularımızı desteklemektedir. Fakat her iki çalışmada da zon çaplarının farklı olması, Özcan ve Sağdıç (2003)' ın baharat hidrosolü bizim ise uçucu yağ kullanmamızdan ve bakteri suşlarının farklı olmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Çenet vd (2006), yapmış oldukları bir çalışmada 2 µl defne uçucu yağının *E. coli*, *S. aureus* ve çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. 2 µl defne uçucu yağının *E. coli*' de 8 mm, *S. aureus*' ta 7 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Defne uçucu yağının *S. aureus* ve *E. coli*' ye karşı antimikrobiyal etkili olduğunun tespit edilmesi, çalışmada elde ettiğimiz bulgular ile uyumludur.

Lacroix vd (2006), yaptıkları çalışmada mercanköşk uçucu yağının gıda patojenleri olan *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde yaptığımız çalışmada da *E. coli*, *S. aureus* ve *L.*

monocytogenes' e karşı mercanköşk uçucu yağının yüksek derecede antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir.

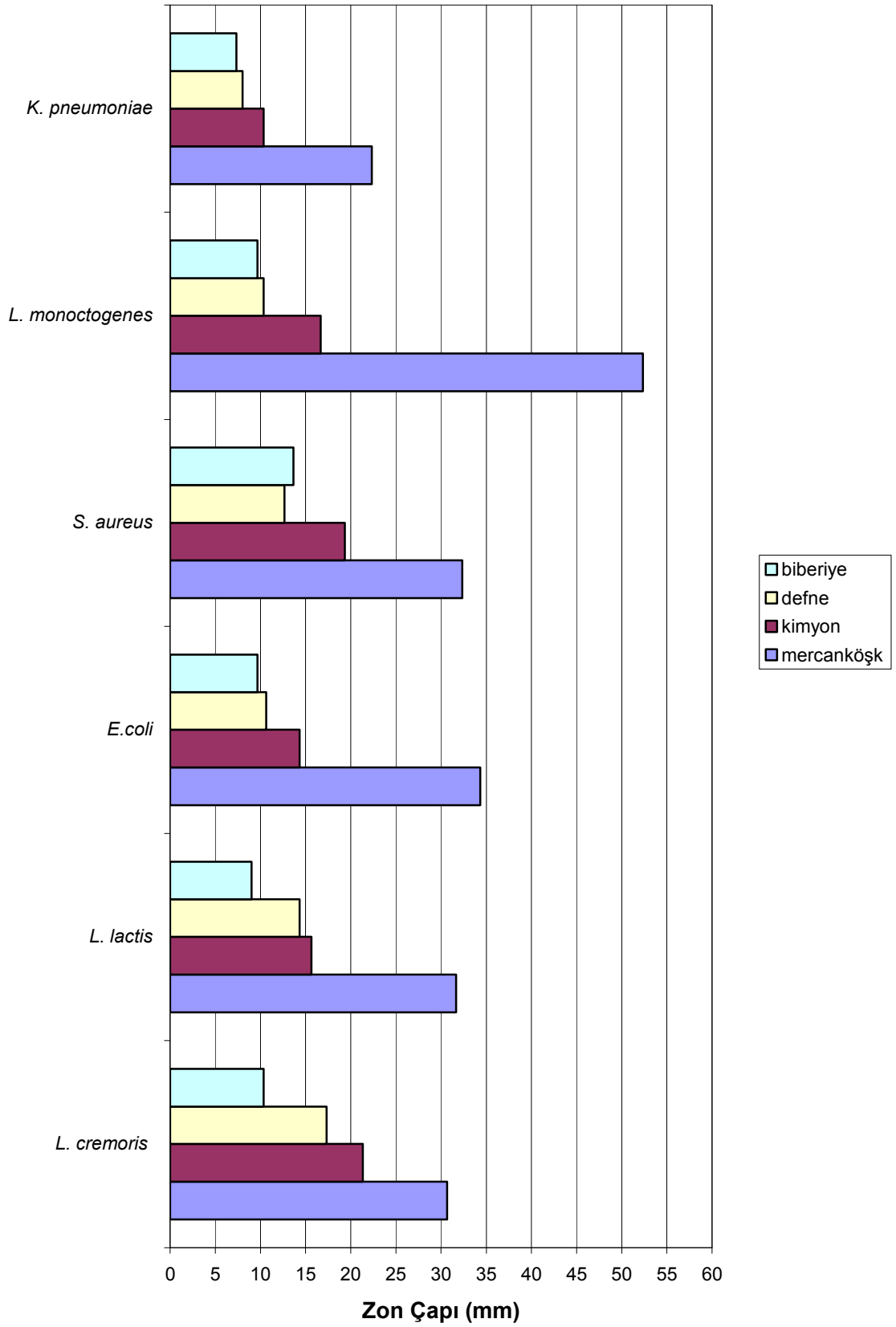
Shan vd (2007), defne (*Lauris nobilis L.*), mercanköşk (*Origanum vulgare L.*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) ekstraktlarının *E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* üzerinde etkili olup olmadığını araştırmışlardır. Bu üç baharattan en yüksek antibakteriyal etki gösterenin 24,2 mm inhibisyon zon çapı ile *S. aureus*' a karşı mercanköşk olduğu tespit edilmiştir. Mercanköşk ekstraktının *L. monocytogenes* ve *S. aureus*' a karşı yüksek antibakteriyal etki göstermesi bizim bulgularımızı desteklemektedir.

Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.1' de gösterilmiştir.

% 50 uçucu yağ konsantrasyonunda, inhibisyon etkilerinde azalma meydana geldiği ve oluşan zon çaplarının neredeyse yarıya kadar düştüğü belirlenmiştir. Bu konsantrasyonda Tablo 4.3' te gösterildiği üzere mercanköşk yine en etkili uçucu yağ olurken, biberiye söz konusu bakterilere karşı antimikrobiyal etki gösterememiştir.

Mercanköşk uçucu yağının % 50 konsantrasyonda inhibisyon etkisi, *E. coli* ve *K. pneumoniae* için orta, *L. cremoris*, *L. lactis*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* için yüksek düzeyde olmuştur. *L. monocytogenes*' te 33.66 ± 1.15 mm, *L. cremoris*' te 24.66 ± 0.57 mm, *S. aureus*' ta 23.66 ± 23.66 mm, *L. lactis*' te 21.33 ± 0.57 mm, *E. coli*' de 16.00 ± 1.73 mm ve *K. pneumoniae*' da ise 15.00 ± 0.00 mm zon oluştuğu gözlemlenmiştir.

Kimyon uçucu yağının % 50 konsantrasyonuna karşı en dirençli bakteri 8.66 ± 0.57 mm inhibisyon zon çapı ile *K. pneumoniae* olmuştur. Tablo 4.4' te gösterildiği üzere bu konsantrasyondaki kimyon uçucu yağı *L. cremoris*' e karşı orta, diğer bakterilere karşı ise zayıf inhibitör etki göstermiştir. Ortalama zon çapları, *L. cremoris* için 17.33 ± 0.57 mm, *S. aureus* için 13.00 ± 0.00 mm, *E. coli* için 12.00 ± 0.00 mm, *L. monocytogenes* için 11.33 ± 0.57 mm, *L. lactis* için 10.66 ± 1.15 mm olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.1 Uçucu yağların %100 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

Tablo 4.3 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

UÇUCU YAĞ (%50)	ÖLÇÜLEN İNHİBİSYON ZON ÇAPLARI (mm) *					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	24.66±0.57 ^b	21.33±0.57 ^c	16.00±1.73 ^{de}	23.66±0.57 ^{bc}	33.66±1.15 ^a	15.00±0.00 ^d
Kimyon	17.33±0.57 ^e	10.66±1.15 ^{gh}	12.00±0.00 ^g	13.00±0.00 ^f	11.33±0.57 ^{gj}	8.66±0.57 ^{hi}
Defne	10.00±0.00 ^{hj}	10.00±0.00 ^{hj}	7.33±0.57 ⁱ	6.00±0.00 ^k	6.00±0.00 ^k	6.00±0.00 ^k
Biberiye	6.00±0.00 ^k	6.00±0.00 ^k	7.33±0.57 ⁱ	6.00±0.00 ^k	6.00±0.00 ^k	6.00±0.00 ^k

* Tabloda aynı harfle gösterilen değerler arasında $\alpha=0,05$ güven sınırında fark yoktur.

* İnhibisyon zon çaplarına 6 mm'lik disk çapı dahildir ve 3 paralelin ortalamasıdır.

* İnhibisyon zon çapı = Ortalama \pm 2 x Standart hata

L. lactis ve *L. cremoris*' in 10.00±0.00 mm' lik ortalama zon çapı ile defne uçucu yağına karşı en hassas bakteriler olduğu ve defne uçucu yağının % 50 konsantrasyonda diğer bakterilere karşı inhibisyon etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Laktik asit bakterilerine karşı ise zayıf inhibitör etkili olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.4).

% 50 konsantrasyonda biberiye uçucu yağı söz konusu bakterilere karşı inhibitif etki göstermezken, *E. coli* için ortalama zon çapı 7.33±0.57 mm olarak ölçülmüştür.

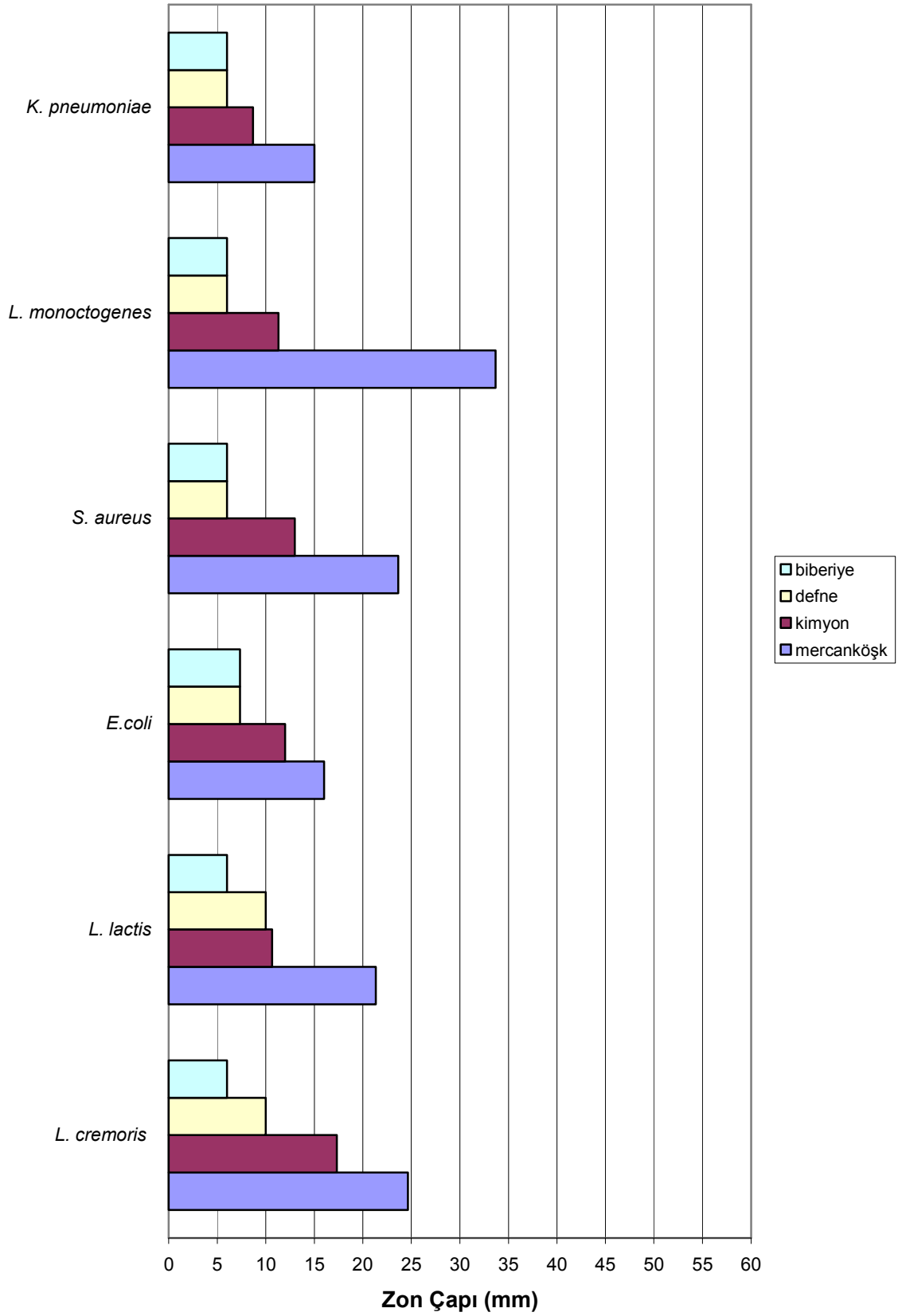
Tablo 4.4 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti

UÇUCU YAĞ (%50)	ETKİ ŞİDDETİ					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	+++	+++	++	+++	+++	++
Kimyon	++	+	+	+	+	+
Defne	+	+	-	-	-	-
Biberiye	-	-	-	-	-	-

Ilcim vd (2001), kekik (thyme) uçucu yağının 1.6 µl uygulamasıyla *E. coli*' ye 16 mm, *S. aureus*' a 20 mm, *K. pneumoniae*' ya 16 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. Kekik (thyme) uçucu yağının çeşitli patojen mikroorganizmalara karşı yüksek antimikrobiyal etkide olduğunu tespit etmişlerdir. Bu yüksek aktivitenin kekik içeriğindeki kavrakrol ve timol fenolik bileşenlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen zon çapları, çalışmamızda mercanköşk uçucu yağının % 50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen inhibisyon zon çaplarına yakındır. Bu benzerliğin, mercanköşk uçucu yağının kekik uçucu yağı gibi yüksek oranda timol ve kavrakrol içermesinden ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Sağdıç vd (2002), yaptıkları çalışmada *E. coli* O157:H7 üzerinde en yüksek antimikrobiyal etkiyi kekik (thyme) ve mercanköşkün, en düşük etkiyi ise defnenin gösterdiğini belirlemişlerdir. %100' lük ekstrakt dilüsyonunda, kekik 42 mm, mercanköşk 30 mm ve kimyon 17 mm' lik inhibisyon zon çapı; %50' lik ekstrakt dilüsyonunda, kekik 38 mm, mercanköşk 30 mm, kimyon 19 mm' lik inhibisyon zon çapı oluşturmuşlardır. Defne ekstraktının ise *E. coli* O157:H7 üzerinde inhibisyon etkisi göstermediğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma da bizim çalışmamızla uyumlu olarak *E. coli* O157:H7' ye karşı en etkili ekstraktın mercanköşke, mercanköşkten sonra ise kimyon ekstraktına ait olduğunu ortaya koymaktadır. Defne ekstraktının tüm konsantrasyonlarda etkisiz olarak tespiti ise bizim bulgularımızdaki %50 ve %25' lik defne uçucu yağ dilüsyonları ile uyumludur. Bu durumun, bakteri suşlarından ve uçucu yağ yada ekstrakt kullanımındaki farklılıktan ileri gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Sağdıç vd (2002)' nin inhibisyon zon çaplarından, ekstrakt dilüsyonundaki azalma ile antibakteriyal etkinin azalmadığı aksine bazı baharatlarda arttığı görülmektedir ki bu da bizim tespitimiz ile uyumlu değildir.

Dığrak vd (2005), karakekik-zahter (*Thymbra spicata*) bitki uçucu yağının 0.5 µl uygulamasının *E. coli* ve *Staphylococcus aureus*' a karşı farklı değerlerde inhibisyon zonu oluşturduğunu belirlemişlerdir. *Thymbra spicata* uçucu yağın 1 µl' lik uygulanmasında *E. coli*' de 28 mm, *S. aureus*' ta 36 mm çapında inhibisyon zonu ölçümleri yapılmıştır. Çalışmamızda da benzer şekilde %50' lik mercanköşk dilüsyonunun *S. aureus*' a *E. coli*' den daha yüksek antibakteriyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Uçucu yağların %50 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar Tablo 4.5’ te verilmiştir. % 25’ lik uçucu yağ konsantrasyonunda, mercanköşk yine en yüksek antimikrobiyal etkiyi göstermiştir. Biberiye ve defne uçucu yağı çalışmada kullanılan bakteriler üzerinde inhibitif etki göstermemiştir.

Tablo 4.6’ da gösterildiği üzere mercanköşk uçucu yağı % 25’ lik konsantrasyonda genellikle orta inhibitör etki göstermekle beraber *E. coli* ve *K. pneumoniae*’ ya karşı zayıf inhibitör etkili olduğu belirlenmiştir. Ortalama inhibisyon zon çapları, *L. cremoris*’ te 17.33 ± 0.57 mm, *L. lactis*’ te 15.66 ± 0.57 mm, *L. monocytogenes*’ te 15.33 ± 0.57 mm, *S. aureus*’ ta 14.66 ± 0.57 mm, *E. coli*’ de 10.33 ± 0.57 mm ve *K. pneumoniae*’ da 9.00 ± 0.00 mm olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.5 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

UÇUCU YAĞ (%25)	ÖLÇÜLEN İNHİBİSYON ZON ÇAPLARI (mm)*					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	17.33 ± 0.57^a	15.66 ± 0.57^{ab}	10.33 ± 0.57^c	14.66 ± 0.57^b	15.33 ± 0.57^{ab}	9.00 ± 0.00^c
Kimyon	14.66 ± 0.57^b	9.33 ± 0.57^c	8.66 ± 0.57^{cd}	8.66 ± 0.57^{cd}	9.33 ± 0.57^c	7.00 ± 0.00^d
Defne	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e
Biberiye	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e	6.00 ± 0.00^e

* Tabloda aynı harfle gösterilen değerler arasında $\alpha=0,05$ güven sınırında fark yoktur.

* İnhibisyon zon çaplarına 6 mm’lik disk çapı dahildir ve 3 paralelin ortalamasıdır.

* İnhibisyon zon çapı = Ortalama \pm 2 x Standart hata

% 25’ lik kimyon uçucu yağı *E. coli*, *S. aureus* ve *K. pneumoniae*, bakterileri üzerinde inhibitör etki göstermezken, *L. lactis* ve *L. monocytogenes* üzerinde zayıf, *L. cremoris* üzerine de orta derecede inhibitör etkili olduğu belirlenmiştir. *L. cremoris*’ te 14.66 ± 0.57 mm, *L. lactis* ve *L. monocytogenes*’ te 9.33 ± 0.57 mm, *E. coli* ve *S. aureus*’ ta 8.66 ± 0.57 mm ve *K. pneumoniae*’ da ise 7.00 ± 0.00 mm ortalama zon çapı ölçülmüştür.

%25' lik konsantrasyonda defne ve biberiye uçucu yağları inhibisyon zonu oluşturmamıştır.

Tablo 4.6 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçların şiddeti

UÇUCU YAĞ (%25)	ETKİ ŞİDDETİ					
	<i>L. cremoris</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Mercanköşk	++	++	+	++	++	+
Kimyon	++	+	-	-	+	-
Defne	-	-	-	-	-	-
Biberiye	-	-	-	-	-	-

Çon vd (1998), kekik uçucu yağının seyreltilmeksizin kullanımında *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus sake*' ye karşı değişik düzeylerde olmak üzere inhibitör aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda en etkili baharat olarak kekiği, kekiğe karşı en hassas bakteri türlerini ise *M. luteus* ve *L. monocytogenes* olarak tanımlamışlardır. Kimyon uçucu yağının da çalışmada kullanılan tüm bakterilere karşı inhibitör aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Bu da bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Kekik'in *S. aureus*' a orta, *L. monocytogenes*' e yüksek, *L. plantarum*' a zayıf ve *L. sake*' ye orta derecede inhibitör etkili olduğunu, kimyonun ise *S. aureus* ve *L. monocytogenes*' e orta, *L. plantarum* ve *L. sake*' ye zayıf derecede inhibitör etkili olduğunu belirlemişlerdir. Kekik uçucu yağının 1:50' lik konsantrasyonda yalnız *L. plantarum*' a, 1:200' lük konsantrasyonda ise tüm bakterilere karşı inhibitif etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kimyon uçucu yağının ise 1:50' lik konsantrasyonda *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *M. luteus*' a karşı zayıf inhibitör etki gösterdiği, 1:200' lük konsantrasyonda ise denenen tüm bakterilere karşı inhibitör etki göstermediği tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada da olduğu gibi uçucu yağ konsantrasyonunun azalması ile inhibitör etkinin de azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca laktik asit bakterilerine karşı da baharat uçucu yağlarının

dikkate değer düzeyde antibakteriyal etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu da bulgularımız ile uyumlu bir sonuçtur.

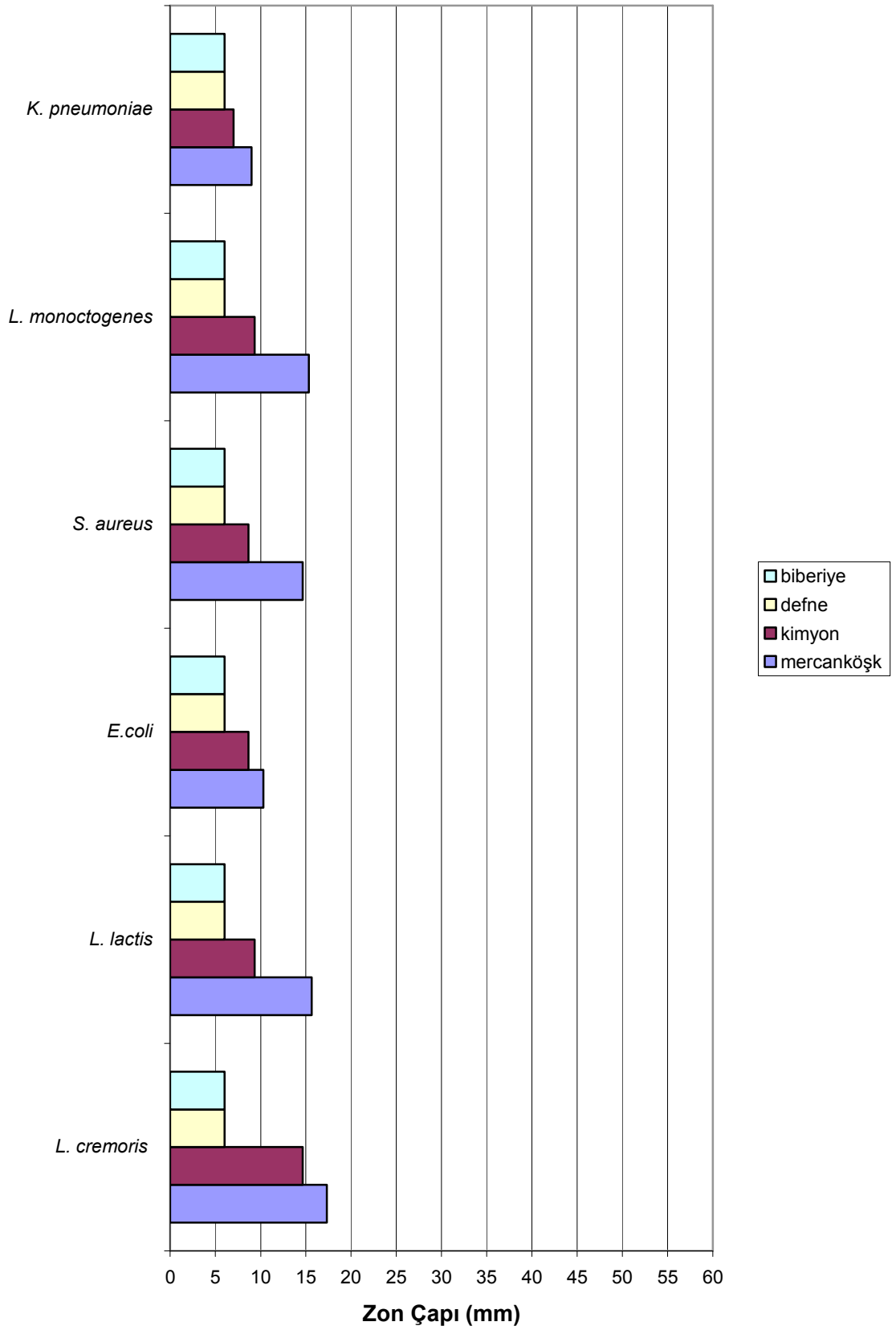
Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.3' te verilmiştir.

Baydar vd (2004), 1:50, 1:100, 1:200 ve 1:300' lük konsantrasyonda 2 kekik ve 2 mercanköşk uçucu yağını çeşitli bakteriler üzerinde denemişlerdir. Mercanköşk uçucu yağının 1:50' lik dilüsyonu *E. coli*, *K. pneumoniae*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* üzerinde antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe, antibakteriyal etkinin azaldığı belirlenmiştir. Bu bulgular sonuçlarımızla uyum içerisindedir. Bakterilerin etkilenme düzeyindeki değişikliklerin, bitki türlerinin ve bakteri suşlarının farklı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Ouattara vd (1997), yaptıkları çalışmada mercanköşk, kimyon ve biberiye'nin 1:10 ve 1:100' lük dilüsyonlarda *L. sake* ve *L. curvatus* üzerinde antibakteriyal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Laktik asit bakterilerine karşı söz konusu baharatların inhibitör etkili olduğunun belirlenmesi çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile uyumludur.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında tüm bakterilere karşı en etkili baharatın mercanköşk olduğu, mercanköşk uçucu yağına karşı en hassas bakterinin de *L. monocytogenes* olduğu belirlenmiştir.

Çon vd (1998), Rasooli vd (2006), kekik uçucu yağının *L. monocytogenes*' e karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir. İnhibitör etkinin yüksekliği yönünde mercanköşkten sonra ikinci sırada kimyon uçucu yağı yer almıştır. Kimyon uçucu yağına karşı en hassas bakterilerin laktik asit bakterilerinden *L. cremoris*, patojen bakterilerden ise *S. aureus* olduğu belirlenmiştir. Kimyondan sonra üçüncü sırayı defne uçucu yağı almaktadır. Laktik asit bakterileri defne uçucu yağına karşı en hassas bakteriler olarak belirlenirken, patojenlerden *S. aureus* en yüksek inhibitör etkiye maruz kalmıştır. Tüm bakterilere karşı en düşük inhibisyon etkisi gösteren biberiye uçucu yağına karşı en hassas bakteri ise *S. aureus* olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 Uçucu yağların %25 konsantrasyonda uygulanması ile elde edilen sonuçlar

Çalışmada görüldüğü üzere çeşitli baharatların farklı bakteriler üzerindeki antibakteriyal etkisi farklı olmaktadır. Araştırmada kullanılan gıda patojenlerinden *L. monocytogenes* ve *S. aureus* baharat uçucu yağlarına karşı diğer bakterilerden daha hassas suşlar olarak belirlenmiştir. Fermente gıdalarda starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri de patojenlere benzer şekilde tüm baharatlardan etkilenmiştir. Ayrıca tüm veriler doğrultusunda, uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe antibakteriyal etkinin azaldığı görülmektedir bu da inhibitör etkinin konsantrasyon ile doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Nakahara ve Alzoreky (2003), defne (*Laurus nobilis*) uçucu yağının *L. monocytogenes* ve diğer patojenlere karşı bakterisidal aktivitesinin olduğunu, Çenet vd (2006), defne uçucu yağının *S. aureus*, *E. coli* ve diğer patojenlere antibakteriyal etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Sağdıç vd (2002), *E. coli* O157:H7 üzerinde en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi mercanköşk ve kekiğin gösterdiğini belirlemişlerdir. Ilcım vd (2001), kekik uçucu yağının *E. coli*, *S. aureus* ve *K. pneumoniae*' ya karşı antimikrobiyal etkisinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumlar bizim bulduğumuz sonuçları desteklemektedir. Ayrıca Çon vd (1998), Sağdıç vd (2002), Dığrak vd (2005), Lacroix vd (2006)' nin çalışma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu ancak, Roura vd (2005), Özcan ve Sağdıç (2003)' in elde ettikleri sonuçlardan bazı farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çalışmalar çeşitli bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Bu durumun, bitkinin sahip olduğu kimyasal kompozisyonundan, kullanılan mikroorganizma türünden, bitki ekstraksiyonunda kullanılan maddeden ve yöntemdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de baharatlar yıllardan beri halk arasında tedavi amaçlı ve gıdalarda çeşni verici olarak kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra içermiş oldukları uçucu yağlar nedeniyle gıda muhafazasında kullanımları da son yıllarda üzerinde durulan en önemli konuların başında gelmektedir. Çünkü sentetik antimikrobialerin hem pahalı olmaları, hem de kalıntı sorununa yol açmaları nedeniyle gıda muhafazası alanındaki çalışmalar alternatif uygulamalar üzerinde yoğunlaşmakta ve tadı, kokusu, antimikrobiyal aktivitesi uygun olan baharatların gıdalara ilavesi bir potansiyel olarak görülmektedir. Böylece doğal kaynaklarımız içerisinde yer alan baharatların önemi de artacaktır.

Kullandığımız bitkilerin tıbbi ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi, gerekli incelemelerin yapılarak kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi açısından yararlı olacaktır. Baharat uçucu yağlarının, uzun zamandır araştırılan ve pek çok araştırmacı tarafından var olduğu belirlenen antimikrobiyal özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, araştırmada kullanılan baharatlara ait uçucu yağların denenilen bakterilere karşı az ya da çok antibakteriyal etki gösterdikleri gözlemlenmiştir.

Mercanköşk uçucu yağının en yüksek antibakteriyal etkiye sahip olduğu, %25 konsantrasyonda bile yüksek inhibitör etki gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan uçucu yağlar içerisinde en düşük antibakteriyal etkiyi biberiye uçucu yağı göstermiştir. Defne uçucu yağının da biberiye ile neredeyse aynı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Kimyonun mercanköşkten sonra en etkili uçucu yağ olduğu, %100 konsantrasyonda genellikle yüksek inhibitör etki gösterdiği gözlemlenmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde, baharat uçucu yağlarının gıdalarda gelişen ve insanlarda hastalıklara neden olabilen patojen mikroorganizmalara karşı engelleyici

etkiye sahip oldukları görülmektedir. Baharat uçucu yağlarının gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemek amacıyla kullanılacakları fakat inhibisyon etkisinin düşük konsantrasyonlarda zayıf olması nedeniyle gıdaların tadında olumsuzluğa yol açabileceği düşünülmektedir. Gıdaların tadını olumsuz etkilemeden antimikrobiyal madde olarak kullanılıp kullanılmayacağı besiyeri ortamında değil, doğrudan gıda maddelerinde yapılacak denemelerle belirlenmelidir.

Türkiye, bitki çeşitliliği yönünden oldukça zengin bir ülkedir. Bu bitkilerden bir çoğu aromatik özellik göstermekte olup baharat olarak kullanılmaktadır. Baharatların gıda endüstrisinde bilinen kullanım gerekçelerinin (çehni, renk ...vs.) yanı sıra antimikrobiyal olarak kullanılmaları doğal beslenmenin öneminin artacağı yakın gelecekte üzerinde oldukça fazla durulacak konuların başında gelecektir. Şimdiden bütün baharatlarımızın bu konuda etkili olup olamayacakları yapılacak deneysel çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abe, K., Takikawa, A., Yamamoto, M., Ishimaru, S., Yasui, M., Okubo, Y. and Yokoigawa, K. (2002) Antimicrobial Activity of Nutmeg Against *Escherichia coli* O157. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 4: 315-320.
- Akgül, A. (1993) Baharat Bilimi ve Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*. Yayın no: 15 Ankara. 451s.
- Altuğ, T. (2001) Gıda Katkı Maddeleri. *Ege Üniversitesi Basımevi*. İzmir.s.128-130.
- Anonim (2002) Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği. *Lebib Yalkın Yayınları*. İzmir s.1573.
- Arora, D.S. and Kaur, J. (1999) Antimicrobial Activity of Spices. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 12:257-262.
- Asta (1997) American Spice Trade Association Fourth Edition. p: 17-22.
- Başoğlu, F. (1982) Gıdalarda Kullanılan Bazı Baharatların Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri ve Kontaminasyondaki Rollerini. *Gıda*. 7(1), 19-24.
- Baser, K.H.C., Ozek, T., Vardar, F., Bedir, E., Kocabas, E.E. and Yesil Celiktas, O. (2007) Antimicrobial Activities of Methanol Extracts and Essential Oils of *Rosmarinus officinalis*, Depending on Location and Seasonal Variations. *Food Chemistry*. 100: 553-559.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G. and Karadoğan, T. (2004) Antibacterial Activity and Composition of Essential Oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* Species with Commercial Importance in Turkey. *Food Control*. 15: 169-172.
- Chemat, F., Smadja, J., Meklati, B.Y. and Ferhat, M.A. (2006) An Improved Microwave Clevenger Apparatus for Distillation of Essential Oils from Orange Peel. *Journal of Chromatography*. 1112: 121-126.
- Coşkun, F. (2006) Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2:27-33. <http://ejft.teknolojikarastirmalar.com/detay.php?id=51>
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ. (2004) Gıda Katkı Maddeleri. *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayınları*, Yayın No: 164. Erzurum. 214s.
- Çelik, G.Y. ve Çelik, E. (2007) Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 5(2): 1-6. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702070201.pdf

- Çenet, M. ve Toroğlu, S. (2006) Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Metodlar. **KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi**. 9(2): 12-20.
- Çenet, M., Dığrak, M. ve Toroğlu, S. (2006) Baharat Olarak Tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Antibiyotiklere İn-Vitro Etkilerinin Belirlenmesi. **KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi**. 9(1), 20-26.
- Çon, A.H., Ayar, A. ve Gökalp, H.Y. (1998) Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Çeşitli Bakterilere Karşı Antimikrobiyal Etkisi. **Gıda**. 23(3), 171-175.
- Dığrak, M., İzmirli, M. ve Dağcı, E. K. (2002) Kahramanmaraş İlinde Yetişen Bazı Ağaç Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması. **KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi**. 5(1), 38-46.
- Dığrak, M., Toroğlu, S. ve Kocabaş, Y. Z. (2005) Çay ve Baharat Olarak Tüketilen *Teucrium polium* L., *Thymbra spicata* L. var. *spicata*, *Ocimum basilicum* L. Ve *Foeniculum vulgare* Miller' in Uçucu Yağlarının İn-Vitro Antimikrobiyal Aktivitesi ve Bazı Antibiyotiklerle Etkileşimleri. **KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi**, 8(2), 36-42.
- Dobroslava, B., Katarina, D., Marian, S. and Dusan, F. (2006) Essential Oils- Their Antimicrobial Activity Against *E. coli* and Effect on Intestinal Cell Viability. **Toxicology in Vitro**. In Pres.
- Halkman, A.K. and Nasar-Abbas, S. M. (2004) Antimicrobial Effect of Water Ekstract of Sumac (*Rhus coriaria* L.) on the Growth of Some Food Borne Bacteria Including Pathogens. **International Journal of Food Microbiology** 97: 63-69.
- Hohman, J., Molnar, J. and Schelz, Z. (2006) Antimicrobial and Antiplasmid Activities of Essential Oils. **Fitoterapia**. 77:279-285.
- İlcım, A., Ravid, U., Dığrak, M. and Karaman, S. (2001) Antibacterial and Antifungal Activity of the Essential Oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. **Journal of Ethnopharmacology**. 76: 183-186.
- Lacroix, M., Saucier, L., Caillet, S. and Qussalah. (2006) Inhibitory Effects of Selected Plant Essential Oils on the Growth of Four Pathogenic Bacteria: *E.coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**. 18(5), p.414-420.
- Lazari, D., Sokovic, M., Demetzos, C. and Skaltsa, H.D. (2003) Essential Oil Analysis and Antimicrobial Activity of Eight *Stachys* Species from Greece. **Phytochemistry**. 64: 743-752.
- Nair, M.K.M., Vasudevan, P. and Venkitanarayanan, K. (2005) Antibacterial Effect of Black Seed Oil on *Listeria monocytogenes*. **Food Control**. 16:395-398.

- Nakahara, K. and Alzoreky, N.S. (2003) Antibacterial Activity of Extracts From Some Edible Plants Commonly Consumed in Asia. *Food Microbiology*. 80: 223-230.
- Nostro, A., Germano, M. P., D'Angelo, V., Marino, A. and Canatelli, M. A. (2000) Extraction Methods and Bioautography for Evaluation of Medicinal Plant Antimicrobial Activity. *Letters in Applied Microbiology*. 30:379-384.
- Oğuz, B. ve Sarı, A. O. (2002) Kekik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Bilgi Föyü. 108:21-22. İzmir.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Holley, R.A., Piette, G. and Begin, A. (1997) Antibacterial Activity of Selected Fatty Acids and Essential Oils Against Six Meat Spoilage Organisms. *International Journal of Food Microbiology*. 37: 155-162.
- Özcan, M. and Sağdıç, O. (2003) Antibacterial Activity of Turkish Spice Hydrosols. *Food Control*. 14: 141-143.
- Pauli, A. (2001) Antimicrobial Properties of Essential Oil Constituents. *The International Journal of Aromatherapy*. 11(3).
- Rasooli, I., Rezaei, M.B. and Allameh, A. (2006) Ultrastructural Studies on Antimicrobial Efficacy of Thyme Essential Oils on *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Infectious Diseases*. 10: 236-241.
- Recio, M.C. and Rios, J. L. (2005) Medicinal Plants and Antimicrobial Activity. *Ethnopharmacology*. 100: 80-84.
- Roura, S. I., Valle, C. E., Ponce, A. G. and Moreira, M. R. (2005) Inhibitory Parameters of Essential Oils to Reduce a Food Borne Pathogen. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 38: 565-570.
- Sağdıç, O. (2003) Sensitivity of Four Pathogenic Bacteria to Turkish Thyme and Oregano Hydrosols. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol*. 36:467-473.
- Sağdıç, O., Kuşçu, A., Özcan, M. and Özçelik S. (2002) Effects of Turkish Spice Extracts at Various Concentrations on the Growth *E. coli* O157:H7. *Food Microbiology*. 19:473-480.
- Salvat, A., Antonnacci, L., Fortunato, R. H., Suarez, E. Y. and Godoy, H. M. (2001) Screening of Some Plants From Northern Argentina for Their Antimicrobial Activity. *Lett. Appl. Microbiol*. 32:293-297.
- Sarıkuş, G. and Seydim, A. C. (2006) Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated With Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*. 39: 639-644.
- Sezer, N. (2003) Bazı Tropik Baharatlar ve Uçucu Yağlarının Antibakteriyal Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Biyoloji Anabilim Dalı. *Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Konya.s:1-5.

- Shan, B., Cai, Y., Brooks, J.D. and Corke, H. (2007) The In Vitro Antibacterial Activity of Dietary Spice and Medicinal Herb Extracts. *International Journal of Food Microbiology*. 117: 112-119.
- Şahan, Y., İrkin, R. ve Korukluoğlu, M. (2007) Bazı Baharat ve Tıbbi Bitkilerin Antimikrobiyal Özellikleri. *Gıda Mühendisleri Odası Dergisi*. 10(25), 37-44.
- Şen, F., Dülger, B. ve Gücin, F. (1999) *Russula delica* Fr. Makrofungusunun Antimikrobiyal Aktivitesi. *Turkish Journal of Biology*. 23: 127-133.
- Turantaş, F. ve Ünlütürk, A. (2003) Gıda Mikrobiyolojisi. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*. İzmir S:171, 415..
- Viljoen, A., Vuuren, S.V., Ernst, E., Klepser, M., Demirci, B., Başer, H. and Wyk, B.E. (2003) *Osmitopsis asteriscoides* (Asteraceae)-The Antimicrobial Activity and Essential Oil Composition of a Cape - Dutch Remedy. *Journal of Ethnopharmacology*. 88: 137-143.
- Yalçın, A. (2000) Baharat Dünyası. *Geçit Kitapevi*. Sirkeci. İstanbul. s.89-91,100-103,141-146.
- Yiğit, N. ve Benli, M. (2005) Ülkemizde Yaygın Kullanımı Olan Kekik (*Thymus vulgaris*) Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 3(8), 1-8. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702050801.pdf.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Latife Sinem CERİT
Ana adı : Meral
Baba adı : Ahmet
Doğum yeri ve yılı : İzmir, 1983
Lisans eğitimi ve mezuniyet yılı : Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, 2005

Çalıştığı kurum : Altuntaş Baharat San. Tic. A.Ş.
Bildiği yabancı dil : İngilizce

Yayınlanan Eserleri

Cerit, L.S., Gökçe, R. (2008) Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. *Akademik Gıda*. 6(1), 29-32.