ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHARATIN ANTİMİKROBİYEL ETKİSİNİN ENGELLER TEKNOLOJİSİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Meltem YILDIRIM AYBAKIR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2015

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

16.09.2015

Meltem YILDIRIM AYBAKIR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAHARATIN ANTİMİKROBİYEL ETKİSİNİN ENGELLER TEKNOLOJİSİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Meltem YILDIRIM AYBAKIR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN

Bu çalışmada, bazı baharat uçucu yağlarının disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyel aktivitesi araştırılmıştır. Kekik, kimyon, nane ve sarımsak yağları, karanfil aromasının %100; %10; %5 ve %2.5; sarımsak ve sumağın %10, %5 ve %2.5 konsantrasyonlarının *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarına hem tek başlarına antimikrobiyel etkileri hem de birbirleriyle kombine edilerek bu kombinasyonların antimikrobiyel etkileri analiz edilmiştir. *B. cereus* ATCC 11778 suşu 28°C'ta 24 sa, diğer suşlar 37°C'ta 24 sa inkübe edilerek oluşan inhibisyon çapları ölçülmüştür. Kontrol olarak paraformaldehit kullanılmıştır.

Ölçüm sonucunda en etkili baharat yağının kekik; tüm suşlara karşı hiçbir etki göstermeyen baharat yağının ise kimyon olduğu gözlemlenmiştir. Engeller teknolojisine göre karışımlarda yağların %10 konsantrasyonları kullanılmıştır ve bu konsantrasyon baz alındığında; en etkili ve en etkisiz oldukları mikroorganizmalar sırası ile; kekik yağında *S. aureus* ATCC 6538 dışındaki mikroorganizmalara en etkili, karanfil aromasında *S.* Abony NCTC 6017/*S. aureus* ATCC 6538- *B. cereus* ATCC 11778, nane yağında *B. cereus* ATCC 11778 dışındaki mikroorganizmalara en etkili, sarımsak yağında *S.* Enteritidis ATCC 13076-*S.* Abony NCTC 6017 dışındakilere en etkisiz, sarımsakta *S.* Abony NCTC 6017/*E. coli* ATCC 25922, sumakta *E. coli* ATCC 25922 dışındaki tüm suşlara daha az etkide bulunurken kimyon yağı hiçbir mikroorganizma üzerinde etkili olmamıştır. Kombinasyonlara bakıldığında tek tek etkilere göre önemli bir fark görülmezken en fazla sinerjik etki *S. aureus* ATCC 6538 suşunda görülmüştür. Antimikrobiyel etkinin Gram negatif bakterilere karşı Gram pozitif bakterilere göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Eylül 2015, 72 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyel aktivite, engeller teknolojisi, baharat

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATING ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SPICES IN HURDLE TECHNOLOGY

Meltem YILDIRIM AYBAKIR

Ankara University
Graduate School of Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN

In this study, antimicrobial activity of some essential oils of spices by the usage of disc diffusion method was researched. The materials used in this study are oil of thyme, cumin, menthol, garlic, clove aroma, garlic and sumac. The concentrations of 100%, 10%, 5% and 2.5% were analyzed on *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778, *E. coli* ATCC 25922. For the materials sumac and garlic, concentrations used started from 10%. The solutions were examined both individually and the binary combination of 10% concentrations of each.

The strain of *B. cereus* ATCC 11778 was incubated at 28°C for 24h; whereas the other strains were incubated at 37°C for 24h. At end of the incubation time, the inhibition zones' diameters were measured. Paraformaldehyde was used as a control group.

At the end of the measurement it was determined that out of the used solutions, the most effective one was thyme essential oil; while the minimum effective one was cumin oil. The most resistant microorganism against thyme oil was *S. aureus* ATCC 6538 and the least resistant one was *S.* Abony NCTC 6017; for clove aroma *B. cereus* ATCC 11778-*S.* Enteritidis ATCC 13076; for menthol oil *S. aureus* ATCC 6538- *S.* Enteritidis ATCC 13076; for garlic oil *S.* Enteritidis ATCC 13076-*S. aureus* ATCC 6538; for garlic *E. coli* ATCC 25922-*S.* Enteritidis ATCC 13076; for sumac *S. aureus* ATCC 6538,-*E. coli* ATCC 25922 and the cumin oil didn't show any effect to none of those strains.

On the other hand, when the combinations were observed, usually there was no significant difference compared with the individual effects of the solutions on the strains. However the most synergistic effect of the solutions was observed on *S. aureus* ATCC 6538. It was found out that antimicrobial effects of the solutions were more effective for Gram (-) bacteria than Gram (+) bacteria.

September 2015, 72 pages

Key Words: Antimicrobial effect, the hurdle technology, spices.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteğini, bilgisini, yardımını esirgemeyen, tezim sırasında yeterince sabır gösteren, hocalığına ayrı insanlığına ayrı saygı ve sevgi duyduğum danışman hocam sayın Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Yaşamımda ve okul hayatımda bana hep yardımcı olan, baba gibi gördüğüm, ailesini ve kendisini çok sevdiğim sayın Dr. İsmail MERT'e (ASÜD),

Laboratuvar çalışmalarımda bilgisiyle, arkadaşlığıyla bana destek olan ve yol gösteren, ne zaman ihtiyacım olsa yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Gizem ÖZLÜK ÇİLAK'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Tezimin istatistiksel analizlerinde bana her zaman yardımcı olan Arş. Gör. Emine ÇARKÇIOĞLU ve Arş. Gör. İrem ÖZKESER'e (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Laboratuvar çalışmalarım sırasında benden arkadaşlığını esirgemeyen Hilal SELAMOĞLU'na,

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman arkamda olan ve varlıklarıyla gurur duyduğum canım aileme,

Yalnızca yüksek lisans tezim sırasında değil, her türlü konuda bana sonsuz sabır ve sevgi gösteren, bana her zaman destek olan sevgili eşim H. Barış AYBAKIR'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Meltem YILDIRIM AYBAKIR
Ankara, Eylül 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ **3**
2.1 Baharatın Tanımı ve Ülkemizdeki Durumu **3**
2.2 Antimikrobiyel Aktivite **4**
2.3 Baharat Uçucu Yağları **7**
2.4 Ekstraksiyon Yöntemleri **9**
2.4.1 Sokselet ekstraksiyonu (Sürekli sıcak ekstraksiyon) **9**
2.4.2 Sonikasyon (ultrason ekstraksiyonu) **10**
2.4.3 Maserasyon (ıslatma-yumuşatma) **11**
2.4.4 Süperkritik akışkan ekstraksiyonu **11**
2.4.5 Mikrodalga ekstraksiyonu **12**
2.4.6 Basınçlı sıvı ekstraksiyonu **14**
2.5 Damıtma Yöntemleri **14**
2.5.1 Su ile damıtma **14**
2.5.2 Buhar ile damıtma **15**
2.5.3 Vakum ile damıtma **15**
2.6 Antimikrobiyel Aktivite Belirleme Yöntemleri **15**
2.6.1 Disk difüzyon yöntemi **15**
2.6.2 İmpedimetrik yöntem **16**
2.6.3 Türbidimetrik yöntem **16**
2.6.4 Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC) **16**
2.7 Engeller Teknolojisi **17**
2.8 Tezde Kullanılan Baharat Çeşitleri **18**
2.8.1 Karanfil **18**
2.8.2 Kekik **19**
2.8.3 Kimyon **20**
2.8.4 Nane **21**
2.8.5 Sarımsak **22**
2.8.6 Sumak **23**
2.9 Tezde Kullanılan Bakteriler **25**
2.9.1 *Bacillus cereus* **25**
2.9.2 *Escherichia coli* **26**
2.9.3 *Salmonella* Abony **26**

2.9.4 *Salmonella* Enteritidis 27
2.9.5 *Staphylococcus aureus* 27
3. MATERYAL VE YÖNTEM 29
3.1 Materyal 29
3.2 Yöntem 29
3.2.1 Kullanılan mikroorganizismalar 29
3.2.2 Yağların hazırlanması 29
3.2.3 Kullanılan besiyerleri ve hazirlanmasi 30
3.2.4 Antimikrobiyel aktivite analizi 30
3.2.5 İstatistiksel değerlendirme 31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 32
4.1 Kekik Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 32
4.2 Karanfil Aromasının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 36
4.3 Kimyon Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 39
4.4 Nane Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 40
4.5 Sarımsak Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 41
4.6 Sarımsağın Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 43
4.7 Sumağın Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular 45
4.8 Baharat Çeşitlerinin Kombinasyonlarına Ait Bulgular 47
5. SONUÇ 63
KAYNAKLAR 67
ÖZGEÇMİŞ 72

SİMGELER DİZİNİ

a_w	Su Aktivitesi
°C	Santigrat Derece

Kısaltmalar

cm	Santimetre
dk	Dakika
kHz	Kilohertz
KOB	Koloni Oluşturan Birim
m	Metre
µL	Mikrolitre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MIC	Minimum Inhibition Concentration (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu)
pH	Power of Hydrogen (Hidrojen Gücü)
psi	Pounds Per Inch Square (inç kare başına düşen basınç)
sa	Saat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Sokselet cihazı ve kısımları 9
Şekil 2.2 Ultrason yardımlı sokselet cihazı ve kısımları 11
Şekil 2.3 Süperkritik akışkan ekstraksiyon düzeneği 12
Şekil 2.4 Mikrodalga ekstraksiyonu düzeneği 13
Şekil 2.5 Alliinden allisin sentezi ve allisin ile tiol arasındaki reaksiyonları 23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Kekik yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi.....32
Çizelge 4.2 Karanfil aromasının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi 36
Çizelge 4.3 Nane yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi 40
Çizelge 4.4 Sarımsak yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi.....42
Çizelge 4.5 Sarımsağın konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi 43
Çizelge 4.6 Sumağın konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi 45
Çizelge 4.7 Karanfil-kimyon karışımının antimikrobiyel aktivitesi 47
Çizelge 4.8 Karanfil-sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi…….48
Çizelge 4.9 Kekik-karanfil karışımının antimikrobiyel aktivitesi 50
Çizelge 4.10 Kekik-kimyon karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....51
Çizelge 4.11 Kekik-nane karışımının antimikrobiyel aktivitesi 52
Çizelge 4.12 Kekik-sarımsak yağı karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....53
Çizelge 4.13 Kekik-sarımsak karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....54
Çizelge 4.14 Kekik-sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....55
Çizelge 4.15 Kimyon-sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi 56
Çizelge 4.16 Nane-karanfil karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....57
Çizelge 4.17 Nane-sarımsak yağı karışımının antimikrobiyel aktivitesi 58
Çizelge 4.18 Nane-sarımsak karışımının antimikrobiyel aktivitesi 60
Çizelge 4.19 Nane-sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi.....61
Çizelge 4.20 Karışımların antimikrobiyel etkisinin tek çizelgede gösterimi.....62

1. GİRİŞ

Baharat; eski çağlardan beri pek çok kullanım alanı olan, gıda, parfümeri, eczacılık gibi sektörlerde yer alan bitkiler olarak bilinmektedir (Akgül 1993, Üner vd. 2000). Kelime anlamı "baharlı bitkiler"dir. Kaynağını Güney ve Güneydoğu Asya'dan alan baharat; Çin, Hint, İran, Mısır, Anadolu, Roma gibi çok eski uygarlıklarda da ticari olarak yer almıştır. "İpek Yolu, Baharat Yolu, Kral Yolu" gibi isimler de bu ticaretten ve baharattan dolayı verilmiştir (Akgül 1993).

Antik çağlarda Mezopotamya'da hardal, rezene, kekik, safran; Eski Mısır'da mumyacılıkta kullanılmak üzere anason, mercanköşk, kimyon, tarçın, karanfil; Hitit uygarlığında ise defne, haşhaş, sarımsak, mersin gibi pek çok baharatın kullanılmış olduğu belirtilmektedir. Günümüzde beslenme alışkanlıklarının ve damak zevkinin değişmesi, farklı gıdaların ortaya çıkması, tüketicinin doğal ürünlere yönelme isteği, gıdaların raf ömrünün uzatılması, antimikrobiyel etki göstermesi, gıdaya renk, tat, koku vermesi amacıyla baharatın önemi giderek artmaktadır (Akgül 1993).

Baharatta antimikrobiyel aktivite baharat türüne, baharatın konsantrasyonuna, mikroorganizma türüne, yoğunluğuna ve baharatta bulunan uçucu yağ miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Baharatta antimikrobiyel aktiviteyi belirleyen temel unsur uçucu yağdır. Uçucu yağda bulunan fenolik ve terpenoit bileşikler antimikrobiyel aktivite göstermekte ve her baharata özgü farklı maddeler bulunmaktadır. Kekikte timol, karanfilde öjenol, kimyonda küminaldehit, nanede mentol ve menton, sarımsakta allisin, sumakta ise 3-4-5-trihidroksibenzoik asit, 4-metoksi-3,5-dihidroksibenzoik asit ve gallik asit antimikrobiyel aktivite göstermeyi sağlayan maddelerdir (Artık ve Poyrazoğlu 1994, Nasar-Abbas ve Halkman 2004, Coşkun 2010, Evren ve Tekgüler 2011).

Uçucu yağlar bitkilerin taç yaprak, yaprak, meyve, kabuk, meyve sapı, odunsu doku, bazen bir organın belli dokularında ya da bitkinin tüm organlarında bulunabilmektedir. Çiçek, meyve, kabuk, yaprak, rizom, reçine ve odun gibi kısımlardan genellikle su buharı damıtma ile elde edilmektedir (Kırbağ ve Bağcı 2000). Oda sıcaklığında

sıvıdırlar, kolayca kristalleşebilirler, renksiz ya da açık sarı renktedirler ve kuvvetli bir kokuları vardır (Evren ve Tekgüler 2011).

Uçucu yağlarda bulunan fenolik bileşikler hücre zarındaki fosfolipit tabakayı tahrip ederek bu tabakanın geçirgenliğini arttırırlar ve bu sayede hücre içindeki bileşenler hücre dışına çıkar. Böylelikle mikroorganizmalar inhibe olur (Coşkun 2010).

Antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesinde Minimum Inhibitory Concentration (MIC), disk difüzyon yöntemi, türbidimetrik yöntem ve impedimetrik yöntem gibi metotlar kullanılmaktadır (Şahin 2006).

Bu çalışmanın amacı baharatın ve baharat kombinasyonlarının laboratuvar kültürümüzde bulunan belirli suşlar üzerinde antimikrobiyel aktivitesini araştırmak, hangi baharatın tek başına hangi baharatın birlikte daha fazla antimikrobiyel etki gösterip göstermediğini belirlemektir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Baharatın Tanımı ve Ülkemizdeki Durumu

Ticaret merkezi Ortadoğu olarak bilinen baharatın, 7 000 yıllık geçmişiyle çok eski zamanlardan beri kullanıldığı bilinmektedir (Akgül 1993). Genel olarak baharat, farklı amaçlarla yiyecek ve içeceklere katılan aromatik bitkilerdir (Üner vd. 2000). Gıdalarda daha iyi görünüş, daha iyi tat, koku ve tüketici tarafından kabul edilebilirlik açısından yüzyıllardır kullanılmaktadır (Anonim 2015a). Başlangıçta genellikle hastalıkların tedavisinde, dini törenlerde ve koku maddeleri üretiminde kullanılmış, sonraları gıdayı koruma, iştah açıcı ve gıdaya lezzet verme amacıyla da değerlendirilmiştir (Akgül 1993).

Tarih boyunca tıp ve beslenme alanlarında baharat hammaddeleri birbirini tamamlar şekilde kullanılmıştır. İlk çağlarda ham olarak kullanılan baharat 19. yy'dan sonra kimya bilimindeki gelişmelerle birlikte farklı şekillerde kullanılmaya başlanmıştır. Önce baharatın etkili maddeleri belirlenmiş, ekstraksiyon / damıtma gibi yöntemlerle çeşitli türev ürünler olarak elde edilmiş ve bu ürünlerin yemeklere çeşni verici olarak katılması sağlanmıştır. 20. yy'ın ortalarından itibaren hem evlerde hem de endüstride, gıdalarda baharat kullanımı önemli derecede artış göstermiştir. Toplumumuzda da değişen ve gelişen beslenme alışkanlıkları, değişik ve etnik lezzetlere yönelme, yeni gıda ürünlerinin çıkması, teknolojik gelişmeler ve gereklilikler baharattan yararlanma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Tüm ya da öğütülmüş baharatın yanında oleorezin gibi çeşitli ekstraktlar, uçucu yağlar, sıvı aromalar, kapsüllenmiş ürünler, karışımlar gibi pek çok sayıda baharat türevi gıda teknolojisinde ve ticarette çeşitli uygulamalarla birlikte tercih edilmeye başlanmıştır (Akgül 1993).

Genel olarak baharatı tanımlamak gerekirse;

- Gıda ürünlerinde kullanılan,
- Gıdaya lezzet, koku ve renk verme amaçlarını taşıyan,
- Tek başına temel gıda sayılamayan,
- Tüm veya öğütülmüş olarak tek başına ya da karışım şeklinde kullanılabilen,
- Bitki kökenli ürünler olarak tanımlanabilmektedir (Akgül 1993).

2.2 Antimikrobiyel Aktivite

Mikroorganizmalar gıda endüstrisinde pek çok farklı rol oynamaktadır. Bazıları çeşitli fermente ürünlerde yararlı etkide bulunurken; pek çoğu da gıdada bozulmaya sebep olmaktadır. Mikrobiyel gelişmeyi yavaşlatan, engelleyici etkide bulunan genellikle bakteriyostatik veya fungustatik özellik gösteren etki "antimikrobiyel aktivite" olarak adlandırılmaktadır (Üner vd. 2000).

Gerek mikroorganizma tarafından üretilen, gerekse yapay yollarla elde edilebilen, mikroorganizmaları öldüren ya da gelişmelerini baskılayan, gıdalarda istenmeyen fakat bulunabilen/bulunma olasılığı olan maya, küf ve bakterileri bulunduğu ortamdan uzaklaştırmak ya da çoğalmalarını önlemek için ortama katılan maddeler antimikrobiyel madde olarak tanımlanmaktadır. Bu maddeler gıdayı korumak, ürünün kalitesini arttırmak, raf ömrünü uzatmak amacıyla gıdalara eklenmektedir. Antimikrobiyel maddeler laboratuvar ortamında üretilen sentetik veya biyolojik sistemlerde bulunan doğal antimikrobiyeller olarak iki grupta incelenmektedir. Sentetik grupta yasal olarak gıdalarda kullanımına izin verilenler asetik asit ve tuzları, benzoik asit ve tuzları, laktik asit, laktat, nitrit, nitrat, sorbik asit ve tuzları, sülfit gibi kimyasallardır. Doğal grupta ise bitki, hayvan ve mikroorganizma kaynaklı antimikrobiyel maddeler yer almaktadır (Davidson ve Harrison 2003).

Yumurtada bulunan lizozim, ovotransferrin ve avidin, sütte bulunan laktoperoksidaz ve laktoferrin, kan serumunda bulunan transferrin hayvan kaynaklı doğal antimikrobiyel maddelere; çeşitli baharat ve bitkilerden elde edilen ve düşük molekül ağırlığına sahip olan karvakrol, öjenol, timol, allisin, sinamik aldehit gibi fenolik bileşikler, yine bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar doğal antimikrobiyel maddelere; nisin ve pediosin gibi bakteriyosinler ise mikroorganizmalardan elde edilen doğal antimikrobiyel maddelere örnek olarak verilebilir (Leistner 2000).

Antimikrobiyel etki çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kullanılan antimikrobiyelin türü, derişimi, hedef mikroorganizma türü, ortam pH'sı bu faktörler arasında yer almaktadır. Kullanılacak antimikrobiyel maddeler sağlığa zararlı olmamalı,

saf ve toksikolojik yönden zararsız, mümkün olduğunca geniş spektrumlu, ucuz olmalı; gıda bileşeni ve ambalaj materyali ile tepkimeye girmemelidir (Anonim 2015b).

Gıdalarda sıkça kullanılan koruyucu maddeler sağlığa zarar vermeyecek miktarda kullanılsalar bile bu maddeler zaman içerisinde vücutta birikebileceği için insan sağlığını tehdit edebilmektedir (Zengin vd. 2012). Günümüzde tüketicinin minimum düzeyde işlem görmüş, kimyasal katkıların kullanılmadığı, sağlık açısından da zarar vermeyecek gıdalara yönelik taleplerinin artmasıyla ve baharat niteliği taşıyan maddelerin faydalarını ortaya çıkaran bazı çalışmalarla birlikte baharat ve özütlerinin gıdalarda koruyucu amaçlı kullanılması ön plana çıkmıştır (Üner vd. 2000, Coşkun 2010).

Bitki kaynaklı esansiyel yağlar ve ekstraktlarının önemli miktarda protein ve yağ içeren gıdalarda yüksek MIC değerleri gerektirmesi ve duyusal açıdan kabul edilebilir limitlerin dışına çıkması gibi nedenlerden ötürü baharat kullanımı sınırlanmaktadır. Fakat bu gibi istenmeyen etkilerin minimum düzeye indirilmesi, doğal antimikrobiyellerin çevresel stres faktörleriyle kombinasyonları kullanılarak mümkün olabilmektedir. Böylece tüketici en az seviyede işlem görmüş ve yapay katkı maddesi içermeyen gıdalara erişebilmektedir (Valero ve Salmeron 2003).

Yukarıda bahsedildiği gibi, insanların doğal yiyeceklere yönelmesi sanayide koruyucu madde olarak baharat kullanımını yaygınlaştırmıştır. Çabuk bozulma eğiliminde olan gıdalarda raf ömrünü arttırmak ancak doğal katkılarla mümkün olabilmektedir (Coşkun 2010).

Antik çağlardan itibaren baharatın değişik özellikleriyle kullanıldığı ve gıdalara koruyucu madde olarak katıldığı bilinmektedir (Zaika 1987). Eski Mısır'da mumyalamada, Hindistan ve Çin'de gıdaların korunması ve medikal tedavilerde baharat kullanılmıştır (Üner vd. 2000). Baharatın antimikrobiyel özelliği üzerine bilimsel araştırmalar 19. yy'da başlamış ve rapor edilmiştir (Zaika 1987). Baharat kullanımının gıda koruma amaçlı kullanılmasındaki ilk laboratuvar çalışması da Hoffman ve arkadaşları tarafından 1911 yılında yapılmıştır. Günümüzde ise gıdaya katılan baharat miktarı antimikrobiyel aktivite gösterecek kadar katılmıyorsa da, doğal koruyuculara ilginin artması ile antimikrobiyel

etki konusunda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Baharatın fermente ürünlerin üretiminde starter kültürlere karşı inhibitör aktivite göstermesi de, bu araştırmaları yaygınlaştırmış ve araştırmalar önem kazanmıştır (Çon vd. 1998). Gıdalarda istenmeyen mikroorganizmalara karşı baharatın antimikrobiyel etkisinin araştırıldığı fermente ürünlerde kullanılan laktik asit bakterilerinin çeşitli baharat türlerinden etkilendiğini inceleyen çalışmalar bu araştırmaların önem kazandığına örnek verilebilmektedir. Bunlara ek olarak baharatın gıdalara lezzet verici, bakteriostatik, fungustatik, bakterisidal, antioksidatif, tansiyon düşürücü, diüretik etkileri ve bunlara benzer fonksiyonları üzerine pek çok araştırma yapılmaktadır (Üner vd. 2000).

Baharatın antimikrobiyel aktivitesi baharat türü, baharattaki uçucu yağ konsantrasyonu, hedef mikroorganizma türü ve yoğunluğu, işleme ve depolama koşulları gibi çeşitli etkenlere göre farklılık göstermektedir (Coşkun 2010).

Baharatın antimikrobiyel aktivite göstermesinin kaynağı genellikle içeriğinde bulunan uçucu yağlardır (Akgül ve Kıvanç 1989). Baharat içerisindeki antimikrobiyel etkide bulunan bu yağlar genel olarak hidroksil grup içeren fenol yapısındaki bileşiklerdir ve önemli ölçüde antifungal, antibakteriyel ve antioksidan özelliğe sahiptirler (Van de Break ve Lejiten 1999, Başer 2004). Baharattaki uçucu yağlara antimikrobiyel aktivite özelliği veren; yapılarındaki terpenoit ve bir hidroksil grup içeren fenolik bileşenlerdir (Üner vd. 2000, Başer 2004). Bu fenolik bileşenler, hücre membranında bulunan fosfolipit tabakayı tahrip eder, bu tabakanın geçirgenliğinin artmasına sebep olur ve böylelikle hücre içindeki maddeler hücre dışına sızar ya da bakterinin enzim sistemi bozulur. Bu durumda mikroorganizma inhibisyonu gerçekleşmiş olur (Roura vd. 2005, Coşkun 2010).

Dünyada 1 300'den fazla bitkinin antimikrobiyel aktivite gösterdiği belirtilmektedir fakat bu bitkilerinin bir kısmının gıdalarda kullanılması mümkün olmamaktadır (Karankı 2013). Antimikrobiyel aktivite özelliği gösteren maddeler her baharatta farklılık göstermektedir (Coşkun 2010).

2.3 Baharat Uçucu Yağları

Baharat aroması, birkaçı dışında genellikle, içeriğindeki uçucu yağlarından kaynaklanmaktadır (Akgül 1993). Uçucu yağlar, su veya su buharı damıtma ile bitkilerden ya da bitkisel hammaddelerden elde edilmektedir. Oda sıcaklığında sıvı, bazen donabilen, kuvvetli kokulu, uçucu, yağımsı karışımlar olarak tanımlanabilmektedir. Su buharı ile sürüklenebilir, suda çözünmeyen fakat organik çözücülerde çözünebilen maddelerdir. Bu yağlar açıkta bırakıldıkları zaman oda sıcaklığında bile buharlaşabilme özelliğine sahip oldukları için "uçucu yağ"; hoş kokulu oldukları ve kozmetikte de kullanıldıkları için "esans"; uçuculukları yönünden etere benzedikleri için "eterik yağ" adları ile de bilinmektedirler (Çalıkoğlu vd. 2006). Uçucu yağlar hücreler arasında bulunmakta ve hücreler arası bilgi taşınmasında, hücreyi dış etkilere karşı korumada ve dengelemede görev almaktadır. Bunların yanında önemli hormonlar da uçucu yağların bileşiminde yer almaktadır. Bu sebeple bitki kimyasında uçucu yağların önemli yeri bulunmaktadır (Çelik ve Yuvalı Çelik 2007).

Bitkilerin familya, cins ve tür farklarından ötürü içerdikleri uçucu yağ oranları da değişiklik göstermektedir. Bu değişikliğin nedenlerinden biri de bitkilerin değişik organlarından yararlanılmasıdır (Akgül 1993).

Uçucu yağların baharattan elde edilmesi 13. yy'a dayanmaktadır ve ilk olarak adaçayı ve biberiye yapraklarından uçucu yağ üretildiği bilinmektedir. 16. yy'a gelindiğinde ise bu bitkilere ek olarak melekotu, tarçın, kimyon, karanfil, kakule, rezene, anason, fesleğen, karabiber de eklenmiş ve uçucu yağı alınan bitki sayısı giderek artmıştır. Günümüzde ise hemen hemen her bitkinin uçucu yağı elde edilebilmektedir (Akgül 1993).

Baharatın kokusu uçucu yağlardan kaynaklanmaktadır fakat tat ve renk bileşenleri genellikle uçucu yağda bulunmamaktadır. Dolayısıyla baharatın kendisi ile kıyaslandığında uçucu yağı, baharata göre duyusal açıdan eksik kalmaktadır. Buna ek olarak baharat uçucu yağlarının bazı dezavantajları da bulunmaktadır:

- Aroması tipiktir ancak kayıplar ya da değişmeler olabilmektedir.

- Doğal olarak antioksidan içermez.
- Kuru ürünlerde emilimi zor olur.
- Bazıları kolayca okside olur.
- Çok yoğun olduğu için endüstride işlenmesi zordur.

Dezavantajlarının yanında avantajları da vardır:

- Mikroorganizma içermezler; sağlıklıdırlar.
- Standart bir aroma gücü vardır ve aroma kalitesi sabittir.
- Katıldıkları ürüne nem bırakmaz, renk vermez.
- Ambalajlaması, depolanması kolay ve ekonomiktir.
- Uygun koşullar sağlandığında uzun süre dayanırlar.
- Az da olsa üretildiği baharatın tipik aromasına sahiptir ve üretildiği baharat yerine, belli sınırlar içerisinde kullanılabilir (Akgül 1993).

Uçucu yağların dünyadaki üretim miktarı net olarak bilinmemektedir. Fakat yıllık 45 000 ton civarında üretim olduğu tahmin edilmektedir (Bektaşoğlu 2006). Ülkemizde 2015 verilerine göre yıllık yaklaşık 12 milyon US$ uçucu yağ ithal edildiği bilinmektedir (Anonim 2015c).

Bitkide antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesi için etken maddenin ekstraksiyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Bitki dokusundaki etken maddenin bazı çözücü maddeler kullanılarak bitkinin çözünmeyen kısmından ayrılmasına "ekstraksiyon" adı verilmektedir (Karankı 2013). Bitkiyi ön yıkama, kurutma, dondurma, homojenizasyon için ezme gibi işlemler ekstraksiyonun temel aşamalarıdır. Ekstraksiyonda dikkat edilmesi gereken nokta, bitkinin aktif bileşenlerinin özelliklerini kaybetmemesini sağlamaktır (Sasidharan vd. 2012).

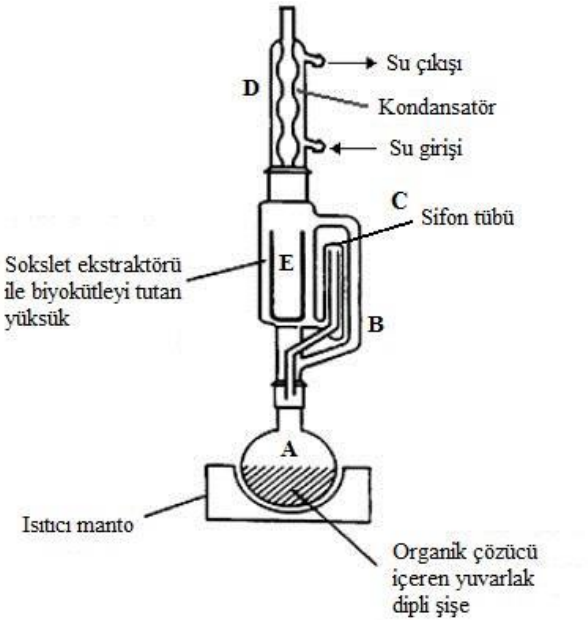
Uçucu yağlar su buharı ile sürüklenebilme özelliğine sahiptir ve dolayısıyla diğer bir adı da distilasyon olan damıtma yöntemi ile elde edilmektedir. Uçucu yağın içeriği ve özelliği o uçucu yağın damıtma yöntemini de belirlemektedir. Su ile damıtma, su buharı ile damıtma ve buharla damıtma olmak üzere başlıca üç damıtma yöntemi vardır (Akgül

1993). Uçucu yağ elde etmek için genel olarak damıtma, çözücü-süperkritik akışkan ekstraksiyonu ve presleme yöntemleri kullanılmaktadır; ancak en yaygın yöntem damıtmadır (Çalıkoğlu vd. 2006).

2.4 Ekstraksiyon Yöntemleri

2.4.1 Sokselet ekstraksiyonu (Sürekli sıcak ekstraksiyon)

Franz von Soxhlet tarafından 1879 yılında geliştirilen bir yöntemdir (Karankı 2013). Şekil 2.1'de gösterilen özel bir cihaz kullanılmaktadır.



Şekil 2.1 Sokselet cihazı ve kısımları (Karankı 2013)

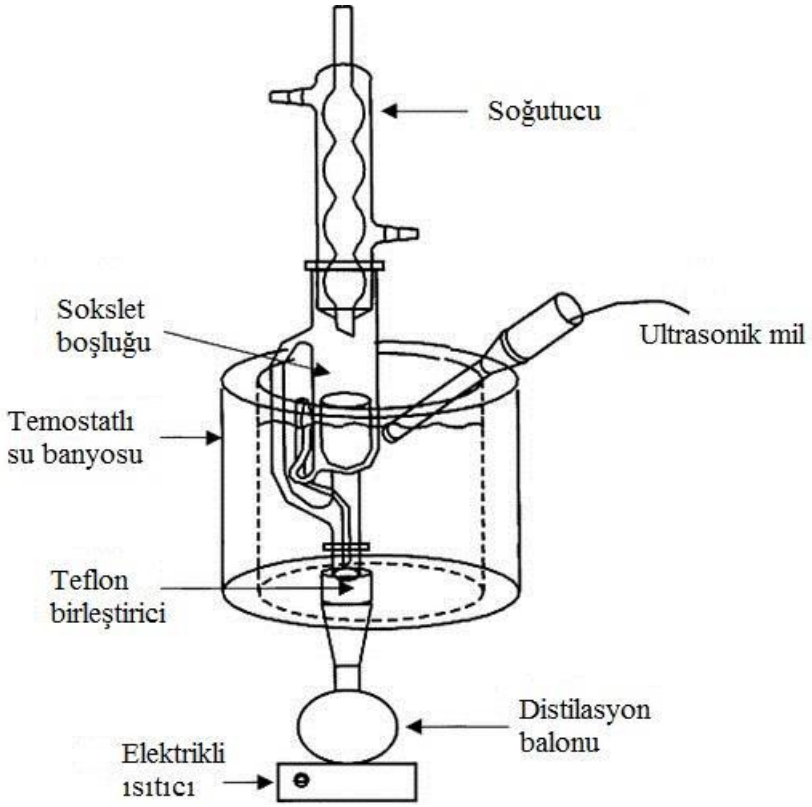
Bu yöntemde bitki; oda sıcaklığında, içerisinde organik bir çözücü bulunan sokselet cihazına konularak kaynatılır, işlem sonunda organik çözücü damıtma ile ortamdan uzaklaştırılır ve kalan madde içerisinde uçucu bileşikler toplanır (Kılıç 2008). Bu metotta önemli nokta ekstraksiyon için uygun sıcaklığın ve organik çözücünün belirlenmesidir (Karankı 2013). Organik çözücü olarak endüstride etanol ve hekzan kullanılırken, laboratuvar çalışmalarında eter ve pentan-diklormetan (2:1) kullanılmaktadır. Sıcaklık ise genellikle 60°C'tan daha düşüktür. (Kılıç 2008).

Sokselet yönteminin; taze çözücünün katı matriks ile sürekli temasından ötürü aktarımının dengeli olması, ekstraksiyon sonunda süzme işlemine ihtiyaç duyulmaması ve hem basit hem de ucuz bir ekstraksiyon yöntemi olması gibi avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar;

- Ekstraksiyon süresinin uzun olması
- Kullanılan çözücü miktarının fazla olması
- Damıtma şişesinin ısınması da gerektiği için sıcaklığın yüksek tutulması
- Çalkalama işleminin ekstraksiyon hızına etki etmemesi olarak sıralanabilmektedir (Karankı 2013).

2.4.2 Sonikasyon (ultrason ekstraksiyonu)

Sonikasyon yönteminde ultrasonik ses dalgaları kullanılarak çözücünün bitki içerisine nüfuz etmesi ve kitle aktarımının artması sağlanmaktadır. 20-2 000 kHz frekans aralığında kullanılan ultrasonik ses dalgaları hücre duvarının geçirgenliğini arttırmada yardımcı olmaktadır. Süre kısadır ancak bu yöntem, bitkide serbest radikal oluşumunu arttırabilmekte ve aynı zamanda hücre duvarının biyolojik yapısını bozarak içeriğinin değişmesine neden olmaktadır. Bunların yanında diğer yöntemlere kıyasla uçucu yağda uçma ve kaybolma olmamaktadır, hızlıdır, etkili sonuç alınır, çözücü verimli şekilde kullanılır, maliyet düşüktür, her çeşit çözücüden faydalanılmakta ve basit ekipman kullanılmaktadır (Karankı 20013). Şekil 2.2'de sonikasyon cihazının kısımları yer almaktadır.



Şekil 2.2 Ultrason yardımlı sokselet cihazı ve kısımları (Karankı 2013)

2.4.3 Maserasyon (ıslatma-yumuşatma)

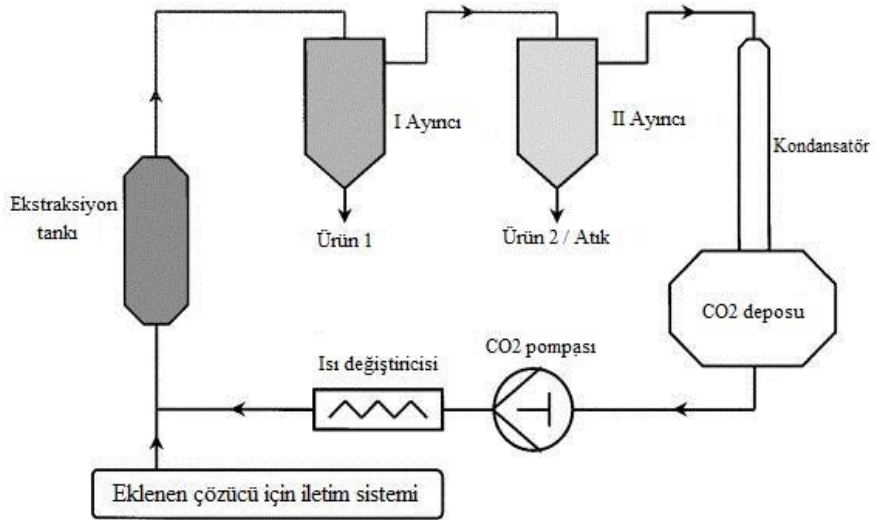
Maserasyon yöntemi, biyoaktif bileşiklerin ve esansiyel yağların elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan ucuz bir yöntemdir. Öncelikli olarak bitki materyali kuru ve toz halinde olmalıdır ve çözücü ile birlikte kapaklı bir kap içerisinde konularak uygun sıcaklık ve zamanda inkübe edilir. İnkübasyon sırasında bu karışım çalkalanırsa çözücünün bitki materyaline daha iyi nüfuz etmesi sağlanır. Ardından filtreleme yapılarak ekstraksiyon tamamlanır (Handa vd. 2008, Karankı 2013).

2.4.4 Süperkritik akışkan ekstraksiyonu

Süperkritik akışkan ekstraksiyonunda, çözücü olarak süperkritik sıvı özelliği gösteren çözücüler kullanılmaktadır. Süperkritik özellik, maddenin belirli bir sıcaklık ve basınç altında sıvı ile gaz arasında bir halde bulunmasıdır (Kılıç 2008). Süperkritik akışkanlar

sıvı çözücülere göre daha iyi difüze olurlar, viskoziteleri ve yüzey gerilimleri daha düşüktür. Bu yöntemde çoğunlukla silindirik kaplar kullanılmaktadır ve önemli olan nokta sıcaklık ve basıncın kritik değere ulaşmasıdır (Karankı 2013). Çözücünün etkisi ve ekstraksiyon bileşiminin belirlenmesinde, süperkritik akışkan maddenin cinsi önem taşımaktadır (Wang ve Weller 2006). Karbondioksit kolay bulunabilen, düşük maliyetli, saflığının yüksekliği, kullanımının kolaylığı sebebiyle en çok tercih edilen süperkritik akışkan ekstraksiyon yöntemi çözücüsüdür (Porta vd. 1999).

Süperkritik akışkan ekstraksiyonu düşük sıcaklıkta gerçekleşmesi nedeni ile organik çözücüden gelebilecek zararı önler, çözücü kalıntısı bırakmaz ve çevreye zarar vermez (Karankı 2013). Süperkritik akışkan ekstraksiyon şeması Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Süperkritik akışkan ekstraksiyon düzeneği (Karankı 2013)

2.4.5 Mikrodalga ekstraksiyonu

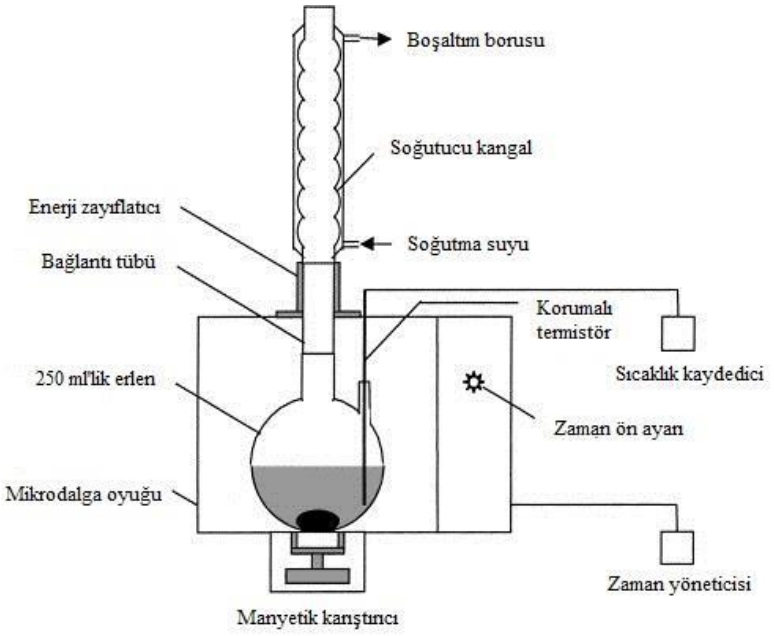
Bu yöntemde bitki materyali çözücü içerisine konulur ve mikrodalga etkisiyle ısıtılarak ekstrakte edilir. Bu işlemde mikrodalga enerjisi bitkideki su tarafından absorbe edilir ve bitkinin yapısı bozularak ekstrakte edilmesi kolaylaşır (Karankı 2013). İki yöntemle yapılabilir. Birincisi ve en yaygını sıcaklık ve basıncı kontrol edilebilen kapalı bir

sistemle ekstraksiyon; ikincisi de açık kap içerisinde atmosferik basınç altında gerçekleştirilen ekstraksiyondur (Kılıç 2008).

Mikrodalga ekstraksiyon; yoğun bir ısınma ile katı maddenin nem almasını sağlar. Nem arttıkça buhar basıncı oluşur ve bu basınçla moleküllerin kutuplarında bulunan ve yükseltgenen zayıf hidrojen bağları bozunur, böylece hücre duvarı kırılarak içerisindeki yağlar çıkmış olur (Handa vd. 2008, Kılıç 2008).

Yöntem ilk olarak 1975'te metal analizi için kullanılmıştır. Bitkide kullanımı ise Ganzler vd. tarafından 1986'da gerçekleşmiştir (Kılıç 2008).

Ürün miktarını ve ekstraktın saflığını arttırması, ısı kaybını engellemesi, düşük maliyetli ve hızlı olması bu yöntemin avantajlarındandır (Karankı 2013). Mikrodalga ekstraksiyonuna ait düzenek şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4 Mikrodalga ekstraksiyonuna örnek düzenek (Karankı 2013)

2.4.6 Basınçlı sıvı ekstraksiyonu

Basınçlı sıvı ekstraksiyonunda paslanmaz çelikten yapılmış bir kap içerisine katı veya yarı katı materyal çözücü ile birlikte konulur, çözücü hacminin artması için 50-200°C arasında bir sıcaklıkta fırına konularak ısıtılır; bir yandan da 500-3000 psi arasında bir basınç uygulanarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilir (Kaufmann ve Christen 2002, Kılıç 2008).

Yöntem ilk defa 1996 yılında Ritcher vd. tarafından kullanılmıştır. Yüksek sıcaklık ve basınçla birlikte az miktarda çözücü kullanılması, kısa sürede gerçekleşmesi ve kaynama noktasına bağlı kalınmaması bu yöntemin avantajlarındandır (Karankı 2013).

2.5 Damıtma Yöntemleri

Sıvıların kaynama noktalarındaki farklılıklar sayesinde uçucu yağ elde etme yöntemleridir. Elde edilen uçucu yağlar kaynama noktası düşük bileşikleri büyük miktarda; kaynama noktası yüksek bileşikleri ise küçük miktarda içermektedir. Su ile damıtma, buhar ile damıtma ve vakum ile damıtma olmak üzere 3 çeşittir.

Tüm damıtma çeşitlerinde damıtılacak baharatın temizlenmesi, elenmesi, organik ve inorganik bileşenlerin uzaklaştırılması ve uçucu yağın daha hızlı ve fazla miktarda alınması için kuru olarak öğütülmesi gerekmektedir (Akgül 1993).

2.5.1 Su ile damıtma

Uçucu bileşenlerin elde edilmesinde sıklıkla kullanılan bu yöntem; kaynatılmaya dayanıklı ve kurutulmuş materyallere uygulanır. Soğutucu kısım ile etkileşimli cam balon içerisine suyla birlikte uçucu yağı alınacak bitki ilave edilir, bitki çeşidine göre 2-8 saat kaynatılır. Su buharıyla birlikte hareket eden yağ molekülleri soğuk sistemde yoğunlaşarak sudan ayrılır ve bir bölmede toplanır. Nişasta içeren baharat çeşitlerine uygun bir yöntem değildir; en iyi verim ise toz halindeki baharattan alınmaktadır (Akgül 1993).

2.5.2 Buhar ile damıtma

Bitki materyalinin bulunduğu cam kaba dışarıdan, basınçlı veya kızgın buhar püskürtülerek yapılan damıtma çeşididir. Buharla birlikte yağ damlacıkları da sürüklenir ve ayrı bir kap içerisinde biriktirilir, burada yoğunlaştırılarak suyundan ayrıştırılır (Akgül 1993, Kılıç 2008).

2.5.3 Vakum ile damıtma

Kaynama noktası yüksek olan bileşikler için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde buhar basıncı düşürülerek kaynatma ve damıtma işlemi yapılır. Uçucu yağlar bu şekilde elde edilir (Kılıç 2008).

2.6 Antimikrobiyel Aktivite Belirleme Yöntemleri

Antimikrobiyel etkinin belirlenmesi pek çok yöntemle yapılabilir. Genel olarak iki önemli noktaya dikkat edilmektedir. İlk olarak süre sabitlenir ve istenilen inhibitör etkiyi gösterecek konsantrasyon belirlenir; ikinci olarak ise konsantrasyon sabit tutulur, antimikrobiyel etkiyi gösteren süre belirlenir (Şahin 2006).

Gerek baharatın gerek bitki ekstraktlarının antimikrobiyel aktivitesi belirlenirken laboratuvar kültür ortamları kullanılır. İnhibisyon zonunun ölçülmesi, türbidimetrik yöntemler ve mikroorganizma sayımı kullanılan metotlardandır. Bunların yanı sıra MIC yöntemi ile de antimikrobiyel aktivite belirlenebilmektedir (Şahin 2006).

2.6.1 Disk difüzyon yöntemi

Disk difüzyon yöntemine en yaygın antimikrobiyel etki belirleme yöntemi denilebilir. Bu yöntemde kullanılan disk katı besiyeri üzerine konulur. Disk yerine havuzcuk veya kuyucuk da oluşturulabilir ve diske ya da kuyucuklara antimikrobiyel madde eklenir. Eklenen antimikrobiyel maddenin etkinliği hedef mikroorganizmanın oluşturduğu /

oluşturacağı zon çapı ile ölçülür. Patojenler üzerinde antibiyotik testi için sıklıkla kullanılan pratik bir yöntemdir (Karankı 2013).

Oluşan zon çapının büyüklüğü, antimikrobiyel maddenin etkinliğine ve kolay difüze olabilmesine bağlıdır (Hao vd. 1998).

2.6.2 İmpedimetrik yöntem

İmpedimetrik yöntem, antimikrobiyel aktiviteyi belirlemek için kullanılan impedans ölçümüne dayalı hızlı bir yöntemdir. Düşük iletkenliği olan besin maddelerinin yüksek iletkenliği olan bileşenlere dönüşmesi gerçekleşir ve bu durum bakteriyel gelişim ile sağlanır. Yöntem, plak sayımı ve kalibrasyon gerektirmektedir (Şahin 2006).

2.6.3 Türbidimetrik yöntem

Türbidimetrik yöntem, düşük maliyetli, hızlı ve tahrip edici özelliği olmayan bir yöntemdir. Bu yöntemde antimikrobiyel aktivite belirlenirken bakteri hücrelerinin her bir gelişim aşamasında konsantrasyonları ölçülür ve spektrofotometre ile mikrobiyel yük tespit edilir. Çoğalma esnasında $>10^5$ KOB/mL düzeyinde olan mikroorganizmalar tespit edilebilmektedir, ancak bu seviyeden daha yüksek mikroorganizma yükünde spektrofotometredeki absorbans değeri artış gösterebilmektedir. Yöntemin optimum çalıştığı seviye genellikle 10^6-10^7 KOB/mL düzeyindedir (Şahin 2006).

2.6.4 Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC)

Antimikrobiyel etki düzeyi test edilecek bileşenin farklı konsantrasyonlardaki örnekleri kullanılarak, mikrobiyel gelişimi tamamen engellediği en düşük konsantrasyon düzeyi belirlenir ve o düzey MIC adını alır. Sıvı ya da katı besiyerinde, antimikrobiyel etki gösteren maddelerin farklı konsantrasyonlarının kullanılması ile MIC değeri belirlenebilmektedir (Şahin 2006).

2.7 Engeller Teknolojisi

Engeller teknolojisi genellikle birden fazla proses yaklaşımı ile çalışmaktadır. Bu yaklaşımlar, patojenlerin gıda içerisinde yaşamlarını sürdürebilmelerini engelleyici olarak görev yaparlar (Gorris ve Mukhopadhyay 2014). Engeller teknolojisi saprofitlerin baskılanmasını, gıdanın raf ömrünün uzamasını sağlar ve kısaca sinerjik etkinin kullanılması olarak tanımlanabilir (Halkman 2014).

Engeller teknolojisinde doğru kombinasyonları kullanmak mikrobiyel güvenliği, stabiliteyi ve gıda ürünlerinin kalitesini etkilemektedir. Doğru kullanıldığında gıdaların korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojinin geçmişi eskiye dayanmaktadır ve günümüzde de halen pek çok ülkede başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Gorris ve Mukhopadhyay 2014). Gelişmekte olan ülkelerde gıdaların hassas fakat etkili şekilde korunmasında kullanılmaktadır. İlk zamanlarda koruyucu maddelerin kombinasyonları, yönetim ilkeleri bilinmeden ampirik olarak uygulanmaktaydı fakat sonraları engeller teknolojisinin akıllı uygulanmasının başlamasıyla daha iyi bilinir hale gelmiştir (Leistner 2000).

Gıda güvenliğini sağlamak için asitlendirme, kurutma, NaCl gibi kimyasal koruyucu kullanımı, vakumlama, soğutma gibi engeller gelişmekte olan ülkeler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrobiyolojik açıdan yüksek kalitede hammadde kullanımı ve modern tekniklerin uygulanması gıdalarda koruyucu kullanımını azaltmaya yöneliktir ve bununla birlikte hem duyusal kalitede hem de besin maddelerinde kayıplar daha az olmakta, daha düşük maliyetlerde üretim de sağlanabilmektedir (Halkman 2014).

Teknolojinin kullanım örneklerine bakıldığında; yüksek sıcaklıkta ısıl işlem, düşük sıcaklıkta depolama, yüksek asitlik, düşük su aktivitesi, düşük redoks potansiyeli, koruyucuların varlığı ve bu faktörlerin kombinasyonlarıdır. Gıdalar için 60'a yakın potansiyel engel bulunduğu söylenmektedir. Tüm engel tekniklerinin amacı; istenmeyen mikroorganizmaların elimine edilmesi, inaktive edilmesi ya da en azından inhibe edilmesini sağlamaktır. Engelin yoğunluğu patojenlerin türüne bağlı olarak; ürüne zarar vermeden,

ekonomik şekilde ayrı ayrı ayarlanabilmektedir. Zaman kavramı bu teknoloji için en önemli etmenlerden bir tanesidir. Örneğin daha fazla soğutma ve/veya koruyucu ilavesi ve/veya kurutma işlemleri gibi engellerle, mikroorganizmaların ikiye bölünme süreleri uzatılabilmektedir. Engeller teknolojisi kavramı minimal düzeyde işlenmiş gıdalar için tüketici eğiliminin de etkisi ile pratik uygulamada popülerlik kazanmıştır. Yaygın engeller; sıcaklık, yüksek basınç, kimyasal kullanımı, mikrobiyolojik olarak türetilen engeller ve bunların birbirleri ile olan kombinasyonlarıdır (Gorris ve Mukhopadhyay 2014, Halkman 2014).

2.8 Tezde Kullanılan Baharat Çeşitleri

Bu çalışmada karanfil aroması, kekik, kimyon, nane, sarımsak uçucu yağları ile sarımsak ve sumağın sulu çözeltileri kullanılmıştır.

2.8.1 Karanfil

Myrtaceae familyasından gelen karanfil; 10-20 metre boyunda, yeşil, mızrak yapraklı, salkım şeklinde sarı çiçekli, %15-20 arasında uçucu yağ içeren Endonezya kökenli bir bitkidir. Tropik bölgelerde tohum veya çelikle üretilir.

Karanfil uçucu yağı su veya su buharı damıtma ile genellikle kurutulmuş tomurcuktan elde edilen renksiz veya açık sarı renkli bir yağdır. Tipik kokusunu ve lezzetini veren madde öjenol (2 metoksi-4-allil fenol) adlı antimikrobiyel ve analjezik bileşiktir. Uçucu yağ karanfilin yapraklarından ve çiçek saplarından da elde edilebilmektedir; fakat bu şekilde elde edilen yağlarda öjenol az ve kalitesi düşük, renk ise kahverengi olmaktadır.

Karanfil bitkisi dünyada önemli ve eski bir baharat türüdür. Mutfaklarda, fırın, meyve, sebze, et ürünlerinde; ekmek, kek, çörek, pasta, turşu, reçel, puding, sosis, köfte yapımında tüm veya öğütülmüş olarak kullanılmaktadır. Gıda dışında ise eczacılık ve kozmetik sektörlerinde kullanımı yaygındır.

Ülkemizde ise karanfil bitkisi yetişmemekte; ithal edilmektedir. Genel olarak bitki çaylarında, bazı soslarda, unlu ve şekerli mamullerde, ilaçlarda ve parfümlerde kullanılmaktadır (Akgül 1993).

Karanfil uçucu yağında etkin bileşen "öjenol" adlı maddedir, uçucu yağda %80-90 civarında bulunmaktadır ve bu madde hücre membranını, hücre organellerini inhibe ederek etkisini göstermektedir (Akgül 1993, Evren ve Tekgüler 2011). Karanfil uçucu yağı, kurutulmuş tomurcuktan su veya su buharı damıtma ile elde edilir, renksiz ya da açık sarı renkte bir sıvıdır (Akgül 1993). Karanfil tomurcuğundan elde edilen yağın verimi ortalama %17'dir, nadiren ise %18 olabilmektedir (Guenther 1953). Karanfil yağlarının endüstride kullanılmasına dair yasal bir engel bulunmamaktadır (Bayrak 2006).

2.8.2 Kekik

Labiatae familyasından gelen kekik; 30-50 cm boyunda, sık dallı, küçük yapraklı, pembe-beyaz çiçekli, Avrupa kökenli çok yıllık, gri-yeşil renkli bir bitkidir. Baharat olarak incelendiğinde otsu, timolsü, keskin, yakıcı ama hoş kokulu, fenolik lezzetli olarak tanımlanabilmektedir. Uçucu yağında flavanoit, tanen, fenolik asit, saponin, reçine ve triterpen bulunmaktadır (Akgül 1993). Kekik bitkisi; güneşli, kuru ve yüksek sıcaklıklardaki, pH'sı 5 ile 8 arasında olan kuru topraklarda kolayca ve kısa zamanda yetişebilmektedir (Karankı 2013).

Kekik uçucu yağı su buharı damıtma ile tüm haldeki bitkiden %0.5-3 arasında çok düşük bir verimle elde edilebilmektedir. Yağ, sarı-kırmızı-kahverengi renklerde, baharatın kendisinden daha yoğun ve keskin lezzetlidir. Yapılan bazı araştırmalar sonucunda kekik yağının en önemli uçucu yağ bileşeninin karvakrol (%71.0-94.3) olduğu, ayrıca α-pinen (%1.4-2.1), β-mirsen (%0.8-1.7), α-terpinen (%0.0-1.0), β-terpinen (%1.5-4.8), p-simen (%1.0-2.7), linalool (%0.0-21.5), borneol (%0.0-0.6) ve timol (%0.0-3.0) olduğu belirlenmiştir (Arabacı ve Baydar 2013).

Kekik bitkisi dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel olarak et ürünlerinde, soslarda, çorbalarda, turşularda, zeytin-baharat karışımlarında, likörlerde,

şekerlemelerde yer aldığı görülmektedir. İçerisinde bulunan timol bileşiği güçlü bir antimikrobiyel etkiye sahip olmakla birlikte bazı ülkelerde tek başına gıda aroma katkısı olarak da kullanılabilmektedir. Gıda sektörü dışında eczacılık, parfümeri ve kozmetik sektörlerinde de yararlanılmaktadır (Akgül 1993).

Ülkemizde 40'a yakın yabani kekik türü yetiştirilmektedir. Bu türler arasında gerek ekonomik gerekse tarımsal yönden *Origanum* cinsi içinde bulunanlar değer kazanmaktadır. Bazı türleri geleneksel olarak, örneğin Van çevresinde otlu peynir yapımında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra daha çok et, çorba ve soslarda kullanımı görülmektedir (Akgül 1993, Başer 1994).

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda kekik uçucu yağında antimikrobiyel açıdan etkin bileşenin "timol" adlı madde olduğu belirlenmiştir ve uçucu yağda %5-60 arasında bulunur. Timolden sonra bir diğer etkili madde ise "kavrakrol"dur ve uçucu yağ bileşiminde yine %5-60 arasında bulunur (Coşkun 2010).

2.8.3 Kimyon

Umbelliferae familyası üyesi olan kimyon otsu, tek yıllık, 40-50 cm boylu, beyaz-pembe çiçekli, tohumla üretilen ve genellikle Akdeniz Havzası, Ortadoğu ve Asya ülkelerinde yetiştirilen bir bitkidir (Akgül 1993).

Baharat özelliğine bakıldığında sarı-kahverengi, 3-6 mm uzunlukta, çok kuvvetli, yağsı ve tipik kokulu, keskin lezzetlidir. Gelişmek için 25-30 ^{o}C bir sıcaklıkta, yağmursuz, kuru ve serin iklim ister. pH'sı 6.8 ile 8.3 arasında olan topraklarda optimum büyüme sağlanır. Bünyesinde %2.5-6 uçucu yağ barındırmakta ve tanen, flavanoit, reçine, zamk içermektedir. Uçucu yağı; et, konserve, ilaç ve kozmetik sanayisinde ve gıda sanayilerinde et ve peynircilikte kullanılmaktadır (Akgül 1993, Karankı 2013).

Kimyon bitkisi dünyada eskiden beri ve çok fazla kullanılmaktadır. Genellikle et, sebze, yumurta, peynir, sos, turşu, ekmek gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Gıda sanayisi dışında ise parfümeri ve eczacılık sektörlerinde yer almaktadır. Ülkemizdeki durumuna

bakıldığında en yaygın baharat türlerindendir ve büyük oranda Konya, Ankara, Eskişehir, Niğde şehirlerinde yetiştirilmektedir. Genellikle sucuk, köfte gibi et ürünlerinde, baharat karışımlarında ve geleneksel lezzetlerde kullanılmaktadır (Akgül 1993).

Kimyon uçucu yağı su buharı damıtma ile kurutulmuş meyveden elde edilen, renksiz veya açık sarı renktedir. Özgün aromasını ise aldehitler vermektedir. Kimyon uçucu yağının antimikrobiyel açıdan etkin bileşeni "küminaldehit" maddesidir ve uçucu yağda bulunma oranı %13.13'tür. Renksiz ya da açık sarı olan kimyon uçucu yağı nüfuz edicidir; lezzeti ise baskın, ağır, küminaldehitsidir (Akgül 1993).

2.8.4 Nane

Labitae familyası üyesidir. Taze ya da kurutulmuş şekilde baharat olarak tüketilmekte ve uçucu yağ üretiminde de kullanılmaktadır. *Mentha* türüne ait pek çok çeşidi bulunmaktadır (Akgül 1993). pH olarak 5.5 ile 7 arasındaki topraklarda ve nemli bölgelerde yetişmektedir (Karankı 2013). Tüm türlerin uçucu yağı genel olarak su buharı damıtma yöntemi ile elde edilebilmektedir.

Ülkemizde oldukça yaygın bir baharat çeşididir (Akgül 1993). Ankara Ticaret Odası verilerine göre nane uçucu yağı ithal edilmektedir. Uçucu yağı diş macunu, dondurma ve tütün ürünlerinde aroma verme amacıyla; krem, sabun, merhem gibi ürünlerde serinletici ve iyileştirici olarak görev almaktadır (Karankı 2013). Nane; bazı çorba çeşitlerinde, sebze yemeklerinde, yoğurtlu ürünlerde, sos ve salatalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Gıda sanayisinde baharat, şekerleme, likör üretimlerinde yer almaktadır. Bunların yanı sıra nane çayı üretiminde de kullanılır (Akgül 1993).

Nane uçucu yağının antimikrobiyel açıdan etkili bileşenleri başta mentol (%30-60) ve menton (%10-30)'un yanı sıra limonendir (%20) ve türler arasında bu oran değişiklik gösterebilmektedir. Genellikle çiçekli taze kısımdan su buharı damıtma yöntemi ile elde edilmektedir. Rengi; türüne göre renksiz, açık sarı, yeşilimsi olabilmektedir (Akgül 1993).

2.8.5 Sarımsak

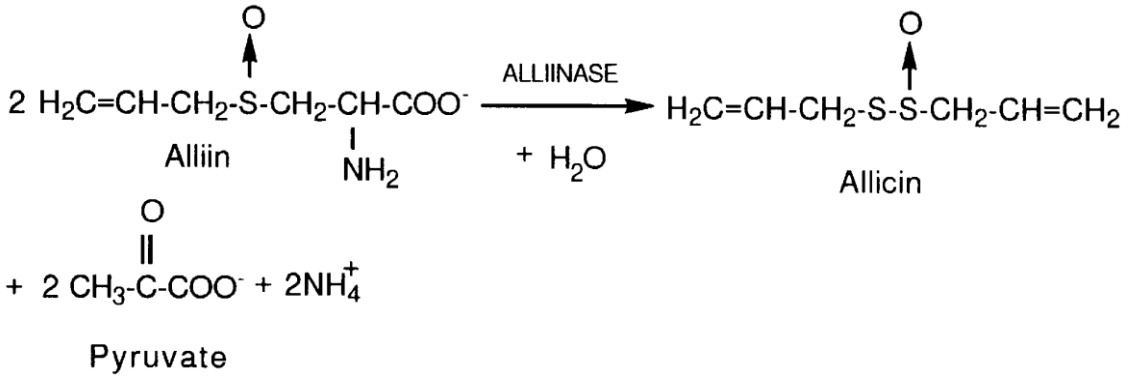
Liliaceae familyası üyesidir. Çok yıllık, otsu, 25-100 cm boyunda, soğanlı, düz ve geniş yapraklı, beyaz-pembe renkli, Orta ve Batı Asya kökenli bir bitkidir (Akgül 1993).

Baharat olarak incelendiğinde beyazımsı-siyahımsı kabukla kaplı, çok sayıda dişten oluşur. Dişler uçucu yağ, protein, karbohidrat, mineral, selüloz ve vitamin (A, B, C) içermektedir. Kokusu keskin, kalıcı; tadı yakıcı ve çok kuvvetlidir. Sarımsak tuzu, sarımsak tozu, kapsüllenmiş sarımsak çeşnisi, sarımsak suyu gibi çeşitli formları bulunmaktadır.

Sarımsak eski çağlardan beri kullanılmaktadır (Akgül 1993). Geçmişe bakıldığında yemeklerde tat verici olarak kullanılmasının yanı sıra hastalıkların tedavisinde de mucizevî bitki olarak bilinmektedir (İbret 2006).

Sebze olarak tek başına kullanımı çok yaygın olmamakla birlikte; kendine has tat ve koku maddeleri nedeniyle tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de pek çok mutfakta önemini korumaktadır (Akan ve Halloran 2012). Gıda sanayisinde toz sarımsak tercih edilmektedir, bunun yanında konservelerde, kurutulmuş ve dondurulmuş gıdalarda, salatalarda, çorbalarda, soslarda faydalanılmaktadır (Akgül 1993).

Tarihte ilk olarak 1858 yılında Louis Pasteur sarımsağın antimikrobiyel özelliğe sahip olduğunu keşfetmiştir ve sonraki yıllarda yapılan pek çok araştırma, sarımsağın antifungal, antibakteriyel ve antiviral etkileri olduğunu göstermiştir (Taşkın vd. 1997). Sarımsağın antimikrobiyel özelliği sarımsağa kendine özgü tipik kokusunu da veren diallil tiyosülfinattan izole edilen "allisin" bileşiğidir ve sarımsaktaki allisin miktarı %0.2-0.4 civarında bulunmaktadır. Allisinin yanı sıra bir diğer antimikrobiyel özellik gösteren madde de "alojen" dir (Artık ve Poyrazoğlu 1994). Sarımsak dişleri bütün haldeyken allisin oluşmamaktadır, ancak ezildiğinde allinaz enziminin etkisiyle çabukça ortaya çıkmaktadır (Curtis vd. 2004). Şekil 2.5'te bu değişimin reaksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Alliinden allisin sentezi (Ankri ve Mirelman 1999)

Sarımsağın bakteriler üzerindeki etki mekanizması, allisinin –SH grupları ile etkileşimine bağlıdır ve asetil CoA sentezini inhibe etmesiyle birlikte lipit sentezini engellemektedir (Focke vd. 1990). Sarımsak, maya ve küfler üzerinde protein ve nükleik asit sentezini engelleyerek etkide bulunmaktadır (Adetumbi vd. 1986).

Sarımsağın kendine has kokusunu ve lezzetini bünyesinde bulunan kükürtlü uçucu yağı vermektedir (Sarıkuş 2006). Sarımsak uçucu yağı; sarımsak soğancıklarının ezilmesi veya su buharı damıtma yöntemiyle elde edilmektedir. Verim %0.1-0.3 arasındadır. Damıtmadan elde edilen sıvı kırmızı ya da sarı renkli, yakıcı, tipik koku ve lezzette, hafif nahoştur. Diallil sülfit, diallil disülfit, diallil trisülfit, allil propil disülfit, allil alkoli dimetil trisülfit, allil metil trisülfit ve allisin başlıca bileşenleridir.

Ülkemizde önemli ölçüde sarımsak tarımı yapılmaktadır ve et ve sebze yemeklerinde, yoğurtlu veya yumurtalı yiyeceklerde, çorbalarda, sos yapımında, turşularda, çemen, pastırma, sucuk gibi ürünlerin yapımında sıklıkla yer almaktadır (Akgül 1993).

2.8.6 Sumak

Sumak *Anacardiaceae* familyası üyesi olup, kökeni Ortadoğu'ya dayanan, 1-3 m boyunda bir ağaççıktır. Tohumla ya da çelikle çoğaltılabilen, tüysü yapraklı, kırmızı renklidir (Akgül 1993). Yaprakları bol miktarda tanen içermektedir. Meyvesi ilk başta yeşil, daha sonra kırmızı renk almaktadır (Tanker vd. 2007). Baharat olarak

incelendiğinde kırmızımsı morumsu renkte, ekşi tatta, kendine has kokusu olan buruk lezzettedir. %10-20 sabit yağ, %0.02-0.03 oranında uçucu yağ içerir. Malik, sitrik, tartarik gibi organik asitler ve bunların tuzları, renk verici maddeler de içermektedir. Tipik kokusunu uçucu yağından almaktadır (Akgül 1993).

Bir diğer söyleniş şekli de "somak"tır ve Türkçe, Arapça, Farsça dillerinde yer almaktadır; Süryanice "kırmızı" anlamına gelen "sumâqâ" sözcüğünden türetilmiştir (Başoğlu ve Cemeroğlu 1984). Baharat olarak, 31 Temmuz 2000 tarihli ve 24126 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış olan Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın 2000/16 numaralı tebliğine göre sumak; "*Rhus coriaria* L. türüne giren bitkilerin meyvelerinin tekniğine uygun kurutulduktan sonra belirli oranda sofra tuzu katılarak öğütülmüş hali" olarak tanımlanmaktadır ve günümüzde de aynı tanım geçerlidir (Ünver ve Özcan 2006 ve Anonim 2015d).

Dünyada öğütülmüş şekilde sumak ekşisi olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de *R. coriaria* çeşidi yaygınlık göstermektedir (Ünver ve Özcan 2006). Güney ve Doğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmekte; salatalarda, et ve sebze yemeklerinde öğütülmüş halde; gıda dışında ise deri tabaklamada, kumaş boyamada kullanılmaktadır (Akgül 1993, Tanker vd. 2007).

Sumak bitkisinin geçmişine bakıldığında, yaprak ve meyvelerinin pek çok madde içermesi sebebiyle ilaç hammaddesi olarak kullanıldığı görülmektedir. Yaprak kısmı ishal, hemoroit, ağız yaraları, göz hastalıkları, el ve ayak çatlak tedavisi için Dioscorides ve İbni Sina tarafından önerilmiştir. (Ünver ve Özcan 2006). Yine Anadolu'da da yaprak ve meyve kısımları şeker hastalığı tedavisinde, ağız yaralarında ve şap tehlikesine karşı koruyucu olarak kullanıldığı bilinmektedir (Başoğlu ve Cemeroğlu 1984).

Sumak bitkisi gaz kromatografisi ve kütle spektroskopisi kullanılarak incelendiğinde 120'den fazla uçucu bileşenin antimikrobiyel aktiviteden sorumlu olduğu görülmektedir. Altı farklı sumak çeşidiyle yapılan analizler sonucu elde edilen bilgilere göre, antimikrobiyel aktiviteden sorumlu bileşenlerin daha çok terpenoitler ve alifatik

bileşikler olduğu ortaya çıkmıştır. Buna rağmen yine de sumağın antimikrobiyel etkide bulunan maddesinin veya maddelerinin ayrımı konusunda netlik veren çalışmalar yoktur. Diğer bir taraftan yapılan bir çalışmada Kuzey Amerika'daki yerli Kızılderililer tarafından bakteriyel hastalıkların tedavisinde kullanılan geleneksel bir sumak çeşidinin (*Rhus glabra* L.) metanol çözeltisinin antimikrobiyel aktivitesinde üç bileşenin etkili olduğu öne sürülmüştür. Bu bileşenler 3-4-5-trihidroksibenzoik asit, 4-metoksi-3,5-dihidroksibenzoik asit ve gallik asittir. Aynı cinsten gelmeleri dolayısıyla, sumaktaki (*Rhus coriaria* L.) antimikrobiyel etkinin de benzer bileşenlerden kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir fakat bu konu daha fazla araştırma gerektirmektedir (Nasar Abbas ve Halkman 2004).

Genel olarak bu baharatın antimikrobiyel etkisi uçucu yağlarından kaynaklanmaktadır fakat sumaktaki uçucu yağ miktarı yok denecek kadar azdır ve düşük kalitededir. Nasar Abbas ve Halkman (2004)'ın yaptığı bir çalışmada sumağın su ve etanol çözeltilerinin antimikrobiyel etki gösterdiği görülmüştür. Sumak bitkisi içeriğindeki kimyasal bileşenlerin antimikrobiyel ve antioksidan özelliklerinin yanında fizyolojik etkileri de göz önüne alınarak fonksiyonel gıdalar kavramına da dâhil edilebilmektedir (Ünver ve Özcan 2006).

2.9 Tezde Kullanılan Bakteriler

2.9.1 *Bacillus cereus*

B. cereus; *Bacillaceae* üyesi, aerobik, toprak kökenli, sporlu, çubuk şeklinde, hareketli, Gram pozitif bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 28-35°C, gelişebildiği pH 4.9-9.3; ama optimum pH 7'dir (Kalkan ve Halkman 2006). Gıda zehirlenmesinde sıklıkla karşılaşılan bir patojendir (Helgason vd. 2000). İntoksikasyon ve enfeksiyon etmenidir. Vejetatif hücreleri ısı ile inhibe olurken; sporları ısıya dirençli olduğu için intoksikasyona yol açabilmektedir (Şahin 2006).

Toprak kökenli olması sebebiyle, tarla ve bahçe ürünlerinden kolaylıkla bulaşabilmektedir. Et ve süt ürünlerinde de rastlanmaktadır. Standart gıda analizlerinde *B. cereus* sayımı da yapılmaktadır (Anonim 2015e).

B. cereus oluşturduğu toksinlere göre 2 çeşit gıda kaynaklı zehirlenmeye neden olmaktadır. Birinde gıda tüketildikten 1-6 saat sonrasında bulantı, kusma, karın ağrısı ve ishal gözlenirken; diğerinde gıdanın tüketilmesinden 6-12 saat sonra karın ağrısı ve ishal gözlenmektedir. İlk zehirlenme tipine "emetik tip (kusturucu) gıda zehirlenmesi", ikincisine ise "diyaretik tip (ishal yapıcı) gıda zehirlenmesi" denilmektedir. Diyaretik zehirlenmeler nadiren olmakta ve hafif bir şekilde atlatılmaktadır (Kalkan ve Halkman 2006).

2.9.2 *Escherichia coli*

Koliform grup üyesi olan *E. coli,* fakültatif anaerop, Gram negatif, sporsuz, kolay boyanabilen, çubuk şeklinde, laktozdan gaz oluşturabilen bir bakteri türüdür (Halkman 2013). 1885'te Alman bakteriyolog Theodor Escherich tarafından keşfedilmiştir ve adını da saygı gereği bulucusundan almıştır. Sıcakkanlı hayvanların mide-barsak sistemlerinin doğal florasında yer alır. Gastroenterit, bakteriyel enfeksiyon, neonatal menenjit, üriner sistem enfeksiyonu gibi semptomlara sebebiyet vermektedir (Karankı 2013). Gelişmesi için optimum sıcaklık 37°C, optimum pH ise 7.2'dir. İnsanlarda ve hayvanlarda ölümle sonuçlanabilen hastalıklar meydana getiren patojen tipleri bulunmaktadır. İneklerde mastitis, kanatlılarda hava kesesi yangısı, kedi ve köpeklerde idrar yolları enfeksiyonu, insanlarda hemolitik üremik sendrom, yara enfeksiyonları ve karaciğer apsesi, süt çocuklarında ise epidemik gastroenteritis gibi hastalıklar oluşturabilmektedir (Halkman 2013).

2.9.3 *Salmonella* abony

Salmonella spp. tüm dünyada gıda kaynaklı enfeksiyonların önde gelen nedenlerinden biridir ve özellikle de kanatlı etlerinden insana kolaylıkla bulaşabilmektedir (Terumi vd.

2000). Kısa, küçük çubuk şeklinde, Gram negatif, sporsuz ve kapsülsüz; *Enterobacteriaceae* üyesidirler. *S.* Pullorum ve *S.* Gallinarum dışında kalanlar hareketli olma özelliği gösterir. Biyokimyasal aktiviteleri çok yüksektir, genel besiyerinde 37°C'ta 24-48 saatte kolayca gelişebilir ve S tipi koloniler meydana getirirler. Antibiyotiklere ve ısıya dayanıklılıkları düşüktür; 50°C'ta 20 dakikada tahrip olabilirler. Fakat düşük sıcaklıklara dirençlidirler (Anonim 2014f). 2500'e yakın serotipi bulunmaktadır. Bunlardan biri olan *S.* Abony, Taiwan'da yapılan bir araştırmaya göre insanda salmonellozise yol açan beşinci mikroorganizma olarak belirlenmiştir (Huang vd 2011).

2.9.4 *Salmonella* enteritidis

S. Enteritidis fakültatif anaerop, çubuk şeklinde, Gram negatif, enfeksiyon etmeni bir bakteri türüdür. Etkisini, gıda tüketildikten 12-72 saat içinde karın ağrısı, ishal, kusma, ateşlenme şeklinde göstermektedir. Bazı durumlarda ölüme sebebiyet verebilmektedir. Çiğ ya da yeteri kadar ısıl işlem uygulanmamış yumurta, piliç, hindi gibi kanatlı ürünlerinde sıklıkla görülmektedir (Şahin 2006). Hayvan yemlerinde *S.* Enteritidis'e rastlanmamaktadır (Halkman 2013). Gelişebildiği sıcaklık aralığı 5.2 ile 46.2 °C; pH aralığı ise 3.8 ile 9.5'tir. Yumurta kabuğunda 4°C'ta 10 günden daha kısa sürede gelişebilmektedir (Şahin 2006, Halkman 2013). Su aktivitesi (a_w) 0.98 gibi yüksek olan gıdalara ısıl işlem uygulandığında rahatlıkla inhibe olabilmektedir (Şahin 2006).

2.9.5 *Staphylococcus aureus*

S. aureus; Micrococcaceae üyesi, Gram pozitif, insan derisinde ve mukozasında yaşayabilen, üzüm salkımı şeklinde, genel besiyerinde altın renkli koloni oluşturabilen bir bakteri türüdür. Sporsuz, hareketsiz, mezofil, katalaz pozitif ve fakültatif anaeroptur. 6-46°C'ta gelişebilmektedir ama optimum gelişme sıcaklığı 30-37°C'tır. Toksin oluşturması için gerekli sıcaklık aralığı ise 10-48°C'tır. Optimum gelişme pH'sı 7-7.5; toksin oluşturabilmesi için gerekli pH ise 4.9-5.1'dir. İntoksikasyon tipi hastalıklara neden olabilmektedir. İnsan vücudunda rahatlıkla yaşayabilmektedir. Cilt kabarıklıkları, çıban, apse, yanık, menenjit, osteomiyelit, toksik şok sendromu gibi semptomlara neden

olabilmektedir. Mikroorganizmaların inhibisyon yöntemlerine karşı yüksek derecede duyarlıdır; fakat insanlarda hastalık yapıcı ve ısı stabilitesi yüksek olan protein yapısında toksinler üretebilmektedir (Halkman 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan materyal baharat aroması, baharat yağları ve baharatın sulu çözeltileridir. Kimyon (*Cuminum cyminum*), sarımsak (*Allimum* spp.), nane (*Mentha* spp.), kekik (*Origanum* spp.) ve karanfil (*Cloves aroma*) yağı çeşitleri "ECODAB" marka İnan Tarım (Antalya) firmasından; sarımsak Ankara Dışkapı Başgimpa Süpermarket'ten ve sumak (saf sumak toz) ise Bağdat Baharat (Ankara) firmasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan baharat çeşitlerinin özellikleri yukarıda bölüm 2.8'de verilmiştir.

3.2 Yöntem

Yapılan çalışmada baharat yağları, baharat aroması ve baharat çözeltileri çeşitli oranlarda seyreltilerek disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyel aktivite ölçümü yapılmıştır.

3.2.1 Kullanılan mikroorganizmalar

Bu çalışmada Ankara Üniversitesi Gıda Mikrobiyolojisi Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilen *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları kullanılmıştır.

3.2.2 Yağların hazırlanması

Nane, kekik, kimyon ve sarımsak yağları, karanfil aroması; Nasar-Abbas ve Halkman (2003) tarafından yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurularak %100; %10; %5 ve %2.5 konsantrasyonlarda olacak şekilde seyreltilmiştir. Sumak ve sarımsak çözeltileri %10 derişimden başlamaktadır. Seyreltme işlemi için; her bir yağ çeşidine göre %10;

%5 ve %2.5 şeklinde derişim elde edilmesi amacıyla, deney tüplerine sırası ile 9 mL, 7.5 mL ve 5 mL saf su konularak otoklavda 121°C'ta 15 dk sterilize edilmiştir. Ardından tüplere sırası ile 1 mL, 2.5 mL ve 5 mL analizde kullanılacak yağlar her bir yağ çeşidi için ayrı ayrı eklenip 10 mL'ye tamamlanıp, kapakları kapatılarak vorteks cihazı ile homojenize edilmiştir. Her kullanımda homojenizasyon yapılmıştır.

3.2.3 Kullanılan besiyerleri ve hazırlanması

Yapılan çalışma için besiyeri olarak Mueller Hinton Agar acc. to NCCLS 1.05435.0500 (Merck) kullanılmıştır. Üretici firmanın talimatında belirtildiği şekilde, 1000 mL suya 38 gram besiyeri karıştırılarak homojenize edilip 121°C'ta 15 dk sterilize edilip 9 cm çaplı Petri kutularına dökülerek soğumaya bırakılmıştır.

3.2.4 Antimikrobiyel aktivite analizi

İçerisinde Mueller Hinton Agar bulunan Petri kutularına her bir bakterinin ekimi ayrı ayrı yapılmıştır. Ekim yapılırken yayma yöntemi kullanılmıştır. Bir Petri kutusuna orijinal kültürden aktifleştirilen mikroorganizmalar, mikropipet yardımıyla 0.1 µL aktarılıp, Drigalski spatülü ile yayılmış; 30 dk besiyerinin mikroorganizmayı emmesi beklenmiştir. Cam kalemi ile Petri kutusunun alt kısmı 4 eşit parçaya bölünerek her bir bölmeye bir adet boş disk (Oxoid Antimicrobial Susceptibility Test Discs CTO998B) yerleştirilmiştir. Buradaki her bir bölme bir konsantrasyonu temsil etmektedir. (Örneğin nane yağı için 4 bölmenin her biri sırasıyla %100; %10; %5 ve %2.5 oranlarındaki yağ konsantrasyonlarını içermektedir.) Ardından içerisinde uçucu yağ bulunan örnekler vorteks cihazı yardımıyla homojenize edilerek her bir yağ örneğinden mikropipet yardımıyla 10 µL olarak test disklerinin üzerine eklenmiştir. Yaklaşık 1 saat kuruması beklenildikten sonra *B. cereus* 28°C'ta, diğer mikroorganizmalar 37°C'ta 24 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda disk etrafında oluşan zon çapı ölçülmüştür. Çalışma her bir örnek için 2 paralelli olarak yürütülmüştür.

3.2.5 İstatistiksel değerlendirme

Tüm analizler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İstatistik analizler için "SAS 9.0" programı kullanılmıştır. İlk olarak her bir baharat konsantrasyonunun her bir bakteri üzerindeki etkisine bakılarak istatistiksel açıdan hesaplaması yapılmış, ardından her bir baharat kombinasyonunun her bir mikroorganizma üzerindeki etkisine bakılarak istatistiksel hesaplama yapılmıştır. Son olarak da iki hesaplamanın karşılaştırılması yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada karanfil aroması, kekik, kimyon, nane ve sarımsak yağları, sumak ve sarımsağın; *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538, *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarına olan etkisi; ardından da engeller teknolojisine göre kullanılan baharat çeşitlerinin her biri ile tek tek kombinasyonunun aynı mikroorganizmalar üzerine olan etkisi, disk difüzyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilmiş ve literatürde yer alan çalışmalar ile karşılaştırılarak 5. Bölüm'de tartışılmıştır.

4.1 Kekik Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Kekik yağının kullanılan mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Kekik yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

KEKİK YAĞI (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 µL)				
	%100	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	29.63 ± 3.38^{bC}	12.75 ± 2.10^{aB}	11.00 ± 1.68^{aC}	10.25 ± 1.37^{aB}
S. Enteritidis ATCC 13076	22.50 ± 3.38^{bC}	13.25 ± 1.16^{aB}	11.13 ± 0.83^{aC}	9.63 ± 0.24^{aB}
S. aureus ATCC 6538	0^{A}	0^{A}	0^{A}	0^{A}
B. cereus ATCC 11778	15.00 ± 0.71^{bB}	10.13 ± 0.83^{abB}	5.25 ± 3.04^{aB}	4.75 ± 2.75^{aB}
E. coli ATCC 25922	26.38 ± 2.63^{bC}	14.37 ± 3.91^{aB}	12.81 ± 1.10^{aC}	8.50 ± 2.84^{aB}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: satırlar arası farklılığı göstermektedir.
A, B, C: sütunlar arası farklılığı göstermektedir.

Tablodaki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 suşunda %100 konsantrasyon diğer konsantrasyonlardan istatistiksel olarak farklıdır ve etkisi daha büyüktür. Diğer konsantrasyonlar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ve %10 ve %5 yerine %2.5 konsantrasyon kullanılabilir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %100 konsantrasyon diğer konsantrasyonlardan istatistiksel olarak farklıdır ve etkisi daha büyüktür. Diğer konsantrasyonlar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ve %10 ve %5 yerine %2.5 konsantrasyon kullanılabilir.

S. aureus ATCC 6538 suşu üzerinde kekik yağının hiçbir konsantrasyonu antimikrobiyel etki göstermemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşu üzerinde istatistiksel olarak %100 konsantrasyon ile %10 konsantrasyon arasındaki fark önemli değildir, fakat %100 konsantrasyon ile %5 ve %2.5 konsantrasyonlar arasındaki fark önemlidir ve %100 konsantrasyonun etkisi daha fazladır. %10, %5 ve %2.5 konsantrasyonlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir. %2.5 konsantrasyon %10 ve %5 yerine kullanılabilir.

E. coli ATCC 25922 suşu üzerinde %100 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve %100 konsantrasyonun antimikrobiyel etkisi daha büyüktür. %10, %5 ve %2.5 konsantrasyonlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ve %2.5 konsantrasyon %10 ve %5 yerine kullanılabilir.

Suşlar arasındaki farklar incelendiğinde, %100 konsantrasyonda *S.* Abony NCTC 6017 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizken, bu suşlar ile *B. cereus* ATCC 11778 arasındaki fark önemlidir ve *B. cereus* ATCC 11778 suşu üzerindeki antimikrobiyel etki diğer suşlara göre daha düşüktür. *S. aureus* ATCC 6538 suşu ile diğer tüm suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir; *S. aureus* ATCC 6538 suşunda antimikrobiyel etki görülmediği için en dirençli suştur denilebilir. %10 konsantrasyonda tüm suşlar aynı direnci göstermiş; %5 konsantrasyonda *S. aureus* ATCC 6538 suşunda etki görülmezken *B. cereus* ATCC 11778 suşu ile diğer suşlar arasındaki fark önemlidir ve diğer suşlar daha çok etkilenmişlerdir. %2.5 konsantrasyonda ise *S. aureus* ATCC 6538 suşunda bir etki görülmemiş, diğer suşlar ise aynı derecede etkilenmişlerdir.

Çon vd. (1998), çeşitli baharat uçucu yağları ile yaptıkları bir çalışmada, 0.5 mm çapında diskler kullanmışlar ve bu diskleri farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağlara daldırıp, öncesinde 0.1 mL bakteri ilave etmiş, laktik asit bakterileri için MSR agar ve diğer bakteriler için TS+YE agar plaklarına yerleştirmişlerdir. Analiz sonucunda kekik uçucu yağının, %100 konsantrasyonunun *S. aureus* St44'e karşı 1.1-2.0 mm, 1/50 dilüsyonunun 0.5-1 mm, 1/200 dilüsyonunun ise hiçbir etkisi olmadığını; *Yersinia enterocolitica* tip 103'e karşı %100 ve 1/50'lik konsantrasyonun 2.1mm'den büyük, 1/200'lük konsantrasyonun bir etkisi olmadığını; *Micrococcus luteus* NRRL B-3711'e karşı %100 konsantrasyonun 2.1 mm'den büyük, 1/50'lik konsantrasyonun 2.1 mm'den büyük, 1/200'lük konsantrasyonun ise hiçbir etkisi olmadığını, *Pediococcus acidilactici* 419'a karşı %100 konsantrasyonun 1.1-2.0 mm, 1/50'lik konsantrasyonun 0.5-1.0 mm ve 1/200'lük konsantrasyonun ise hiçbir etki göstermediğini gözlemlemişlerdir. (Burada <0.5 mm inhibitör etkisiz, 0.5-1.0 mm zayıf, 1.1-2.0 mm orta ve >2.1 mm yüksek inhibitör etkili olarak tanımlanmaktadır.) Çon vd. (1998)'nin verileri ile bu çalışmadaki veriler karşılaştırıldığında, seyreltilmemiş kekik yağının en yüksek etkiyi gösterdiği her iki çalışma için de geçerli olmaktadır. Fakat inhibisyon zonu çap büyüklüğü bu çalışmada çok daha fazladır. Bu farklılık kullanılan kekik türünden, uçucu yağın saflığından, yetiştirilme şartlarından ve kullanılan suşların farklılığından kaynaklanabilmektedir.

Ertürk vd. (2010)'nin kekik uçucu yağının 15 µL eklenerek agar plak besiyerinde oluşturduğu zon çaplarının disk difüzyon yöntemiyle araştırıldığı bir çalışmada; kekiğin *S. aureus* ATCC 29213 suşuna 29±1 mm, 14±1 mm; *E. coli* ATCC 25922 suşuna 20mm, 0mm; *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 suşuna 21mm ve 0 mm zon çapı oluşturarak etki ettiği görülmüştür. Ertürk vd. (2010)'nin çalışmasına göre, bu çalışmada elde edilen zon çapları uçucu yağdan 10 µL kullanılmasına rağmen daha büyük ölçüdedir. Fakat bu çalışmada kekik uçucu yağı *S. aureus* ATCC 6538 suşuna hiçbir etkide bulunmamıştır. Farklılıkların sebebi kullanılan suşların aynı olmamasından kaynaklanabilmektedir.

Daha önceki bir araştırmada kekik bitkisi ve başka bitkiler distile su ile ekstrakte edilmiş ve *E. coli* üzerine antimikrobiyel aktivitesi araştırılmıştır. Analiz sonucunda

antimikrobiyel etkisi en fazla olan bitki kekik bitkisi olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da en yüksek antimikrobiyel etki kekikte görülmüştür.

Yapılan bir diğer araştırmada ise kekiğin hem yaprak hem de gövdesi su, etanol, diklormetan ve hekzan çözücüleri yardımıyla ekstrakte edilmiş ve *E. coli, Enterobacter aerogenes, S. aureus* ve *P. aeruginosa* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyel etkisi incelenmiştir. Analiz sonucuna göre kekiğin yaprak kısmının etanol ile olan ekstraktının *P. aeruginosa* bakterisine daha çok etkide bulunduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise çözgen olarak kimyasal kullanılmamış ve en yüksek inhibitör etki kekik bitkisinde görülmüştür.

Aktuğ ve Karapınar (1998)'nin kekiğin alkol ekstraktı kullanarak antimikrobiyel aktivite ölçümü yaptıkları bir çalışmada *S. Typhimurium, S. aureus* ve *V. parahaemolyticus* bakterileri üzerinde kekiğin bakteri gelişimini engelleyici etkide bulunduğu gözlemlenmiştir. En az duyarlılığın *S.* Typhimurium bakterisinde olduğu; *S. aureus*'ta kekiğin %0.05 konsantrasyonda bile gelişimi engellediği, *V. parahaemolyticus*'ta ise 6000 ppm konsantrasyonda bile etki göstermediği görülmüştür. Bu çalışmada ise kekik, kullanılan tüm bakterilere yüksek oranda antimikrobiyel etki göstermiştir. Aktuğ ve Karapınar (1998) kekiği alkol ekstraktı ile kullanmışlar dolayısıyla alkolün de antimikrobiyel aktivitede etkisi olabileceği düşünülmelidir. Fakat bu çalışmada saf halde kekik uçucu yağı ve farklı oranlardaki dilüsyonları kullanılmıştır. Hiçbir katkı bulunmadan da kekik uçucu yağının antimikrobiyel aktivite gösterdiği görülmüştür.

Üner vd. (2000)'nin yaptıkları bir çalışmada kekiğin 1000 ppm, 100 ppm ve 10 ppm konsantrasyonlarda antimikrobiyel etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada da kekik uçucu yağının %100, %10, %5 ve %2.5 konsantrasyonlarından 10 µL kullanılması ile antimikrobiyel aktivite gözlenmiştir.

Basmacıoğlu-Malayoğlu vd. (2011)'nin kekik bitkisinin antimikrobiyel aktivitesini araştırdıkları bir araştırmada; 3.3 mg kekiğin yalnızca *E. coli* O157:H7 RSKK 232

suşunda 10 mm; 5 mg karanfilin *S.* Typhimurium CCM 5445 suşunda 12 mm; *S. aureus* (MRSA) RSKK 95047 suşunda 21 mm; *S. aureus* ATCC 6538 suşunda 12 mm; *E. coli* ATCC 29998 suşunda 14 mm ve *E. coli* O157:H7 RSKK 232 suşunda 25 mm çapında zon oluşturduğu görülmüştür. Bu çalışmadaki verilerle karşılaştırıldığında daha düşük konsantrasyonda kekik uçucu yağı kullanılmasına rağmen, oluşan etkinin daha büyük olduğu görülmektedir.

Farag vd. (1989) kekik uçucu yağının inhibitör etkisini araştırmışlar ve 0.25-12 mg/mL arasında değişen miktarlarını test ederek inhibitör etki gösterdiğini, bu etkinin Gram negatif bakteriler üzerine Gram pozitif bakterilere göre daha fazla olduğunu belirlenmiştir. Bu çalışmada da antimikrobiyel etki Gram negatif bakterilerde daha fazladır.

4.2 Karanfil Aromasının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Karanfil aromasının tezde kullanılan mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Karanfil aromasının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

KARANFİL AROMASI (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 μL)				
	%100	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	9.63 ± 0.83^{bA}	3.50 ± 2.02^{aAB}	1.75 ± 1.75^{aA}	0^{a}
S. Enteritidis ATCC 13076	11.13 ± 0.24^{cA}	5.81 ± 1.95^{bBC}	3.75 ± 2.18^{abA}	0^{a}
S. aureus ATCC 6538	8.50 ± 0.68^{bA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{a}
B. cereus ATCC 11778	7.25 ± 2.52^{bA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{a}
E. coli ATCC 25922	9.50 ± 0.65^{cA}	7.63 ± 0.24^{bC}	0^{aA}	0^{a}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: satırlar arası farklılığı göstermektedir.
A, B: sütunlar arası farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.2'deki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 suşu için %100 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Diğer suşların birbirleri ile olan farkı önemli değildir. %2.5 konsantrasyonun antimikrobiyel açıdan bir etkisi yoktur. %10 konsantrasyon yerine de %5 konsantrasyon kullanılabilir çünkü istatistiksel açıdan aralarındaki fark önemli değildir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşu üzerinde en büyük etki %100 konsantrasyonda görülmüştür. %100 ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. %5 konsantrasyonla %10 arasındaki fark önemli değildir; aynı şekilde %5 ile %2.5 arasındaki fark önemli değildir fakat %10 ile %2.5 arasındaki fark önemlidir ve %10 konsantrasyonun antimikrobiyel etkisi daha büyüktür. Bu durumda %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir.

S. aureus ATCC 6538 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarında yalnızca %100 konnsatrasyonda antimikrobiyel etki görülmüştür.
E. coli ATCC 25922 suşunda ise %100 ve %10 konsantrasyonda antimikrobiyel etki görülmüştür ve bu konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir. %100 konsantrasyonun etkisi daha büyüktür.

Suşlar arasındaki farklar incelendiğinde %100 konsantrasyonda hiçbiri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Seyreltilmemiş karanfil aroması tüm suşlarda aynı etkyi göstermiştir. %10 konsantrasyonda en yüksek antimikrobiyel etki *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarında gözlenmiştir. %5 konsantrasyonda *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşları matematiksel olarak bir etki göstermiş olsa da istatistiksel olarak diğer suşlarla arasındaki fark önemli değildir ve etki göstermemiştir denebilir.

Deans ve Ritchie (1987) 50 bitki uçucu yağının 25 bakteri türü üzerine olan antimikrobiyel etkisini ölçmüş ve en fazla etkiyi kekik, tarçın, defne, karanfil, mercanköşk, acıbadem, yenibahar ve melek otunda gözlemlemişlerdir. Kekik ve karanfil 23 bakteri türü üzerine etki göstermiştir. Bu çalışmada da 5 bakteri türü kullanılmış ve kekik uçucu yağının %100 konsantrasyonu *S. aureus* ATCC 6538 hariç

tüm suşlarda etki göstermiştir. Karanfil aroması ise %100 konsantrasyonda tüm suşlarda etkili olmuştur.

2009 yılında yapılan bir araştırmada karanfilin de içinde bulunduğu değişik bitkiler distile su ile ekstrakte edilmiş ve *E. coli* üzerine antimikrobiyel aktiviteleri araştırılmıştır. Analiz sonucunda karanfilin çok yüksek bir etki göstermediği belirlenmiştir. Bu çalışmada da karanfil aroması kullanılmış ve düşük etki gösteren bitkiler arasında yer almıştır. Farag vd. (1989) karanfil baharatının inhibitör etkisini araştırmışlar 0.25-12 mg/mL arasında değişen uçucu yağ miktarlarını test ederek karanfilin inhibitör etki gösterdiğini, bu etkinin Gram negatif bakteriler üzerine Gram pozitif bakterilere göre daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir (Farag vd. 1989). Bu çalışmada da antimikrobiyel etki Gram negatif bakterilerde daha etkilidir. El-Khateib vd. (1989)'nin karanfil ekstraktının Mısır'a özgü geleneksel köfte ve kebap yemeklerinin doğal mikroflora gelişimine etkilerini araştıran bir çalışmada; karanfil ekstraktının gıda zehirlenmesine veya bozulmasına neden olan bakteriler üzerinde oldukça yüksek antimikrobiyel etki gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Basmacıoğlu-Malayoğlu vd. (2011)'nin içerisinde kimyon ve karanfilin de bulunduğu bazı baharat çeşitlerinin antimikrobiyel aktivitesini araştırdıkları bir çalışmada; 2.4 mg kimyonun *S.* Typhimurium CCM 5445, *S. aureus* ATCC 6538P ve *E. coli* ATCC 29998 suşlarına inhibitör etki göstermediği; *S. aureus* (MRSA) RSKK 95047 suşunda 8 mm; *E. coli* O157:H7 RSKK 232 suşunda ise 11 mm; 5 mg karanfilin *S.* Typhimurium CCM 5445 suşunda 12 mm; *S. aureus* (MRSA) RSKK 95047 suşunda 21 mm; *S. aureus* ATCC 6538P suşunda 12 mm; *E. coli* ATCC 29998 suşunda 14 mm ve *E. coli* O157:H7 RSKK 232 suşunda 25 mm çapında zon oluşturduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar bu çalışmadan daha büyük zon oluşturduğunu göstermektedir. Bu çalışmada 10 µL karanfil aroması kullanılmıştır fakat diğer çalışmada kullanılan miktar daha fazladır, ayrıca kullanılan suşlar da farklıdır. Dolayısıyla elde edilen sonuçların farklılık göstermesi normaldir.

4.3 Kimyon Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Kimyon yağının bu çalışmada kullanılan mikroorganizmalar üzerine en yoğun olan %100 konsantrasyonda dahi antimikrobiyel aktivite göstermediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan kimyon yağının hiçbir konsantrasyonunun hiçbir bakteri üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Fakat daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında kimyonun önemli düzeyde antimikrobiyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Akgül ve Kıvanç (1989)'ın yapmış olduğu bir çalışmada kimyonun bazı bakterileri inhibe ettiği; Çon vd. (1998)'nin yapmış olduğu bir çalışmada da kimyonun seyreltilmemiş durumda araştırmada kullanılan tüm bakteri türleri için antimikrobiyel etkisinin gözlendiği, 1:50'lik konsantrasyonda ise yalnızca *S. aureus* St44, *Y. enterocolitica* tip 103 ve *M. luteus* NRRL B-3711 suşlarına karşı antimikrobiyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Farag vd. 1989 yılında yaptıkları içerisinde kimyonun da kullanıldığı bir çalışmada çeşitli uçucu yağların 0.25-12 mg/mL oranında bile antimikrobiyel etki gösterdiği sonucuna varmışlardır. 2013 yılında Dua vd. tarafından yapılan bir çalışmada, kimyonun metanol ile ekstraktı kullanılarak *E. coli, S. aureus, Pseudomonas aeruginosa ve Bacillus pumilus* bakterileri üzerine antimikrobiyel etkisi araştırılmış ve araştırma sonucunda tüm bakteri türlerinin kimyon ekstraktına karşı hassasiyet gösterdiği sonucuna varılmıştır (Dua vd. 2013). 2013 yılında Sethi vd. tarafından yapılan bir araştırmada karanfil ve kimyon bitkilerinin de bulunduğu çeşitli bitkilerin metanol ekstraktının *E. coli, Bacillus subtilis, Pseudomonas florescens, Serratia marscens, Citrobacter freundii, Klebsiella pneumonia, S. aureus* ve *Proteus vulgaris* bakterileri üzerinefr karşı antimikrobiyel etkisi araştırılmış ve sonuçta karanfil ve kimyonun diğer bitki ekstraktlarına oranla daha yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Sethi vd. 2013).

Bu çalışmada kimyonun antimikrobiyel açıdan etkisiz olması, kullanılan suşların farklılığından, kullanılan baharatın uçucu yağının elde edilme yönteminden, yetişme koşullarından ve yağın kullanılma oranlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4 Nane Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Nane yağının tezde kullanılan mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Nane yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

NANE YAĞI (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 μL)				
	%100	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	11.13 ± 0.59^{cA}	6.75 ± 0.25^{bAB}	5.06 ± 1.73^{bB}	0^{a}
S. Enteritidis ATCC 13076	10.88 ± 0.43^{cA}	9.38 ± 0.80^{bcB}	6.75 ± 2.36^{bB}	0^{a}
S. aureus ATCC 6538	12.44 ± 0.16^{cA}	6.13 ± 2.04^{bAB}	0^{aA}	0^{a}
B. cereus ATCC 11778	10.88 ± 1.26^{bA}	2.00 ± 2.00^{aA}	3.58 ± 2.06^{aB}	0^{a}
E. coli ATCC 25922	9.13 ± 3.04^{bA}	5.88 ± 1.96^{abAB}	1.81 ± 1.81^{aA}	0^{a}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: satırlar arası farklılığı göstermektedir.
A, B: sütunlar arası farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.3'teki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 suşu için %100 konsantrasyon ile diğer tüm konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve en yüksek etkiye sahiptir. %10 ve %5 konsantrasyon arasındaki fark önemli değildir; bu konsantrasyonların %2.5 konsantrasyon ile arasındaki fark önemlidir. %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşu için %100 konsantrasyon ile %5 ve %2.5 konsantrasyon arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. %10 ile olan fark önemli değildir, %100 yerine %10 konsantrasyon kullanılabilir. %10 ile %5 arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli değildir %10 yerine %5 kullanılabilir, fakat %100 yerine %5 kullanılamaz.

S. aureus ATCC 6538 suşu için %100 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve en yüksek etkiyi %100 konsantrasyon göstermiştir. %10 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark önemlidir. %5 ve %2.5 konsantrasyonları hiçbir etki göstermemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşu için %100 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve en yüksek etkiyi %100 konsantrasyon göstermiştir. Diğer konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir.

E. coli ATCC 25922 suşu için %100 konsantrasyon ile %10 konsantrasyon arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. %100 yerine %10 konsantrasyon kullanılabilir. %10 ve %5 konsantrasyon arasındaki fark önemli değildir. %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir. %2.5 konsantrasyon ise antimikrobiyel etki göstermemiştir.

Suşlar arasındaki farklar incelendiğinde %100 konsantrasyonda hiçbir suş arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. %10 konsantrasyonda *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşu ile diğer suşlar arasındaki fark önemlidir. *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşu en dirençsiz suştur denilebilir. %5 konsantrasyonda da *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşu en dirençsiz suş olarak gözlenmiştir. En dirençli suş ise *S. aureus* ATCC 6538 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarıdır. %2.5 konsantrasyonda ise tüm suşlar dirençlidir, antimikrobiyel etki görülmemiştir.

Çon vd. (1998)'nin nane uçucu yağı ile yaptıkları çalışmada sırası ile %100; 1/50 ve 1/200'lük konsantrasyonlara bakıldığında; *S. aureus* St44'e karşı zayıf, etkisiz ve etkisiz; *Y. enterocolitica* tip 103'e karşı orta, zayıf ve etkisiz; *M. luteus* NRRL B-3711'e karşı zayıf, etkisiz ve etkisiz; *P. acidilactici* 419'a karşı ise her üç konsantrasyonda da etkisiz olarak gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, kullanılan bakteri türlerine nanenin daha yüksek konsantrasyonlar kullanılarak örnek gösterilen çalışmadan daha etkili olduğu görülmüştür.

4.5 Sarımsak Yağının Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Sarımsak yağının tezde kullanılan mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Sarımsak yağının konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

SARIMSAK YAĞI (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 µL)				
	%100	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	9.00 ± 0.41^{dB}	8.00 ± 0^{cB}	7.00 ± 0^{bB}	0^{aA}
S. Enteritidis ATCC 13076	9.50 ± 0.20^{cB}	9.00 ± 0^{cB}	7.00 ± 0.41^{bB}	0^{aA}
S. aureus ATCC 6538	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}
B. cereus ATCC 11778	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}
E. coli ATCC 25922	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c, d: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.4'teki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 suşu için tüm konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. En yüksek antimikrobiyel etkiyi %100 konsantrasyon göstermiştir. En düşük etki ise hiç etki göstermeyen %2.5 konsantrasyona aittir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşu için %100 ve %10 konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ve %100 yerine %10 konsantrasyon kullanılabilir. %5 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark önemlidir. En yüksek antimikrobiyel etki %100 ve %10 konsantrasyona; en düşük etki ise hiç etki göstermeyen %2.5 konsantrasyona aittir.

S. aureus ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları için hiçbir konsantrasyonda antimikrobiyel etki görülmemiştir.

Bakteriler arasındaki farklar incelendiğinde %100, %10 ve %5 konsantrasyonlarında da *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, aynı derecede direnç göstermişlerdir. *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları ise tüm konsantrasyonlara karşı direnç göstermişlerdir, bu suşlarda hiçbir konsantrasyonda antimikrobiyel etki

gözlenmemiştir. Bu durumda %100 ve %10 konsantrasyonlarına karşı en dirençsiz suşlar *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşlarıdır.

Sarımsak yağının ise %100 , %10 ve %5 konsantrasyonlarında yalnıza *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşlarında etkili olduğu görülmüştür. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında sarımsağın daha düşük konsantrasyonlarda da antimikrobiyel etkiye sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmadaki konsantrasyonlar diğer çalışmaya göre daha yüksektir buna rağmen sarımsakta %2.5 konsantrasyonda antimikrobiyel etki gözlenmemiştir. Bu farklılıklar kullanılan suşların farklılığından, sarımsağın cinsinden kaynaklanabilmektedir.

4.6 Sarımsağın Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Sarımsağın tezde kullanılan mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Sarımsağın konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

SARIMSAK (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 µL)			
	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	21.00 ± 0.41^{cBC}	12.00 ± 0.91^{bB}	10.00 ± 0.41^{aA}
S. Enteritidis ATCC 13076	20.25 ± 0.85^{cC}	13.25 ± 0.48^{bB}	10.75 ± 0.48^{aA}
S. aureus ATCC 6538	11.75 ± 0.41^{bB}	11.25 ± 0.25^{bB}	10.00 ± 0^{aA}
B. cereus ATCC 11778	15.00 ± 0.41^{cBC}	12.00 ± 0.82^{bB}	10.00 ± 0.41^{aA}
E. coli ATCC 25922	9.00 ± 0.41^{bA}	0^{aA}	0^{aB}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.5'teki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşları için %10, %5 ve %2.5 konsantrasyonlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve en yüksek antimikrobiyel etkiyi %10 konsantrasyon göstermiştir.*S. aureus* ATCC 6538 suşu için %10 konsantrasyon ve %5 konsantrasyonları arasındaki fark

istatistiksel olarak önemli değildir ve %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir. Bu iki konsantrasyon ile %2.5 konsantrasyon arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

B. cereus ATCC 11778 suşu için tüm konsantrasyonlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ve en büyük antimikrobiyel etkiyi %10, en düşük etkiyi ise %2.5 konsantrasyon göstermiştir.

E. coli ATCC 25922 suşu için %10 konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki fark önemlidir ve %10 konsantrasyon en yüksek antimikrobiyel etkiyi gösterirken, %5 ve %2.5 konsantrasyonları hiçbir etki göstermemiştir.

%10 konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 dışındaki suşlar aynı derecede etkilenmişlerdir. %5 ve %2.5 konsantrasyonları *E. coli* ATCC 25922 suşunda etkisiz iken, diğer suşlarda antimikrobiyel etki göstermiştir. *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Aynı derecede direnç göstermişlerdir.

Koidis vd. (1996) sarımsağın *Campylobacter jejuni* gelişimine inhibitör etkisini Preston besiyerinde 4°C'de 12 gün inkübe ederek araştırmışlar ve sarımsağın bu bakteri üzerinde etkili olduğunu görmüşlerdir. El-Khateib vd. (1989)'nin sarımsak ekstraktının Mısır'a özgü geleneksel köfte ve kebap yemeklerinin doğal mikroflora gelişimine etkilerini araştıran bir çalışmada; sarımsak ekstraktının gıda zehirlenmesine veya bozulmasına neden olan bakteriler üzerinde oldukça yüksek antimikrobiyel etki gösterdiğini ve ayrıca kullandıkları başka üç baharat çeşidi ile birlikte dört baharatın kombinasyonlarının kullanılmasıyla da et ürünlerinin oda sıcaklığındaki raf ömrünün artmasında sinerjik bir etki gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Üner vd. (2000)'nin yaptıkları bir çalışmada sarımsağın sırası ile 1000 ppm, 100 ppm ve 10 ppm konsantrasyonlarında antimikrobiyel etki gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada sarımsak %10-%2.5 arası ve sarımsak yağı %100-%2.5 arası konsantrasyonlarda

kullanılmış ve sarımsağın tüm bakteri türlerinde antimikrobiyel etkisi olduğu görülmüştür.

4.7 Sumağın Antimikrobiyel Aktivitesine Ait Bulgular

Sumağın tezde kullanılan mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyel aktivite düzeyi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Sumağın konsantrasyona bağlı antimikrobiyel aktivitesi

SUMAK (Konsantrasyona Bağlı Zon Çapı, mm/10 µL)			
	%10	%5	%2.5
S. Abony NCTC 6017	9.00 ± 0.41^{aA}	8.00 ± 0^{aB}	7.00 ± 0^{aB}
S. Enteritidis ATCC 13076	9.50 ± 0.20^{aA}	9.00 ± 0^{aB}	7.00 ± 0.41^{aB}
S. aureus ATCC 6538	10.06 ± 0.98^{bA}	0^{aA}	0^{aA}
B. cereus ATCC 11778	8.79 ± 0^{bA}	4.25 ± 2.46^{aA}	4.28 ± 2.48^{aB}
E. coli ATCC 25922	11.56 ± 2.07^{bB}	9.56 ± 0.69^{bB}	0^{aA}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4.6'daki sonuçlar incelendiğinde *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşları için hiçbir konsantrasyonun antimikrobiyel etkisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. %10 ve %5 konsantrasyonları yerine %2.5 konsantrasyon kullanılabilir.

S. aureus ATCC 6538 suşu üzerinde yalnızca %10 konsantrasyonun antimikrobiyel vardır.

B. cereus ATCC 11778 suşunda en yüksek antimikrobiyel etkiyi %10 konsantrasyon göstermiştir. %5 ve %2.5 konsantrasyonun antimikrobiyel etkileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. %5 yerine %2.5 konsantrasyon kullanılabilir.

E. coli ATCC 25922 suşu üzerinde %10 ve %5 konsantrasyonlarının antimikrobiyel etkileri arasındaki fark önemli değildir. %10 yerine %5 konsantrasyon kullanılabilir. %2.5 konsantrasyonun bir etkisi yoktur.

Bakteriler arasındaki farklar incelendiğinde %10 konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 suşu ile diğer suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve *E. coli* ATCC 25922 suşu en dirençsiz suş olarak gözlemlenmiştir. %5 konsantrasyonda *B. cereus* ATCC 11778 suşu ile diğer suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, en dirençli suş *B. cereus* ATCC 11778 suşudur. Diğer suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Aynı derecede direnç göstermişlerdir. %2.5 konsantrasyona en dirençli suşlar *S. aureus* ATCC 6538 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarıdır, bu konsantrasyondan bu iki suş hiç etkilenmemiştir. *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları arasındaki antimikrobiyel fark istatistiksel olarak önemli değildir, aynı derecede direnç göstermişlerdir.

Nasar-Abbas ve Halkman (2004)'ın yaptığı bir çalışmada ham sumağın alkol ekstraktının MIC metodu kullanılarak %5 ve %2.5 konsantrasyonlarının *B. cereus, B. megaterium, B. subtilis, B. thuringiensis, L. monocytogenes, S. aureus, C. freundii, E. coli* Tip 1, *E. coli* O157:H7, *H. alvei, P. vulgaris* ve *S.* Enteritidis'e olan etkileri sırası ile; 22.3-18.3mm, 22.7-17.3mm, 24-20mm, 23.3-19.3mm, 22.7-17.3mm, 22mm-19mm, 22.3-19mm, 19.7-17.3mm, 20.7-17mm, 21.3-17.7mm, 18.3-21mm ve 20.3mm-18mm zon çapı şeklindedir. *L. monocytogenes*'in %15 konsantrasyona; *Bacillus* türlerinin de %0.05 konsantrasyona kadar dayanabildiğini, Gram pozitif bakterilerin Gram negatif bakterilere göre daha hassas olduğunu gözlemlemişlerdir. Ham sumakla yaptıkları çalışmayı olgun sumak ile de denemişler ve istatistiksel olarak arada bir fark görememişlerdir. En dayanıklı mikroorganizmanın *S. aureus*; en hassas mikroorganizmanın ise *B. subtilis* olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise sumağın %5 ve %2.5 konsantrasyonlardaki alkol ekstraktı kullanılmış ve diskler üzerinde *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarında sırası ile 8-7mm, 9-7mm, 0 mm, 4.25-4.275mm ve 9-0mm olarak etki ettiği görülmüştür. Bu çalışmadaki değerler Nasar-Abbas ve Halkman (2004)'ın yaptığı çalışmanın aksine Gram negatif bakterilere

karşı daha yüksek etki göstermiştir. Ayrıca kullanılan bazı mikroorganizma türleri aynı olsa da zon çapları da bu çalışmada daha düşük seviyededir. Bu farklılık suşların farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Ayrıca kullanılan sumak çeşidi, yetiştirilme koşulları, sumağın pH değerleri de etkili olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada %100, %75, %50 ve %25 oranlarında sumak ekşisi *L. monocytogenes* bakterisi üzerine sırası ile 37mm, 30mm, 30mm ve 29mm ve ve *E. coli* O157 bakterisi üzerine 25mm, 19mm, 16mm ve 15mm olarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile kıyaslandığında oluşan zonlar, sonuçları verilen araştırmaya göre çok küçüktür. Çünkü sumak konsantrasyonları farklıdır ve araştırmadaki konsantrasyonlar oldukça yüksektir, ayrıca kullanılan suşlar da farklıdır dolayısıyla zon çapları da farklı olmaktadır. Fakat antimikrobiyel aktivite etkinin varlığı yokluğu konusunda iki çalışmada da kullanılan mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyel etki gözlemlenmiştir.

4.8 Baharat Çeşitlerinin Kombinasyonlarına Ait Bulgular

Bu çalışmada kullanılan baharat çeşitlerinin tek tek antimikrobiyel aktiviteleri analiz edildikten sonra her bir baharatın birbiriyle %10 oranındaki konsantrasyonları karıştırılmış ve aynı metot ile antimikrobiyel analizi yapılmıştır. Bu analize ait veriler aşağıda çizelge 4.7-4.20'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7 Karanfil-Kimyon karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Karanfil-Kimyon	0^{aA}	3.00 ± 3.00^{bA}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}
Karanfil	0^{aA}	3.50^{bA}	5.82 ± 1.82^{bB}	7.63 ± 0.38^{bB}	0^{aA}
Kimyon	0^{aA}	0^{aB}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

%10 konsantrasyondaki karanfil-kimyon karışımının antimikrobiyel etkisi incelendiğinde; *S. aureus* ATCC 6538 suşunda hiçbir çözeltinin etkisi olmadığı görülmüştür.

S. Abony NCTC 6017 suşu üzerinde %10 konsantrasyonundaki karanfil çözeltisi ile %10 konsantrasyonundaki karanfil-kimyon karışımı arasındaki antimikrobiyel etki farkı istatistiksel olarak önemli değildir. Bu iki çözeltinin %10 konsantrasyonundaki kimyon çözeltisi ile aralarındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir ve karanfil-kimyon ile karanfil çözeltileri kimyon çözeltisine göre antimikrobiyel açıdan daha etkilidir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşu üzerinde %10 oranındaki karanfil çözeltisi ile %10 oranındaki karanfil-kimyon karışımı ve %10 oranındaki kimyon çözeltisi ile arasındaki antimikrobiyel fark istatistiksel olarak önemlidir. Karanfil çözeltisi dışındaki çözeltilerin *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşu üzerinde bir etkisi yoktur.

E. coli ATCC 25922 suşu üzerinde %10 oranındaki karanfil-kimyon karışımının bir etkisi görülmemiştir. %10 oranındaki karanfil çözeltisi antimikrobiyel açıdan daha etkili olmuştur.

E. coli ATCC 25922 suşu üzerinde %10 oranındaki karanfil-kimyon karışımı diğer çözeltilerde de olduğu gibi antimikrobiyel etki göstermemiştir.

Bakteriler arası farklılığa bakıldığında, karanfil-kimyon karışımı için *S.* Abony NCTC 6017 suşu en dirençsiz suş olarak gözlenmiştir. Diğer suşlar aynı derecede direnç göstermiş ve etkilenmemişlerdir.

Çizelge 4.8 Karanfil-Sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Karanfil-Sumak	7.00^{bB}	0^{aA}	0^{aA}	8^{abB}	0^{aA}
Karanfil	0^{a}	3.50^{a}	5.82 ± 1.82^{b}	7.63 ± 0.38^{a}	0^{a}
Sumak	10.06 ± 0.98^{b}	9.00 ± 0.41^{b}	9.50 ± 0.20^{b}	11.56 ± 2.07^{b}	8.79^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda karanfil-sumak karışımı ile karanfil yağı arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, karanfil-sumak karışımı yalnızca karanfil yağı kullanımına göre daha etkilidir ve sinerjik bir etki göstermiştir. Karanfil-sumak karışımının yalnızca sumak kullanımı ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım, yalnızca sumak kullanımına göre sinerjik bir etki göstermemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda, karanfil-sumak karışımı sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın yalnızca karanfil kullanımı ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir; yalnızca sumak kullanımı ile arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir ve sumak kullanımı daha etkilidir.

S. Enteritidis ATCC 13076 karanfil-sumak karışımı sinerjik bir etki göstermemiştir. Karanfil ve sumak tek başına kullanıldığında daha etkilidir ve etkileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

E. coli ATCC 25922 suşunda karanfil-sumak karışımı ile yalnızca karanfil ve yalnızca sumak kullanımı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım bu suş üzerinde sinerjik bir etki göstermemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda karanfil-sumak karışımı sinerjik bir etki göstermemiştir. Yalnızca sumak kullanımı antimikrobiyel etki göstermiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında *S. aureus* ATCC 6538 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları ile diğer suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Bu iki suş en dirençsiz suş olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.9 Kekik-Karanfil karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Karanfil	11.00 ± 2.00^{bA}	11.50 ± 1.50^{bA}	11.75 ± 0.25^{bA}	14.50 ± 1.50^{bAB}	18.00 ± 1.00^{cB}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.750^{b}	11.13 ± 0.625^{b}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{b}
Karanfil	0^{a}	3.50^{a}	5.82 ± 1.82^{a}	7.63 ± 0.38^{a}	0^{a}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-karanfil karışımı ile %10 oranındaki kekik ve %10 oranındaki karanfil çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kekik-karanfil karışımı sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarında %10 oranındaki kekik-karanfil karışımı ile %10 oranındaki karanfil çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir; kekik-karanfil karışımı karanfile göre sinerjik etki göstermiştir; kekik çözeltisi ile arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli değildir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda %10 oranındaki kekik-karanfil karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi ve %10 oranındaki karanfil çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kekik-karanfil karışımı iki yağa göre de sinerjik etki göstermiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında; *B. cereus* ATCC 11778 suşu ile diğer suşlara arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve en yüksek antimikrobiyel etki bu suşta görülmüştür.

Çizelge 4.10 Kekik-Kimyon karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Kimyon	13.50 ± 0.50^{bB}	14^{bB}	0^{aA}	0^{aA}	0^{aA}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.75^{b}	11.13 ± 0.63^{b}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{b}
Kimyon	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-kimyon karışımı ile %10 oranındaki kekik ve kimyon çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve kekik-kimyon karışımı sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki kekik-kimyon karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Fakat karışımın kimyon ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kimyona göre karışım sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076, *E. coli* ATCC 25922 *ve B. cereus* ATCC 11778 suşlarında ise, kimyon-kekik karışımı ile kimyon ve kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım iki çözeltiye göre de sinerjik bir etki göstermemiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında; *S. aureus* ATCC 6538 ve *S.* Abony NCTC 6017 suşlarında sinerjik bir etki görülmüş ve antimikrobiyel açıdan en dirençli mikroorganizmalar ise *S.* Enteritidis ATCC 13076, *E. coli* ATCC 25922 *ve B. cereus* ATCC 11778 suşlarıdır.

Çizelge 4.11 Kekik-Nane karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Nane	8.50 ± 0.50^{bAB}	7.25 ± 0.75^{aA}	11.38 ± 1.38^{bBC}	12.75 ± 0.25^{bC}	11.63 ± 1.63^{aBC}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.75^{b}	11.13 ± 0.63^{b}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{a}
Nane	6.13 ± 2.04^{b}	6.75 ± 0.25^{a}	9.38 ± 0.80^{a}	5.88 ± 1.96^{a}	2.00 ± 2.00^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-nane karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kekik-nane karışımı kekik çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir. Karışımın nane çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, sinerjik bir etki gözlenmemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki kekik-nane karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kekik çözeltisinin etkisi daha fazladır, karışım bu suş için kekik çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki nane çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, sinerjik bir etki gözlenmemiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %10 oranındaki kekik-nane karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki nane çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kekik-nane karışımı nane çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir.

E. coli ATCC 25922 suşunda %10 oranındaki kekik-nane karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım kekik çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki nane çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, karışım nane çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda %10 oranındaki kekik-nane karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark önemli değildir, karışım kekik çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki nane çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım nane çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında, *S.* Abony NCTC 6017 suşunun *S. aureus* ATCC 6538 suşu ile arasındaki fark istatistiksel önemsiz; diğer suşlar ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve *S.* Abony NCTC 6017 suşunun sinerjik etkisi daha düşüktür. *S. aureus* ATCC 6538 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz; *S.* Enteritidis ATCC 13076, *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.12 Kekik-Sarımsak yağı karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Sarımsak Y.	0^{aA}	3.88 ± 0.13^{bC}	3.50^{bBC}	3.75 ± 3.75^{aBC}	1.75 ± 1.75^{aAB}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.75^{a}	11.13 ± 0.63^{a}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{b}
Sarımsak Yağı	0^{a}	8.00^{a}	9.00^{a}	0^{a}	0^{a}

Ortalama ± standart hata, ($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi ile %10 oranındaki sarımsak yağı çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Kekik-sarımsak yağı karışımı kekik ve sarımsak yağı çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermemiştir.

S. Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşlarında %10 oranındaki kekik-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki kekik ve sarımsak yağı çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir; karışım bu iki çözeltiye göre sinerjik bir etki göstermiştir.

E. coli ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarında %10 oranındaki kekik-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki sarımsak yağı çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz; %10 oranındaki kekik çözeltisi ile arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir ve kekik çözeltisinin etkisi daha büyüktür. Karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

Bakteriler arası farka bakıldığında, hiçbir suşta sinerjik bir etki görülmemiştir.

Çizelge 4.13 Kekik-Sarımsak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Sarımsak	4.75 ± 0.25^{bB}	0^{aA}	0^{aA}	1.75 ± 1.75^{aA}	0^{aA}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.75^{b}	11.13 ± 0.63^{b}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{b}
Sarımsak	10.75 ± 0.25^{c}	12.00^{b}	13.25 ± 0.25^{c}	0^{a}	12.00 ± 1.00^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım kekik çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir. Karışım ile %10 oranındaki sarımsak çözeltisi arasındaki fark da istatistiksel olarak önemlidir fakat sinerjik bir etki görülmemiştir, sarımsak çözeltisi tek başına daha etkilidir.

S. Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarında %10 oranındaki kekik-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki kekik ve sarımsak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve sinerjik bir etki görülmemiştir; kekik çözeltisi ve sarımsak çözeltisi tek başlarına daha etkilidir.

E. coli ATCC 25922 suşunda %10 oranındaki kekik-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, kekik çözeltisi tek başına daha etkilidir; karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışım ile %10

oranındaki sarımsak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ve sinerjik bir etki yoktur.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında, *S. aureus* ATCC 6538 suşu ile diğer tüm suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir fakat hiçbir suşta karışımın sinerjik bir etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.14 Kekik-Sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kekik-Sumak	0^{aA}	11.00 ± 2.00^{bC}	9.00 ± 1.00^{bBC}	9.50 ± 0.500^{aBC}	3.50 ± 3.50^{aAB}
Kekik	0^{a}	12.75 ± 0.75^{b}	11.13 ± 0.63^{a}	12.82 ± 0.32^{b}	10.13 ± 0.13^{b}
Sumak	10.06 ± 0.98^{b}	9.00 ± 0.41^{a}	9.50 ± 0.20^{b}	11.56 ± 2.067^{b}	8.79 ± 0^{bA}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kekik-sumak karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, karışımın da kekik çözeltisinin de hiçbir etkisi gözlenmemiştir. Karışım ile %10 oranındaki sumak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, sumak çözeltisi tek başına kullanıldığında antimikrobiyel etki göstermektedir, fakat karışımın sinerjik bir etkisi görülmemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki kekik-sumak karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki sumak çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım sumak çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %10 oranındaki kekik-sumak karışımı ile %10 oranındaki kekik çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir; kekik çözeltisi tek başına daha etkilidir.

E. coli ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarında %10 oranındaki kekik-sumak karışımı ile %10 oranındaki kekik ve %10 oranındaki sumak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Karışım sinerjik bir etki göstermemiştir; kekik ve sumak çözeltileri tek başlarına daha etkilidir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında, *S. aureus* ATCC 6538 suşu ile diğer suşlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, *S. aureus* ATCC 6538 suşu hiçbir etki göstermemiştir. *S.* Abony NCTC 6017 ile *B. cereus* ATCC 11778 arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve *S.* Abony NCTC 6017 suşunun etkisi daha büyüktür; bu suşlar ile *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışımın suşlar arasında antimikrobiyel etki bakımından farkı vardır fakat hiçbir suşta sinerjik etki göstermemiştir.

Çizelge 4.15 Kimyon-Sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Kimyon-Sumak	12.00^{aB}	13.00 ± 1.00^{aBC}	14.00 ± 1.00^{aC}	10.50 ± 1.50^{aB}	0^{aA}
Kimyon	0^{b}	0^{b}	0^{b}	0^{b}	0^{a}
Sumak	10.06 ± 0.98^{a}	9.00 ± 0.41^{c}	9.50 ± 0.20^{b}	11.56 ± 2.07^{a}	8.79 ± 0^{bA}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki kimyon-sumak karışımı ile %10 oranındaki kimyon çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kimyon çözeltisinin antimikrobiyel açıdan bir etkisi yoktur; karışım kimyon çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir. Karışım ile %10 oranındaki sumak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, sinerjik bir etki görülmemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki kimyon-sumak karışımı ile %10 oranındaki kimyon ve sumak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kimyon çözeltisinin antimikrobiyel açıdan bir etkisi yoktur; karışım kimyon çözeltisine

göre sinerjik bir etki göstermiştir. Karışımın %10 oranındaki sumak çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım sumak çözeltisine göre sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %10 oranındaki kimyon-sumak karışımı ile %10 oranındaki kimyon ve %10 oranındaki sumak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım, antimikrobiyel açıdan her iki çözeltiden daha etkili olup sinerjik bir etki göstermiştir.

E. coli ATCC 25922 suşunda %10 oranındaki kimyon-sumak karışımı ile %10 oranındaki kimyon çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, kimyon çözeltisinin hiçbir etkisi yoktur ve karışım sinerjik bir etki göstermiştir. Karışımın %10 oranındaki sumak çözeltisi ile arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir, sinerjik bir etki görülmemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda da karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. %10 oranındaki sumak çözeltisi antimikrobiyel etki bakımından en yüksek etkiye sahiptir.

Çizelge 4.16 Nane-Karanfil karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Nane-Karanfil	7.63 ± 0.13^{bA}	7.88 ± 0.13^{cA}	5.75 ± 2.25^{aA}	9.00^{aB}	4.00 ± 4.00^{aA}
Nane	6.13 ± 2.00^{b}	6.75 ± 0.25^{b}	9.38 ± 0.12^{b}	5.88 ± 2.13^{b}	2.00 ± 2.00^{a}
Karanfil	0^{a}	3.50^{a}	5.82 ± 1.815^{a}	7.63 ± 0.38^{a}	0^{a}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki nane-karanfil karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım, sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki karanfil çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, karanfil çözeltisinin bir etkisi yoktur. Karışım sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki nane-karanfil karışımı ile %10 oranındaki nane ve karanfil çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Karışım antimikrobiyel açıdan her iki çözeltiden daha etkili olmuştur ve sinerjik bir etki göstermiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarında %10 oranındaki nane-karanfil karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, nane çözeltisi antimikrobiyel etki bakımından tek başına daha etkilidir; karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki karanfil çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda %10 oranındaki nane-karanfil karışımı ile %10 oranındaki nane ve karanfil çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında *E. coli* ATCC 25922 suşunun antimikrobiyel etki bakımından en çok etkilenen suş olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.17 Nane-Sarımsak yağı karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Nane-Sarımsak Yağı	1.75 ± 1.75^{aA}	1.75 ± 1.75^{aA}	7.50 ± 0.50^{aB}	7.75 ± 0.25^{aB}	11.00 ± 2.00^{aC}
Nane	6.13 ± 2.00^{b}	6.75 ± 0.25^{b}	9.38 ± 0.13^{b}	5.87 ± 2.13^{a}	2.00 ± 2.00^{b}
Sarımsak Yağı	0^{a}	8.00^{c}	9.00^{b}	0^{b}	0^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B, C: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Nane çözeltisi tek başına daha etkilidir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10

oranındaki sarımsak yağı çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, sinerjik bir etki görülmemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki nane ve sarımsak yağı çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Nane ve sarımsak yağı çözeltilerinin tek başına etkileri daha büyüktür, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki nane ve sarımsak yağı çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve çözeltilerin tek başlarına etkileri karışımdan daha fazladır, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

E. coli ATCC 25922 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir. Karışımın %10 oranındaki sarımsak yağı ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, sarımsak yağı çözeltisi tek başında kullanıldığında hiçbir etki göstermezken nane yağı ile karıştırıldığında sinerjik bir etki görülmüştür.

B. cereus ATCC 11778 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak yağı karışımı ile %10 oranındaki nane ve sarımsak yağı çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve karışım her iki yağdan daha fazla antimikrobiyel etki göstererek sinerjik bir etki oluşturmuştur.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında nane-sarımsak yağı karışımı yalnızca *B. cereus* ATCC 11778 suşunda sinerjik bir etki göstermiştir.

Çizelge 4.18 Nane-Sarımsak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Nane-Sarımsak	4.00 ± 4.00^{aA}	0^{aA}	8.00^{aB}	3.5 ± 3.50^{aA}	0^{aA}
Nane	6.13 ± 2.00^{a}	6.75 ± 0.25^{b}	9.38 ± 0.13^{a}	5.88 ± 2.13^{a}	2.00 ± 2.00^{a}
Sarımsak	10.75 ± 0.25^{b}	21.00 ± 0.41^{c}	13.25 ± 0.25^{b}	0^{a}	12.00 ± 1.00^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a, b, c: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşlarında %10 oranındaki nane-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel orlak önemli değildir, karışımın sinerjik bir etkisi görülmemiştir. Yine bu suşlarda karışım ile %10 oranındaki sarımsak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, sarımsak tek başına kullanıldığında antimikrobiyel etkisi daha fazladır; karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

S. Abony NCTC 6017 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki nane ve sarımsak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, karışım hiçbir etki göstermemiştir.

E. coli ATCC 25922 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki nane ve sarımsak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir, karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

B. cereus ATCC 11778 suşunda %10 oranındaki nane-sarımsak karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışımın %10 oranındaki sarımsak çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Sarımsak çözeltisi tek başına kullanıldığında yüksek etki göstermiştir; karışım hiçbir etki göstermemiştir.

Bakteriler arasındaki farka bakıldığında nane-sarımsak karışımı için en yüksek antimikrobiyel etki *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşuna karşı olmuştur, fakat hiçbir suşta sinerjik etki görülmemiştir.

Çizelge 4.19 Nane-Sumak karışımının antimikrobiyel aktivitesi

Zon Çapı (mm)	*S. aureus* ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*E. coli* ATCC 25922	*B. cereus* ATCC 11778
Nane-Sumak	7.75 ± 0.25^{bB}	7.00^{bB}	0^{aA}	7.50 ± 0.50^{aB}	0^{aA}
Nane	6.13 ± 2.00^{b}	6.75 ± 0.25^{b}	9.38 ± 0.125^{b}	5.88 ± 2.13^{a}	2.00 ± 2.00^{a}
Sumak	10.06 ± 0.98^{a}	9.00 ± 0.41^{a}	9.50 ± 0.20^{b}	11.56 ± 2.07^{b}	8.79 ± 0^{b}

Ortalama ± standart hata,($p< 0.05$)
a: sütunlar arasındaki farklılığı göstermektedir.
A, B: satırlar arasındaki farklılığı göstermektedir.

S. aureus ATCC 6538 ve *S.* Abony NCTC 6017 suşlarında %10 oranındaki nane-sumak karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışım ile %10 oranındaki sumak çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, sumak çözeltisinin tek başına kullanımı daha etkilidir. Karışım sinerjik bir etki göstermemiştir.

S. Enteritidis ATCC 13076 suşunda %10 oranındaki nane-sumak karışımı ile %10 oranındaki nane ve sumak çözeltileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, çözeltiler tek başlarına antimikrobiyel etki gösterirken karışım hiçbir etki göstermemiştir.

E. coli ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarında %10 oranındaki nane-sumak karışımı ile %10 oranındaki nane çözeltisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Karışımın %10 oranındaki sumak çözeltisi ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir, sumak çözeltisi tek başında daha etkilidir. Karışım sinerjik etki göstermemiştir. Hatta *B. cereus* ATCC 11778 suşu üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır.

Geriye kalan diğer karışımların kullanılan suşlar üzerinde hiçbir etkileri olmamıştır.

Çizelge 4.20 Karışımların antimikrobiyel etkisinin tek çizelgede gösterimi

	S. aureus ATCC 6538	*S.* Abony NCTC 6017	*S.* Enteritidis ATCC 13076	*B. cereus* ATCC 11778	*E. coli* ATCC 25922
Kekik-Karanfil	+	+	-	+	-
Kekik-Kimyon	+	+	-	-	-
Kekik-Nane	+	-	+	+	+
Kimyon-Sumak	+	+	+	-	+
Nane-Karanfil	+	+	-	-	+
Nane-Sarımsak Yağı	-	-	-	+	+

+ : Sinerjik etki var
- : Sinerjik etki yok

5. SONUÇ

Kekik, kimyon, nane, karanfil, sarımsak yağları, sarımsak ve sumağın farklı oranlardaki dilüsyonları ile bu yağ ve baharat çeşitlerinin birbirleriyle %10 oranındaki karışımlarının *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076, *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarına karşı antimikrobiyel etkileri incelenmiştir.

Bu örneklerde en fazla antimikrobiyel etkiyi tüm konsantrasyonlarda kekik yağı *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 suşlarına karşı göstermiştir. En dirençli mikroorganizma ise *S. aureus* ATCC 6538 suşudur.

Kimyon yağı ise hiçbir konsantrasyonda hiçbir bakteri türünde antimikrobiyel etki göstermemiştir. Bu durum önceki çalışmalarla kıyaslandığında kekik yağının antimikrobiyel aktivitesi konusunda bu çalışmadan elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla paralellik gösterirken; kimyon yağı aynı paralellikte değildir. Aksine kimyon yağının antimikrobiyel etkisi görülmemiştir. Bu farklılığın sebebi yukarıdaki başlıklarda da belirtildiği üzere, kullanılan suşların farklılığı, kullanılan yağın elde edilme yöntemi, kullanılan yağın saflığı, yetiştirilme koşulları, hasat zamanı gibi etmenler olabilmektedir.

Karanfil aromasına karşı tüm suşlar %100 konsantrasyonda aynı derecede direnç göstermişler; %10 konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 en dirençsiz, *S. aureus* ATCC 6538 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşları ise hiç etkilenmeyerek en dirençli; %5 konsantrasyonda aynı derecede dirençli ve %2.5 konsantrasyonda da tüm suşlar hiç etkilenmemiş ve direnç göstermişlerdir.

Nane yağının %100 konsantrasyonunda tüm suşlar aynı derecede dirençli; %10 konsantrasyonunda *B. cereus* ATCC 11778 en dirençli, diğer suşlar aynı derecede dirençli; %5 konsantrasyonunda *E. coli* ATCC 25922 ve *S. aureus* ATCC 6538 en dirençli diğerleri aynı derecede dirençli ve %2.5 konsantrasyonunda ise tüm suşlar hiç etkilenmeyerek aynı derecede direnç göstermişlerdir.

Sarımsak yağının %100 konsantrasyonundan hiç etkilenmeyen mikroorganizmalar *S. aureus* ATCC 6538, *B. cereus* ATCC 11778 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları; en dirençsizler ise *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşları; %10 ve %5 konsantrasyonunda *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 dışındaki suşlar en dirençli; %2.5 konsantrasyonuna karşı ise tüm suşlar dirençlidir.

Sarımsak çözeltisinin %10 konsantrasyonuna karşı *E. coli* ATCC 25922 en yüksek derecede, *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *B. cereus* ATCC 11778 en düşük derecede; %5 ve %2.5 konsantrasyonuna *E. coli* ATCC 25922 en yüksek derecede, diğer suşlar ise aynı derecede direnç göstermiştir.

Sumak çözeltisine karşı ise %10 konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 en dirençli suş diğerleri aynı derecede dirençli; %5 konsantrasyonda *S. aureus* ATCC 6538 en dirençli, *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ve *E. coli* ATCC 25922 aynı derecede en düşük dirençli ve %2.5 konsantrasyonda *S. aureus* ATCC 6538 ve *E. coli* ATCC 25922 hiç etkilenmeyerek en dirençli, *S.* Abony NCTC 6017, *S.* Enteritidis ATCC 13076 ise en dirençsiz suşlardır.

Karışımlara bakıldığında ise kekik-karanfil *B. cereus* ATCC 11778 suşuna, kekik-kimyon ve kekik-nane *S. aureus* ATCC 6538 suşuna, kimyon-sumak *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538, *S.* Abony NCTC 6017 ve *S.* Enteritidis ATCC 13076 suşlarına, nane-karanfil *S. aureus* ATCC 6538 ve *S.* Abony NCTC 6017 suşlarına, nane-sarımsak yağı ise *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarına karşı sinerjik etki göstermiştir.

%10 konsantrasyondaki karanfil aromasının tek başına hiç etkisi yokken kekik yağı ile birleştiğinde sinerjik etki göstermesi bu yağların bir araya geldiklerinde birbirlerinin etkilerini artırdığı, bu etkinin de kekiğin antimikrobiyel etkisinin yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Kekik-kimyon karışımına bakıldığında *S. aureus* ATCC 6538 suşuna tek başlarına etkileri yokken bir araya geldiklerinde sinerjik etki gösterdikleri görülmüştür. Bu durum bu yağlar birleştiğinde birbirlerinin antimikrobiyel

etkilerini arttırması veya bu yağ bileşimine karşı *S. aureus* ATCC 6538 suşunun direncinin düşmesi ile açıklanabilir.

%10 konsantrasyondaki kekik yağının *S. aureus* ATCC 6538 suşuna tek başına bir etkisi yokken nane yağı ile bir araya geldiğinde sinerjik etki göstermesi nanenin gösterdiği antimikrobiyel etkiden, bu yağların bir araya geldiklerinde birbirlerini antimikrobiyel bakımdan etkilemelerinden ve dolayısıyla *S. aureus* ATCC 6538'un bu karışıma karşı direncinin düşmesinden kaynaklanabilmektedir.

%10 konsantrasyondaki kimyon yağının tek başına hiçbir etkisi yokken, sumak ile bir karışım oluşturduğunda sinerjik etki göstermesi sumağın güçlü antimikrobiyel aktivitesinden kaynaklanabilmektedir.

%10 konsantrasyondaki nane-karanfil karışımı karanfil yağı ile kıyaslandığında karışım sinerjik etki göstermiştir. Bu durum nanenin karanfile göre daha yüksek antimikrobiyel aktiviteye sahip olması, bir araya geldiklerinde birbirlerini pozitif yönde etkilemeleri veya *S. aureus* ATCC 6538 ve *S.* Abony NCTC 6017 suşlarının bu karışıma karşı direncinin düşmesinden kaynaklabilmektedir.

%10 konsantrasyondaki nane-sarımsak yağı karışımında ise %10 konsantrasyondaki sarımsak yağının tek başına etkisi olmadığı %10 konsantrasyondaki nane yağı ile birleştiğinde karışımın sinerjik etki gösterdiği görülmüştür. Bu durum nane yağının baskın antimikrobiyel etkisinden, bu iki yağın bir araya geldiklerinde etkilerini pozitif yönde artırmalarından veya *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 11778 suşlarının bu karışıma karşı direncinin düşmesinden kaynaklanabilmektedir.

Diğer karışımlarda ise sinerjik etki görülmemiştir. Bu durum yağların bir araya geldiklerinde birbirlerinin antimikrobiyel etkilerini baskılamasından kaynaklanabilir.
Elde edilen sonuçlar incelendiğinde genel olarak, yağ ve baharat çeşitleri tek başlarına kullanıldığında *S. aureus* ATCC 6538 suşuna etkisi azken veya etkisizken; karışımların bu suşta antimikrobiyel etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca bu sonuçlar ele alındığında matematiksel olarak yağ konsantrasyonu azaldıkça zon çapının da azaldığı,

yani antimikrobiyel aktivitenin yağ konsantrasyonunun azalmasına bağlı olarak düştüğü gözlemlenmektedir.

Sonuç olarak baharatın antimikrobiyel açıdan önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Baharat çeşitleri gıdanın kalitesini arttırmak, görünümünü zenginleştirmek, raf ömrünü uzatmak, gıdaya renk, koku, lezzet vermek gibi pek çok amaca hizmet etmektedir.

Bugüne bakıldığında tüketicinin kimyasal katkı maddelerinden uzak durma çabası ve doğal ürünlere yönelme isteği gıdalarda koruyucu madde olarak baharat kullanımını beraberinde getirmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta; baharatın hem gıdanın duyusal kalitesini etkilemeyecek düzeyde hem de mikroorganizmaları minimum seviyeye indirecek düzeyde kullanılmasıdır.

Her baharat her mikroorganizmaya etki etmemekte, her baharatın her mikroorganizmaya etkisi farklı boyutlarda olmaktadır. Bu sebeple kullanılacak gıdaya, dolayısıyla o gıdada bulunması muhtemel mikroorganizmaya göre baharat tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim 2014f. Web Sitesi: www.about-ecoli.com Erişim Tarihi: 09.10.2014

Anonim 2014g. Web Sitesi: www.sciencedirect.com Erişim Tarihi: 17.11.2014.

Anonim 2015a. Web Sitesi: www.gidadernegi.org Erişim Tarihi: 12.04.2015

Anonim 2015b. Web Sitesi: http://kimyaevi.org Erişim Tarihi: 10.07.2015.

Anonim 2015c. Web Sitesi: http://www.dunyagida.com.tr Erişim Tarihi: 15.03.2015.

Anonim 2015d. Web Sitesi: http://www.gidamo.org.tr Erişim Tarihi: 15.03.2015.

Anonim 2015e. Web Sitesi: http://www.foodnetbase.com/ejournals/boks. Erişim Tarihi: 12.03.2015.

Adetumbi, M., Javor G.T. and Lau BHS. 1986. *Allium sativum* (Garlic) inihibits lipid synthesis by *Candida albicans.* Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 30(3):499-501.

Akan, S. ve Halloran N., 2012. Sarımsağın İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15.

Akgül, A. and Kıvanç, M., 1989. Growth of *Staphylococcus aureus* in Koefte, A Turkish ground meat product, containing *Laser trilobum* spice. J. Food Safety 10(1):1119.

Aktuğ, S.E. and Karapınar, M. 1988. Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay leaves, Int. J. Food Microbiol., 3(6):349-354

Ankri, S. and Mirelman David. 1999. Antimicrobial Properties of Allicin From Garlic. Microbes and Infection, 2, Pages 125-129, Elseiver, Paris.

Arabacı, O. ve Baydar, H. 2013. Türkiye'nin Kekik Üretim Merkezi Olan Denizli'de Kültür Kekiğinin (*Origanum onites L.*) Tarımsal ve Teknolojik Özellikleri.

Artık, N. ve Poyrazoğlu, E.S. 1994. Kastamonu sarımsağının bileşimi unsurları ve sarımsak ürünleri üretimi üzerine araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.

Aydın, D.M. 2008. Bazı Tıbbi Bitki ve Baharatların Gıda Patojenleri Üzerine Antibakteriyel Etkisinin Araştırılması. Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Derg.; 14:83-7.

Basmacıoğlu Malayoğlu, H., Aktaş, B. ve Yeşil Çeliktaş, Ö. 2011. Bazı Bitki Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Toplam Fenol İçerikleri ve Antioksidan Aktiviteleri. Ege Üniveristesi, Ziraat fakültesi, Zootekni Bölümü, İzmir, Türkiye.

Başer, K.H.C. 1994. Essential oils of Lamiaceae from Turkey: Recent results. Lamiales Newsletter 3:6-11

Başoğlu, F. ve Cemeroğlu, B., 1984. Sumak'ın Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırma. Gıda 84, 167-172.

Bayrak, A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği, No: 32, 497 s.

Bektaşoğlu, S. 2006. Uçucu yağlar. Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi; 10, Türkiye.

Curtis, H., Noll, U., Störmann, J. and Slusarenko, AJ. 2004. Board-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of grlic (*Allium Sativum* L.) against plant pathojenic bacteria fungi and Oomycetes. Physiological and Moleculer Plant Pathology, 65:79-89.

Coşkun, F. 2010. Gıdalarda Kullanılan Bazı Baharat ve Baharat Özütlerinin Antimikrobiyel Aktivitesi. Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ.

Çalıkoğlu, E., Kıralan, M. ve Bayrak A. 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu.

Çelik, E. ve Yuvalı Çelik G. 2007. Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyel Özellikleri, Orlab Online Mikrobiyoloji Dergisi, 5(2), 1-6.

Çon, A. H., Ayar A. ve Gökalp H. Y. 1998. Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Çeşitli Bakterilere Karşı Antimikrobiyel Etkisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Davidson, P. M. and Harrison M. A. 2003. Microbil Adaptation To Stresses by Food Preservatives. p. 55-73, Boca Raton.

Deans, S.G. ve Ritchie, G. 1987. Antibacterial Properties of Plant Essential Oils. Int.J. Food Microbiol., 5(2):165-180

Dua, A., Gaurav, G., Balkar, S and Mahajan, R. 2013. Antimicrobial properties of methanolic extract of cumin (*Cuminum cyminum*) seeds. International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy 4(1), 104-107.

El-Khateib, T., Ahmed, S., H. and Makboul, M. A., 1989. Trials for İcreasing Keeping Quality of Egyptian Minced Meat "Koefte" and "Kaebap" by Spice Extacts. Proceedings International Congress of Meat Science and Tecnology, 35(II); 486-497.

Ertürk R., Çelik C., Kaygusuz R. ve Aydın H. 2010. Ticari olarak Satılan Kekik ve Nane Uçucu Yağlarının Antimikrobiyel Aktiviteleri, Aydın.

Evren, M. ve Tekgüler, B. 2011. Uçucu Yağların Antimikrobiyel Özellikleri. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi 9(3), 28-40.

Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewedi, F. M. ve El-Baroty, G.S.A. 1989. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils J. Food Protect, 52(9):665-667 Fluid ExtractionFlavour and Fragrance J.14, 214-218

Focke M, Feld and Lichtenthaler H. K. 1990. Allicin, a naturally occuring antibiotic from garlic, specifically inhibits acetyl-CoA-synthetase. FEBS Lett, 261:106 108.

Gorris, L.G.M. and Mukhopadhyay, S., 2014. Hurdle Technology. Encyclopedia of Food Microbiology (second edition), pages 221-227.

Giese, J. 1994. Spices and Seasoning Blends: A Taste For All Seasons. Food Technol. 48(4):87-98.

Guenther, E. 1953. The essential oils. D. Van Nostrand Company; 751, USA

Halkman A.K. 2013. GDM 30 Gıda Mikrobiyolojisi II Ders Notları, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Halkman A. K. 2014. GDM 203 Genel Mikrobiyoloji Ders Notları, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Handa, S.S., Khanuja, S.P.S., Longo, G. and Rakesh, D.D. 2008. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants, International Centre for Science and High Technology, Trieste.

Hao, Y.Y., Brackett, R.E. and Doyle, M.P. 1998. Efficacy of Plant Extracts in Inhibiting *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in Refrigerated Cooked Poultry. Food Microbiology, 15, 367-378.

Helgason, E., Okstad O.A., Canganot D.A., Johansen H.A. ve Fouet A. 2000. *Bacillus anthracis, Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis*. One species on the basic of genetic evidence. Environt Mivrobiology. June 66(6):2627-30.

Huang, H.C., Chiou, C.S., Lien, Y.Y., Chou, C.H. and Tsai, H.J. 2011. The Contamination Model of *Salmonella* Abony in Broiler Chicken Farms in Taiwan.

İbret, B. ve Ü. 2006. Türkiye'deki Sarımsak Tarımı ve Taşköprü Sarımsağı Üzerine Coğrafi Açıdan Bir İnceleme.

James, C., Curry and Wai-Kit Nip, 2005. Spices and Herbs Handbook of Food Science, Technology and Engineering, Volume Set-4.

Kalkan, S. ve Halkman, A.K. 2006. *Bacillus cereus* ve İçme Sütünde Oluşturduğu Sorunlar. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, Cilt 4, sayı 01, syf 1-11.

Karankı, E. 2013. Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Baharatların Antimikrobiyel Aktivitesinin Belirlenmesi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Niğde.

Kaufmann, B. and Christen, P. 2002. Recent extraction techniques for natural products: Microwave-asisted Extraction and Pressurized Solvent Extraction, *Phytochemical Analysis*, 13, 105-113.

Kılıç, A. 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. Bartın Orman Fak. Derg. 10(13), 37 45.

Kırbağ, S. ve Bağcı, E. 2000. Picea abies (L.) Karst. ve Picea orientalis (L.) Link Uçucu Yağlarının Antimikrobiyel Aktivitesi Üzerine Bir Araştırma, Journal of Qafraz University, III (I), 183-190.

Koidis, P.,Grigoriadis, S. and Batzios, C. 1996. Behaviour of *Campylobacter jejuni* in Broth Stored at 4°C With Different Concentration Of Spices (garlic, onion, black pepper, oregano).

Kunduhoğlu, B. ve Pilatin, S. 2015. Nar Ekşisi ve Sumak Ekşisinin *Escherichia coli* O157 ve *Listeria monocytogenes* Üzerine Antimikrobiyal Etkisinin Belirlenmesi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir.

Leistner, L. 2000. Basic Aspects of Food Preservation by Hurdle Technology, Volume 55, Issues 1-3, Pages 181-186. (sciencedirect.com, erişim tarihi 02.11.2014).

Nasar Abbas, S., M. Ve Halkman A.K. 2004. Inhibition of Some Foodborne Bacteria By Alcohol Extract of Sumac (*Rhus Coriaria* L.), Ankara.

Porta, G.D., Porcedda, S., Marongiu, B. and Reverchon, E. 1999. Isolation of Eucalyptus Oil by Supercritical.

Roura, S.I., Valle, C.E., Ponce, A.G. ve Moreira, M.R. 2005. Inhibitory parameters of essential oils to reduce reduce a food born pathogen. Food Science and Technology. 38(5):565-570.

Sarıkuş, G. 2006. Farklı Antimikrobiyel Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyel İnaktivasyon Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.

Sasidharan, S., Latha, L.Y., Ping, K.Y. and Lachumy, S.J. 2012. Screening Methods in The Study of Fungicidal Property of Medicinal Plants, *Fungicides for Plant and Animal Diseases* 5, 107-118.

Sethi, S., Dutta, A., Gupta, B.L. and Gupta, S. 2013. Antimicrobial Activity of Spices Against Isolated Food Borne Pathogens, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 5, 260-262. Springer, Germany.

Şahin, E. 2006. Bitkisel Kaynaklı Antimikrobiyellerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojen Mikroorganizmalar Üzerinde Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü.

Tanker, N., Koyuncu, M. ve Coşkun M. 2007. Farmasötik Botanik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:93 Ankara.

Taşkın, R., Özgen, U., Babacan, M., Tuncel, E. ve Koyuncu, M. 1997. Sarımsak ve Bazı Allium Türlerinin Antimikrobik Etkileri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma. Ankara Eczacılık Fak. Derg, 26(2), s. 77-82.

Terumi, O., Fernandes Sueli, A. and Franco Bernadette, D.G.M. 2000. Saughtering Process in Brazilian Small Poultry Slaughterhouses. (Journal of Food Protection).

Üner, Y., Aksu, H. ve Ergün, Ö. 2000. Baharatın Çeşitli Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. 26(1), s. 1-10.

Ünver, A. ve Özcan M.M. 2006. Türkiye'de Yabani Olarak Yetişen Bazı Sumak Meyvelerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 20(40), 111-116.

Valero, M. and Salmerón, M.C. 2003. Antibacterial activity of essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. International Journal of Food Microbiology, 85:73-81.

Van de Break, S.A.A.J., and Leijten, G.C.J.J. 1999. Essential Oils and Oleoresins: A Survey in the Netherlands and Other Major Markets in the European Umion. CBI, Centre fort he Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam, 116p.

Wang, L. and Weller, C.L. 2006. Recent Advances in Extraction of Nutraceuticals From Plants, *Trends in Food Science*17, 300-312.

Zaika, L.L., 1987. Spices and Herbs: Their antimicrobial activity and its determination. J. Food Safety 9, 97-108.

Zengin, N., Yüzbaşıoğlu D. ve Ünal F. 2012. Gıda Koruyucu Maddeler ve Genotoksisite. Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meltem YILDIRIM AYBAKIR
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 09.02.1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce, İspanyolca (A1 Seviyesi)

Eğitim Durumu

Lise : Dr. Binnaz Ege Dr. Rıdvan Ege Anadolu Lisesi (2003-2007)
Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2008-2012)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitisü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2012- Ağustos 2015)

Çalıştığı Kurum ve Yılı:
Adam Endüstriyel Destek Hizmetler (2015-)