



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI BİTKİLERDE UÇUCU YAĞLARIN BİYOAKTİF VE  
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**ÖZLEM KILIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ORDU 2019**

**T.C.**  
**ORDU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAZI BİTKİLERDE UÇUCU YAĞLARIN BİYOAKTİF VE  
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**ÖZLEM KILIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORDU 2019**

## TEZ ONAY

**Özlem KILIÇ** tarafından hazırlanan “BAZI BİTKİLERDE UÇUCU YAĞLARIN BİYOAKTİF VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10.07.2019 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN

İkinci Danışman  
Prof. Dr. Hasan TEMİZ  
Gıda Mühendisliği, Ondokuz Mayıs  
Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Üye  
Prof. Dr. Zekai TARAKÇI  
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi  
Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN  
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi  
Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Duygu BALPETEK KÜLCÜ  
Gıda Mühendisliği, Giresun Üniversitesi

İmza

  
.....  
  
.....  
  
.....

~~19~~ / ~~07~~ / 2019 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ~~19~~ / ~~07~~ / 2019 tarih ve ~~2019~~ / ~~39~~ sayılı kararı ile onaylanmıştır.



  
Enstitü Müdürü  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sami GÜLER

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



ÖZLEM KILIÇ

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### BAZI BİTKİLERDE UÇUCU YAĞLARIN BİYOAKTİF VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZLEM KILIÇ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 59 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE ŞAHİN)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HASAN TEMİZ)

Bu tez çalışmasında, Doğu Karadeniz yaylalarının doğal florasında yaygın bulunan, bölge halkı tarafından bazı enfeksiyon hastalıklarına iyi geldiği düşünülerek kullanılan bazı bitki türlerinin (*Cynara syriaca*, kekik (*Thymus vulgaris*), mürver otu (*Sambucus ebulus* E.), katran yoncası (*Psoralea bituminosa* L.), koyun örmece (*Sedum pallidum* M. Bieb.), aslan pençesi (*Alchemilla mollis*), ak üçgül (*Trifolium repens* var.), sığır kuyruğu (*Verbascum blattaria* L.), pisikulağı (*Phedimus stolonifers*), yabancı nane (*Mentha pulegium*), engerekotu (*Echium vulgare*), nane (*Mentha piperita*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), yara otu (*Prunella vulgaris* L.), *Polygonum affine*, papatya (*Matricaria chamomilla*), kandil çiçeği (*Achillea millefolium*), tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), andız otu (*Inula helenium*), sarı ormangülü (*Rhododendron luteum*), maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) uçucu yağları clevenger distilasyon aparatı ile elde edilmiştir. Elde edilen bu uçucu yağların ve aromatik sularının antibakteriyel, antifungal ve antioksidan etkileri ile toplam fenolik madde içeriği incelenmiştir. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kekik aromatik suyu  $34\pm 0.88$  mmol/L GAE ile en yüksek toplam fenolik madde içeriğine,  $6.37\pm 0.01$  mmol/L TE ile en yüksek antioksidan aktiviteye,  $54.37\pm 0.00$  mm ile *Cladosporium spp.* inhibisyonu ile en etken aromatik su olurken, kekik uçucu yağı  $11.78\pm 0.01$  mmol/L TE ile en yüksek antioksidan aktiviteye,  $49.27\pm 7.26$  mm ile en yüksek *S. aureus* inhibisyonuna  $39.55\pm 0.52$  mm ile en yüksek *E. coli* inhibisyonuna,  $38.09\pm 4.15$  mm ile en yüksek *M. luteus* inhibisyonuna,  $44.13\pm 4.16$  mm ile en yüksek *L. monocytogenes* inhibisyonuna,  $63.3\pm 5.43$  mm ile *Cladosporium spp.*'de en yüksek antifungal aktiviteye sahip uçucu yağ olarak bulunmuştur. Yapılan analizlerde en fazla biyoaktivite gösteren bitki türü olarak belirlenen kekiğin aromatik suyu ve uçucu yağının biyoaktif bileşenleri GC-MS ile tanımlanmış olup her ikisinin ana bileşenleri thymol, carvacrol methyl ether,  $\gamma$ -terpinene, caryophyllene ve  $\beta$  bisabolene olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antibakteriyel, Antifungal, Antioksidan, Biyoaktif Bileşen, Karvakrol, Kekik, Timol, Uçucu Yağ.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF BIOACTIVE AND ANTIMICROBIAL EFFECTS OF ESSENTIAL OILS FROM SOME PLANT SPECIES

ÖZLEM KILIÇ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 59 PAGES

(SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. SÜMEYYE ŞAHİN)

(CO-SUPERVISOR: Prof. Dr. HASAN TEMİZ)

In this thesis, the essential oils of some plant species (*Cynara syriaca*, *Thymus vulgaris*, *Sambucus ebulus* E., *Psoralea bituminosa* L., *Sedum pallidum* M. Bieb., *Alchemilla mollis*, *Trifolium repens* var., *Verbascum blattaria* L., *Phedimus stolonifers*, *Mentha pulegium*, *Echium vulgare*, *Mentha piperita*, *Hypericum perforatum*, *Prunella vulgaris* L., *Polygonum affine*, *Matricaria chamomilla*, *Achillea millefolium*, *Asparagus plumosus*, *Urtica dioica*, *Inula helenium*, *Rhododendron luteum*, *Vaccinium corymbosum*) which are grown on highland area in Eastern Black Sea plateaus and used for treatment of some infectious diseases were obtained by cleverger distillation apparatus. The antibacterial, antifungal, antioxidant effects, total phenolic contents of these essential oils and aromatic water were evaluated. According to results, thyme aromatic water showed the highest total phenolic content with  $34 \pm 0.88$  mmol/L GAE and the highest antioxidant activity with  $6.37 \pm 0.01$  mmol/L TE and the highest inhibitory effect on *Cladosporium spp.* with a zone of  $54.37 \pm 0.00$  mm, since thyme essential oil exhibited the highest antioxidant activity with  $11.78 \pm 0.01$  mmol/L TE, the highest inhibitory effect on *S.aureus* with a zone of  $49.27 \pm 7.26$  mm, the highest inhibitory effect on *E.coli* with a zone of  $39.55 \pm 0.52$  mm, the highest inhibitory effect on *M. luteus* with a zone of  $38.09 \pm 4.15$  mm the highest inhibitory effect on *L. monocytogenes* with a zone of  $44.13 \pm 4.16$  mm and the highest antifungal activity against *Cladosporium spp.* with a inhibition zone of  $63.3 \pm 5.43$  mm. The bioactive components of thyme essential oil and aromatic water that showed the highest bioactivity were identified by GC-MS and thymol, carvacrol methyl ether,  $\gamma$ -terpinene, caryophyllene and  $\beta$  bisabolene were determined as major compounds in both essential oil and aromatic water of thyme.

**Keywords:** Antibacterial, Antifungal, Antioxidant, Bioactive Compound, Carvacrol, Essential Oil, Thyme, Thymol.

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen başta danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN' e teşekkür ederim.

Her konuda değerli bilgilerinden faydalandığımız Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Zekai TARAĞCI'ya, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Ömer Faruk ÇELİK ve Arş. Gör. Emre TURAN'a özellikle verilerin istatistik analizlerini yaparken yardım aldığım Arş. Gör. Yusuf DURMUŞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında laboratuvar olanaklarını ve yardımlarını esirgemeyen Ziraat Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Tahsin TONKAZ'a teşekkür ederim.

Antifungal aktivite için kullandığım fungusları temin ettiğim Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü değerli hocalarımdan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arzu SEZER'e teşekkür ederim.

Laboratuvar olanaklarını kullanmama müsaade eden Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Feyzullah KONAK'a ve özellikle GC-MS cihazını kullanmamda yardımcı olan Gıda Yük. Müh. Mukaddes ARIGÜL APAN ve Ömer Faruk ATMACA'ya teşekkür ederim.

Gerek laboratuvar çalışmaları sırasında gerekse tez yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi Selim ŞENGÜL'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim her zaman yanımda olan ve beni her konuda destekleyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
EKLER LİSTESİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1 Materyal.....	10
3.1.1 Uçucu Yağ Elde Edilecek Bitkiler.....	10
3.2 Yöntem.....	10
3.2.1 Bitkilerin Kurutulması.....	10
3.2.2 Uçucu Yağ Eldesi.....	10
3.2.3 Aromatik Suların Eldesi.....	11
3.2.4 Uçucu Yağ Analizleri.....	11
3.2.4.1 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	11
3.2.4.2 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi.....	11
3.2.4.3 <i>Staphylococcus aureus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	13
3.2.4.4 <i>Escherichia coli</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	13
3.2.4.5 <i>Micrococcus luteus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	14
3.2.4.6 <i>Listeria monocytogenes</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	14
3.2.4.7 Antibiyotikli Kontrollerin Hazırlanması.....	14
3.2.4.8 <i>Trichothecium roseum</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	15
3.2.4.9 <i>Phomopsis spp.</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	15
3.2.4.10 <i>Cladosporium sp.</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	15
3.2.4.11 Biyoaktif Bileşenlerin Tespiti.....	15
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	17
4.1 Kimyasal Analizler.....	17
4.1.1 Toplam Fenolik Madde.....	17
4.1.2 Antioksidan Kapasite.....	19
4.1.2.1 Bitki Uçucu Yağlarında Antioksidan Kapasite.....	19
4.1.2.2 Bitki Aromatik Suyunda Antioksidan Kapasite.....	20
4.1.2.3 Bitki Aromatik Suları ve Uçucu Yağlarının Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması.....	22
4.2 Mikrobiyolojik Analizler.....	23
4.2.1 Antibakteriyel Aktivite.....	23
4.2.1.1 <i>Staphylococcus aureus</i> İnhibisyonu.....	23
4.2.1.2. <i>Escherichia coli</i> İnhibisyonu.....	25
4.2.1.3 <i>Micrococcus luteus</i> İnhibisyonu.....	27



4.2.1.4 <i>Listeria monocytogenes</i> İnhibisyonu .....	29
4.2.1.5. Antibiyotiklerin Antibakteriyel Aktiviteleri .....	31
4.2.1.6 Bitki Uçucu Yağları ve Antibiyotiklerinin Antibakteriyel Aktivitelerinin Karşılaştırılması .....	31
4.2.2. Antifungal Aktivite .....	32
4.2.2.1 <i>Trichothecium roseum</i> İnhibisyonu.....	32
4.2.2.2 <i>Phomopsis spp.</i> İnhibisyonu .....	33
4.2.2.2.1 Bitki Uçucu Yağlarının <i>Phomopsis spp.</i> İnhibisyonu .....	33
4.2.2.2.2 Bitki Aromatik Suyunun <i>Phomopsis spp.</i> İnhibisyonu .....	34
4.2.2.3 <i>Cladosporium sp.</i> İnhibisyonu .....	34
4.1.2.3.1 Bitki Uçucu Yağlarının <i>Cladosporium sp.</i> İnhibisyonu.....	34
4.1.2.3.2 Bitki Aromatik Suların <i>Cladosporium sp.</i> İnhibisyonu .....	36
4.1.2.3.3 Bitki Aromatik Suları ve Uçucu Yağlarının <i>Cladosporium sp.</i> Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması .....	37
4.3 GC-MS Analiz Sonuçları .....	38
4.3.1 Kekik Uçucu Yağı Biyoaktif Bileşenleri .....	38
4.3.2 Kekik Aromatik Suyu Biyoaktif Bileşenleri .....	39
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	41
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	45
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	59

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 4.1 Bitki çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriklerinin interaksiyon grafiği	18
Şekil 4.2 Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerinin troloks eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği	20
Şekil 4.3 Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerinin trolox eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği	22
Şekil 4.4 Bitki aromatik sularının ve uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerinin troloks eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği	23
Şekil 4.5 Bitki uçucu yağlarının <i>S. aureus</i> bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği	25
Şekil 4.6 Bitki uçucu yağlarının <i>E. coli</i> bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği	27
Şekil 4.7 Bitki uçucu yağlarının <i>M. luteus</i> bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği	28
Şekil 4.8 Bitki uçucu yağlarının <i>L. monocytogenes</i> bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği	30
Şekil 4.9 Kekik uçucu yağının ve antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği	32
Şekil 4.10 Bitki uçucu yağlarının <i>Phomopsis spp.</i> küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği	33
Şekil 4.11 Bitki aromatik sularının <i>Phomopsis spp.</i> küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği	34
Şekil 4.12 Bitki uçucu yağlarının <i>Cladosporium spp.</i> küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği	35
Şekil 4.13 Bitki aromatik sularının <i>Cladosporium sp.</i> küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği	37
Şekil 4.14 Bitki aromatik sularının ve uçucu yağlarının <i>Cladosporium sp.</i> küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği	38

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 4.1 Bitki aromatik sularının toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları.....	17
Çizelge 4.2 Bitki aromatik sularına ait toplam fenolik madde içeriklerine uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	17
Çizelge 4.3 Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait varyasyon sonuçları .....	19
Çizelge 4.4 Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	19
Çizelge 4.5 Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait varyasyon sonuçları .....	21
Çizelge 4.6 Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	21
Çizelge 4.7 Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği .....	24
Çizelge 4.8 Bitki uçucu yağlarının <i>S. aureus</i> üzerinde antibakteriyel aktivitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	24
Çizelge 4.9 Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği .....	25
Çizelge 4.10 Bitki uçucu yağlarının <i>E. coli</i> üzerinde antibakteriyel aktivitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.11 Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği .....	27
Çizelge 4.12 Bitki uçucu yağlarının <i>M. luteus</i> üzerinde antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	28
Çizelge 4.13 Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği .....	29
Çizelge 4.14 Bitki uçucu yağlarının <i>L. monocytogenes</i> üzerinde antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.15 Kekik uçucu yağı ile antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	31
Çizelge 4.16 Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelere ait varyasyon grafiği .	34
Çizelge 4.17 Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	35
Çizelge 4.18 Bitki aromatik sularının antifungal aktivitelere ait varyasyon grafiği .....	36
Çizelge 4.19 Bitki aromatik sularının antifungal aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	36
Çizelge 4.20 GC-MS ile tanımlanmış kekik uçucu yağı bileşenleri.....	39
Çizelge 4.21 GC-MS ile tanımlanmış kekik aromatik suyu bileşenleri.....	40

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>AMP-10</b>	:	Ampisilin
<b>CN-10</b>	:	Gentamisin
<b>CO<sub>2</sub></b>	:	Karbondioksit
<b>DPPH</b>	:	2,2 difenil 1-pikri hidrazil
<b>GAE</b>	:	Gallik Asit Eşdeğeri
<b>GC</b>	:	Gaz Kromotografi
<b>gr</b>	:	Gram
<b>MS</b>	:	Kütle Spektroskopisi
<b>PDA</b>	:	Potato Dekstroz Agar
<b>PEN-10</b>	:	Total Boy
<b>S-300</b>	:	Streptomisin
<b>TE</b>	:	Trolox Eşdeğeri
<b>µL</b>	:	Mikrolitre

---

## EKLER LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Ek-1:</b> Uçucu Yağı Elde Edilen Bitkiler .....	51
<b>Ek-2:</b> Antioksidan Kapasite.....	53
<b>Ek-3:</b> Antibakteriyel Analiz Sonuçları .....	54
<b>Ek-4:</b> Antifungal Aktivite Sonuçları .....	56
<b>Ek-5:</b> Kekik GC-MS Kromatogramları .....	58



## 1. GİRİŞ

Beslenme açısından insan hayatının vazgeçilmez temel kaynaklarından biri olan bitkiler, sadece beslenme amacıyla değil aynı zamanda geçmişten günümüze çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadırlar. Bitkisel ilaçlar, kırsal toplulukların kültür ve geleneklerinin önemli bir parçasını oluştururlar (Özderin ve ark., 2014). Geleneksel ve modern tıp uygulamalarında bitkisel ilaç olarak tedavide kullanılan bitkiye ‘Tıbbi Bitki’ denilmektedir (Baydar, 2007).

Fitoterapide çeşitli hastalıkların tedavisinde alternatif olarak kullanılan birçok bitki türünün etkinliğinin içerdikleri uçucu yağlardan kaynaklandığı, ayrıca uçucu yağların antioksidan etkilerinin yüksek olduğu ve ayrıca antimikrobiyal etkiye sahip oldukları bilinmektedir (Ekici ve ark., 2011; Avcı ve ark., 2014; Haşimi ve ark., 2015).

Uçucu yağlar genellikle, bitkilerde bulunan yağ görünümlü uçucu maddelerin karışımıdır. Elde edildiği bitkiye özgü yoğun ve kuvvetli kokuya sahip çok sayıda bileşenden oluşmaktadırlar. Uçucu özellikte oldukları için ‘eterik yağlar’ veya hoş kokularından dolayı ‘esans’ gibi isimlerle de adlandırılırlar (Çalikoğlu ve ark., 2006).

Uçucu yağların kimyasal bileşenlerine bakıldığında çoğunlukla terpenoidlerden oluştuğu görülmüştür. Terpenoidlerin de çoğunluğunu monoterpenler oluşturmakla birlikte, bunu seskiterpenler ve diterpenler takip etmektedir. Ayrıca alkoller, laktonlar, aldehitler, ketonlar, asitler, asiklik esterler, bunlara nazaran daha seyrek olarak da azotlu ve kükürtlü bileşikler, fenilpropanoidlerin homologları ve kumarinler de uçucu yağların yapısında yer alır. Bitkilerdeki uçucu yağların bileşim ve miktarları birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler bitkinin cinsi, uçucu yağın bitkinin hangi kısmından (kök, yaprak, çiçek gövde ve kabuk) elde edildiği, bitkinin bulunduğu bölgenin iklimi ve coğrafi yapısı ve bitkinin toplandığı mevsim gibi değişkenler olarak sıralanmaktadır (Bayaz, 2014).

Uçucu yağlar çeşitli yöntemler kullanılarak elde edilmektedir. Bu yöntemler başlıca destilasyon, presyon çözücü ekstraksiyonu ve süperkritik akışkan ekstraksiyonudur. Bu yöntemlerden destilasyon eski bir yöntem olmasına rağmen en yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Destilasyon, ham materyalden uçucu yağları oluşturan bileşenlerin buhar etkisi ile ayrılıp, soğuk yüzey ile temasının sağlanarak yoğunlaştırılıp yağ olarak toplanması şeklinde tanımlanmaktadır. Çözücü ekstraksiyonu, uygun çözümler

(hekzan, alkol gibi tekniğe) ile ham materyalin muamele edilip sonrasında çözgenin uzaklaştırılarak hem konkret (gülde) hem de uçucu yağ elde edilmesi olup, ısıya duyarlı ürünlerde kullanılan bir yöntemdir. Reçine-uçucu yağ karışımı olan oleoresinler gibi değerli ürünlerin eldesinde kullanıldığı gibi, uçucu yağ elde etmek için de kullanılmaktadır. En yüksek verimin sağlandığı yöntem, çözücü ekstraksiyon yöntemidir. Süperkritik akışkan ekstraksiyonunda yanıcı ve pahalı olmaması, düşük toksisite göstermesi ve ısı etkisiyle oluşabilecek olumsuzlukların olmaması nedeniyle tercih edilen çözgenlerden biri CO<sub>2</sub>'tir. Fakat uygulamaya tam olarak geçmemiştir. Presyon bir diğer adıyla pres yöntemi ise, özellikle turunçgil kabuklarında bulunan uçucu yağı elde etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Herhangi bir ısıl işlemin olmaması veya çözgen kullanılmamasından dolayı elde edilen uçucu yağın kalitesi oldukça yüksektir fakat uçucu yağ verimi azdır. (Çalıköğlü ve ark., 2006).

Uçucu yağlar bitkilerde değişik oranlarda elde edilmekte olup en çok uçucu yağ elde edilen bitkiler gül, kekik, lavanta, nane, adaçayı, kantarondur. Bu tez çalışmasında araştırılacak olan bitkiler *Cynara syriaca*, kekik (*Thymus vulgaris*), mürver otu (*Sambucus ebulus E.*), katran yoncası (*Psoralea bituminosa L.*), koyun örmece (*Sedum pallidum M. Bieb.*), aslan pençesi (*Alchemilla mollis*), ak üçgül (*Trifolium repens var*), sığır kuyruğu (*Verbascum blattaria L.*), pisikulağı (*Phedimus stolonifers*), yabancı nane (*Mentha pulegium*), engerekotu (*Echium vulgare*), nane (*Mentha piperita*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), yara otu (*Prunella vulgaris L.*), *Polygonum affine*, papatya (*Matricaria chamomilla*), kandil çiçeği (*Achillea millefolium*), tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), andız otu (*Inula helenium*), sarı ormangülü (*Rhododendron luteum*) ve maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*)'dir.

Bu tez konusu dahilinde incelenecek ve uçucu yağ elde edilecek bitkiler arasında bulunan kekik Labiaceae (Labiata) familyasına aittir. Kekik üretiminde ülkemiz, dünya ülkeleri arasında en büyük kekik üreticisi konumundadır (Başer, 2002). Kekik türlerinden yüksek uçucu yağ oranına sahip yayla kekiği (*Origanum minutiflorum*) bitkisinde uçucu yağ miktarı (%4.3-5.3) olarak tespit edilmiştir (Şarer ve ark.,1996). Yine aynı şekilde yapılan farklı bir çalışmada da kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinde uçucu yağ miktarı %3 olarak tespit edilmiştir (Manou ve ark., 1998). Yüksek antioksidan ve yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahiptir. Aynı zamanda antibakteriyel aktiviteye de sahip olduğu bilinmektedir. Labiaceae (Labiata)

familyasının diğer bir üyesi olan nanenin (*Mentha piperita*) genel olarak uçucu yağ oranı %1-2 ve en fazla %3.5 'e kadar çıkabilmektedir (Ceylan, 1987). Verim değerleri bitkinin yetiştirildiği bölgenin özelliklerine paralel olarak değişmektedir. Papatya (*Matricaria chamomilla*), Asteraceae (Compositae) familyasına aittir. %0.3-2 oranında uçucu yağa sahip olduğu bilinmektedir. Birçok bitki türü gibi papatya da halk arasında çayı tüketilen bitkilerdendir. Papatya çayının dinlendirici etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalar sonucunda bilinmektedir. Yabani nane ya da yarpuz olarak da adlandırılan (*Mentha pulegium*) ülkemizin yabani bitkisi olup doğadan toplanmaktadır. Pulegonca zengin olmasına rağmen az miktarda yağ üretimi yapılmaktadır (Başer, 2002). Asteracea (Papatyagiller) familyasının üyelerinden olan kandil çiçeği (*Achillea millefolium*) halk arasında civanperçemi akbaşı, barsamaotu, binbiryaprakotu ve marsamaotu olarak da adlandırılır. %0.25-0.45 oranında mavimtrak renkte bir uçucu yağa sahiptir. Halk arasında ateş düşürücü iltihap giderici, solucan düşürücü, sinir yatıştırıcı, romatizma ve mide ülserinde baş ve boğaz ağrılarında kullanılmaktadır. Ayrıca iç kanamalarda kanı durdurmak amacıyla çiçekleri demlenip çay gibi tüketilmektedir (Zeynalov, 2008).

Asparagaceae (Kuşkonmazgiller) familyasının üyelerinden kuşkonmaz (*Asparagus officinallis*) halk arasında yaygın olarak tüketilmesine rağmen tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*) süs bitkisi olarak kullanılmanın ötesine geçememiştir. Yapılan litertür taramasında tül kuşkonmazın uçucu yağı veya aromatik suyu ile yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasında, yukarıda adı geçen, Ordu ili Çambaşı Yaylası ile Giresun ili Kümbet Yaylası'ndan bölge halkı tarafından değişik amaçlarda değişik formlarda tüketilen bitkilerin biyoaktif ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yaylalardan temin edilen bitkilerin uçucu yağları ve aromatik suları elde antioksidan etkinliği, toplam fenolik madde miktarları, antibakteriyel ve antifungal özellikleri incelenmiştir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çok sayıda bileşenden oluşmuş doğal ürünler olan uçucu yağlar oda sıcaklığında çoğunlukla sıvı, genellikle renksiz veya açık sarı renkli, bulunduğu bitkiye özgü kuvvetli kokuya sahip olup genellikle bitkilerden su buharı destilasyon yöntemiyle elde edilir ve bitkinin yetiştiği ülkeye göre ortalama uçucu yağ verimi değişiklik göstermektedir (Akgül, 1993). Yapılan çalışmalarda anason (*Pimpinella anisum*) bitkisinde uçucu yağ %1.94, kimyon (*Cuminum cyminum*) bitkisinde ise uçucu yağ %2.46 olarak bulunmuştur (Haşimi ve ark., 2014). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada yüksek uçucu yağ oranına sahip (*Origanum minutiflorum*) bitkisinde uçucu yağ miktarı (% 4.3-5.3) olarak tespit edilmiştir (Şarer ve ark., 1996). Yine aynı şekilde yapılan farklı bir çalışmada da kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinde uçucu yağ miktarı % 3 olarak tespit edilmiştir (Manou ve ark., 1998).

Antibiyotik direncini global sağlık ve gıda güvenliğine yönelik en büyük tehditlerden biri olarak tanımlayan Dünya Sağlık Örgütü artan antibiyotik direncine karşı hastalıkların tedavisinde acilen yeni antibiyotiklerin geliştirilmesi gerektiği çağrısında bulunmaktadır (WHO, 2016). Antibiyotiklere alternatif olarak, antibakteriyel etkinliği ile bilinen bitki uçucu yağlarının önemi artmış ve ilaç olarak kullanımına yönelik potansiyel etkileri çoğu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Örneğin, Benli ve Yiğit, (2005), kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin aseton, kloroform, dimetilsülfoksit (DMSO), etanol, metanol, distile su gibi farklı çözümler kullanarak ekstraktlarını hazırlayıp *Enterococcus gallinarum* (CDC-NJ-4), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* (ATCC 25922) suşları, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans* (845981), *Shigella*, *Candida crusei* (ATCC 6258), *Streptococcus pyogenes* (ATCC 19615), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) *Streptococcus aureus* (ATCC 29213) *Candida albicans* (90028), suşları gibi 4'ü maya ve 10'u bakteri olan 14 farklı mikroorganizma üzerindeki aktivitelerini araştırmışlardır. Çalışmada disk difüzyon ve damlatma metodunu kullanmışlar ve analiz sonuçlarına göre kekik ekstraktlarının sadece *Bacillus subtilis* üzerinde antimikrobiyal etkili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca uygulanan metotlardan en iyi sonuç verenin damlatma metodu olduğu ve en iyi çözümlerin de metanol ile su + %5'lik Tween 20 karışımının olduğu kanısına varılmıştır.

Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan bir çalışmada, bitkilerin toprak üstü kısımlarının Clevenger hidrodestilasyon cihazı yardımıyla uçucu yağları alınmıştır. Uçucu yağların Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) ve Gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615) bakteriler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Antimikrobiyal aktivite disk difüzyon yöntemine göre yapılmıştır. Çalışma sonucunda rezene uçucu yağı *P. aeruginosa* dışında test edilen bakteriler üzerinde orta düzeyde (inhibisyon zonu <20-12 mm); *P. aeruginosa* üzerinde ise düşük düzeyde (inhibisyon zonu <12 mm) antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Adaçayı uçucu yağı da *P. aeruginosa* dışında test edilen bakteriler üzerinde orta düzeyde, *P. aeruginosa* üzerinde ise düşük düzeyde antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Haşimi ve ark., 2015).

Şarer ve ark., (1996) tarafından yürütülen bir çalışmada farklı yükseklikte yetişen *Origanum minutiflorum* (yayla kekiği) örneklerinden elde edilen uçucu yağların bakterilerden *Streptococcus faecalis* ATCC 19433, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923; mantarlardan *Candida albicans* KUEN 977 ve *Candida tropicalis* CBS 94'e karşı antimikrobiyal etkileri disk difüzyon yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Aynı bölgede farklı iki yükseklikten (1100 m ve 1500 m) toplanan *O. minutiflorum* *O. Schwarz* et *P.H.Davis* örneklerinin uçucu yağ verimleri karşılaştırıldığında; aralarında belirgin bir farklılık bulunduğu saptanmış ve 1500 m'den toplanan örneğin uçucu yağ veriminin 1100 m'den toplanan örneğinkinden %1 fazla olduğu tespit edilmiştir. *O. minutiflorum* uçucu yağ örneklerinin antibakteriyel etkili baktrim ve antifungal etkili Ketokonazol ile karşılaştırıldıklarında, kuvvetli antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği, ayrıca antifungal etkisinin de antibakteriyel etkisine oranla daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, çörtlük (*Echinophora tenuifolia* L.), sarmaşık (*Hedera helix* L.), kekik (*Thymus vulgaris* L.), ısırgan (*Urtica dioica* L.) nane (*Mentha piperita* L.), ökaliptus (*Eucalyptus* sp. L.), ardıç (*Juniperus communis* L.), yavşan (*Artemisia* sp. L.) ve zakkum (*Nerium oleander* L.) bitkilerinin yaprakları ile kimyon (*Cuminum cyminum* L.)'un meyveleri saf metanolle ekstrakte edilerek *Alternaria mali*, *Botrytis cinerea* Pers. *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum circinans* *Fusarium oxysporum*

gibi funguslar üzerine 0.5 ml, 1 ml ve 2 ml/100 ml hazırlanan ekstraktlardan besiyeri dozunda uygulanarak antifungal etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda tüm bitkilerin, fungusların koloniyal gelişimleri üzerine farklı dozlarda etkili olduğu belirlenmiştir (Boyras ve Koçak, 2006).

Ekici ve ark., (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada hastalıklı balıklardan izole edilen bakteriyel patojenlere *Vibrio anguillarum*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Vibrio alginolyticus* ve *Lactococcus garviae* suşları) karşı bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmada biberiye (*Rosmarinus officinalis*), melisa (*Melissa oleum*), karabaş (*Lavandulae romanae oleum*), zencefil (*Zingiber officinale*) kekik (*Origanum vulgare*) bitkilerinin ticari yağları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bitki uçucu yağlarının, balık patojen bakterileri üzerinde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Toroğlu ve ark., (2005) *Teucrium polium L.*, *Thymbra spicata L. var. spicata*, *Ocimum basilicum L.* ve *Foeniculum vulgare Miller* bitkileri çeşitli bakteri ve mayalar kullanılarak antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus brevis* ve hatta *Enterococcus faecalis*'in neden olduğu hastalıkların antibiyotik tedavisinde *Foeniculum vulgare*'nin birlikte alınmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. *Ocimum basilicum*'un uçucu yağı (2 µl) ise, bakterilerden *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* ve *Staphylococcus aureus* haricindekilere (*S. faecalis* DC 74 *Aeromonas hydrophila* ATCC 7966, *Yersinia enterocolitica* AÜ 19) ve funguslardan *Klyveromyces fragilis*'e karşı inhibisyon zonu göstermiş olup, farklı değerler gösterdiği belirlenmiştir.

Biberiye (*Rosemarinus officinalis*), kimyon (*Cuminum cyminum*), mercanköşk (*Origanum onites*) ve defne (*Laurus nobilis*) bitkilerinden hidrodistilasyon metodu kullanılarak elde edilen uçucu yağlarının ayçiçek yağı içerisinde hacmen %25, %50 ve %100'lük konsantrasyonlarda hazırlanıp disk difüzyon yöntemi kullanılarak *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, *Escherichia coli* ATCC 11230, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853, *Lactobacillus cremoris* NRRL 634 ve *Lactobacillus lactis* NRRL 1821 bakterileri üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada uçucu yağlara karşı en hassas bakterinin *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, en dirençli bakterinin

ise *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27853 olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe antimikrobiyal etkinin azaldığı da gözlemlenmiştir. En etkili uçucu yağın mercanköşke ait olduğu ve yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Kimyonun mercanköşkten sonra en etkili uçucu yağ olduğu, bunu sırasıyla defne ve biberiye uçucu yağının izlediği tespit edilmiştir (Cerit, 2008).

Fitoterapide yaygın kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden biberiyenin antioksidan aktivitesi üzerine yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışma sonuçlarına göre, söz konusu biyoaktivitenin bitkinin yetiştiği bölgeye, hasat zamanına, kullanılan bitki kısmına, fenolik yapısına ve konsantrasyonuna, ekstraksiyon yöntemine, ürün ve oksidasyon koşullarına, analitik yöntemine ve deneyde kullanılan denek hayvan türüne göre farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Basmacıoğlu Malayoğlu, 2010).

Anason (*Pimpinella anisum L.*) ve kimyon (*Cuminum cyminum L.*) tohumlarının uçucu yağ bileşenleri ve bu yağların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, kimyon (*Cuminum cyminum L.*) uçucu yağının orta düzeyde anason (*Pimpinella anisum L.*) uçucu yağının ise düşük düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiş olup antioksidan kapasiteleri incelendiğinde kimyon uçucu yağının anason uçucu yağından yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sonuçlara göre antioksidan kapasitesi ile antimikrobiyal aktivite arasında doğrusal bir ilişki olduğu da bildirilmiştir (Haşimi ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada, Çorum ili ve çevresinden toplanan *Rumex crispus* ve *Rumex cristatus*'un su ve etanolle elde edilen uçucu yağlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş ve ayrıca Gaz Kromatografisi- Kütle Spektroskopisi (GC/MS) ile uçucu yağ bileşenleri tanımlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre her iki çözgenle (su ve etanol) elde edilen *Rumex cristatus* uçucu yağlarının toplam antioksidan miktarının, *Rumex crispus*'a göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca *Rumex crispus* ve *Rumex cristatus* uçucu yağlarının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Eschrechia coli* ATCC 25922, *Entereococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Candida albicans* ATCC 10231 mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkinliği test edilmiş ve uçucu yağların test mikroorganizmalarının gelişimini farklı derecelerde inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Avcı ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada, *Artemisia* L. taksonları (*A. absinthium* L., *A. arborescens* L., *A. campestris* L., *A. scoparia* Waldst. & Kit., *A. santonicum* L., *A. vulgaris* L.) bitkilerinin toprak üstü kısımlarının hidrodestilasyon yolu ile elde edilen uçucu yağlarını 8 farklı bakteri (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538/P, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterobacter cloacae* ATCC 13047, *Escherichia coli* ATCC 29998, *Escherichia coli* ATCC 11230 ve *Salmonella typhimurium* CMM 5445) ile 1 mantar suşu (*Candida albicans* ATCC 10239) üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi incelenmiş olup en hassas bakterinin *S. aureus* olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bitkilerin antioksidan kapasiteleri de araştırılmış olup radikal süpürücü etkiye bakıldığında *A. scoparia* uçucu yağı (%80,08) ile ekstraktının (%48,51) en yüksek radikal süpürücü etki gösterdiği, troloks eşdeğerliği cinsinden *A. campestris* ekstraktının en yüksek antioksidan kapasitesine ( $10,76 \pm 0,47$ ) sahip olduğu,  $\alpha$ -tokoferol eşdeğerliği cinsinden ise *A. absinthium* ekstraktının antioksidan kapasitesinin ( $5,8 \pm 0,17$ ) en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Erel Baykan ve ark., 2012).

Oregano (*Origanum acutidens*, *Origanum rotundifolium*) ve thyme (*Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*) uçucu yağlarının in-vitro şartlarda antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bitkilerin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların kimyasal kompozisyonu ve antimikrobiyal etkileri çalışılmıştır. 26 bakteri, 14 küf ve 3 maya türüne karşı etkileri, disk difüzyon (DD) ve “en düşük engelleme konsantrasyonu” yöntemleri ile belirlenmiş; bakteri türlerinin ortalama engelleme zonları ve en düşük engelleme konsantrasyonu değerleri sırasıyla 8 ve 72 mm ile  $7.8$  ve  $500 \mu\text{g mL}^{-1}$  arasında değişirken maya ve küflerin en yüksek inhibisyon zonu ve en düşük engelleme konsantrasyonu değerlerinin 8–74 mm ile  $7.8$ – $500 \mu\text{g mL}^{-1}$  arasında değiştiği görülmüştür. Test edilen mikroorganizmaların uçucu yağ kompozisyonuna duyarlılığının farklı olduğu ve genellikle uçucu yağların test edilen antibiyotiklerden daha büyük DD değerine sahip olduğu görülmüştür (Çetin ve ark., 2011).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), anason (*Pimpinella anisum*), defne (*Laurus nobilis*), kekik (*Oreganum onites spp.*) karanfil (*Syzygium aromaticum*) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) bitkilerinden buhar distilasyonu yöntemi kullanılarak elde edilen uçucu yağların antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı çalışmada elde edilen bulgulara göre karanfil ve kekik uçucu yağları yüksek eugenol ve carvacrol içeriklerine bağlı olarak en yüksek radikal süpürme aktivite (%98.32, 70.67) ve antioksidan kapasite (421, 225  $\mu$ M troloks/100g kuru örnek) göstermiştir. Sonuç olarak, en yüksek antioksidan aktivite karanfil uçucu yağında bulunmuş olup bunu sırasıyla kekik uçucu yağı, defne uçucu yağı, biberiye uçucu yağı, kimyon uçucu yağı takip etmiş en düşük antioksidan aktivite anason uçucu yağında tespit edilmiştir (Basmacıoğlu Malayoğlu ve ark., 2011).

Yapılan bir çalışmada bazı kekik ve adaçayı türlerinin yaprak ve tohumlarının su ile ekstraktlarının GC-MS ile uçucu bileşenleri araştırılmış ve kekik yaprak ekstraktında 40 bileşen tespit edilmiş ve en etkin 7 bileşeni o-cymene, terpinolene, linalool, borneol, terpinen-4-ol,  $\alpha$ -terpineol, thymol ve carvacrol şeklinde bulunmuştur. Kekik tohum ekstraktında ise 3-carene, m-cymene, 2-decen-1-ol, myrtenol, isobornyl formate, caryophyllene oxide gibi bileşenleri tespit edilmiştir (Kutlular, 2007).

Farklı toplama zamanlarının, yayla kekiğinin uçucu yağ verimi ve kalitesi üzerindeki etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, Isparta ilinde yayla kekiğinin tomurcuklanma sonu devresinde, çiçeklenme başı devresinde, tam çiçeklenme devresinde, çiçeklenme sonu devresinde ve tohum olgunlaştırma devresi olmak üzere 5 farklı dönemde toplama yapılmıştır. Toplanan bitkilerin kurutulup su distilasyonu ile uçucu yağı elde edilip uçucu yağ içerikleri ve GC ile uçucu yağ bileşenleri incelenmiş ve uçucu yağ bileşenleri (carvacrol, thymol, p-mirsen, p-simen,  $\gamma$ -terpinen,  $\alpha$ -terpinen ve borneol) olarak belirlenmiştir (Baydar, 2005).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Uçucu Yağ Elde Edilecek Bitkiler

Tez çalışmasında kullanılan bitkiler; *Cynara syriaca*, kekik (*Thymus vulgaris*), mürver otu (*Sambucus ebulus E.*), katran yoncası (*Psoralea bituminosa L.*), koyun örmece (*Sedum pallidum M. Bieb.*), aslan pençesi (*Alchemilla mollis*), ak üçgül (*Trifolium repens var.*), sığır kuyruğu (*Verbascum blattaria L.*), pisikulağı (*Phedimus stolonifers*), yabani nane (*Mentha pulegium*), engerekotu (*Echium vulgare*), nane (*Mentha piperita*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), yara otu (*Prunella vulgaris L.*), *Polygonum affine*, papatya (*Matricaria chamomilla*), kandil çiçeği (*Achillea millefolium*), tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), andız otu (*Inula helenium*), sarı ormangülü (*Rhododendron luteum*), maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) Ordu ili Çambaşı Yaylası ile Giresun ili Kümbet Yaylası'ndan toplanmıştır. Bitkilerin toplanmasında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arş. Gör. M. Muharrem ÖZCAN ve Bahçe Bitkileri Arş. Gör. Orhan KARAKAYA yardımcı olmuşlardır. Bitki türlerinin teşhisi Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Sevda TÜRKİŞ ve Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Arzu SEZER tarafından yapılmıştır. Çalışmada uçucu yağ elde edilen bazı bitkilere ait fotoğraflar Ek-1'de verilmiştir.

#### 3.2 Yöntem

##### 3.2.1 Bitkilerin Kurutulması

Ordu ili Çambaşı Yaylası ile Giresun ili Kümbet Yaylası'ndan toplanmış olan bitkiler yıkanmadan oda sıcaklığında kurutulmuştur.

##### 3.2.2 Uçucu Yağ Eldesi

Kurutulan bitkilerden 1 L' lik balona hacmine bağlı olarak 25-70 gram tartılıp üzerine 300-500 mL saf su ilave edilerek Clevenger hidrodestilasyon düzeneğinde geri soğutucu altında 2 saat kaynatılmıştır. Kaynama esnasında sistemden distilasyon ile ayrılan uçucu yağ toplanmıştır. Elde edilen uçucu yağlar eppendorf tüplerinde analiz edilinceye kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.3 Aromatik Suların Eldesi**

Clevenger düzeneğinde 2 saatlik kaynama sonucunda uçucu yağı alınmış bitkilerin bulunduğu balondan bitkilerin aromatik suları eppendorf tüplerine alınmıştır. Aromatik sular analiz edilinceye kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.4 Uçucu Yağ Analizleri**

#### **3.2.4.1 Toplam Fenolik Madde Tayini**

Toplam fenolik madde tayininde kolorimetrik Folin- Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Metot her örneğe 3 paralel ve 3 deney tekrarı şeklinde yapılmıştır. Toplam fenoliklerin hesaplanmasında gallik asitten hazırlanmış çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak gallik asit eşdeğeri üzerinden hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965).

#### **Stok Çözeltiler**

##### **- Sodyum Karbonat Hazırlama**

20 gr Sodyum karbonat tartılıp 100 mL’ye saf su ile tamamlanmıştır.

##### **- Gallik Asit Hazırlama**

0.2 gr gallik asit tartılıp 100 mL’ye saf su ile tamamlanmıştır.

#### **Aromatik Sularda Analiz**

2000 µL’lik mikroküvetlere 1300 µL saf su alınıp üzerlerine 20 µL bitki aromatik sularından ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışım üzerine 50 µL folin eklenmiş, 2 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra da 150 µL sodyum karbonat ilave edilerek hızlıca karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda sıcaklığında karanlıkta 60 dakika bekletilip toplam fenolik madde içeriklerini belirlemek amacıyla spektroskopide (Perkin- Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi) 765 nm’de absorbansları okunmuştur. Standart madde olarak gallik asit kullanılmış ve toplam fenolik madde içerikleri gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.2 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**

Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde 2,2, difenil 1-pikri hidrazil (DPPH) metodu (Şahin, 2011) kullanılmıştır. Metot kuşkonmaz uçucu yağı dışında her örneğe 3 paralel 3 deney tekrarı şekilde yapılmıştır. Kuşkonmaz uçucu yağı yeterli miktarda bulunmadığından 2 paralel 2 deney tekrarı şeklinde yapılmıştır. İlk olarak bitki uçucu yağları n-bütanol ve aromatik suları ise metanol ile çözdürülmüştür. Yapılan ön denemelerde uçucu yağların yüksek antioksidan



kapasitelere sahip olduğu gözlenmiş olup analiz edilmeden önce 11 kat n-bütanol ile seyreltilmiştir. Aromatik sular ise 6 kat metanol ile seyreltilmiştir. Analiz için uygun oranlarda n-bütanol seyreltilen uçucu yağlar ve metanol ile seyreltilen ekstraktlar uçucu yağlar için n- bütanolle hazırlanan DPPH radikal çözeltisi ile, aromatik sular ise metanolle hazırlanan DPPH ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımın radikal süpürücü etkisi belirlenmek amacıyla 30 dakika oda koşullarında bekletildikten sonra absorbansları spektroskopide (Perkin- Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi) 515 nm dalga boyunda kaydedilmiştir. Standart madde olarak troloks kullanılmıştır. Antioksidan kapasite troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Ek-2’de örnek numunede antioksidan etkinliğe bağlı DPPH radikalinde görülen renk değişimi gösterilmiştir.

### **Stok Çözeltiler**

#### **- Metanolle DPPH Hazırlama**

0.03943 gr DPPH 100 mL’ye n- metanol ile tamamlanmıştır. Absorbans 0.700’ e ayarlanmıştır.

#### **- n- bütanolle DPPH Hazırlama**

0.0236 gr DPPH 100 mL’ye n-bütanol ile tamamlanmıştır. Absorbans 0.700’e ayarlanmıştır.

#### **- Troloks Çözeltisi Hazırlama**

0.00126 gr Troloks tartılıp uçucu yağlar için 10 mL’ye n-bütanol ile aromatik sular için 10 mL’ye metanol ile tamamlanmıştır.

### **Uçucu Yağlarda Analiz**

1500 µL n-bütanol ile hazırlanmış DPPH mikroküvetlere alınıp, üzerlerine 40 µL bitki uçucu yağlardan ilave edilerek oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası absorbansları spektroskopide 515 nm’de okutulmuştur. Negatif kontrol olarak n-bütanol kullanılmıştır.

### **Aromatik Sularda Analiz**

2000 µL’lik mikroküvetlere 1000 µL metanol ile hazırlanmış DPPH’den alınmış ve üzerine 50 µL bitki aromatik suyundan ilave edilmiştir. 30 dakika inkübasyon sonrası absorbansları spektroskopide 515 nm’de okutulmuştur. Negatif kontrol olarak metanol kullanılmıştır.

### **Troloks Standart Eğrisi**

Uçucu yağlar için hazırlanan stok troloks çözeltisinden eppendorf tüplerine sırasıyla 10, 25, 50, 100, 125, 150, 200 ve 250 µL alınarak 1000 µL'ye n-bütanol ile tamamlanmıştır. Aromatik sular için hazırlanan stok troloks çözeltisinden eppendorf tüplerine sırasıyla 50, 100, 125, 150, 200 ve 250 µL alınarak yine aynı şekilde 1000 µL'ye n- metanol ile tamamlanmıştır. Hazırlanan bu toloks standartlarının DPPH ile tepkimesi sonrası absorbansları okutulmuş ve konsantrasyona karşılık gelen absorbans yazılmak suretiyle troloks standart eğrisi çizilmiştir. Daha sonra eğriden elde edilen denklem kullanılarak numunelere ait absorbansa karşılık gelen konsantrasyon hesaplanmıştır.

### **3.2.4.3 *Staphylococcus aureus* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Staphylococcus aureus* (NCTC 8530) üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine Mc Farland 0.5 bulanıklığındaki mikroorganizmadan 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür (Alzoreky ve Nakahara, 2003). Ek-3'de *S. aureus* 'a karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

### **3.2.4.4 *Escherichia coli* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Escherichia coli* (BL21) üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Plant Count Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine Mc Farland 0.5 bulanıklığındaki mikroorganizmadan 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür (Alzoreky ve Nakahara, 2003). Ek-3'de *E. coli* 'ye karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

#### **3.2.4.5 *Micrococcus luteus* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Micrococcus luteus* (NCIMB 8166) üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine Mc Farland 0.5 bulanıklığındaki mikroorganizmadan 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür (Alzoreky ve Nakahara, 2003). Ek-3'de *M. luteus*'a karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

#### **3.2.4.6 *Listeria monocytogenes* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Listeria monocytogenes* üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine Mc Farland 0.5 bulanıklığındaki mikroorganizmadan 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür (Alzoreky ve Nakahara, 2003). Ek-3'de *L.monocytegens*'e karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

#### **3.2.4.7 Antibiyotikli Kontrollerin Hazırlanması**

Uçucu yağların antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde kontrol örnekleri hazırlanırken ilk olarak *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes* bakterileri için steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar, *Escherichia coli* için ise steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Plant Count Agar 20'şer mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine Mc Farland 0.5 bulanıklığındaki mikroorganizmadan 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine, her petri kabında bir antibiyotik disk olacak şekilde, antibiyotikli diskler (Penicilin 10 µg, Streptomisin 300 µg, Ampisilin 10 µg ve Gentamisin 10 µg) koyulmuştur. 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

#### **3.2.4.8 *Trichothecium roseum* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Trichothecium roseum* üzerindeki antifungal aktivitesinin belirlenmesi için de, disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Potato Dekstroz Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine *Trichothecium roseum* 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 25 °C'de 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

#### **3.2.4.9 *Phomopsis spp.* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Phomopsis spp.* üzerindeki antifungal aktivitesinin belirlenmesi içinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına otoklavlanıp steril edilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Potato Dekstroz Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine *Phomopsis spp* 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 25 °C'de 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür. Ek-4'de *Phomopsis spp.*'e karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

#### **3.2.4.10 *Cladosporium sp.* İnhibisyonunun Belirlenmesi**

Uçucu yağların *Cladosporium sp.* üzerindeki antifungal aktivitesinin belirlenmesi içinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak steril petri kaplarına Potato Dekstroz Agar 20 mL dökme yöntemiyle ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri üzerine *Cladosporium sp.* 0.1 mL ekim yapılmıştır. Petri kapları kuruması için 30 dakika bekletilip besiyeri üzerine boş antibiyotik disk koyulmuştur. Diskler üzerine 15µL uçucu yağlardan eklenip 25 °C'de 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnhibisyon zonu kumbas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür. Ek-4'de *Cladosporium sp*'a karşı örnek inhibisyon zonu gösterilmiştir.

#### **3.2.4.11 Biyoaktif Bileşenlerin Tespiti**

Kekik uçucu yağ ve aromatik suyunda bulunan biyoaktif bileşenlerin analizinde headspace-GC-MS (gaz kromatografisi kütle spektroskopisi) kullanılarak tespit edilmiştir. Kekik aromatik suyu 50 kat seyreltilerek verilmiş olup kekik uçucu yağı ise 60 kat seyreltilerek analiz için kullanılmıştır. Bileşenlerin ayrılmasında TraceGOLD

TG-5MS GC kolonundan yararlanılmıştır. GC-MS cihazında taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmış ve akış hızı dakikada 1.2 mL olarak ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı ilk 2 dakika için 80°C, sonrası için dakikada 2 °C artarak son sıcaklık 270°C'ye ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı 330°C olup başlangıç sıcaklığı 40°C'dir. Piklerin tanımlanmasında NİST, Wiley, WinMain, mainlip, replib kütüphaneleri kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1 Kimyasal Analizler

#### 4.1.1 Toplam Fenolik Madde

Fenolik bileşiklerin birçok bitkinin ve meyvenin yapısında bulunduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmaların sonucunda fenolik bileşiklerin antikanserojenik, antibakteriyel ve antialerjenik aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir (Eruçar, 2006). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri bilinmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini serbest radikalleri bağlama, lipoksijenaz enzimini inhibe etmeleri ve metallerle şelatları oluşturmalarından kaynaklandığı yapılan çalışmalar neticesinde bildirilmiştir (Güleşci ve Aygöl, 2016).

Bitki aromatik sularına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p<0.05$  düzeyinde toplam fenolik madde miktarına etkisi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.1** Bitki aromatik sularının toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	5	498.399	927.02	0.000*
Hata	28	0.538		
Toplam	33			

\* $p<0.05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.2’de bitki aromatik sularının toplam fenolik madde içeriklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliğinin toplam fenolik madde içeriği üzerinde  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

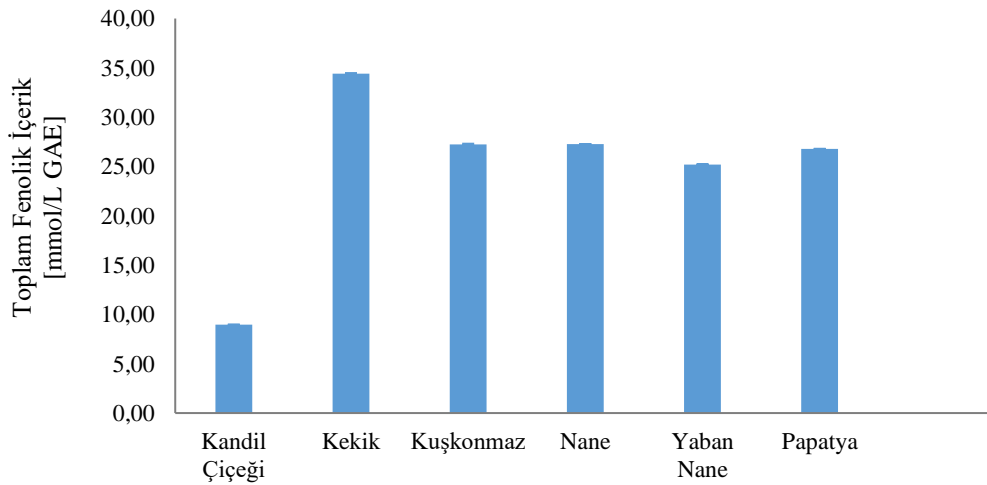
**Çizelge 4.2** Bitki aromatik sularına ait toplam fenolik madde içeriklerine uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	mmol/L GAE*
Kandil Çiçeği	6	7.883±0.83 <sup>e</sup>
Kekik	6	34.953±0.88 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	5	24.536±0.83 <sup>d</sup>
Nane	5	27.948±0.50 <sup>b</sup>
Yaban Nane	6	26.071±0.61 <sup>c</sup>
Papatya	6	28.607±0.86 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler bitki aromatik suları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.2'deki sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin kekik aromatik suyunda ( $34.953 \pm 0.88$  mmol/L GAE) bulunmuştur. Bunu sırasıyla papatya aromatik suyu ( $28.607 \pm 0.86$  mmol/L GAE), nane aromatik suyu ( $27.948 \pm 0,50$  mmol/L GAE), yaban nane aromatik suyu ( $26.071 \pm 0.61$  mmol/L GAE), kuşkonmaz aromatik suyu ( $24.536 \pm 0,83$  mmol/L GAE) takip etmektedir. En düşük toplam fenolik madde içeriğine kandil çiçeği aromatik suyunda ( $7.883 \pm 0.83$  mmol/L GAE) tespit edilmiştir. El, (2008) kekik (*Thymus vulgaris*) ekstraktında içinde bulunduğu Türkiye'de sık tüketilen gıdaların toplam fenolik madde içeriklerini incelediği çalışmada kekik çayının yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu tespit etmiştir. Amamra ve ark., (2018) *Thymus vulgaris*'in değişik çözümlerde (su, metanol, butanol, kloroform, etilasetat, metanolik ve petroleter) hazırladığı ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriklerini araştırdıkları çalışmada sulu ekstraktın petroleter ekstraktından daha fazla toplam fenolik madde içerdiğini ve metanollü ekstraktın da toplam fenolik içeriğinin en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Bitki aromatik sularının toplam fenolik madde içeriklerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki aromatik suları değişik oranlarda toplam fenolik madde içermektedir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği kekik aromatik suyunda bulunurken en düşük toplam fenolik madde içeriği kandil çiçeği aromatik suyunda tespit edilmiştir.



**Şekil 4.1** Bitki çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriklerinin interaksiyon grafiği

## 4.1.2 Antioksidan Kapasite

### 4.1.2.1 Bitki Uçucu Yağlarında Antioksidan Kapasite

Uçucu yağların antioksidan aktiviteye sahip oldukları yapılan çalışmalar sonucunda bildirilmiştir. Uçucu yağların bu etkileri yapılarında barındırdıkları fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Deighton ve ark., 1993; Farag ve ark., 1989). Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p<0.05$  düzeyinde antioksidan aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.3** Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	5	0.878	2548.31	0.000*
Hata	28	0.000		
Toplam	33			

\* $p<0.05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.4’de bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki uçucu yağlarının çeşitliliği antioksidan kapasite üzerinde  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.4** Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antioksidan kapasite (mmol/L TE)
Kandil Çiçeği	6	3.29±0.03 <sup>c</sup>
Kekik	6	11.78±0.01 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	1.07±0.03 <sup>f</sup>
Nane	6	2.45±0.01 <sup>d</sup>
Yaban Nane	6	1.97±0.02 <sup>e</sup>
Papatya	6	3.63±0.01 <sup>b</sup>

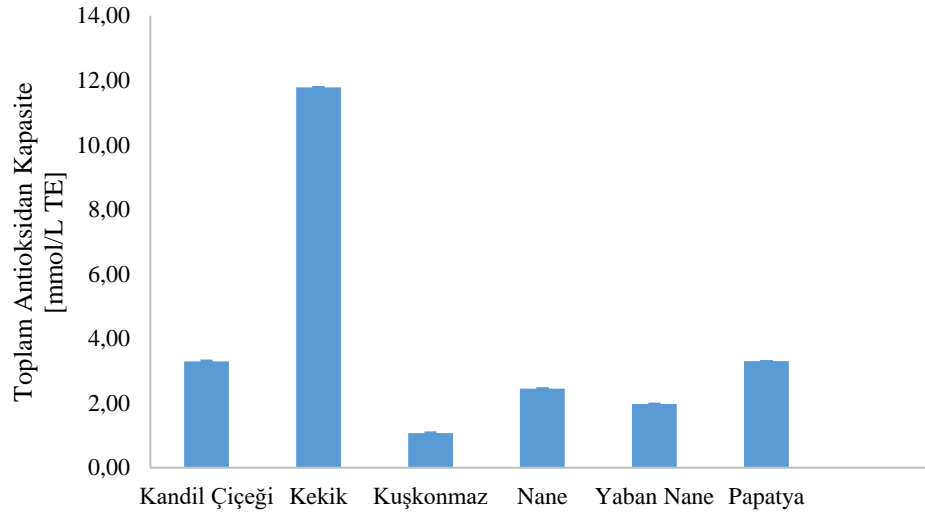
\*Farklı harfler bitki uçucu yağlar arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.4’deki sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan kapasite kekik uçucu yağında (11.78±0.01 mmol/L TE) bulunmuştur. Bu sonucu sırasıyla papatya uçucu yağı (3.63±0.01 mmol/L TE), kandil çiçeği uçucu yağı (3.29±0.03 mmol/L TE), nane uçucu yağı, (2.45±0.01 mmol/L TE) yaban nane uçucu yağı (1.97±0.02 mmol/L TE) takip etmektedir. En düşük antioksidan kapasite kuşkonmaz uçucu yağı (1.07±0.03 mmol/L TE) tespit edilmiştir. Basmacıoğlu Malayoğlu ve ark., (2011),



yaptıkları çalışmada kekik uçucu yağının da içerisinde bulunduğu 6 bitki uçucu yağın antioksidan kapasitelerini incelemiş ve sonuç olarak en yüksek antioksidan kapasiteye kekik uçucu yağı ve karanfil uçucu yağında rastlamışlardır. Yavuzdurmaz, (2013) defne yaprağı, kimyon, karafil ve kekik uçucu yağlarının ayrıca üzüm çekirdeği ve zeytin yaprağı ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini incelediği çalışmasında, kekik uçucu yağı ve karanfil uçucu yağının en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçlar ile tez çalışmamız sırasında elde ettiğimiz sonuçlar paralellik göstermektedir.

Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağları değişik oranlarda antioksidan kapasiteye sahiptir. En yüksek antioksidan kapasite kekik uçucu yağında bulunurken, en düşük antioksidan kapasite kuşkonmaz uçucu yağında tespit edilmiştir.



**Şekil 4.2** Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerinin troloks eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği

#### **4.1.2.2 Bitki Aromatik Suyunda Antioksidan Kapasite**

Bitki aromatik sularına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antioksidan aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.5** Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	6	0.014	48.04	0.000*
Hata	29	0.000		
Toplam	35			

\*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.6’da bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliği antioksidan kapasite üzerinde p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.6** Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

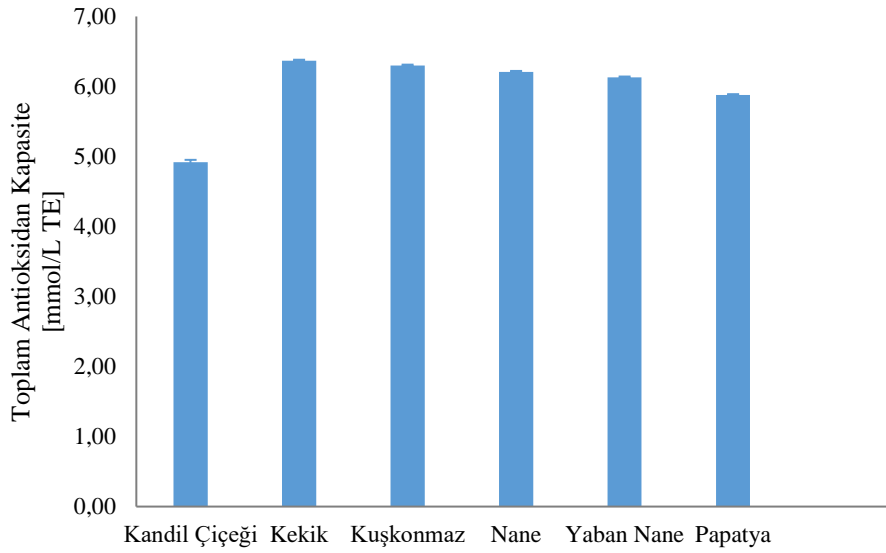
Bitki Çeşidi	n	Antioksidan kapasite (mmol/L TE)
Kandil Çiçeği	6	4.92±0.03 <sup>c</sup>
Kekik	6	6.37±0.01 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	6	6.30±0.01 <sup>a</sup>
Nane	6	6.21±0.01 <sup>ab</sup>
Yaban Nane	6	6.13±0.01 <sup>ab</sup>
Papatya	6	5.88±0.01 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler bitki aromatik suları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.6’deki sayısal veriler incelendiğinde en yüksek antioksidan kapasitesi kekik (6.37±0.01 mmol/L TE) ile kuşkonmaz (6.30±0.01 mmol/L TE) aromatik suyunda bulunmuş olup bu sonuçları sırasıyla nane (6.21±0.01 mmol/L TE), yaban nane (6.13±0.01 mmol/L TE) ve papatya aromatik suları (5.88±0.01 mmol/L TE) takip etmekte olup en düşük antioksidan kapasitesi de kandil çiçeği aromatik suyunda (4.92±0.03 mmol/L TE) bulunmuştur. Veriler istatistiksel olarak incelendiğinde antioksidan kapasite yönünde p<0.05 değerinde kekik ile kuşkonmaz arasında önemli bir fark olmadığı, nane ile yaban nane bunlara benzerlik gösterdiği ancak papatya ile kandil çiçeğinin antioksidan kapasitesinin daha düşük olduğu görülmektedir. Yağcıoğlu, (2015) yapmış olduğu tez çalışmasında kekik ile aynı familyada bulunan adaçayı ekstraktının antioksidan kapasitesini incelemiş olup adaçayı ekstraktının yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu tespit etmiştir. Köksal ve ark., (2010) kekik bitkisinin su ve alkolle hazırlanan ekstraktlarında antioksidan kapasiteleri incelemiş ve kekiğin su ile hazırlanan ekstraktında değişik konsantrasyonlarda (10

$\mu\text{g/ml}$ ,  $20 \mu\text{g/ml}$ ,  $30 \mu\text{g/ml}$ ) DPPH serbest radikal giderme aktivitesini sırasıyla % 58.8, % 88.9, % 90.2 olarak belirlemişlerdir. Literatür örnekleri incelendiğinde elde edilen sonuçlar ile tez çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar paralellik göstermektedir.

Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.3’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki aromatik suları değişik oranlarda antioksidan kapasiteye sahiptir. En yüksek antioksidan kapasitesi kekik ile kuşkonmaz aromatik suyunda bulunurken en düşük antioksidan kapasitesi kandil çiçeği aromatik suyunda tespit edilmiştir.

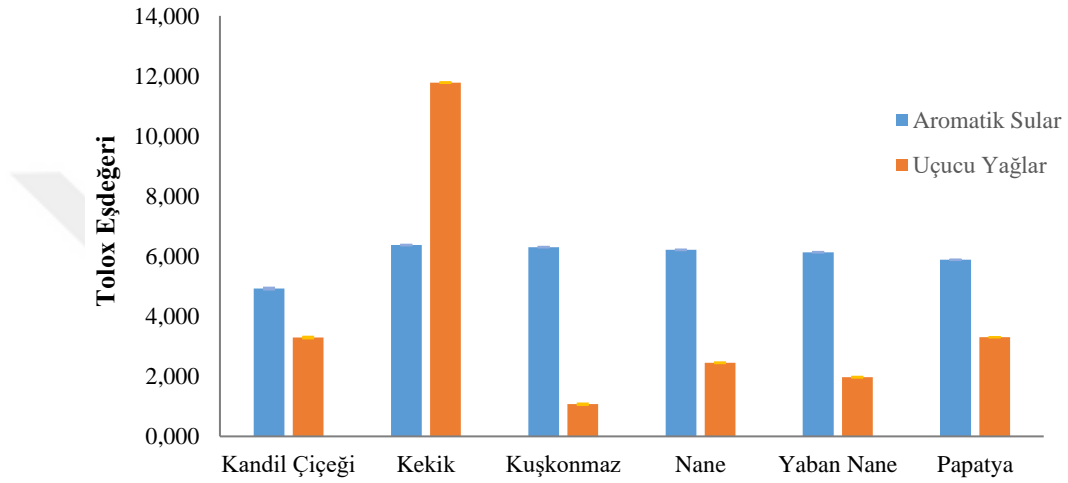


**Şekil 4.3** Bitki aromatik sularının antioksidan kapasitelerinin trolox eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği

#### **4.1.2.3 Bitki Aromatik Suları ve Uçucu Yağlarının Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması**

Bitki uçucu yağlarına ve aromatik sularına ait interaksiyon grafiği Şekil 4.4’de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere bitkilerin uçucu yağları ve aromatik sularının antioksidan kapasiteleri farklılık göstermektedir. Kekik uçucu yağı, uçucu yağlar içerisinde; kekik aromatik suyu da aromatik sular içerisinde en yüksek antioksidan kapasitelerine sahiptirler. Uçucu yağlar incelendiğinde, en düşük antioksidan kapasitesi kuşkonmaz uçucu yağında bulunurken, kuşkonmaz aromatik suyunun orta düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre, kuşkonmaz bitkisinde antioksidan aktiviteye sahip bileşenlerin suda çözünen

bileşenler olması ve kuşkonmaz uçucu yağında bulunmamasından dolayı, kuşkonmaz uçucu yağı düşük antioksidan aktiviteye sahiptir sonucuna varılabilir. Diğer yandan kandil çiçeği bitkisinin antioksidan özellik gösteren bileşenlerinin çoğunlukla yağda çözünen bileşenler olması ve kandil çiçeği aromatik suyunda bulunmamasından dolayı kandil çiçeği aromatik suyu diğer bitkilerden daha düşük antioksidan kapasiteye sahiptir sonucuna varılabilir.



Şekil 4.4 Bitki aromatik sularının ve uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerinin troloks eşdeğeri cinsinden interaksiyon grafiği

## 4.2 Mikrobiyolojik Analizler

### 4.2.1 Antibakteriyel Aktivite

#### 4.2.1.1 *Staphylococcus aureus* İnhibisyonu

Micrococcaceae familyasına ait *Staphylococcus aureus* gıda zehirlenmelerinde karşımıza çıkmaktadır. *S. aureus*'un salgıladığı enterotoksin ile intoksikasyon tipi bir gıda zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır. Etkinin görülmesi için minimum enterotoksin dozunun 0.015-0.357 µg/kg vücut ağırlığı değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca *S. aureus* insan vücudunda ağız ve burun çevresinde görülebilmektedir (Cerit, 2008).

Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antibakteriyel aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.7** Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerine ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	6	930.95	98.27	0.000*
Hata	29	9.473		
Toplam	35			

\*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8’de bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliği antibakteriyel aktivite üzerinde p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

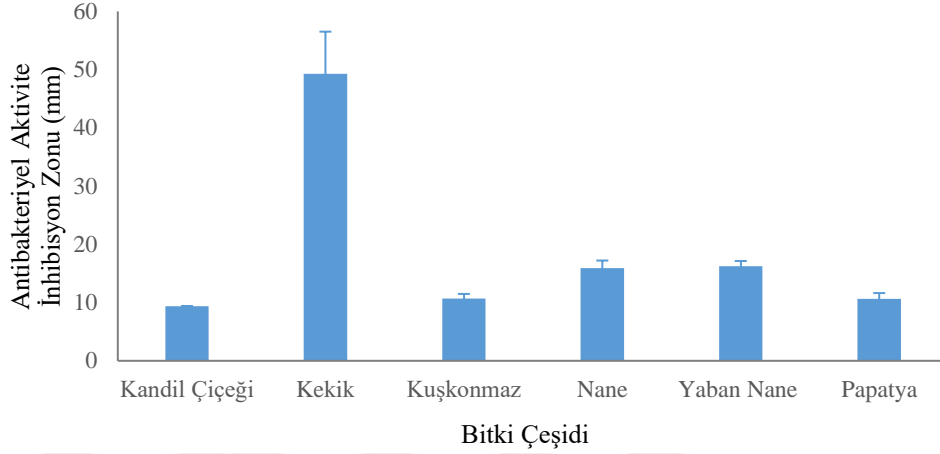
**Çizelge 4.8** Bitki uçucu yağlarının *S. aureus* üzerinde antibakteriyel aktivitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antibakteriyel Aktivite
Kandil Çiçeği	4	9.4±0.00 <sup>b</sup>
Kekik	4	49.27±7.26 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	10.72±0.76 <sup>b</sup>
Nane	4	15.93±1.29 <sup>b</sup>
Yaban Nane	4	16.23±0.91 <sup>b</sup>
Papatya	4	10.63±1.01 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Bitki uçucu yağlarının *S. aureus* üzerine antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağları değişik oranlarda antibakteriyel aktiviteye sahiptir. *S. aureus* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite kekik uçucu yağında (49.27±7.26 mm) bulunurken bu sonucu sırasıyla yaban nane uçucu yağı (16.23±0.91 mm), nane uçucu yağı (15.93±1.29 mm), kuşkonmaz uçucu yağı (10.72±0.76 mm) ve papatya uçucu yağı (10.63±1.01 mm) takip etmektedir. En düşük antimikrobiyal aktivite ise kandil çiçeği uçucu yağında (9.4±0.00 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Bu sonuçlar, Şarer ve ark., (1996)’nın kekik uçucu yağının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 üzerindeki antibakteriyel aktivesini araştırdığı çalışmada elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde kekik ile aynı familya da bulunan adaçayı uçucu yağının antibakteriyel aktivitesi araştırdığı çalışmasında Haşimi ve ark., (2015)’nin elde ettiği sonuçlarla da benzerlik göstermektedir. Lacroix ve ark., (2006)’nın 28 baharat uçucu yağının 4 patojen bakteri üzerinde antibakteriyel aktivitelerini incelediği çalışmalarında en etkili uçucu yağın kekik uçucu yağı olduğunu tespit edilmiştir. Kekik uçucu yağının yüksek

antibakteriyel aktivite göstermesi, yapısında bulunan terpenoid bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde kekik uçucu yağının antibakteriyel etkinliğinin yapısından bulunan etken bileşenler olan fenolik bileşiklerden thymol ve carvacrolden kaynaklandığını belirlenmiştir (Akgül, 1993; Oğuz ve Sarı, 2002).



**Şekil 4.5** Bitki uçucu yağlarının *S. aureus* bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.1.2. *Escherichia coli* İnhibisyonu

İnsan ve sıcak kanlı hayvanların çoğunun bağırsak florasında bulunan *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae familyasına aittir. Fekal kontaminasyon sonucunda su ve çeşitli gıdalarda görülmekte olup gıda mikrobiyolojisi için önem arz etmektedir. *E. coli*'nin patojen şuşlarının ciddi tehlikelere yol açtığı bilinmektedir. 1996 yılında Japonya' da 6000 çocuğun enterohemorajik *E. coli* enfeksiyonu geçirdiği ve A.B.D.' nde *E. coli* enfeksiyonlarının neden olduğu maddi zararın yılda tahmini 223 milyon dolar olduğu bildirilmektedir (Cerit, 2008).

Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antibakteriyel aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.9** Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerine ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	6	529.454	53.7	0.000*
Hata	29	9.859		
Toplam	35			

\* $p < 0.05$  düzeyinde önemli

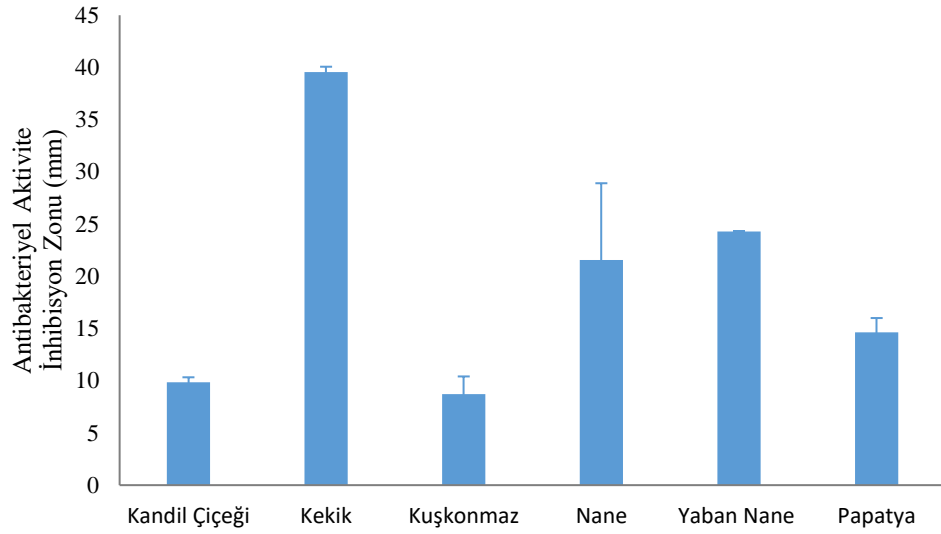
Çizelge 4.10'da bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliği antibakteriyel aktivite üzerinde  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.10** Bitki uçucu yağlarının *E. coli* üzerinde antibakteriyel aktivitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antibakteriyel Aktivite
Kandil Çiçeği	4	9.84±0.49 <sup>d</sup>
Kekik	4	39.55±0.52 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	8.73±1.68 <sup>d</sup>
Nane	4	21.55±7.36 <sup>bc</sup>
Yaban Nane	4	24.3±0.00 <sup>b</sup>
Papatya	4	14.63±1.37 <sup>cd</sup>

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Bitki uçucu yağlarının *E. coli* üzerine antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağları değişik oranlarda antibakteriyel aktiviteye sahiptir. *E. coli* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite kekik uçucu yağında ( $39.55±0.52$  mm) bulunurken, bu değeri sırasıyla yaban nane uçucu yağı ( $24.3±0.00$  mm), nane uçucu yağı ( $21.55±7.36$  mm), papatya uçucu yağı ( $14.63±1.37$  mm) ve kandil uçucu yağı ( $9.84±0.49$  mm) takip etmektedir. En düşük antimikrobiyal aktivite ise kuşkonmaz uçucu yağında ( $8.73±1.68$  mm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Sağdıç ve ark., (2002) yedi baharat ekstraktının *E. coli* O157:H7 antibakteriyel aktivitesi üzerine yaptıkları araştırmada en yüksek aktiviteyi kekik ve mercanköşkte tespit etmişlerdir. Baydar ve ark., (2004) yaptıkları çalışmada, çeşitli bakteriler üzerinde farklı konsantrasyonda 2 kekik ve 2 mercanköşk uçucu yağını denemişler ve uçucu yağların *E. coli* üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Roura ve ark., (2005) yaptıkları çalışmada kekik uçucu yağında içinde bulunduğu on farklı uçucu yağın *E. coli* O157:H7 suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitelerini incelemişler ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteye karanfil uçucu yağında rastlamışlardır. Bu sonuca göre karanfil uçucu yağında bulunan etken bileşen olan öjenolün kekik uçucu bileşenleri olan thymol ve carvacrolen *E. coli* O157:H7 suşlarına karşı daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ifade edilebilir.



**Şekil 4.6** Bitki uçucu yağlarının *E. coli* bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.1.3 *Micrococcus luteus* İnhibisyonu

Micrococcaceae familyasına ait *Micrococcus luteus* zorunlu aerob olup toprakta, tozda, suda ve havada ve memeli derisinin normal florasında bulunmaktadır (Anonim, 2019).

Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antibakteriyel aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.11** Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	6	548.936	120.84	0.000*
Hata	29	4.543		
Toplam	35			

\* $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.12’de bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Bitki aromatik sularının çeşitliliği antibakteriyel aktivite üzerinde  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

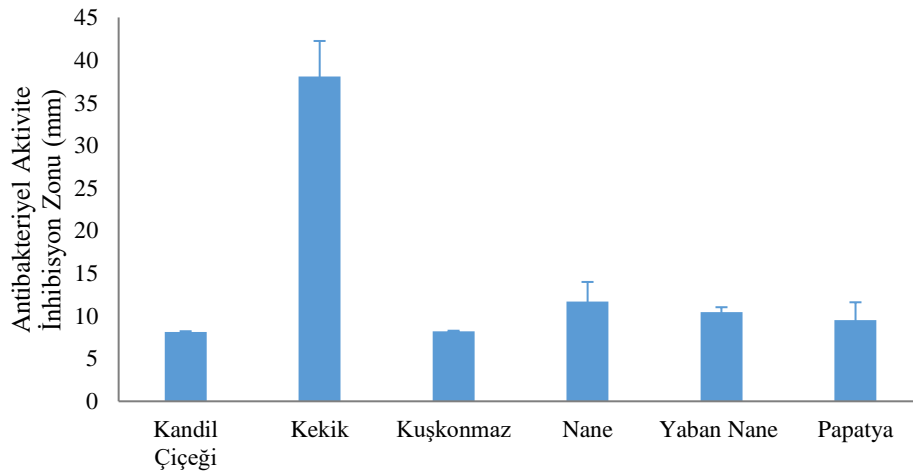


**Çizelge 4.12** Bitki uçucu yağlarının *M. luteus* üzerinde antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antibakteriyel Aktivite
Kandil Çiçeği	4	8.11±0.10 <sup>d</sup>
Kekik	4	38.09±4.15 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	8.19±0.08 <sup>d</sup>
Nane	4	11.69±2.3 <sup>b</sup>
Yaban Nane	4	10.45±0.58 <sup>b</sup>
Papatya	4	9.51±2.1 <sup>d</sup>

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağları değişik oranlarda antibakteriyel aktiviteye sahiptir. *M. luteus* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite kekik uçucu yağında (38.09±4.15 mm) bulunurken bu sonucu sırasıyla nane uçucu yağı (11.69±2.3 mm), yaban nane uçucu (10.45±0.58 mm), papatya uçucu yağı (9.51±2.1 mm) takip etmektedir. En düşük antimikrobiyal aktivite kuşkonmaz uçucu yağı (8.19±0.08 mm) ve kandil çiçeği uçucu yağında (8.11±0.10 mm) tespit edilmiştir. Çon ve ark., (1998) kekik uçucu yağında içinde bulunduğu 6 baharat uçucu yağının *M. luteus*’un da bulunduğu 8 ayrı bakteri suşuna karşı gösterdikleri antibakteriyel aktiviteyi araştırdıkları çalışmada en yüksek antibakteriyel aktiviteye kekik uçucu yağında rastlanmış olup *M. luteus*’un en hassas bakteri olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan literatür taraması ile bulunan bu sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Bitki uçucu yağlarının *M. luteus* üzerine antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir.



**Şekil 4.7** Bitki uçucu yağlarının *M. luteus* bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.1.4 *Listeria monocytogenes* İnhibisyonu

Corynebacteriaceae familyasına ait *Listeria monocytogenes*, sebzeler, çiğ süt ve süt ürünleri başta olmak üzere deniz ürünleri ve kümes hayvanlarında da görülmektedir. *L. monocytogenes* insanlara gıdalar aracılığı ile geçebildiği gibi insandan insana da bulaşabilmektedir. *Listeria* enfeksiyonunun görüldüğü vakalarının %25'inin ölüm ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Cerit, 2008).

Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antibakteriyel aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.13** Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki Çeşidi	6	548.936	120.84	0.000*
Hata	29	4.543		
Toplam	35			

\* $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.14'de bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliği antibakteriyel aktivite üzerinde  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

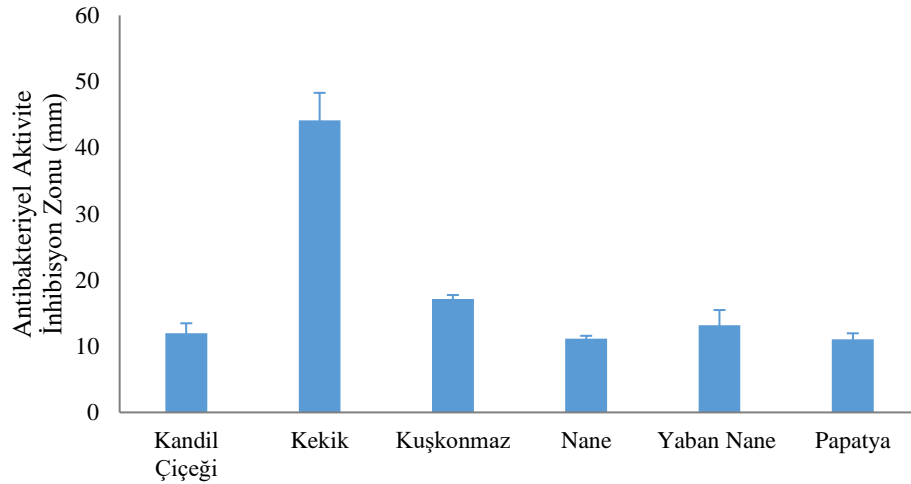
**Çizelge 4.14** Bitki uçucu yağlarının *L. monocytogenes* üzerinde antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antibakteriyel Aktivite
Kandil Çiçeği	4	11.96±1.51 <sup>c</sup>
Kekik	4	44.13±4.16 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	17.14±0.6 <sup>b</sup>
Nane	4	11.15±0.42 <sup>c</sup>
Yaban Nane	4	13.16±2.31 <sup>b</sup>
Papatya	4	11.04±0.91 <sup>c</sup>

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Bitki uçucu yağlarının *L. monocytogenes* üzerine antibakteriyel aktivitelere ait interaksiyon grafiği Şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağları değişik oranlarda antibakteriyel aktiviteye sahiptir. *L. monocytogenes* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite kekik uçucu yağında (44.13±4.16 mm), bulunurken bu değeri kuşkonmaz uçucu yağı (17.14±0.6 mm), yaban nane uçucu yağı

(13.16±2.31 mm) ve kandil çiçeği uçucu yağı (11.96±1.51 mm) takip etmektedir. En düşük antimikrobiyal aktivite ise nane uçucu yağı (11.15±0.42 mm) ve papatya uçucu yağında (11.04±0.91 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Rasooli ve ark., (2006) *L. monocytogenes* üzerindeki antibakteriyel aktivitelerini araştırmak üzere iki kekik türüne ait uçucu yağlar incelenmiş olup iki kekik uçucu yağında *L. monocytogenes* üzerinde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çon ve ark., (1998) kekik uçucu yağında içinde bulunduğu 6 baharat uçucu yağının *L. monocytogenes*'un da bulunduğu 8 ayrı bakteri suşuna karşı gösterdikleri antibakteriyel aktiviteyi araştırdıkları çalışmada en yüksek antibakteriyel aktiviteye kekik uçucu yağında rastlanmış olup *L. monocytogenes*'un en hassas bakteri olduğu sonucuna varmışlardır. Shan ve ark., (2007) mercanköşk ve biberiye ekstraktlarının *E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri incelemiş ve ekstraktların yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Mercanköşk ve biberiyenin kekik ile aynı familyaya (Labiaceae) ait olduğunu göz önüne aldığımızda bu familyaya ait bitki uçucu yağlarının ve ekstraktlarının antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu sonucuna varılabilir. Elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde ise yapılan önceki çalışmaları destekler niteliktedir.



**Şekil 4.8** Bitki uçucu yağlarının *L. monocytogenes* bakterisi üzerine antibakteriyel aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.1.5. Antibiyotiklerin Antibakteriyel Aktiviteleri

Tez çalışmamıza kontrol teşkil etmesi amacıyla 4 farklı antibiyotiğin; ampisilin (AMP-10), gentamisin (CN-10), penisilin (PEN-10) ve streptomisin (STR-300), 4 bakteri türü üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Antibiyotiklerin bakterilere karşı oluşturdıkları inhibisyon zonları (antibakteriyel aktiviteleri) Çizelge 4.15’de verilmiştir.

**Çizelge 4.15** Kekik uçucu yağı ile antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İnhibitör	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>M. luteus</i>	<i>L. monocytogenes</i>
	İnhibisyon Zonu (mm)	İnhibisyon Zonu (mm)	İnhibisyon Zonu (mm)	İnhibisyon Zonu (mm)
<b>KEKİK</b>	49.27±7.26 <sup>a</sup>	39.55±0.52 <sup>a</sup>	38.09±4.15 <sup>a</sup>	44.13±4.16 <sup>a</sup>
<b>AMP-10</b>	36.4±0.85 <sup>ab</sup>	23.85±0.50 <sup>b</sup>	34.45±0.07 <sup>a</sup>	38.85±0.50 <sup>ab</sup>
<b>PEN-10</b>	40.75±1.91 <sup>a</sup>	14.25±0.21 <sup>c</sup>	38.35±1.34 <sup>a</sup>	41.7±2.69 <sup>a</sup>
<b>CN-10</b>	18.9±0.00 <sup>c</sup>	14.1±0.42 <sup>c</sup>	24.1±0.14 <sup>b</sup>	22.05±0.64 <sup>c</sup>
<b>STR-300</b>	24.85±0.07 <sup>bc</sup>	26±0.1b <sup>b</sup>	26.1±0.85b <sup>b</sup>	31.45±0.64b <sup>bc</sup>

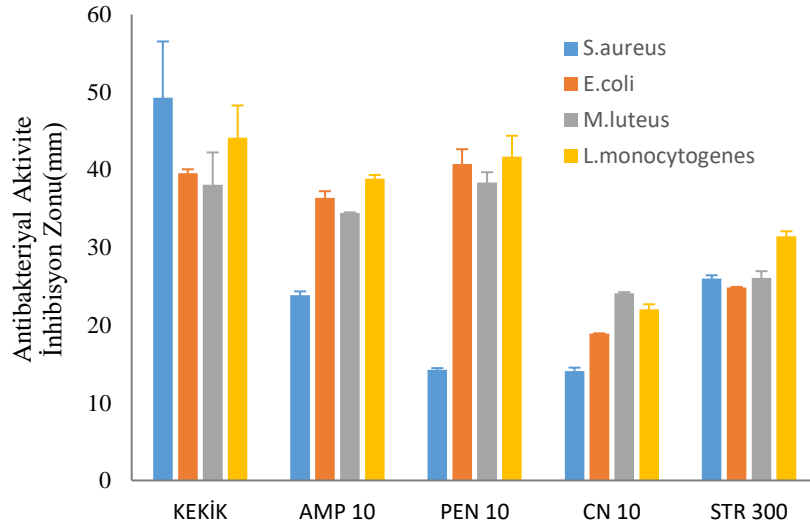
\*Sütunlardaki farklı harfler inhibitörler arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.15’de de görüldüğü üzere, *S. aureus* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite PEN-10 antibiyotiğinde (40.75±1.91 mm) en düşük aktivite ise CN-10 antibiyotiğinde (18.9±0.00 mm) ile bulunmuştur. *E. coli* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite STR-300 antibiyotiğinde (26±0.1 mm) en düşük aktivite ise CN-10 antibiyotiğinde (14.1±0.42 mm) ile bulunmuştur. *M. luteus* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite PEN-10 antibiyotiğinde (38.35±1.34 mm) en düşük antibakteriyel aktivite ise CN-10 antibiyotiğinde (24.1±0.14 mm) bulunmuştur. *L. monocytogenes* üzerinde en yüksek antibakteriyel aktivite 41.7±2.687 ile PEN-10 antibiyotiği en düşük antibakteriyel aktivite ise 22.05±0.636 ile CN-10 antibiyotiğinde bulunmuştur.

#### 4.2.1.6 Bitki Uçucu Yağları ve Antibiyotiklerinin Antibakteriyel Aktivitelerinin Karşılaştırılması

Uçucu yağlar içerisinde kekik uçucu yağı çok yüksek antibakteriyel etki gösterdiğinden, çalışmanın bu bölümünde kekik uçucu yağının etkinliği diğer antibiyotiklerle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.15’de *S. aureus*’a karşı antibakteriyel aktivitelere bakıldığında, kekik uçucu yağının antibakteriyel etkisinin (49.27±7.26 mm), *S. aureus*’a karşı en aktif antibiyotik olan PEN-10 antibiyotiğine

(40.75±1.91 mm) benzer olduğu görülmektedir. *E. coli*'ye kekik uçucu yağının antibakteriyel etkinliğinin (39.55±0.52 mm) ise *E. coli*'ye karşı en güçlü antibiyotik olarak saptanmış PEN-10 antibiyotiğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. *M. luteus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine bakıldığında kekik uçucu yağının antibakteriyel etkisinin (38.09±4.15 mm), *M. luteus*'a karşı en aktif antibiyotikler olarak belirlenen PEN-10 (38.35±1.34) ve AMP-10 (34.45±0.07) antibiyotiklerine benzer olduğu tespit edilmiştir. *L.monocytogenes*'e karşı kekik uçucu yağının antibakteriyel etkisinin (44.13±4.16 mm), *L. monocytogenes*'e karşı en güçlü antibiyotik olarak saptanmış PEN-10 antibiyotiğine (41.7±2.69) benzer olduğu görülmektedir. Kekik uçucu yağlarının ve antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir.



**Şekil 4.9** Kekik uçucu yağının ve antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitelerine ait interaksiyon grafiği

## 4.2.2. Antifungal Aktivite

### 4.2.2.1 *Trichothecium roseum* İnhibisyonu

*Trichothecium roseum* tahta, kağıt elma gibi meyvelerde ve salatalık gibi sebzelerde mısır, arpa buğday gibi tahıllarda görülen pembe renkli küftür. Bunlara ek olarak et ürünleri, fasulye ve fındıkta da görülebilmektedir (Sipahioğlu, 1998). Yapılan çalışmada her üç tekrarda da kullanılan besiyerinde (PDA) *Trichothecium roseum* gelişmesi gözlemlenmemiştir.

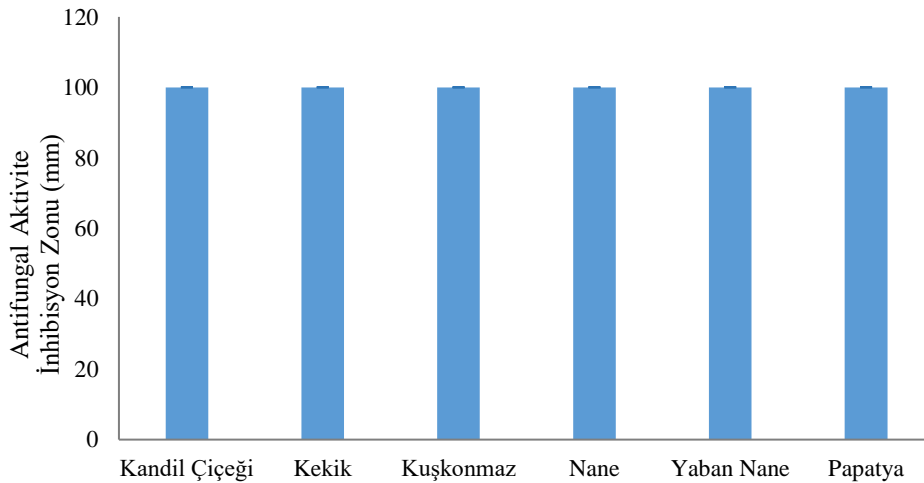
#### 4.2.2.2 *Phomopsis spp.* İnhibisyonu

Karadeniz Bölgesi'nde çok yetişen meyvelerden biri de kividir. Kivi bölge halkının bir bölümünün geçim kaynağı olabilecek düzeydedir. Kivi bitkisinde dal, çiçek, yaprak ve meyvelerde kök ve kök boğazında, hastalık meydana getiren birçok mikroorganizma bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalardan biri de küflerden olan *Phomopsis spp.* dir. *Phomopsis spp.* hasat sonrası meyvede yaprak lekelerine ve sap dibi çürüklüğüne neden olmaktadır (Ertaş, 2018).

##### 4.2.2.2.1 Bitki Uçucu Yağlarının *Phomopsis spp.* İnhibisyonu

Bitki uçucu yağlarının *Phomopsis spp.* üzerine antifungal aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Kontrol petrilerinde *Phomopsis spp.* iyi bir gelişim gösterirken, farklı bitki uçucu yağlarının *Phomopsis spp.* gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiş ve bu etkinlik de % 100 antifungal aktivite olarak ifade edilmiştir (Şekil 4.10).

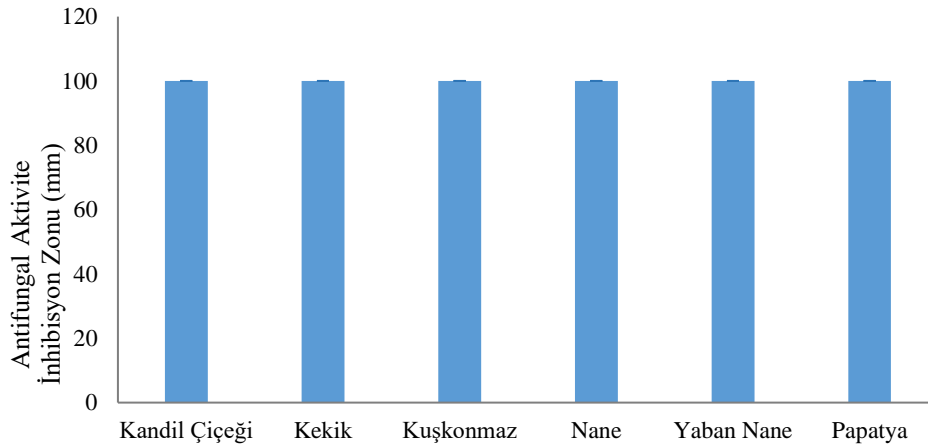
Çetin ve ark., (2011) oregano ve kekik uçucu yağlarının in-vitro şartlarda 26 bakteri, 14 küf ve 3 maya türüne karşı antimikrobiyal etkileri araştırıldığı bir çalışmada maya ve küflerin en yüksek inhibisyon zonu ve en düşük engelleme konsantrasyonu değerlerinin 8–74 mm ile 7.8–500 µg mL<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmüştür. Test edilen mikroorganizmaların uçucu yağ kompozisyonuna duyarlılığının farklı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçla elde ettiğimiz sonuçlar birbirine paralellik göstermektedir.



**Şekil 4.10** Bitki uçucu yağlarının *Phomopsis spp.* küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.2.2 Bitki Aromatik Suyunun *Phomopsis spp.* İnhibisyonu

Bitki aromatik sularının *Phomopsis spp.* üzerine antifungal aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere farklı bitki aromatik sularının *Phomopsis spp.* üzerinde % 100 antifungal aktiviteye sahiptir. Boyraz ve ark., (2006) yaptıkları bir çalışmada 10 baharat ekstraktlarını dozlarda besiyerine uygulayarak 4 farklı küf üzerinde antifungal aktivitelerini incelemiş olup en yüksek antifungal aktiviteyi kekik ekstratında bulmuşlardır.



Şekil 4.11 Bitki aromatik sularının *Phomopsis spp.* küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği

#### 4.2.2.3 *Cladosporium sp.* İnhibisyonu

Yapılan çalışmalar sonucunda 169’den fazla Davidiellaceae familyasına ait olan *Cladosporium* türü olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde 33 *Cladosporium* türü bulunmakta olup bu türlerden en yakın olanları *Cladosporium herbarum* ve *Cladosporium cladosporioides* türleridir (Asan ve ark., 2016).

#### 4.1.2.3.1 Bitki Uçucu Yağlarının *Cladosporium sp.* İnhibisyonu

Bitki uçucu yağlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p < 0.05$  düzeyinde antifungal aktivitesi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16 Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelerine ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki çeşidi	5	900	8,6	0.000*
Hata	18	104,7		
Toplam	23			

\* $p < 0.05$  düzeyinde önemli

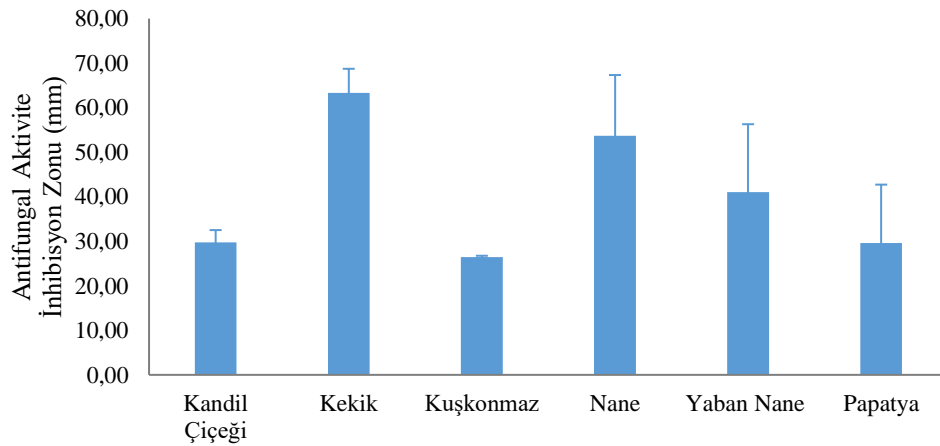
Çizelge 4.17’de bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki uçucu yağlarının çeşitliliği antifungal aktivite üzerinde  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.17** Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antifungal Aktivite
Kandil Çiçeği	4	29.72±2.79 <sup>b</sup>
Kekik	4	63.3±5.43 <sup>a</sup>
Kuşkonmaz	4	26.47±0.28 <sup>b</sup>
Nane	4	53.7±13.63 <sup>a</sup>
Yaban Nane	4	41.01±15.28 <sup>b</sup>
Papatya	4	29.63±13.09 <sup>ab</sup>

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.17’de görüldüğü üzere farklı bitki uçucu yağlarından kekik uçucu yağı (63.3±5.43 mm) *Cladosporium sp.* üzerinde en yüksek antifungal aktiviteye sahiptir. Bu değeri sırasıyla nane uçucu yağı (53.7±13.63 mm) yaban nane uçucu yağı (41.01±15.28 mm) kandil çiçeği uçucu yağı (29.72±2.79 mm) papatya uçucu yağı, (29.63±13.09 mm) takip etmektedir. Kuşkonmaz uçucu yağı (26.47±0.28 mm) en düşük antifungal aktiviteye sahiptir. Yapılan literatür taramasında bitki uçucu yağlarının *Cladosporium sp.*’nin antifungal aktivitesi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bitki uçucu yağlarının *Cladosporium sp* üzerine antifungal aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.12’de verilmiştir.



**Şekil 4.12** Bitki uçucu yağlarının *Cladosporium spp.* küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği



#### 4.1.2.3.2 Bitki Aromatik Suların *Cladosporium sp.* İnhibisyonu

Bitki aromatik sularının ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bitki çeşidinin  $p<0.05$  düzeyinde antifungal aktivitesi önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.18** Bitki aromatik sularının antifungal aktivitelerine ait varyasyon grafiği

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F-değeri	P
Bitki çeşidi	3	1264	1238,92	0.000*
Hata	12	1,02		
Toplam	15			

\* $p<0.05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.19’da bitki aromatik sularının antifungal aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere bitki aromatik sularının çeşitliliği antifungal aktivite üzerinde  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

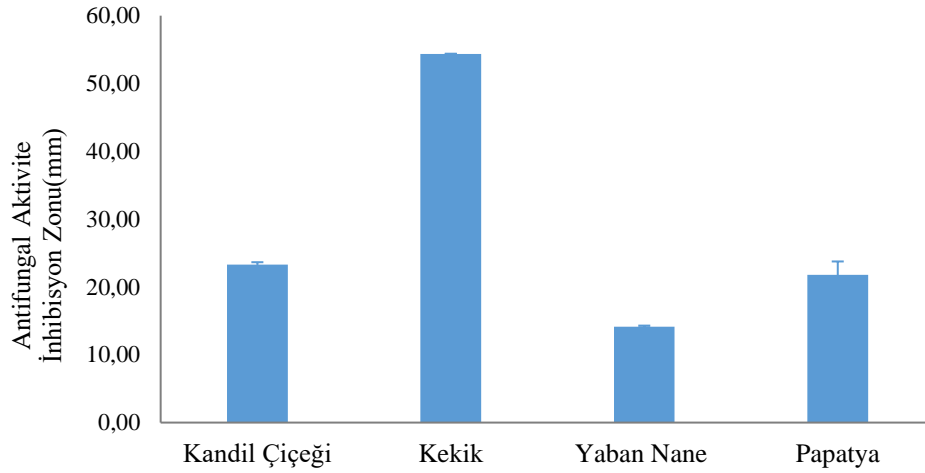
**Çizelge 4.19** Bitki aromatik sularının antifungal aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bitki Çeşidi	n	Antifungal Aktivite
Kandil Çiçeği	4	23.29±0.36 <sup>b</sup>
Kekik	4	54.37±0.00 <sup>a</sup>
Yaban Nane	4	14.14±0.16 <sup>c</sup>
Papatya	4	21.77±1.99 <sup>b</sup>
Nane	4	-
Kuşkonmaz	4	-

\*Farklı harfler bitki uçucu yağları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ); – İnhibisyon gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.19’da görüldüğü üzere farklı bitki aromatik sularından kekik aromatik suyu (54.37±0.00 mm) *Cladosporium sp.* üzerinde en yüksek antifungal aktiviteye sahip olurken bu değeri kandil çiçeği aromatik suyu (23.29.18±0.36 mm) ve papatya aromatik suyu (21.77±1.99 mm) takip etmektedir. Nane ve kuşkonmaz aromatik sularının ise *Cladosporium sp.*’ye karşı antifungal etkisi saptanamamıştır. Yapılan literatür taramasında bitki aromatik sularının *Cladosporium sp.*’nin antifungal aktivitesi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan tez çalışması ülkemizde 33 türü bulunan *Cladosporium sp.* küfüne karşı bitki aromatik sularının antifungal aktivitelerinin incelendiği bu metottaki ilk çalışma olarak değerlendirilebilir

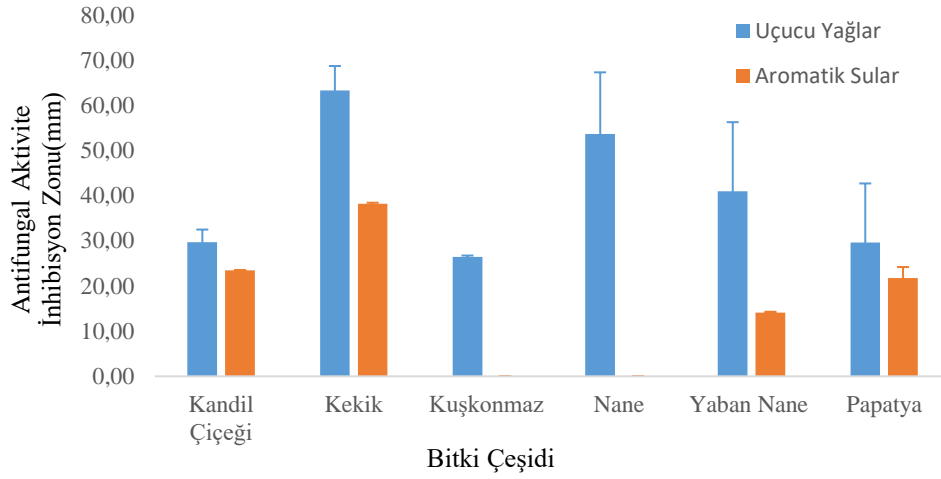
niteliktedir. Bitki aromatik sularının *Cladosporium sp.* üzerine antifungal aktivitelerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.13’de verilmiştir.



**Őekil 4.13** Bitki aromatik sularının *Cladosporium sp.* kűfű üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiđi

#### **4.1.2.3.3 Bitki Aromatik Suları ve UÇucu Yağlarının *Cladosporium sp.* Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması**

Őekil 4.14’de bitki aromatik suları ile uŐucu yađlarının *Cladosporium sp.* üzerine antifungal aktivitelerine ait interaksiyon grafiđi verilmiŐtir. Őekilden de anlaŐıldıđı gibi, bitki uŐucu yađlarının antifungal etkileri, bitki aromatik sularının aktiviteleri ile karŐılaŐtırıldıđında, bitki uŐucu yađlarının aromatik sulardan daha fazla antifungal aktiviteye sahip oldukları gűrűlmektedir. Bitki uŐucu yađlarının aromatik sulardan daha fazla antifungal etkiye sahip olmaları, antifungal etkisi yűksek bazı bileŐenlerin yađda Őűzűnűr űzellikte olup bitki uŐucu yađında bulunması ve suda iyi Őűzűnemediđinden dolayı da bitki aromatik suyuna geŐmemesi Őeklinde aŐıklanabilir. UŐucu yađlardan kekik uŐucu yađı *Cladosporium sp.* üzerinde en yűksek antifungal aktiviteye sahip bulunurken, kuŐkonmaz uŐucu yađı en dűŐűk antifungal aktivite gűstermiŐtir. Bitki aromatik sularından kekik aromatik suyunun en yűksek antifungal etkisi gűzlemlenirken nane ve kuŐkonmaz aromatik sularında kullanılan dozda antifungal aktiviteye rastlanmamıŐtır.



**Şekil 4.14** Bitki aromatik sularının ve uçucu yağlarının *Cladosporium sp.* küfü üzerine antifungal aktivitesinin interaksiyon grafiği

### 4.3 GC-MS Analiz Sonuçları

#### 4.3.1 Kekik Uçucu Yağı Biyoaktif Bileşenleri

Çizelge 4.20’de kekik uçucu yağının GC-MS ile tanımlanmış bileşenleri verilmiştir. Ek-5’de kekik uçucu yağına ait kromatogram verilmiştir. Çizelge 4.20’ de görüldüğü gibi I-Phellandrene, Eucalyptol,  $\gamma$ -Terpinene, Carvacrol Methyl Ether, 2-Acetyl-4,5-dimethylphenol, Thymol, Caryophyllene,  $\beta$  Bisabolene,  $\beta$  Cadinene yüksek oranda bulunan bileşenler olup bu bileşenleri 1-Octen-3-ol, 33-Heptanone, 6-methyl, Aromadendrene,  $\alpha$ -Terpinen, I-4-Terpineol, 1-(2,3-Dimethoxy-5-methylphenyl)-2,2-dimethylpent-4-en-1-one  $\gamma$ -Cadinene,  $\alpha$ -Muurolene, cis-Ocimen takip etmektedir. Linalool, Borneol, Ledene,  $\alpha$ -Humulene, Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-metiletil)-,  $\alpha$ -Calacorene, Tricyclene,  $\alpha$ -Terpinyl propionate (1 $\alpha$ ,4 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )- Alloaromadendren bileşenleri ise kekik uçucu yağında düşük miktarda tespit edilen bileşenlerdir. Bu bileşenler içerisinde thymol ve carvacrolün kekik uçucu yağında en etkin bileşenler olduğu bilinmektedir. Baydar, (2005) 5 farklı tarihte topladığı kekik bitkisinin GC ile uçucu yağ bileşenlerini araştırmış ve uçucu yağ bileşenlerini carvacrol, thymol, p-mirsen, p-simen,  $\gamma$ -terpinene,  $\alpha$ -terpinen ve borneol olarak tespit etmiştir. Borugâ ve ark., (2014) kekik uçucu yağının kimyasal kompozisyonunu araştırdıkları çalışmalarında kekik uçucu yağının en çok thymol (% 47.59),  $\gamma$ -Terpinene (% 30.9) ve p-cymene (% 8.41) içerdiğini belirlemişlerdir.

**Çizelge 4.20** GC-MS ile tanımlanmış kekik uçucu yağı bileşenleri

I-Phellandrene**	1-Octen-3-ol*	Linalool
Eucalyptol**	3-Heptanone, 6-methyl*	Borneol
$\gamma$ -Terpinene**	$\alpha$ -Terpinene*	Ledene
Carvacrol Methyl Ether**	I-4-Terpineol*	$\alpha$ -Humulene
2-Acetyl-4,5-dimethylphenol**	1-(2,3-Dimethoxy-5-methylphenyl)-2,2-dimethylpent-4-en-1-one*	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1 $\alpha$ ,4 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )-
Thymol**	$\gamma$ -Cadinene*	Alloaromadendrene
Caryophyllene**	Aromadendrene*	$\alpha$ -Calacorene
$\beta$ Bisabolene**	$\alpha$ -Muurolele*	Tricyclene
$\beta$ Cadinene**	cis-Ocimene*	$\alpha$ -Terpinyl propionate

\*\* Yüksek oranda bulunan bileşenler \*Orta düzeyde bulunan bileşenler

### 4.3.2 Kekik Aromatik Suyu Biyoaktif Bileşenleri

Çizelge 4.21’de kekik aromatik suyunun GC-MS ile tanımlanmış bileşenleri verilmiştir. Ek-5’de kekik aromatik suyuna ait kromatogram verilmiştir. Çizelge 4.21’de görüldüğü üzere kekik aromatik suyunda yüksek oranda bulunan uçucu yağ bileşenleri  $\alpha$ -Pinene (-),  $\alpha$ -Terpinene, Menthen-4-ol, Benzen, 1-metil-2-(1-metiletil)-,  $\gamma$ -Terpinen, Carvacrol Methyl Ether, Thymol, Caryopillene,  $\beta$ -Bisabolen (CAS)’ dur. Bunlara ek olarak DL-Glyceraldehyde,  $\beta$ -cadinene  $\beta$ -Pinene, 1-Octen-3-ol, dl-Limonene, Benzene, 2-metoksi-4-methyl-1-(1-metiletil)-,  $\alpha$ -Terpinolen, Eucalyptol, Cis-Sabinenhidrat, Germacren D,  $\alpha$ -Thujen, Camphene, Linalool gibi uçucu yağ bileşenleri kekik aromatik suyunda orta düzeyde bulunmuştur. Borneol, Linalyl propionate, 3-Methoxyacetophenone, Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis),  $\alpha$ -Cubebene,  $\alpha$ -Copaene, Aromadendrene,  $\alpha$ -Caryophyllene, Ledene (CAS),  $\alpha$ -Muurolele, 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)] gibi bileşenler ise kekik aromatik suyunda düşük düzeyde bulunmuştur. Kutlular, (2007) bazı kekik ve adaçayı türlerinin yaprak ve tohumlarının su ile ekstraktlarının GC-MS ile uçucu bileşenlerini araştırmış ve kekik yaprak ekstraktında

40 bileşen tespit etmiş ve en etkin 7 bileşeni o-cymene, terpinolene, linalool, borneol, terpinen-4-ol,  $\alpha$ -terpineol, thymol ve carvacrol şeklinde bulmuştur. Kekik tohum ekstraktında ise 3-carene, m-cymene, 2-decen-1-ol, myrtenol, isobornyl formate, caryophyllene oxide gibi bileşenleri tespit etmiştir. Kekik yaprak aromatik suyunda bulunan bileşenler elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Gedikoğlu ve ark., (2019) sulu metanol ve sulu etanolla hazırladıkları kekik ekstraktlarının kimyasal bileşenleri içerisinde fenolik asitleri araştırdıkları çalışmada hem sulu metanol hem de sulu etanol ekstraktlarının en çok rosmarinik asit ve benzoik asit içerdiklerini tespit etmişlerdir.

**Çizelge 4.21** GC-MS ile tanımlanmış kekik aromatik suyu bileşenleri

$\alpha$ -Pinene, (-)-**	$\beta$ -Pinene*	Borneol
$\alpha$ -Terpinene**	1-Octen-3-ol*	Linalyl propionate
Menthen-4-ol**	dl-Limonene*	3-Methoxyacetophenone
Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-**	Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-*	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (2R-cis)
$\gamma$ -Terpinene**	$\alpha$ -Terpinolene*	$\alpha$ -Cubebene
Carvacrol Methyl Ether**	Cis-Sabinenehydrate*	$\alpha$ -Copaene
Thymol**	Eucalyptol*	Aromadendrene
Caryophyllene**	Germacrene D*	$\alpha$ -Caryophyllene
$\beta$ -Bisabolene (CAS)**	$\alpha$ -Thujene	Ledene (CAS)
DL-Glyceraldehyde*	Camphene	$\alpha$ -Muurolene
$\beta$ -cadinene*	Linalool	1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-

\*\* Yüksek oranda bulunan bileşenler \*Orta düzeyde bulunan bileşenler

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Ordu ili Çambaşı Yaylası ile Giresun ili Kümbet Yaylası'ndan toplanan *Cynara syriaca*, kekik (*Thymus vulgaris*), mürver otu (*Sambucus ebulus E.*), katran yoncası (*Psoralea bituminosa L.*), koyun örmece (*Sedum pallidum M. Bieb.*), aslan pençesi (*Alchemilla mollis*), ak üçgül (*Trifolium repens var*), sığır kuyruğu (*Verbascum blattaria L.*), pisikulağı (*Phedimus stolonifers*), yabancı nane (*Mentha pulegium*), engerekotu (*Echium vulgare*), nane (*Mentha piperita*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), yara otu (*Prunella vulgaris L.*), *Polygonum affine*, papatya (*Matricaria chamomilla*), kandil çiçeği (*Achillea millefolium*), tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), andız otu (*Inula helenium*), sarı ormangülü (*Rhododendron luteum*), maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) bitkilerinin uçucu yağları ve aromatik suları elde edilip, biyoaktif ve antimikrobiyal özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

1. Bitki aromatik sularında toplam fenolik madde içerikleri incelenmiş olup en yüksek toplam fenolik madde içeriği kekik aromatik suyunda ( $34.953 \pm 0.88$  mmol/L GAE), en düşük toplam fenolik madde içeriği kandil çiçeği aromatik suyunda ( $7.883 \pm 0.83$  mmol/L GAE) bulunmuştur. Bitki çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriğindeki farklılıklar  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

2. Bitki uçucu yağlarının antioksidan kapasiteleri araştırılmış olup en yüksek antioksidan kapasite kekik uçucu yağında ( $11.78 \pm 0.01$  mmol/L TE) en düşük antioksidan kapasite kuşkonmaz uçucu yağında ( $1.07 \pm 0.03$  mmol/L TE) bulunmuştur. Bitki çeşitlerinin uçucu yağlarının antioksidan kapasitelerindeki farklılıklar  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

3. Bitki aromatik sularının antioksidan kapasiteleri araştırılmış olup en yüksek antioksidan kapasite kekik ( $6.37 \pm 0.01$  mmol/L TE) ve kuşkonmaz ( $6.30 \pm 0.01$  mmol/L TE) aromatik suyunda, en düşük antioksidan kapasitesi ise kandil çiçeği aromatik suyunda ( $4.92 \pm 0.03$  mmol/L TE) tespit edilmiştir. Bitki çeşitlerinin aromatik sularının antioksidan kapasitelerindeki farklılıklar  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4. Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktiviteleri 4 farklı bakteri kullanılarak araştırılmış olup *S. aureus* üzerinde en yüksek inhibisyon değeri kekik uçucu yağında ( $49.27 \pm 7.26$  mm), en düşük inhibisyon değeri ise kandil çiçeği uçucu yağında ( $9.4 \pm 0.00$  mm) bulunmuştur. *E. coli* üzerinde en yüksek inhibisyon değeri kekik uçucu yağında ( $39.55 \pm 0.52$  mm) bulunurken, en düşük inhibisyon değeri kuşkonmaz uçucu yağında ( $8.73 \pm 1.68$  mm) bulunmuştur. *M. luteus* üzerinde en yüksek inhibisyon değeri kekik uçucu yağında ( $38.09 \pm 4.15$  mm) bulunurken en düşük inhibisyon değeri kuşkonmaz uçucu yağı ( $8.19 \pm 0.08$  mm) ve kandil çiçeği uçucu yağında ( $8.113 \pm 0.10$  mm) bulunmuştur. *L. monocytogenes* üzerinde en yüksek inhibisyon değeri kekik uçucu yağında ( $44.13 \pm 4.16$  mm), en düşük inhibisyon değeri ise nane uçucu yağı ( $11.15 \pm 0.42$  mm) ve papatya uçucu yağında ( $11.04 \pm 0.91$  mm) tespit edilmiştir. Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitelerindeki farklılık  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

5. Çalışmada ayrıca PEN-10, CN-10, AMP-10 ve STR-300 antibiyotiklerinin bu 4 farklı bakteriye karşı etkinliği ölçülmüş olup bunların antibakteriyel etkileri kekik uçucu yağının etkinliği ile karşılaştırılmıştır. Kekik uçucu yağının antibakteriyel etkinliğinin *S. aureus*'a karşı en etkili antibiyotik olan PEN-10'a benzer; *E. coli*'ye karşı en etkili antibiyotik olarak saptanmış PEN-10 antibiyotiğinden yüksek, *M. luteus*'a karşı en aktif antibiyotikler olan PEN-10 ve AMP-10 antibiyotiklerine benzer; *L. monocytogenes*'e karşı en güçlü antibiyotik olarak saptanmış yine PEN-10 antibiyotiğine benzer olduğu tespit edilmiştir.

6. Bitki aromatik sularının da antibakteriyel aktiviteleri incelenmiş olup bitki aromatik sularının kullanılan dozda *S. aureus*, *E. coli*, *M. luteus* ve *L. monocytogenes* bakterileri üzerinde antibakteriyel aktiviteleri tespit edilememiştir.

7. Bitki uçucu yağlarının antifungal aktiviteleri 3 farklı küf üzerinde çalışılarak incelenmiştir. Bunlardan *Trichothecium roseum* küfü üzerinde kullanılan dozda antifungal aktivite tespit edilememiştir. *Phomopsis spp.* küfü üzerinde tüm uçucu yağlarda % 100 antifungal aktivite tespit edilmiştir. *Cladosporium sp.* küfü üzerinde en yüksek antifungal aktivite kekik uçucu yağında ( $63.3 \pm 5.43$  mm) tespit edilmiş olup, en düşük antifungal aktivite ise kuşkonmaz uçucu yağında ( $26.47 \pm 0.28$  mm)

bulunmuştur. Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelerindeki farklılık  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

8. Bitki aromatik sularının antifungal aktiviteleri incelenmiş olup *Trichothecium roseum* küfü üzerinde kullanılan dozda antifungal aktiviteye rastlanmamışken, *Phomopsis spp.* küfü üzerinde tüm aromatik sularda %100 antifungal aktivite tespit edilmiştir. *Cladosporium sp.* küfü üzerinde en yüksek antifungal aktivite kekik aromatik suyunda ( $54.37\pm 0.00$  mm) bulunmuş olup, nane ve kuşkonmaz aromatik sularında kullanılan dozda antifungal aktivite tespit edilememiştir. Bitki aromatik sularının antifungal aktivitelerindeki farklılık  $p<0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Yapılan literatür taramasında bitki ekstraktları ve uçucu yağlarının *Cladosporium sp.*'nin antifungal aktivitesi üzerine bir çalışmaya rastlanmadığından bu tez çalışması bu alanda yapılan ilk çalışma niteliğindedir.

9. Çalışmada bitki türleri içerisinde toplam fenolik içeriği ile antioksidan kapasitesinin en yüksek bulunduğu, en güçlü antibakteriyel ve antifungal etkinliğe sahip olduğu tespit edilen kekik uçucu yağı ve aromatik suyunun kimyasal bileşimi araştırılmış olup hem kekik uçucu yağında hem de aromatik suyunda en çok  $\gamma$ -Terpinene, Carvacrol Methyl Ether, Thymol, Caryophyllene ve  $\beta$  Bisabolene'ne rastlanmıştır.

Yapılan çalışmalar neticesinde Doğu Karadeniz yaylalarının doğal florasında yaygın olarak bulunan, bölge halkı tarafından bazı enfeksiyon hastalıklarına iyi geldiği düşünülerek değişik şekillerde kullanılan ama bilimsel anlamda etki mekanizmaları tam olarak ortaya konmamış bitkilerin uçucu yağları ve aromatik sularında yapılan analizler sonucunda yüksek toplam fenolik madde içeriğine ve yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları ayrıca antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin bulunması dolayısıyla bu bitkilerin halk arasında çay ve baharat olarak kullanılmaları dışına çıkılıp yeni ürünler geliştirilerek halkın kullanımına sunulması önerilmektedir. Ayrıca günümüz şartlarında ilaç sanayinde en yaygın kullanılan ilaç sınıflarından biri antibiyotikler olup bunların en büyük yan etkilerinden biri antibiyotik direncidir. Antibiyotik kullanımına bağlı olarak bakteriler antibiyotik direnci kazanırlar ve bunların insanlarda ve hayvanlarda neden olduğu yeni enfeksiyonlar tedavisi zor,



komplike bir hal alır. Bu bağlamda antibakteriyel etkinliği ile bilinen bitki uçucu yağlarının önemi artmış olup, alternatif ilaç olarak değerdendirilmeleri önerilmektedir.

Bunlara ek olarak yapılan çalışma sonucunda bitki uçucu yağlarının ve aromatik sularının antifungal aktiviteleri tespit edilmiş olup çalışılan küflerden *Phomopsis spp.*'nin çalışılan bitki uçucu yağlarının ve aromatik sularının *Phomopsis spp.* üzerinde %100 etkinliğe sahip olması sonucunda bu küf için kullanılabilir alternatif bir ilaç olarak değerdendirilmesi önerilmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Akgül, A. (1993). Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:15, 101-104.
- Alzoreky, N. S., & Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3); 223-230.
- Amamra, S., Cartea, M.E., Belhaddad, O.E., Soengas, P., Baghiani, A., Kaabi, I., & Arrar, L. (2018). Determination of total phenolics contents, antioxidant capacity of thymus vulgaris extracts using electrochemical and spectrophotometric methods. *International Journal of Electrochemical Science*, 13, doi: 10.20964/2018.08, 57, 7882–7893.
- Anonim, (2019). Fact Sheet: *Micrococcus luteus*. [http://wickhamlabs.co.uk/technical-resource-centre/fact-sheet-micrococcus-luteus/\(29.05.2019\)](http://wickhamlabs.co.uk/technical-resource-centre/fact-sheet-micrococcus-luteus/(29.05.2019)).
- Asan, A., Özkale, E., & Kalyoncu, F. (2016). Checklist of *Cladosporium* species reported from Turkey. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12(2); 221-229.
- Avci, E., Avci, G.A., Kose, D.A., Emniyet, A.A., & Suicmez, M. (2014). In vitro antimicrobial and antioxidant activities and GC/MS analysis of the essential oils of *Rumex crispus* and *Rumex cristatus*. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 2(42), 193-193.
- Basmacıoğlu Malayoğlu, H. (2010). Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis L.*) antioksidan etkisi. *Hayvansal Üretim*, 51(2), 59-67.
- Basmacıoğlu Malayoğlu, H., Aktaş, B., & Yeşil Çeliktaş, Ö., (2011). Bazı Bitki Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Toplam Fenol İçerikleri ve Antioksidan Aktiviteleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48(3); 211-215.
- Başer, K.H.C. (2002). The Turkish *Origanum* Species, In: *Oregano, The Genera Origanum and Lippia*, S.E. Kintzios (Ed.), Taylor and Francis, UK.
- Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. *Academic Food Journal*, 12(3), 45-53.
- Baydar, H. (2005). Yayla kekiği (*Origanum Minutiflorum* O. Schwarz Et. P. H. Davis)'nde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 175-178.
- Baydar, H. 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, S.D.Ü. Yayın No: 51, 216 s.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., & Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15, 169-172.
- Benli, M., & Yiğit, N. (2005). Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 03(08), 1-8.

- Borugâ, O., Jianu, Mișcâ, C., Golet, I., Gruia, A.T., & Horhat, F.G. (2014). Thymus vulgaris essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. *Journal of Medicine Life*, 7(3), 56-60.
- Boyras, N., & Koçak, R. (2006). Bazı bitki ekstraktlarının in vitro antifungal etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38), 82-87.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, Ankara, 657s.
- Cerit, L.S. (2008). Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Ceylan, A. (1987). Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler), E.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 481, Bornova-İzmir.
- Cowan, M.M., (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.
- Çalikoğlu, E., Kıralan, M., & Bayrak, A. (2006). Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye'deki durumuna genel bir bakış. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 569-570.
- Çetin, B., Çakmakçı, S., & Çakmakçı, R. (2011). The investigation of antimicrobial activity of thyme and oregano essential oils. *TÜBİTAK*, 35,145-154.
- Çon, A.H., Ayar, A. ve Gökalp, H.Y. (1998). Bazı baharat uçucu yağlarının çeşitli bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi. *Gıda*, 23(3), 171-175.
- Deighton, N., Glidewell, S.M., Deans, S.G., & Goodman, B.A. (1993). Identification by EPR spectroscopy of carvacrol and thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils. *Journal of Science Food and Agriculture*, 63, 221-225.
- Ekici, S., Diler, Ö., Didinen, B. I., & Kubilay, A. (2011). Balıklardan izole edilen bakteriyel patojenlere karşı bazı bitkisel uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesi. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17, 47-54.
- El, S.N. (2008). Türkiye'de sıklıkla tüketilen bazı gıdaların toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*.
- Erel Baykan, Ş., Reznicek, G., Şenol, S.G., Yavaşoğlu Karabay, N.Ü., Konyalıoğlu, S., & Zeybek, A.U. (2012). Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia L.* species from western Anatolia. *TÜBİTAK*: 75-84.
- Ertaş, M.N., & Karakaya, A. (2018). Çay ve kivi bitkilerinde hastalık oluşturan *Pestalotiopsis* türleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1),152-168.
- Eruçar, S. (2006). Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Farag, R.S., Badei, A., Hewedi, F.M., & El-Baroty G.S.A. (1989). Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *Journal of American Oil Chemists Society*, 66, 792-799.

- Gedikoğlu, A., Sökmen, M., & Çivit, A. (2019). Evaluation of *Thymus vulgaris* and *Thymbra spicata* essential oils and plant extracts for chemical composition, antioxidant, and antimicrobial properties. *Food Science & Nutrition*, doi: 10.1002/fsn3.1007, 1704-1714.
- Grassmann, J., & Elstner, E.F. (2003). Essential oils/properties and uses. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (Elsevier Science Ltd.), 2177-2184.
- Güleşci, N., & Aygöl, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- Haşimi, N., Tolan, V., Kızıl, S., & Kılınç, E. (2014). Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) tohumlarının uçucu yağ içeriği, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (1).
- Haşimi, N., Kızıl, S., & Tolan, V. (2015). Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5(2), 227-235.
- Köksal, E., Bursal, E., & Gülçin, İ. (2010). Kekik bitkisinin (*Thymus vulgaris*) antioksidan ve antiradikal giderme aktivitelerinin belirlenmesi ile total fenolik ve total flavonoit miktarlarının tespiti. 24. *Ulusal Kimya Kongresi*.
- Kutlular, Ö. (2007). Bazı adaçayı ve kekik türlerinin uçucu yağlarının süper ısıtılmış su ile ekstraksiyonları ve GC-MS ile karakterizasyonları. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Lacroix, M., Saucier, L., Caillet, S. & Qussalah. (2006). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E.coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 18(5), 414-420.
- Manou, I., Bouillard, L., Devleeschouwer, M.J., & Barel, A.O. (1998). Evaluation of the preservative properties of *Thymus vulgaris* essential oil in topically applied formulations under a challenge test. *Journal of Applied Microbiology* 84, 368-376.
- Oğuz, B. & Sarı, A.O. (2002). Kekik. Tarm ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Bilgi Föyü. 108, 21-22. İzmir.
- Özderin, S., Fakir, H., & Dönmez, İ.E. (2014). "Muğla-Ula yöresinde doğal yayılış yapan bazı bitki türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi." II. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 96-103.
- Pranoto, T., & Nagaya, K. (2005). Development on 2DOF-type and Rotary-type shock absorber damper using MRF and their efficiencies. *Journal of Materials Processing Technology*, 161(1-2), 146-150.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B. & Allameh, A. (2006). Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Infectious Diseases*, 10, 236-241.

- Roura, S. I., Valle, C. E., Ponce, A. G. & Moreira, M. R. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a food borne pathogen. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 38, 565-570.
- Sağdıç, O., Kuşçu, A., Özcan, M. & Özçelik S. (2002). Effects of turkish spice extracts at various concentrations on the growth *E. coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 19, 473-480.
- Shan, B., Cai, Y., Brooks, J.D. & Corke, H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117, 112-119.
- Singleton, V.L., & Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sipahioğlu, H.N. (1998). Fındığın depolanması sırasında bazı küfler tarafından oluşturulan lipaz etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şahin, S. (2011). Bewertung der licht-induzierten Lipidstabilität von konventionellen und high-oleic Rabsölen supplementiert mit natürlichen Antioxidantien. Yüksek Lisans Tezi, Hamburg University of Applied Sciences, Hamburg.
- Şahin, S., Yarıgaç, T., Balta, F., Tonkaz, T., Kocacık, A., Çelik, Ö.F., Karakaya, O., & Özcan, M.M. (2017). Antimicrobial activity, antioxidant capacity and phenolic content of some plant species growing on highland area in Ordu province, Turkey. *International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye Plants*, 5-7 Ekim, Malatya.
- Şahin, S., Eulenberg, V., Kreis, W., Villmann, C., & Pischetsrieder, M. (2016). Three-Step Test System for the Identification of Novel GABA<sub>A</sub> Receptor Modulating Food Plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dec;71(4), 355-360.
- Şahin, S., Eulenberg, V., Heinlein, A., Villmann, C., & Pischetsrieder, M. (2017). Identification of eugenol as the major determinant of GABA<sub>A</sub>-receptor activation by aqueous *Syzygium aromaticum* L. (clove buds) extract. *Journal of Functional Foods*, 37, 641-649.
- Şarer, E., Pançalı, S., & Yıldız, S. (1996). *Origanum minutiflorum* O. Schwarz et P.H. Davis uçucu yağının bileşimi ve antimikrobiyal aktivitesi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 25(1), 10.
- Toroğlu, S., Dığrak, M., Kocabaş, Y. Z. (2005). Çay veya baharat olarak tüketilen *Teucrium polium* L., *Thymbra spicata* L. var. *spicata*, *Ocimum basilicum* L. ve *Foeniculum vulgare* Miller'in uçucu yağlarının in-vitro antimikrobiyal aktivitesi ve bazı antibiyotiklerle etkileşimleri. *KSÜ, Fen ve Mühendislik Dergisi* 8(2), 36-42.
- WHO, (2016). <http://www.who.int/antimicrobial-resistance/en/>.
- Yağcıoğlu, P. (2015). Farklı ekstraksiyon metotları ile adaçayı (*Salvia Officinalis* L.) bitkisinden antioksidan ekstraksiyonunun optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi,

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Yavuzdurmaz, H. (2013). Antimicrobial, antioxidant properties and chemical composition of some spices/herbs. Doktora Tezi, İzmir Tüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Zeynalov, Y., (2008). İlaç bitkiler tarihi gelişimi ve kullanımları. ND-ADEN Yayıncılık. İstanbul.





**Ek-1: Uçucu Yağı Elde Edilen Bitkiler**

Kandil Çiçeği (*Achillea millefolium*)



Kekik (*Thymus vulgaris*)



Kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*)





Yaban Nane (*Mentha pulegium*)



Nane (*Mentha piperita*)

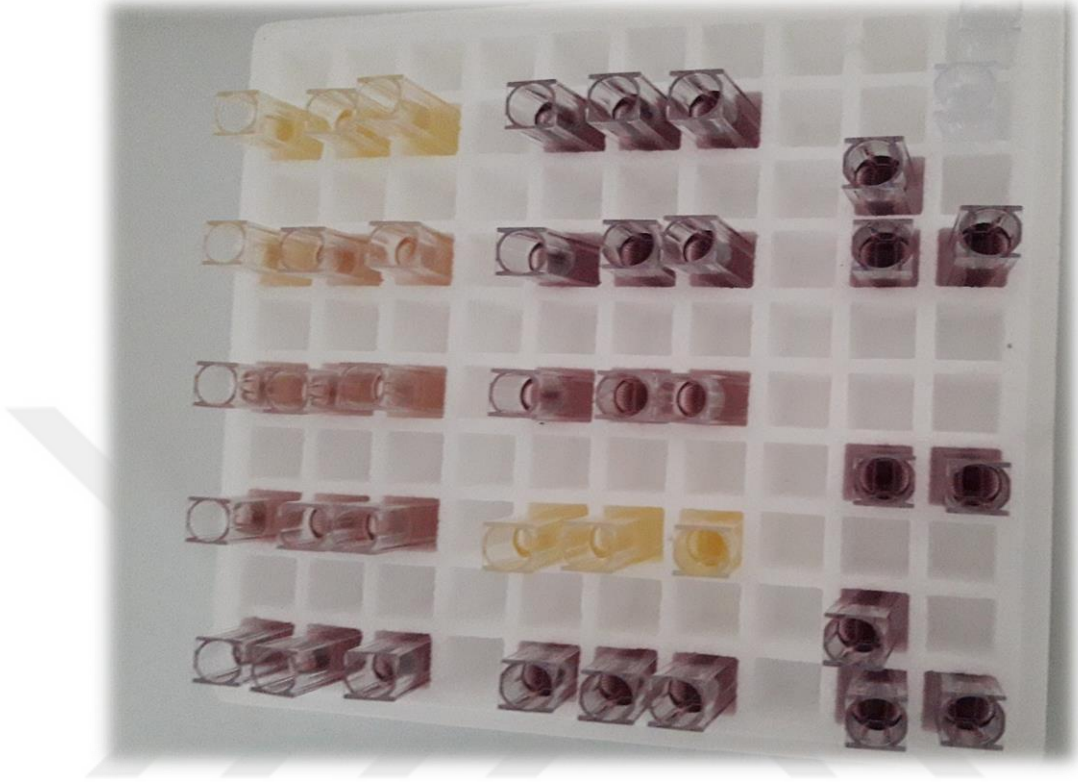


Papatya (*Matricaria chamomilla*)



## Ek-2: Antioksidan Kapasite

Kekik uçucu yağının antioksidan etkinliğine bağlı olarak DPPH radikalinde görülen renk değişimi

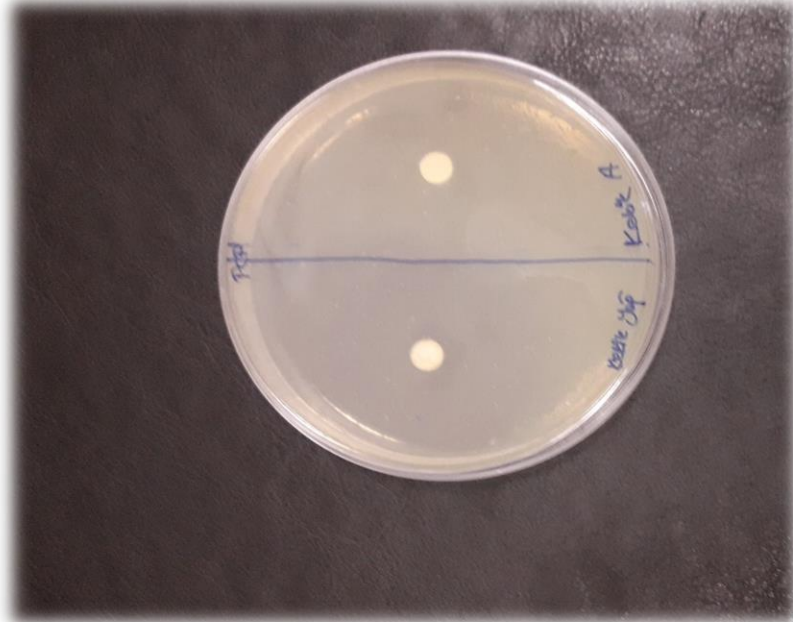


### Ek-3: Antibakteriyel Analiz Sonuçları

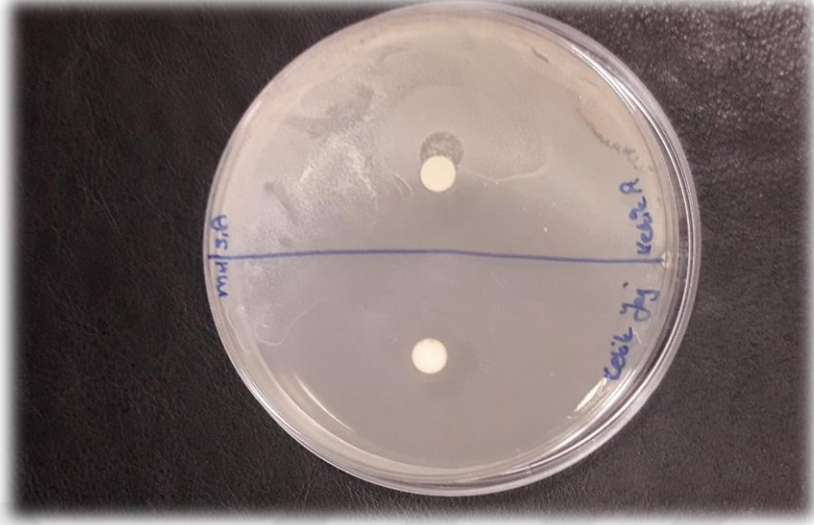
Kekik Uçucu Yağının *M.luteus* üzerindeki antibakteriyel aktivitesi



Kekik Uçucu Yağının *E.coli* üzerindeki antibakteriyel aktivitesi



Kekik Uçucu Yağının *S.aureus* üzerindeki antibakteriyel aktivitesi



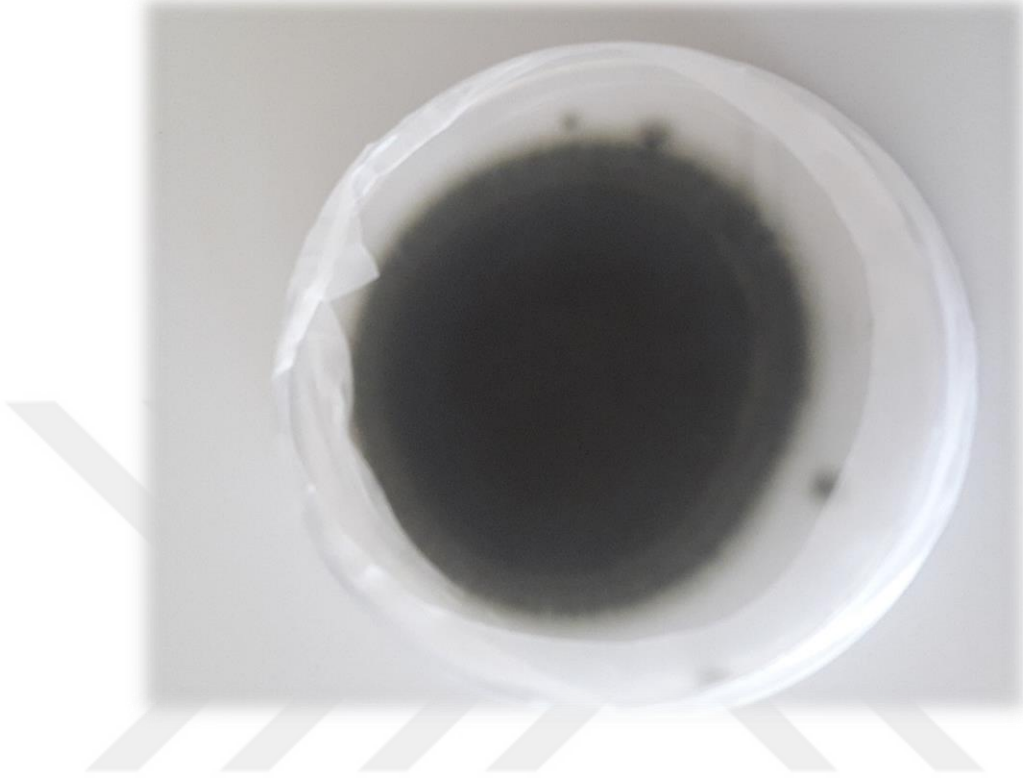
Kekik Uçucu Yağının *L.monocytogenes* üzerindeki antibakteriyel aktivitesi



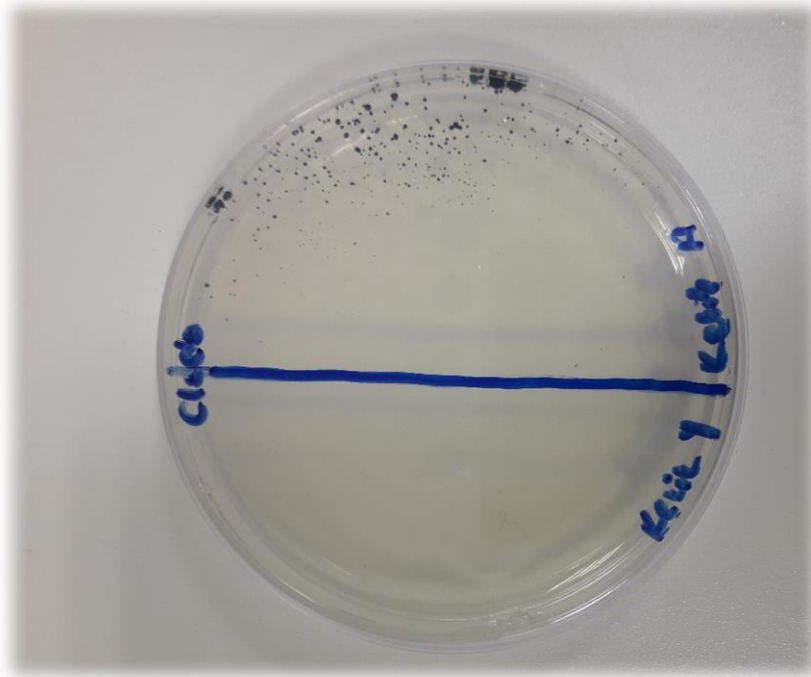
#### Ek-4: Antifungal Aktivite Sonuçları

Kekik Uçucu Yağının *Cladosporium sp.* üzerindeki antifungal aktivitesi

Kontrol

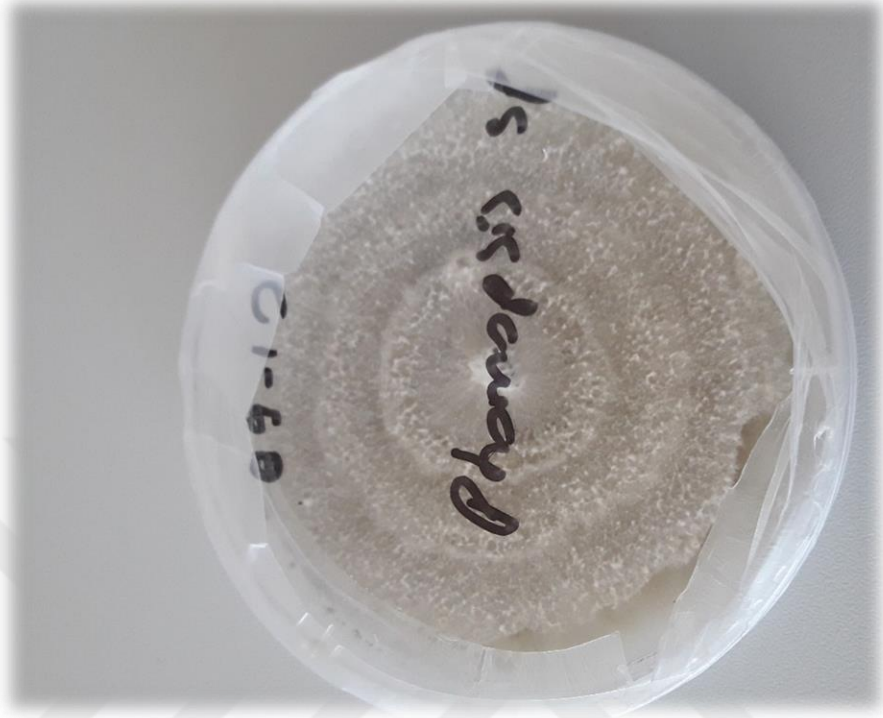


Kekik Uçucu Yağı Antifungal Aktivitesi

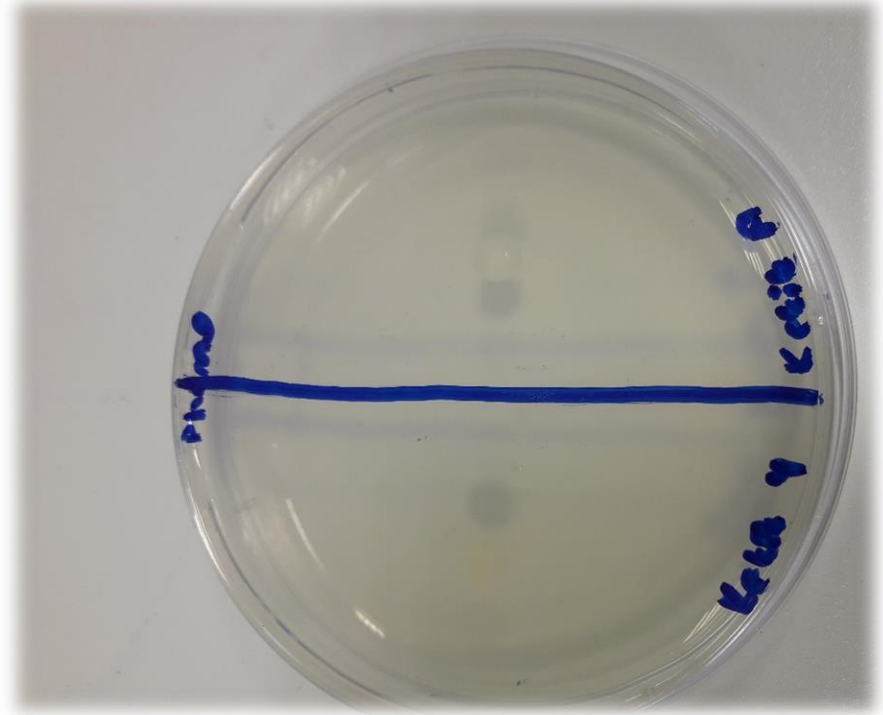


Kekik Uçucu Yağının *Phomopsis spp.* üzerindeki antifungal aktivitesi

Kontrol

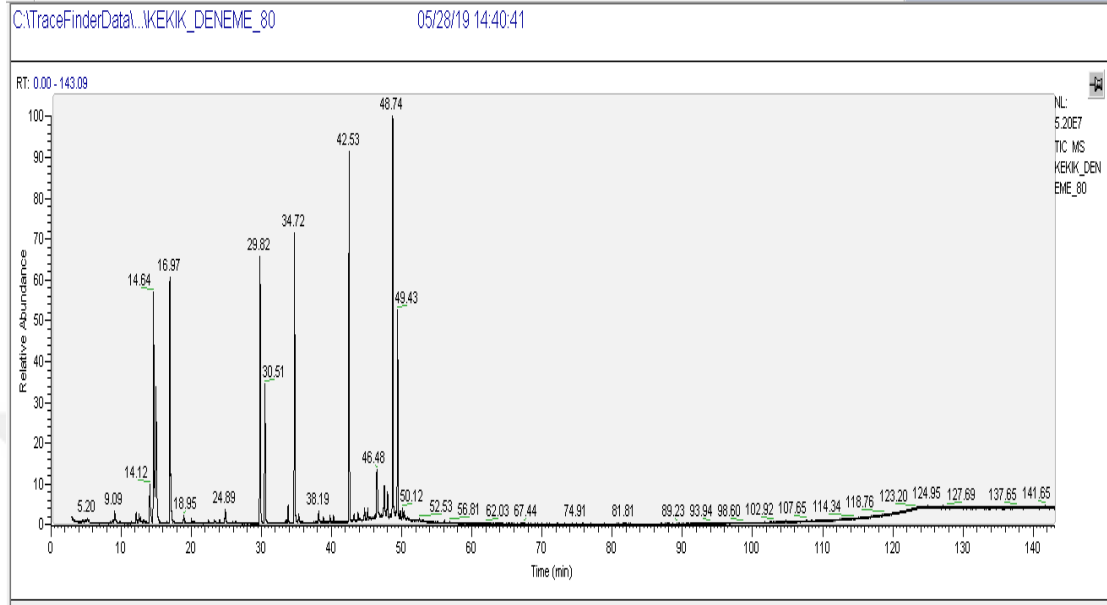


Kekik uçucu yağının antifungal aktivitesi

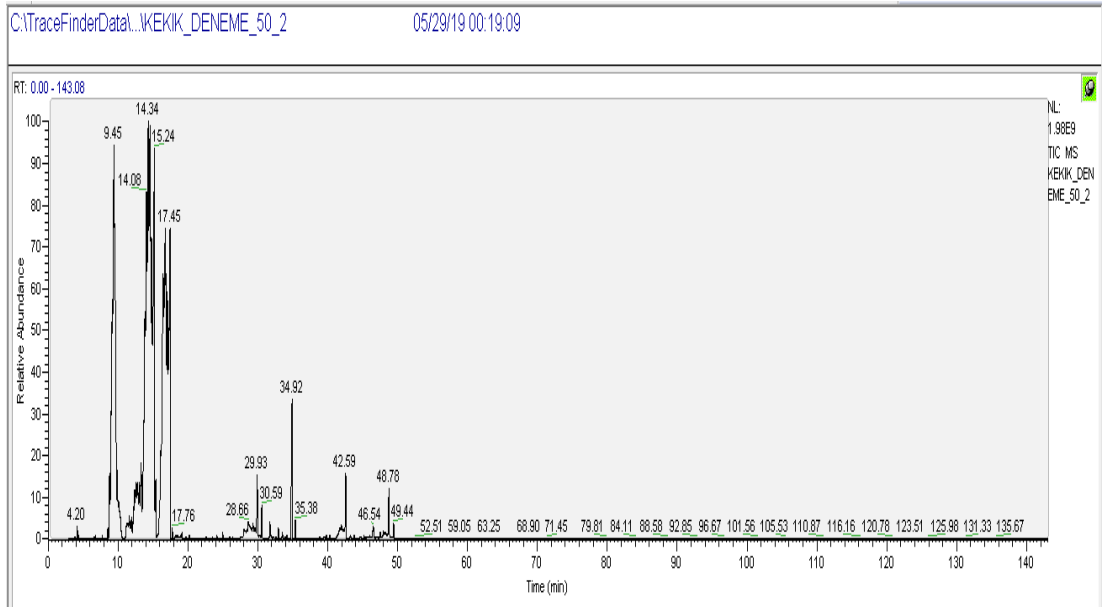


## Ek-5: Kekik GC-MS Kromatogramları

### Kekik Uçucu Yağı GC-MS Kromatogramı



### Kekik Aromatik Suyu GC-MS Kromatogramı



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Özlem KILIÇ
Doğum Yeri	Kelkit/GÜMÜŞHANE
Doğum Tarihi	13.04.1995
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05071872934
E-Posta Adresi	klcozlem29@gmail.com
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Gıda Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	11.06.2017