

**ESKİŞEHİR CİVARINDA KÜLTÜRÜ YAPILAN *CUMINUM CYMINUM* L.
MEYVELERİNİN UÇUCU YAĞI ÜZERİNDE KİMYASAL VE BİYOLOJİK
AKTİVİTE ÇALIŞMALARI**

Yüksek Lisans Tezi

Semra CANDAR

Eskişehir, 2021



**ESKİŞEHİR CİVARINDA KÜLTÜRÜ YAPILAN *CUMINUM CYMINUM* L.
MEYVELERİNİN UÇUCU YAĞI ÜZERİNDE KİMYASAL VE BİYOLOJİK
AKTİVİTE ÇALIŞMALARI**

Semra CANDAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Farmakognozi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Betül DEMİRCİ

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Ocak 2021

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Semra Candar'ın “ESKİŞEHİR CİVARINDA KÜLTÜRÜ YAPILAN *CUMINUM CYMINUM* L. MEYVELERİNİN UÇUCU YAĞI ÜZERİNDE KİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTE ÇALIŞMALARI” başlıklı tezi x/x/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, Farmakognozi Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı- Adı Soyadı

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Betül DEMİRCİ

Üye : Prof. Dr. Ayşe Mine GENÇLER ÖZKAN

Üye : Prof. Dr. Gökalp İŞCAN

.....

Prof. Dr. Nalan GÜNDOĞDU KARABURUN

Enstitü Müdürü

ÖZET

ESKİŞEHİR CİVARINDA KÜLTÜRÜ YAPILAN CUMINUM CYMINUM L. MEYVELERİNİN UÇUCU YAĞI ÜZERİNE KİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTE ÇALIŞMALARI

Semra CANDAR

Farmakognozi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kasım 2020

Danışman: Prof. Dr. Betül DEMİRCİ

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) (Apiaceae) baharat olarak kullanımının yanında dünyada ve ülkemizde kültürü yapılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Son yıllarda kimyon meyvesinin uçucu yağıyla ilgili antimikrobiyal, antioksidan, antifungal, antienflamatuar, antidiyabetik, hipoglisemik aktiviteleri hakkında çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada Eskişehir Sivrihisar ilçesi Böğürtlen köyü ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden kimyon meyveleri temin edilmiştir. Meyvelerin uçucu yağları Clevenger apareyinde su distilasyonu yöntemiyle elde edilmiş, elde edilen bu uçucu yağların kimyasal bileşimi GK ve GK/KS ile analiz edilmiştir. Elde edilen kimyon meyve uçucu yağlarının, 3 Gram pozitif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*) ve 1 Gram negatif (*Escherichia coli*) bakteri üzerine mikrodilüsyon yöntemiyle antibakteriyel aktivite ölçümü yapılmış, minimum inhibisyon konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir.

Sonuç olarak iki kimyon meyve uçucu yağı örneği de dört bakteri üzerinde antibakteriyel etki göstermiş olup, *Bacillus subtilis* uçucu yağlara en duyarlı bakteri olarak belirlenmiştir. (1,25 mg/mL). *Escherichia coli* iki uçucu yağa karşı en dirençli bakteri olarak bulunmuştur ve sırasıyla MİK değerleri 5 mg/mL ve 10 mg/mL olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Cuminum cyminum* L., Antibakteriyel aktivite, MİK, Uçucu yağ.

ABSTRACT

CHEMICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITY STUDIES ON THE VOLATILE OIL OF *CUMINUM CYMINUM* L. FRUIT CULTURED AROUND ESKİŞEHİR

Semra CANDAR

Department of Pharmacognosy

Anadolu University, Graduate School of Health Sciences, November, 2020

Supervisor: Prof.Dr. Betül DEMİRCİ

Cumin (*Cuminum cyminum* L.) (Apiaceae) is an important medicinal and aromatic plant cultivated in the world and in our country, as well as its use as a spice in meals. In recent years, studies have been conducted on the antimicrobial, antioxidant, antifungal, anti-inflammatory, antidiabetic, hypoglycemic activities of the essential oil of cumin fruit.

In this study, cumin fruits were obtained from Eskişehir Sivrihisar district Böğürtlen village and Eskişehir Geçit Kuşağı Agricultural Research Institute. The essential oils of the fruits were obtained by the water distillation method by using Clevenger apparatus and the chemical composition of these essential oils was analyzed with GC and GC/MS. Antibacterial activity was measured by microdilution method on 3 Gram positive (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*) and 1 Gram negative (*Escherichia coli*) bacteria of the obtained cumin fruit essential oils their minimum inhibition concentrations (MIC) have been determined.

As a result, both cumin fruit samples exhibited antibacterial effect on all four bacteria check. *Bacillus subtilis* was determined as the bacterium most sensitive the essential oils (1,25 mg/mL). *Escherichia coli* was found to be the most resistant against the two essential oils and MIC values were 5 mg/mL, 10 mg/mL respectively.

Keywords: *Cuminum cyminum* L, Antibacterial activity, MIC, Essential oils.

TEŞEKKÜR

Bu tezi yazarken bana her türlü sabrı ilgi ve alakayı gösteren, her zaman yanımda olan güler yüzlü danışman hocam sevgili Prof. Dr. Betül DEMİRCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Henüz yüzyüze tanışamasam da, tez düzeltmelerimde bana çok yardımcı olan, güzel kalpli Ayşe Mine GENÇLER ÖZKAN'a,

Laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan ve bilgisine başvurduğum Araştırma Görevlisi Gözde ÖZTÜRK'e,

Varlıklarına şükrettiğim canım anneme, babama, biricik kız kardeşim Sema'ya ve meleğim Sercan ÇAY'a,

Bu süreçte bana manevi desteğini eksik etmeyen, ben tezimi yazarken oğlumla ilgilenen yuvam olan canım eşim Özden CANDAR ve bana tezimi yazma fırsatı veren gün ışığım, bal oğlum Toprak Sufi CANDAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca çalışmamda kullandığım kimyon meyvelerini teminimde bana yardımcı olan Sivrihisar'dan Alper PEKİN ve Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden Mustafa ÇAKMAK'a

Teşekkürlerimi sunuyorum.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Semra CANDAR

STATEMENT OF COMPLIANCE WITH ETHICAL PRINCIPLES AND RULES

I hereby truthfully declare that this thesis is an original work prepared by me; that I have behaved in accordance with the scientific ethical principles and rules throughout the stages of preparation, data collection, analysis and presentation of my work; that I have cited the sources of all the data and information that could be obtained within the scope of this study, and included these sources in the references section; and that this study has been scanned for plagiarism with “scientific plagiarism detection program” used by Anadolu University, and that “it does not have any plagiarism” whatsoever. I also declare that, if a case contrary to my declaration is detected in my work at any time, I hereby express my consent to all the ethical and legal consequences that are involved.

Semra CANDAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GÖRSELLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1. Uçucu Yağların Genel Özellikleri ve Antimikrobiyal Özellikleri.....	3
1.2. Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i> L.) Bitkisinin Botanik Özellikleri.....	5
1.2.1. Taksonomik konum	5
1.2.2. Familya özellikleri.....	5
1.2.3. Tür özellikleri	6
1.2.4. Meyve özellikleri	8
1.2.5. Kimyonun sinonim isimleri.....	9
1.2.6. Kimyonun besin değeri.....	9
1.3. Kimyonun Ülkemizdeki ve Dünyadaki Yayılışı.....	10
1.4. Ekonomik Açıdan Kimyon	10
1.5. Kimyon Bitkisinin Tarihçesi.....	14
1.6. Etnobotanik Açıdan Kimyon.....	15
1.6.1.Kimyon olarak bilinen diğer bitkiler	17
1.7. Güvenlik	21
2. CUMINUM CYMINUM’UN KİMYASALVE FARMAKOLOJİK	
ÖZELLİKLERİ	22
2.1. Kimyasal İçerik.....	22
2.2. Biyolojik Aktivite.....	30
2.2.1. Antimikrobiyal aktivite	30

2.2.2. Antioksidan aktivite.....	38
2.2.3. Antifungal ve intektisit aktivite	38
2.2.4. Hepatoprotektif aktivite	39
2.2.5. Antidiyabetik aktivite	40
2.2.6. Protoskolisidal aktivite	40
3. MATERYAL VE METOT.....	41
3.1. Materyal	41
3.1.1. Bitkisel materyal	42
3.1.2. Kullanılan cihazlar.....	42
3.1.3. Mikroorganizmalar.....	42
3.1.4. Besiyerleri	42
3.2. Metot.....	43
3.2.1. Sterilizasyon.....	43
3.2.2. Mikroorganizma inkübasyonu	43
3.2.3. Uçucu yağ eldesi, su distilasyonu.....	43
3.2.4. Uçucu yağ analizi	45
3.2.4.1. Gaz kromatografisi(GK)/Alev iyonizasyon dedektörü(AİD)45	
3.2.4.2. Gaz kromatografisi(GK)/Kütle spektrometresi(KS)	45
3.2.5. Mikrodilüsyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitenin belirlenmesi	45
4. BULGULAR VE YORUMLAR	47
4.1. Uçucu Yağların GK/KS Analizleri	47
4.2. Antibakteriyel Aktivite Sonuçları.....	49
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKÇA	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Türkiye’de illere göre kimyon üretimi (2012-2016).....	11
Tablo 1.2. Türkiye’nin önemli ülkelere göre ihracat miktarı ve değeri (2012-2016)	12
Tablo 1.3. Türkiye’nin önemli ülkelere göre ithalat miktarı ve değeri (2012-2016).....	13
Tablo 1.4. Kimyon olarak bilinen diğer bitkiler	17
Tablo 2.1. Kimyon meyve uçucu yağında tanımlanan bazı bileşiklere örnekler	29
Tablo 2.2. Kimyon meyve uçucu yağının MİK değeri örnekleri	37
Tablo 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan cihazlar.....	42
Tablo 4.1. Kimyon meyve uçucu yağının kimyasal bileşimi.....	47
Tablo 4.2. Kimyon meyve uçucu yağlarının MİK değerleri (mg/mL)	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) meyve uçucu yağının oksijenli terpenlerine örnek	4
Şekil 1.2. Kimyon bitkisinin ayrıntılı çizimi	8
Şekil 3.1. Uçucu yağların seyreltilmesi	46
Şekil 5.1. Kimyon meyve uçucu yağlarının MİK değerleri grafiği (mg/mL)	53
Şekil 5.2. Kimyon meyve uçucu yağlarının karşılaştırılmalı MİK değerleri grafiği (mg/mL)	55



GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1. Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) bitkisinin çiçek açmış hali	6
Görsel 1.2. Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) bitkisi (Anadolu Üniversitesi Herbaryumu)..	9
Görsel 1.3. Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) bitkisi (Ege Üniversitesi Herbaryumu).....	9
Görsel 1.4 Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) bitkisi meyvesi	13
Görsel 1.5. Dioscorides'in De Materia Medica kitabında kimyon bitkisi	14
Görsel 1.6. <i>Nigella sativa</i> bitkisi ve meyveleri	15
Görsel 1.7. <i>Carum carvi</i> bitkisi (Ankara Üniversitesi Eczacılık Fak.Herbaryumu). Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
Görsel 1.8. <i>Carum carvi</i> bitkisi (Newyork Botanik Herbaryumu)	20
Görsel 1.9. <i>Bunium persicum</i> bitkisi (Moskova Üniversitesi Herbaryumu).....	20
Görsel 1.10. <i>Laser trilobum</i> bitkisi (Van Herbaryumu).....	21
Görsel 3.1. Kültürü yapılan Egebir09 kimyon bitkisinin özellikleri.....	39
Görsel 3.2. Clevenger apereyi.....	44
Görsel 3.3. Kimyon meyve uçucu yağının Clevenger apareyinde toplanmış hali	44
Görsel 4.1. B1= <i>Escherichia coli</i> NRLL-B 3008 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü	50
Görsel 4.2. B2= <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü..	50
Görsel 4.3. B8= <i>Bacillus cereus</i> NRLL B-3711 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü.....	51
Görsel 4.4. B9= <i>Bacillus subtilis</i> NRLL B-4378 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AİD	: Alev iyonizasyon dedektörü
ATCC	: Amerikan tıp kültür koleksiyonu (American Type Culture Collection)
NRLL	: Kuzey bölgesel araştırma laboratuvarı (Northern Regional Research Laboratory)
atm	: Atmosfer
GK	: Gaz kromatografisi
CFU	: Koloni oluşturan birim
KS	: Kütle spektrometresi
mg/mL	: Miligram/mililitre
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
µg	: Mikrogram
MİK, MIC	: Minimum inhibisyon konsantrasyonu
MHA	: Mueller Hinton Agar
MHB	: Mueller Hinton Broth
°C	: Santigrat derece
M.Ö.	: Milattan önce
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksi anisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksi toluen
İTK	: İnce tabaka kromatografisi
DMSO	: Dimetilsülfoksit
HFD	: Yüksek yağlı diyet (High Fat Diet)
NAFLD	: Alkolsüz karaciğer hastalığı

1. GİRİŞ

İnsan varoluşundan itibaren bitkilerle ilgilenmiştir. İlk çağlardan kalan arkeolojik bulgulara göre insanlar besin ihtiyacını ve sağlık sorunlarını gidermek için bitkilerden yararlanmışlardır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) tanımına göre; hastalıklardan korunmak veya tedavi olmak amacıyla bitkisel drogları tek başına veya bitkisel karışımlar halinde, etkili kısım taşıyan, bitmiş ve etiketlenmiş ürünler veya müstahzarlar “bitkisel ilaç” olarak adlandırılmaktadır (Ersöz, 2010; Kırıcı, 2015). İlaç olarak kullanılmalarının yanında gıdalarda tat ve korumada, temizlik ürünlerinde koku maddesi olarak, diş macunu ve sakızlarda ferahlık, bitki çaylarının sakinleştirici etkisinde bitkilerin katkısı bulunmaktadır (Başaran, 2012; Kırıcı, 2015).

Bitkilerin kullanımı ile ilgili ilk yazılı kayıt eski Mısır'da yapılan kazı çalışmalarında bulunmuştur. Mısır'da bulunan kayıtlarda cesetlerin mumyalanmasında çeşitli bitkilerin kullanıldığı belirtilmektedir. Mumyalamada bitkilerden elde edilen ekstrelerle cesetler muamele edilmekte ve bu yöntemle birlikte yüzyıllarca bozulmadan saklanabilmesi sağlanmaktaydı. Ayrıca birçok kutsal kitapta hem şifa hem de bir güç kaynağı olarak bitkilerden bahsedilmektedir (Başoğlu, 1982).

Dünyada tedavi maksadıyla ve baharat olarak kullanılan bitkilerin sayısının 20.000 civarında olduğu Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından rapor edilmiştir. Bugün doğal olarak yetişen 300'e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3'i uçucu yağ içermektedir. Bitkilerden ekstre hazırlanarak ilaç olarak kullanılması M.Ö. 2700 yıllarına kadar uzanmaktadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de deneyip yanılarak bulunmuş halk arasında şifalı bitkiler olarak anılan birçok bitki tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Anadolu halkının yabani bitkileri ilaç olarak kullanması da çok eski devirlere kadar uzanmaktadır. Hitit dönemine ait tıbbi tabletlerde bulunan reçete formüllerinde kayıtlı bitki adları bunun bir kanıtı olarak gösterilmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2014). Antik çağlarda Mezopotamya'da hardal, kekik, rezene, safran; Eski Mısır'da mumyacılıkta kullanılmak üzere anason, mercanköşk, kimyon, tarçın, karanfil; Hitit uygarlığında ise defne, sarımsak, haşhaş, mersin gibi birçok baharatın kullanılmış olduğu belirtilmektedir (Akgül, 1993; Aybakır, 2015). Kayseri yakınlarındaki Kültepe'de bulunan kil tabletlerde (M.Ö. 1774-1719) üç adet baharat adı geçmektedir,

bunlar kimyon (kamunum), kişniş (kisibirritum) ve bir tür kekik (kudimmum)'dir (Kırıcı, 2015).

Uçucu yağlar uzun yıllardan beri pekçok alanda özellikle bilimsel ve ticari alanda kullanılmaktadır. Bunların başında gıda sanayi, kozmetik, ilaç, fitoterapi ve aromaterapi gelmektedir.

Dünya nüfusu hızla arttığı için gıda ihtiyacı da ona paralel olarak artmakta ve üretilen yeni gıdaların raf ömrünün uzatılması dolayısıyla mikrobiyal bozulmadan korunması daha karmaşık bir hale gelmiştir. Antimikrobiyal ajan olarak yaygın kullanılan asetik asit ve kükürt dioksit gibi kimyasallar ve bunların buharları aşındırıcı oldukları için solunum yolları ve gözleri tahriş etmektedir. En sık kullanılan kimyasal antioksidanlardan BHA ve BHT lipid yani yağ içeren ürünlerin acılaşmasını önlemek amacıyla çeşitli gıdalara eklenir ve aynı zamanda antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Farag vd., 1989). Gıda ürünlerinde antimikrobiyal etki amacıyla nitrit ve nitratlar, sorbik asit, benzoik asit, kükürtdioksit, sülfidler, propiyonik asit ve asetik asit gibi kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda tüketici talebinin artması ve teknolojinin gelişmesiyle yapılan araştırmalar sonrasında doğal olarak üretilen laktoferrin, lizin, lizozim, kitosan ve propolis gibi maddeler de antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaya başlamıştır (Öztürkcan ve Acar, 2017). Gıda endüstrisinde raf ömrünü uzatabilmek maksadıyla uçucu yağlarının kullanımı her geçen gün artmaktadır. Doğal olmaları ve kalıntı bırakmamaları nedeniyle bitkilerin, özellikle organik gıda üretiminde önemli bir antimikrobiyal olarak değer bulacağı düşünülmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2014).

Tüketicilerin gıda katkı maddelerinin sağlık üzerinde doğrudan olumsuz etki yaptığını düşünmesi, üreticileri yapay yerine doğal kaynaklardan elde edilen gıda katkı maddelerini kullanmaya itmiştir. Bu konuda bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal özellikte olduğu ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmaya devam etmektedir.

Türkiye florası 11000'den fazla bitki taksonu içerir. Türkiye'de yaklaşık 3000'i endemik olmak üzere 1000 bitki, ilaç ve baharat olarak kullanılmaktadır (Özgüven vd., 2005). Türk farmokopesine kayıtlı bitki sayısı ise 140 civarındadır. Halk arasında tedavi amaçlı kullanılan bitki sayısı ise çok daha fazladır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2014).

Son yıllarda sentetik kökenli maddelerin yan etkilerinin daha fazla olması özellikle antimikrobiyal olarak kullanılan sentetik ilaçlara karşı organizmaların direnç oluşturmaları gibi nedenler doğal bitkisel kaynakların önemini daha da artırmıştır.

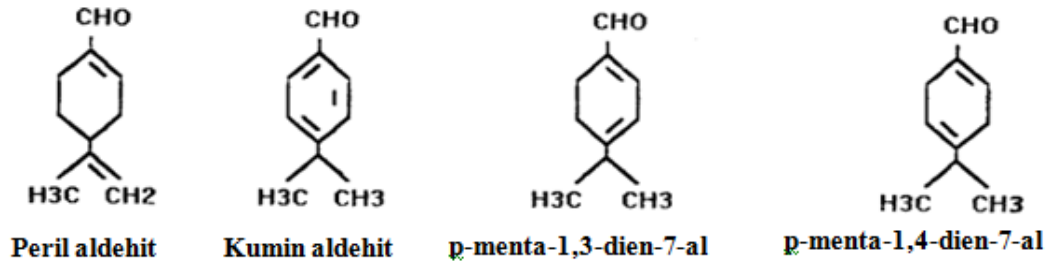
Çalışmanın amacı Eskişehir’de kültürü yapılan Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden temin edilen *Cuminum cyminum* meyveleri ile Sivrihisar’da ekimi yapılan *C. cyminum* meyvelerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimlerini incelemek, karşılaştırma yapmak ve bu uçucu yağların bazı patojen bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmaktır.

Çalışmada Eskişehir’in Sivrihisar İlçesi Böğürtlen köyünden toplanan kimyon meyvesi; Sivrihisar, Geçit Kuşağı Tarımsal Kalkınma Araştırma Enstitüsü’nden temin edilen kültürü yapılmış kimyon meyvesi ise Egebir09 olarak anılacaktır.

1.1. Uçucu Yağların Genel Özellikleri ve Antimikrobiyal Özellikleri

Uçucu yağlar bitkinin taç yaprak, yaprak, meyve, kabuk, meyve sapı, odunsu doku gibi ya da bitkinin tüm organlarında ayrıca bazen bir organın belirli dokularında da bulunabilirler. Bu yağlar bitkilerin bağlı olduğu familyaya göre salgı tüyünde, salgı ceplerinde, salgı kanallarında veya salgı ceplerinde bulunabilmektedir (Çelik ve Çelik, 2007). Çok sayıda bileşenden oluşmuş doğal ürünler olan uçucu yağlar oda sıcaklığında sıvı, genellikle renksiz veya açık sarı renkli, ait olduğu bitkiye özgü kuvvetli kokuya sahip olup genellikle bitkilerden distilasyon yöntemiyle elde edilir ve bitkinin yetiştiği bölgeye göre ortalama uçucu yağ verimi değişiklik göstermektedir (Akgül, 1993).

Uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri yapılarındaki fenolik (timol, karvakrol, öjenol vb.) terpenoit bileşiklerden, aldehitlerden ve organik asitlerden kaynaklanmaktadır. Kimyasal bileşimi terpenik hidrokarbonlar ve bunların oksijenli türevleri olarak 2 geniş gruba ayrılabilir. Uçucu yağın büyük çoğunluğunu terpenik maddeler oluşturmaktadır (Turhan, 2015).



Şekil 1.1. Kimyon (*Cuminum cyminum*) meyve uçucu yağının oksijenli terpenlerine örnek

(Eikani, 1999)

Uçucu yağdaki fenolik bileşikler mikroorganizmaların enzim sisteminin bozulmasına neden olarak, enzimatik reaksiyonlarını durdurabilir, enzim oluşumunu durdurabilir, ortamdaki besin maddelerinin emilimini engelleyebilir veya zarın yapısını değiştirerek hücre membranının fosfolipit yapısını tahrip ederek, geçirgenliğinin artmasına sebep olabilir (Turhan, 2015). Uçucu yağların mikroorganizmaları inhibe etmesinde stoplazmik zarın parçalanması, proton hareket kuvvetinin ve elektron akışının dengesizleşmesi, hücre içeriğinin parçalanması gibi farklı nedenler vardır (Silva ve Fernandez, 2010). Karanfilde öjenol ve öjenol asetat, nanede α ve β -pinen, limonen ve 1,8-sineol, kekikte karvakrol ve timol, tarçında sinnamaldehit ve öjenol, yenibaharda öjenol ve metil öjenol, kimyonda kuminaldehit, kişnişte d-linalol, biberiyde borneol gibi fenolik bileşiklerin gıda kaynaklı patojenler ve mikotoksin oluşturan küfleri kapsayan geniş bir yelpazede bulunan mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal özellik gösterdiği saptanmıştır (Tassaou vd., 2004).

1.2. Kimyon Bitkisinin Botanik Özellikleri

Kimyon Maydanozgiller (Apiaceae) familyasından *Cuminum cyminum* L. bitkisidir. Bu familyanın meyvelerini tohumdan ayırmak mümkün olmadığından meyvelere tohum dendiği de olur ve meyveleri de kimyon olarak anılır (Baser, 2014). Gerçekte nerenin bitkisi olduğunu belirlemek zor olsa da muhtemelen Akdeniz bölgesi, Mısır, Arap çölleri ve Orta Asya'ya özgüdür. Kimyonun doğal yaşam alanı kumlu çöllerdeki vahalara yakındır. Bununla birlikte bitki ne şiddetli kuru sıcağa ne de şiddetli yağışlara dayanabilir (Jansen,1981).

1.2.1. Taksonomik konumu

Alem: Plantae (Bitkiler)

Bölüm: Angiosperms (Kapalı Tohumlular)

Sınıf: Eudicots (İki Çenekliler)

Takım: Apiales

Familya: Apiaceae (Maydanozgiller)

Cins: *Cuminum*

Tür: *Cuminum cyminum*

1.2.2. Familya özellikleri

Apiaceae familyası, basit veya bileşik umbella çiçek durumu ve şizokarp meyveleriyle çiçekli bitkiler içinde en iyi tanınan zengin familyalardan biridir. 300 cins ve 3000 kadar türü barındıran familya, çoğu uçucu yağ taşıyan bir, iki veya çok yıllık otsu bitkilerdir. Yaprakları alternan dizilişli, genellikle parçalı ve tabanı okrealıdır; çiçekler basit veya bileşik umbella durumundadır, involukrum ve involusel bulunur; kaliks küçük, 5 dişli, korolla 5 petalli, stamen 5 tane, ovaryum 2 karpelden oluşmuş sinkarp ve alt durumludur. Meyve tipi, olgunlukta her biri tek meyve taşıyan 2

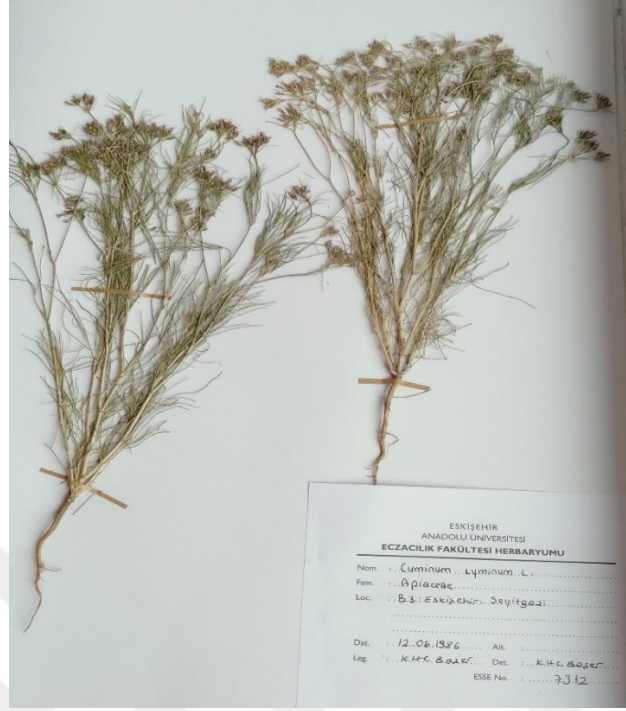
merikarpa ayrılan şizokarptır, merikarplar birbirine ince bir sap (karpofor) ile bağlıdır. Meyvelerin üzerinde değişik sayı ve şekillerde girinti (valekulum) ve çıkıntılar (kosta) bulunur. Mezokarpta uçucu yağ taşıyan ve sayısı bitkinin cinsine göre değişen uçucu yağ kanalları vardır (Tanker vd., 1998).



Görsel 1.1. Kimyon (*Cuminum cyminum*) bitkisinin çiçek açmış hali (<http-1>)

1.2.3. Tür özellikleri

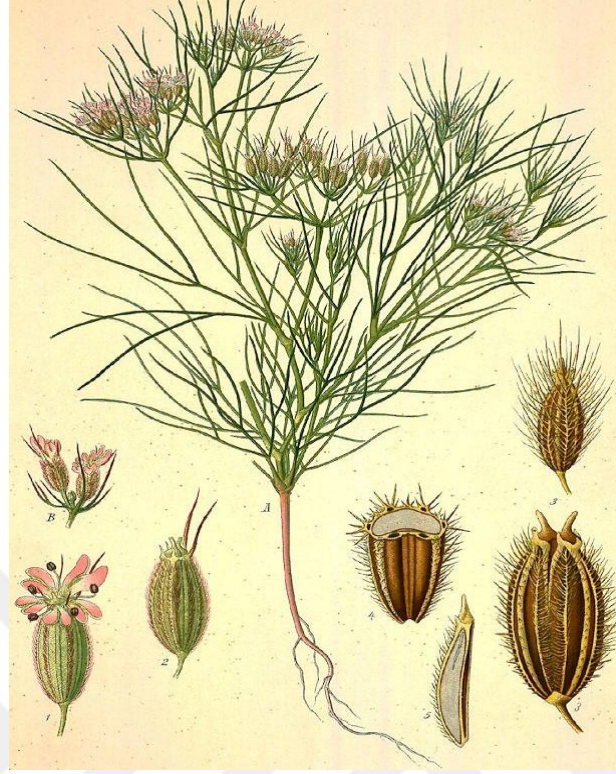
Kimyon bitkisi 50-60 cm boyunda, pembe, beyaz renkte küçük çiçekli, tek yıllık otsu bir bitkidir ve elle hasat edilir (Tanker vd, 1998; Belal, 2017). İnce ve dik gövdesi çok sayıda dallanma yapar. Rezene (*Foeniculum vulgare* L.) benzeri yapraklara sahiptir. İplik gibi ince uzun ve parçalı yaprakları, tüysüz ve mavimsi yeşil renlidir. Çiçekleri üçü-beşi bir araya gelerek şemsiye şeklinde kurulları oluşturur; beyaz ve pembe renklidir (Başer, 2014). Kimyon bitkisi gelişmek için 25-30°C bir sıcaklıkta yağmursuz, kuru ve serin iklim ister. pH'sı 6,8 ve 8,3 arasında olan topraklarda optimum büyüme sağlanır (Aybakır, 2015).



Görsel 1.2. Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Bitkisi (Anadolu Ü. Herbariyumu)



Görsel 1.3. Kimyon Bitkisi (Ege Ü. Herbariyumu)



Şekil 1.2. Kimyon bitkisinin ayrıntılı çizimi.(http-2)

1.2.4. Meyve özellikleri

Meyveleri uzunca, dar, yumurtamsı (oblong) veya köşeli oval şekilde; 4-5 mm boyunda yeşilimsi veya yeşilimsi kahverengidir. Temmuz ayında olgunlaşan meyvelerin kendine has kokusu vardır (Başer, 2014). İğ biçimindeki taneleri sarımsı esmer renklidir, genellikle iki yarım meyveye ayrılmıştır, her bir meyvede kolaylıkla görülen sarı renkli kostalar bulunur. Kostaların arası kahverengi ve üzeri seyrek tüylüdür, tüyler 30 kez büyütmede kolaylıkla görülebilir. Kuvvetli kokulu ve özel lezzetlidir. Meyveler sabit yağ, uçucu yağ (%1,5-4) taşımaktadır. Uçucu yağ içinde özellikle %50 kuminaldehit bulunur (Baytop, 1999). Sabit ve uçucu yağın yanı sıra tanen, flavanoit, reçine, zambk içermektedir. Uçucu yağı; et, konserve, ilaç, kozmetik sanayiinde ve gıda sanayilerinde et ve peynircilikte kullanılmaktadır (Akgül, 1993; Aybakır, 2015). Kimyon yağı soluk sarı ila kahverengimsi bir sıvıdır, bazen yeşilimsi bir renk tonu gösterir. Yağ, gün ışığına, havaya, neme, metaller ve alkaliye karşı oldukça hassastır. Parfümlerde eser miktarda, yeşil baharatlı ve odunsu üst notalar için kullanılır (Beis vd., 2000).



Görsel 1.4. *Kimyon (Cuminum cyminum) bitkisinin meyvesi* (Foto: Semra Candar)

1.2.5. Kimyonun sinonim isimleri

Kimyon bitkisinin günümüzde *Cuminum cyminum* L. ile eşanlamlı kabul edilen 6 adet sinonim ismi bulunmaktadır, bunlar; *Cuminia cyminum* J.F.Gmel., *Cuminum aegyptiacum* Merat ex DC., *Cuminum hispanicum* Merat ex DC., *Cuminum odorum* Salisb., *Cuimnum sativum* J.Sm., *Cyminon longeinvolucellatum* St.Lag.' dır (http-3).

1.2.6. Kimyonun besin değeri

100 g kimyon meyvesinde 460 kcal enerji, 6 g su, 44,6 g karbonhidrat, 18 g protein, 23,8 g yağ, 7,7 g kül, 10,5 g diyet lifi, 0,73 mg B1 vitamini (tiamin), 0,38 mg B2 vitamini (ribofilavin), 2,5 mg B3 vitamini (niasin), 0,43 mg B6 vitamini, 17 mg askorbik asit, 3,33 mg E vitamini, 127 retina eşdeğeri A vitamini, 0,9 g kalsiyum, 450 mg fosfor, 160 mg sodyum, 2100 mg potasyum, 47,8 mg demir, 4,8 mg çinko ve %9 nem bulunur (Preedy, 2015).

1.3. Kimyonun Ülkemizdeki ve Dünyadaki Yayılışı

Ekonomik açıdan önemli bir bitki olan kimyon ülkemizde baharat olarak büyük oranda Konya, Ankara, Eskişehir ve Niğde illerinde yetiştirilmektedir (Akgül, 1993). Kimyonun vatanı Mısır'dır. Akdeniz ülkeleri ve Türkiye'nin Orta Anadolu bölgelerinde (Eskişehir, Sivrihisar, Polatlı, Konya) (Baytop, 1999), Kıbrıs, Lübnan, Fas, Malta, İspanya, Rusya, Çin ve Orta Amerikada yetişmektedir. Türkiye'de çeşni ve sucuk malzemesi olarak kullanıldığı Orta Anadolu bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. (Beis vd., 2000).

1.4. Ekonomik Açıdan Kimyon

Kimyon en önemli ihraç ürünlerindendir ve önceden İran'da ve Akdeniz'de yetiştirilmesine rağmen bugün Özbekistan, Tacikistan, Türkiye Fas, Mısır, Çin, Endonezya, Japonya, Güney Rusya, Hindistan, Suriye, Meksika, Bulgaristan, Kıbrıs, Bağımsız Devletler Topluluğu ve Şili'de de yetiştirilmektedir. Dünyadaki en büyük kimyon üreticisi ve tüketicisi Hindistan'dır (Jansen, 1981, Uğur, 2016, Belal vd., 2017).

Kimyon bir tarım ürünüdür sıcak iklimleri sever, Tohumları-meyveleri ekilerek üretilir. Orta Amerika, Fas, Kuzey Avrupa, Yunanistan, Türkiye, Kıbrıs, Mısır, Sudan, Ortadoğu ülkeleri, Suriye, İran, Güney Rusya, Hindistan, Çin, Japonya vb. ülkelerde kültür bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Başer, 2014).

Kimyon yemeklerde baharat olarak kullanılmakla birlikte ilaç sanayiinde hammadde olarak da kullanıldığı aktarılmaktadır. Türkiye'de tarımsal ve ekonomik açıdan en önemli kimyon çeşidi Acem Kimyonu'dur (*C. cyminum*) (Uğur, 2016).

Kimyon uçucu yağı; Sabunların ve deterjanların bileşimine girerek koku verici olarak, bazı ilaçların terkbine koku verici ve aktif bileşen olarak,

Kimyonun sabit ve uçucu yağını aldıktan sonra geriye kalan posa hayvan yemi olarak ağızla ilgili antiseptik malzemelerin hazır edilmesinde, ameliyat ipliklerinin sterilizasyonunda, bazı veteriner ve zirai ilaçların içeriğinde, parfümeri, boya ve plastik sanayinde kimyon uçucu yağından faydalanılmaktadır (Kan, 1990; Başer, 2014).

1983 yılı Başbakanlık Devlet İstatistik Kurumu bilgilerine göre kimyon ihraç edilen droglar arasında birinci sıradadır (Baytop, 1999, S.128)

Tablo 1.1. *Türkiye’de illere göre kimyon üretimi (2012-2016) (Bayraktar,Ö.V., 2017).*

	2012	2013	2014	2015	2016	
İl	Üretim (ton)	Üretim (ton)	Üretim (ton)	Üretim (ton)	Üretim (ton)	%
Ankara	8506	10239	8301	9306	11357	61,11
Konya	4174	5159	6027	6462	5770	31,04
Eskişehir	689	678	478	384	323	1,74
Afyon	318	352	246	180	185	1,0
Denizli	115	76	51	43	31	0,17

Türkiye’nin illere göre kimyon üretim miktarları incelendiğinde Ankara ilinin ilk sırada, Konya ilinin ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. 2016 yılı 18.586 ton olan kimyon üretiminin %61.11’ini Ankara ili, %31.04’ünü ise Konya ili karşılamaktadır.

Tablo 1.2. Türkiye'nin önemli ülkelere göre ihracat miktarı ve değeri (Bayraktar,O.V., 2017).

	2012		2013		2014		2015		2016	
Ülke	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri 1000\$	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri 1000\$	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri 1000\$	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri 1000\$	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri 1000\$
Bangladeş	732	2353	1916	4641	1980	4732	1123	2846	3089	7308
ABD	1520	3250	2668	6972	1503	3679	764	2662	1360	4508
Fransa	16	99	31	209	38	223	171	707	481	1749
Hollanda	26	134	261	767	140	695	141	646	262	1079
Rusya	32	110	14	42	6	20	7	11	2	3

Yıl	İhracat miktarı(ton)	İhracat değeri 1000\$	İhracat fiyatı \$/kg
2012	3732	10167	2,72
2013	7941	20575	2,59
2014	6011	15399	2,56
2015	3765	11134	2,96
2016	8300	22916	2,76

2016 yılı itibarı ile 8300 ton olan Türkiye kimyon ihracatında 3089 ton ile Bangladeş (%37.22) ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla; 1360 ton ile ABD (%16.39), 481 ton ile Fransa (%5.80) takip etmektedir. Kimyon birim ihracat fiyatı 2012 yılında 2.72 \$/kg iken 2016 yılında 2.76 \$/kg'a yükselmiştir.

Tablo 1.3.*Türkiye'nin önemli ülkelere göre ithalat miktarı ve değeri (Bayraktar,Ö.V., 2017).*

	2012		2013		2014		2015		2016	
Ülke	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri 1000\$	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri 1000\$	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri 1000\$	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri 1000\$	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri 1000\$
Hindistan	139	334	176	453	55	74	359	510	10	10
Suriye	113	365	348	988	589	1684	1407	3857	2037	5488
Mısır	38	100	67	179	74	210	5	5	2	5
Diğer Ülkeler	18	59	11	42	18	64	20	67	13	24
Toplam	308	859	602	1662	736	2032	1791	4439	2062	5527

Yıl	İthalat miktarı(ton)	İthalat değeri 1000\$	İthalat fiyatı \$/kg
2012	308	859	2,79
2013	602	1662	2,76
2014	36	2032	2,76
2015	1791	4439	2,48
2016	2062	5527	2,68

Türkiye'nin kimyon ithalatı yaptığı en önemli ülkeler başta Suriye olmak üzere, Hindistan ve Mısır'dır.

2016 yılı itibarı ile 2.062 ton olan Türkiye kimyon ithalatında 2037 ton ile Suriye %98.91'lik payla birinci sırada gelmektedir. Kimyon birim ithalat fiyatı 2012 yılında 2.79 \$/kg iken 2016 yılında 2.68 \$/kg'a düşmüştür (Bayraktar, Ö.V., 2017).

1.5. Kimyon (*Cuminum cyminum*) Bitkisinin Tarihçesi

Cuminum cyminum eski çağlardan beri yetiştirilmektedir. Günümüz Adana ili sınırları içinde yer alan Anavarza’da doğan Dioscorides’in Yunan ordusuna hekimlik yaparken yazdığı “De Materia Medica” isimli eserde 600’den fazla bitkisel droğun botanik özellikleri, tıbbi kullanımları ve amaçları, şekilleri ve kullanım dozları hakkında bilgi yer almaktadır. Bu bitkiler için de kimyon (*Cuminum cyminum*) da yer almaktadır. Kimyon zehirli böcek ısırıklarında, böbrek iltihaplarında ve menstrual problemlerde ve gaz giderici olarak belirtilmektedir (Demirci, 2019).



Görsel 1.5. Dioscorides’in *De Materia Medica* isimli kitabında kimyon bitkisi (<http-5>)

Bilinen en eski baharatlardan biri olan kimyonun vatanı Akdeniz bölgesi ve Asya’nın batısıdır. M.Ö. 5000’den önceki eski Mısır belgelerinde kullanım kayıtlarına rastlanmıştır. İncil’de de bahsi geçen baharat asırlardır Eski Yunan, Roma, Orta Doğu ve Avrupa mutfağında, çorbalar ve et, balık, tavuk yemeklerinin terbiyesinde kullanılmaktadır (Başer, 2014).

1.6. Etnobotanik Açidan Kimyon

Kimyon ülkemizin değişik bölgelerinde; “Acem”, “Frenk” ve “Kefe” kimyonu olarak adlandırılır (Uğur,2016). Kimyon (*Cuminum cyminum*) halk arasında “zıra” adıyla da bilinir. Orta Asya Türk Cumhuriyetleri, Afganistan, Hindistan ve Pakista’da “siyah zıra” adıyla bilinen ve kimyon yerine kullanılan, Maydanozgiller (Apiaceae) ailesinden, “*Bunium persicum* Boiss. B. Fedtsch.” ile karıştırılmamalıdır. İngilizce’de “Black cumin (kara kimyon)” adıyla bilinen Düğünçiçeğigiller (Ranunculaceae) ailesinden çörekotu (*Nigella sativa* L.) ve Türkiye’de “karaman kimyonu” adıyla bilinen, Maydanozgiller ailesinden Keraviye (*Carum carvi* L.) gerek kimyasal gerekse kullanım özellikleri bakımından kimyondan farklıdır (Baser, 2014). 2017 yılında Singh vd., Hindistan’da yaptığı kimyonla ilgili bir derlemede *Nigella sativa* bitki çiçekleri ile *Bunium persicum* bitki meyvelerini aynı bitkiden gibi kabul etmiş, biyolojik adlandırmada *Bunium persicum* biyolojik adına karşılık yaygın isim olarak *Nigella sativa* ve black cumin yazılmıştır, bu iki bitki aynı familyadan bile değildir (Rudra vd., 2017).



Görsel 1.6. *Nigella Sativa* bitkisi ve meyveleri (<http-5>)

Kimyon; Etiyopya’da genel pazarlarda kamun, ensilal, kamum, kamun-bahari, kemuno olarak geçmekle birlikte, ticari adı **İngilizce:** Cumin, Cummin; **Fransızca:**

Cumin, Faux Anis, Faux Aneth, Cumin de Malte, Cumin blanc, Cumin du Maroc; **Almanca:** Kreuz kümmel, Römischer kümmel, Weiber kreuzkümmel; **Arapça:** Kamaun, Kamun; **Çince:** Ou shi luo, Ma qin (Ma ch'in), Xian hao, Xiang han qin, Zi ran; **Yunanca:** Kimino, Kiminon; **Hintçe:** Jiiraa (Jeera), Zeera (Zira, ziira), afed ziira (Safed zira), Safed jiiraa (Safaid jeera); İtalyanca: Cumino; **Japonca:** Hime unikyoo, Kumin; **Portekizce:** Cominho; **Rusça:** Kmin, Kmin rimskii, Kmin tminovyi (Kmin tminovyi); **İspanyolca:** Comino; **İsveççe:** Spiskummin olarak adlandırılır (Jansen, 1981, Al-Snafi, 2016).

Cuminum cyminum Yunanca kummon'dan türetilmiş, muhtemelen eski Babil "ka-mu-mu" dan gelen eski bir Roma bitki adıdır.

Hindistan'da öğütülmüş meyveler köri ve kırmızıbiber tozunun temel bileşenidir. Uçucu yağ, likörlerde ve parfümlerde kullanılır (Jansen, 1981).

Kimyon meyvelerinin kullanım alanı çok fazladır. Öğütüldüğünde tek başına kimyon baharatı olarak kullanılmasının yanında, (Kan, 1990) Hint mutfağı'nın önemli baharat karışımı olan körinin keskin baharatımsı kokusunu ve acımsı lezzetini (zerdeçal ve acı biber ile) sağlayan baharat kimyondur. Ülkemizde sucuk, köfte, güveç, pastırma çemeni ile bitlikte et ve sebze yemeklerinin terkibine girer. Arap ülkelerinde bilinen "falafel" adlı et yemeğinin karakteristik lezzeti kimyondan kaynaklanır. Avrupa'da çavdar ekmeğine, peynirlere (Münster peyniri), İsviçre, Norveç ve Hollanda da aromalı peynirlerin yapımına, şekerlemelere, bisküvi ve hamur işlerine katılır. Almanya'da kimyon (kümmel) likörü yapılır. Ayrıca turşularda çeşni olarak kullanılır.

Kimyon baharat olarak kullanıldığında gaz giderici, mide bağırsak ağrılarında kramp giderici, kaynatılıp içilmesi, sakinleştirici, süt arttırıcı, yaraların üzerine sürülmesi halin de antibakteriyel, güvercin yemlerine katıldığında kabuk bağlamış kanat yaralarını iyileştirmektedir (Başer, 2014).

Cuminum cyminum dünya çapında gıda ürünlerinin kullanımın yanı sıra uçucu yağı geleneksel tıpta diabetes mellitus, dispepsi tedavisinde; anti-enflamatuvar (Allahghaderi vd., 2010), uyarıcı, gaz giderici, midevi, idrar söktürücü, spazm önleyici (Jalali-Heravi vd., 2007), ishal önleyici olarak kullanılmaktadır.

1.6.1. Kimyon olarak bilinen diğer bitkiler

Biyolojik adı ve kimyasal içeriği farklı olmasına rağmen halk arasında birçok bitkinin meyvesi kimyon olarak bilinmekte ve kullanılmaktadır. Tuncay ve Yeşil 2019 yılında yaptığı çalışmada Türkiye’de kimyon olarak kullanılan 4 türün (*C. carvi*, *C. cyminum*, *L. trilobum* ve *Grammoscaidum daucoides*) meyve morfolojilerini ve anatomilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada kimyon olarak anılan bitkilere bir yenisi eklenmiştir (Tuncay ve Yeşil, 2019).

Tablo1.4. Kimyon olarak bilinen diğer bitkiler

Latince İsmi	Diğer İsim	Meyve Uçucu Yağlarının Aktif Bileşenleri
<i>Cuminum cyminum</i> L.	Acem Kimyonu, Avcar, Zira (Eskişehir, Sivrihisar)	kumin aldehit (%20-40), p-menta-1,4-dien-7-al (γ-terpinen-7-al) (%11-40), p-menta-1,3-dien-7-al (α-terpinen-7-al) (%4-12), γ-terpinen (%7-23), p-simen (%5-9), β-pinen (%3-16)
<i>Carum carvi</i> L.	Frenk Kimyonu, Karaman Kimyonu, Karavay kimyonu, Keraviye, Nemse, Ermeni Kimyonu	karvon (%60)
<i>Bunium persicum</i> (Boiss.) B.Fedtsch.	Siyah Zira	γ-terpinen-7-al (%29), γ-terpinen (%26), β-pinen (%26) ve kumin aldehit (%12)
<i>Laser trilobum</i> L.	Kefe Kimyonu.	limonen (%41-71) ve perilaldehit (%4-33)

Carum carvi L; Maydanozgiller ailesinden (Apiaceae) olan bu bitki 100 cm civarı yükseklikte, beyaz pembe çiçekli, parçalı yapraklı, çok yıllık ve otsu bir bitkidir. Memleketimizde ekimi yapılmamaktadır. Avrupa’da geniş ölçüde yetiştirilmektedir. Doğu Anadolu’nun sulak çayırlarında yabani olarak yetişmektedir. Nadiren dış ülkelerden

getirilmekte ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde cinsel gücü artırıcı olarak kullanılmaktadır. Bileşimi, sabit yağ, uçucu yağ (%3-9) ve rezin vb. taşımaktadır. Uçucu yağ içerisinde ana bileşen olarak karvon (%60) bulunmaktadır. Diğer isimleri karaman kimyonu, keraviye, kimyon-u berri, ermeni kimyonu, nemse kimyonu'dur. Karaman isminin Türkiye'deki Karaman şehriyle ilgisi yoktur (Baytop, 1999). *Carum carvi*, Avrupa, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'ya özgüdür, bitkinin yaprakları dereotunu andırır (Smau ve Deutsch, 2001).

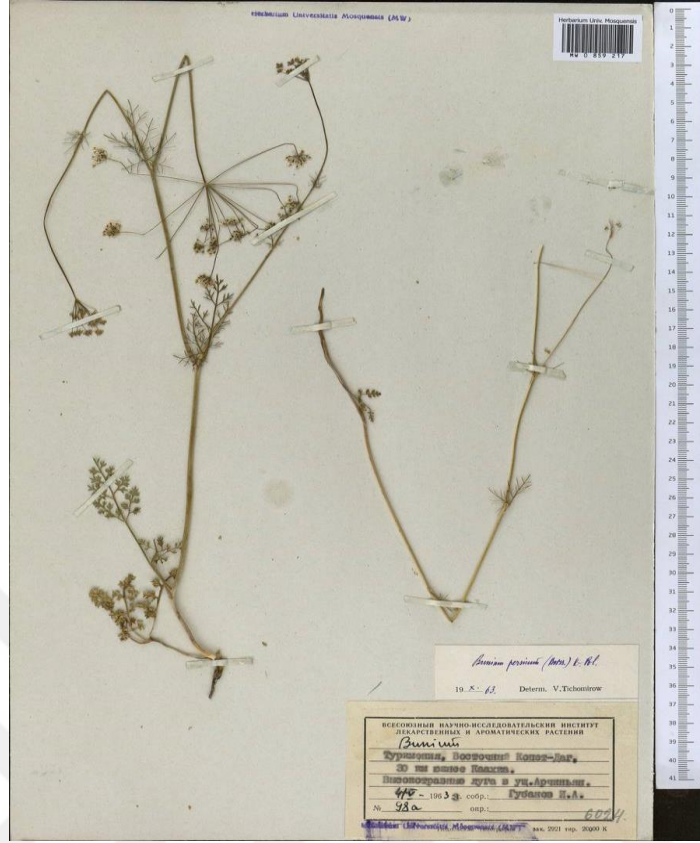


Görsel 1.7. *Carum carvi* bitkisi.(Ank. Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariyumu)



Görsel 1.8. *Carum carvi* Bitkisi (Newyork Herbaryumu, <http-7>)

Hindistan'daki kimyon yağlarında γ -terpinen oranı yüksektir. “*Bunium persicum* (Boiss) B. Fedtsch” meyvelerinde %3-7 oranında bulunan uçucu yağın bileşiminde; γ -terpinen-7-al (%29), γ -terpinen (%26), β -pinen (%26) ve kumin aldehit (%12) bulunur (Başer, 2014). *Bunium persicum* geleneksel tıpta sindirim bozukluklarında, idrar yolu enfeksiyonlarında ve idrar söktürücü olarak kullanılır, ayrıca jinekolojik, antikonvülsan, antiemetik antiastım ve nefes açıcı gibi birçok tedavi edici etkiye sahiptir (Demirci ve Özkan, 2014).



Görsel 1.9. *Bunium persicum* bitkisi (<http-8>)

Laser trilobum L. Borkh; drog özellikle Kastamonu, Zonguldak, Eskişehir, Konya ve Adana illerinde elde edilmekte Mersin kökenli meyvelerin bileşimi sabit yağ (%25), uçucu yağ (%4,5) ve uçucu yağ içerisinde özellikle limonen ihtiva etmektedir. Kefe kimyonu ve dağ kimyonu adıyla baharat olarak kullanılmaktadır. Adana Toroslarında (Çamlıyayla, Fındıkpınar) yetişen bitkiden elde edilen meyveler “Sıra” adıyla tanınır. Adana, Mersin, Tarsus bölgelerinde baharat olarak kullanılır (Baytop, 1999). Türkiye’de kefe kimyonu olarak bilinen *L. trilobum* bitkisinin meyveleri koku ve lezzet özellikleriyle kimyona benzer. Ancak bu bitkinin %4-6 oranındaki uçucu yağının ana bileşiklerini limonen (%41-71) ve perilaldehit (%4-33) oluşturur (Başer, 2014).



Görsel 1.10. *L.aser trilobum* bitkisi (Van Herbaryumu,<http-9>)

1.7. Güvenlik

Ceylan vd, 2003'te yaptığı bir çalışmada, *Cuminum cyminum* meyve uçucu yağının farelerde akut toksisite çalışmasını gerçekleştirmiş, LD50 değerini 0,780 ml/kg olarak belirlemiştir. (Ceylan vd, 2003)

Keyhani vd., 2017'de yaptığı bir çalışmada 32 erkek fare üzerinde yaptığı deneyde *Cuminum cyminum* meyve uçucu yağının 1 ml/kg dozda kullanımı ile ölüm saptanmazken 2 ml/kg'da ölüm oranı %25 bulunmuştur. Aynı çalışmada kimyon meyve uçucu yağının metanollü ekstresiyle akut toksisite çalışılmış ve 4g/kg doza kadar ölüm gerçekleşmemiştir (Keyhani vd., 2017).

Özbek vd., 2004 yılında yaptığı bir çalışmada içinde kimyonunda bulunduğu meyve uçucu ve sabit yağı ekstraktlarının öldürücü doz seviyelerini belirlemişlerdir. %1,5 verimle elde edilen kimyon uçucu yağının LD1:0,162 mL/kg, LD10:0,440 mL/kg, LD50: 0,780 mL/kg, LD90:1,121 mL/kg, LD99:1,399 mL/kg bulunmuştur (Özbek vd.,2004).

2. CUMINUM CYMINUM'UN KİMYASAL VE FARMAKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Son yıllarda kimyon meyve uçucu yağının kimyasal içeriği (Fiqueredo vd.,2020; Wongkattiya vd., 2019; Özbek, 2019; Abbaszadegan vd., 2015) aktiviteleri; antimikrobiyal (Farag vd., 1989; Lacobellis, 2005; Allahghaderi vd., 2010; Wanner vd., 2010; Reza vd., 2015; Belal vd., 2017; Ghazi vd., 2018), antioksidan (Haşimi, 2014), antikanser (Lee, 2005), antidiyabetik (Babashahi vd., 2020), hipoglisemik (Sowbhagya, 2013), antienflamatuar (Preedy, 2005) açıdan kapsamlı şekilde incelenmiştir.

2.1. Kimyasal İçerik

Dünya genelinde kimyon üzerinde yapılan kimyasal çalışmaların özellikle meyvelerden elde edilen sabit ve uçucu yağ üzerinde yoğunlaştığı görülür. Varo ve Heinz 1970 yılında yaptıkları bir çalışmayla, yüksek vakumlu buhar distilasyonu ile elde edilmiş ticari kimyon yağı ve ön öğütülmüş kimyon yağının, Guanter'in 1950 yılında bulduğu ve daha sonraki yıllarda bulunan kimyasal bileşimlerinin % miktarlarını gaz kromatografisi ve çeşitli detektörlerle (UV, IR, MS, NMR) belirlemiştir. Bulunan bileşikler; α -pinen, β -pinen, mirsen, α -fellandren, β -fellandren, α -terpinen, limonen, 1,8-sineol, p-simen, γ -terpinen, 3-p-menta-7-al, cis-sabinen, mirsenal, kumin aldehit, fellandral, 1,3-p-menta-dien-7-al, trans-sabinen hidrat, α -terpineol, kumin alkol, β -karyofillen, β -farnesen ve β -bisabolen'dir. Daha önceki çalışmalarda kimyon yağının %60'ının aldehitlerden oluştuğu bunun da en önemlisinin kumin aldehit olduğu bildirilmiştir. Aynı yıl Varo ve Heinz yaptıkları başka bir çalışmada ilk kez taze bütün kimyon meyvelerinden p-menta-1,4-dien-7-al'ı izole etmişler ve bunun depolama sırasında, ısıyla veya öğütülmüş kimyon meyvelerinde kumin aldehide oksitlendiğini gözlemlemişlerdir (Varo ve Heinz, 1970).

Tassan ve Russelt, 1975 yılında yaptığı bir çalışmayla kimyon uçucu yağında üç temel bileşik olduğunu bu bileşiklerin taze kimyonun koku ve karakteristik aromasından sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca taze kimyon meyvesinde bulunan p-menta-1,4-p-menta-dien-7-al'in yüksek sıcaklığa tabi tutulan meyvelerde olmadığını kumin aldehide oksitlendiği düşüncesinde kimyasal tutarsızlık olduğunu, termodinamik açıdan

daha kararlı olan izomeri 1,3-p-menta-dien-7-al'a dönüştüğünü öne sürmüştür (Tassan ve Russelt, 1975).

Meriçli ve Meriçli, 1986 yılında *Laser trilobum* ve *Cuminum cyminum* meyve uçucu yağlarını karşılaştırmış ve Zonguldak'ta doğadan toplanan *L. trilobum*'un uçucu yağ verimi %2,7 bulunurken; Ankara'da aktardan alınan *C. cyminum* meyve uçucu yağı %1,4-2,1 bulunmuş; Ankara Ziraat Fakültesinde kültürü yapılan *C. cyminum* meyve uçucu yağ verimi ise %2,6 bulunmuştur. Çalışmada *C. cyminum* örnekleri Ankara (Haymana, Polatlı), Ankara Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir (Sivrihisar) ve Konya olmak üzere 5 farklı lokaliteden toplanmıştır. Yağ verimi farklılıkları kültür ve saklama koşullarının farklı olmasına bağlanmıştır. Ayrıca çalışmada su buharı distilasyonu ile elde edilen *L. trilobum* meyve uçucu yağında GK/AID analizi sonucu monoterpen hidrokarbon olarak d-limonen (%24,31), oksijenli bileşik olarak perilaldehit (%68,46); Haymana kimyon uçucu yağında kumin aldehit (%23,33) ve kumin ester (%31,66); Polatlı yağında kumin aldehit (%26,57) ve kumin ester (%26,20); Ankara Ziraat Fakültesi kültürü yapılan kimyon uçucu yağında kumin aldehit (%21,95) ve kumin ester (%25,08); Eskişehir Sivrihisar kimyon uçucu yağında kumin aldehit (%28,51) ve kumin ester (%36,56); Konya uçucu yağında ise kumin aldehit (%27,32) ve kumin ester (%36,40) bulunmuştur (Meriçli ve Meriçli, 1986).

Başer vd., 1992'de yaptıkları bir çalışmada çeşitli kimyon uçucu yağının GK/KS analizinde yağın %98'ini oluşturan 30 bileşik belirlemiştir. Uçucu yağın büyük kısmını (%47) aldehitlerin oluşturduğu, en belirgininin ise kumin aldehit olduğunu belirtmişlerdir. Bulunan diğer bileşikler p-menta-1,3-dien-7-al, p-menta-1,4-dien-7-al ve p-menta-3-en-7-al'dir. İncelenen kimyon yağları 7 adet Ankara (Polatlı), 1 adet Konya (Karaman), 6 adet Eskişehir (4 Eskişehir, 1 Alpu, 1 Sivrihisar), 2 adet Afyon (Emirdağ)'dan temin edilmiştir. Yapılan analizlerde Polatlı ve Karaman yağlarının ana bileşeninin kumin aldehit olduğunu ancak Eskişehir ve Emirdağ yağlarının ana bileşeninin hemen hemen tamamının p-menta-1,4-dien-7-al olduğu görülmüştür. Polatlı ve Karaman kaynaklı öğütülmüş kimyon uçucu yağları ticari ölçekli su buharı distilasyonu ile Eskişehir ve Emirdağ kaynaklı bütün meyvelerin uçucu yağının ise laboratuvar ölçekli su distilasyonu ile elde edilmesi bu farkın farklı işleme yöntemlerinden ileri geldiğini düşündürmüştür, Alpu ve Sivrihisar kaynaklı kimyon yağları laboratuvar ölçekli su distilasyonuna hem öğütülmüş hem de bütün olarak tabi

tutulmuştur. Parçalanmamış meyvelerin su buharı distilasyonunda p-menta-1,4-dien-7-al kumin aldehitte daha fazlayken, meyveler öğütüldüğünde kumin aldehit bakımında daha zengin bir yağ elde edilmiştir. Benzer şekilde buhar distilasyonun da bütün meyvelerden elde edilen yağda öğütmeye p-menta-1,4-dien-7-al miktarında hafif bir düşme ve kumin aldehitte artış gözlemlenmiştir. Buhar distilasyonuna göre su distilasyonunda p-menta-1,4-dien-7-al değeri daha azdır. Bu çalışmada ayrıca ticari Türk kimyon meyve yağları Mısır ve Hindistan'dan gelen kimyon yağlarıyla karşılaştırılmıştır. Mısır kimyon yağının kumin aldehit içeriğinin Türk yağlarından düşük olduğu Hint yağı örneklerinde γ -terpinen ve p-simen miktarının Mısır ve Türk yağı örneklerinden daha fazla olduğu görülmüştür (Başer vd., 1992).

Başer ve Kırimer 2014 yılında benzer bir çalışma yapmışlardır, Apiaceae familyasının uçucu yağlarının kimyasal bileşenlerinin incelendiği çalışmada, Türkiye'den 15, yurtdışından 4 adet kimyon meyve uçucu yağ numunesi incelenmiştir. p-menta-1,4-dien-7-al (γ -terpinen-7-al) diğer bileşiklere göre daha baskın bulunmuştur. Laboratuvarında distile edilmiş yağlardaki aldehit oranı %67-78 iken ticari yağlarda bu oran %29-46 arasındadır. Ayrıca ticari yağlarda monoterpen hidrokarbonlar aldehitlerden daha fazladır (%32-66). Türk ve Mısır kimyon uçucu yağlarında ana bileşik kumin aldehit iken, Hint kimyonunda ana bileşen γ -terpinen'dir. p-menta-1,4-dien-7-al taze meyvelerdeki ana bileşendir ve kolayca depolama sırasında veya yağın distilasyonu öncesi öğütmeye kumin aldehit'e oksitlenir (Başer ve Kırimer, 2014).

Kan vd., 2007 yılında yaptığı bir çalışmada, farklı hasat zamanlarında kimyon meyvesinin uçucu yağının kimyasal bileşimini incelemiştir. Konya Selçuk Üniversitesi'nde yetiştirilen kimyon meyveleri 2 haftalık aralarla, olgunlaşmamış meyve, olgun meyve ve aşırı olgun meyve şeklinde toplanmış, toz haline getirilmiş, su distilasyonu ile uçucu yağı elde edilmiştir. Yağ verimleri olgunlaşmamış meyvede (%1,9), olgun meyvede (%2,4) ve aşırı olgun meyvede (%2,3) olarak tespit edilmiştir. GK/KS analiziyle 41 bileşik tanımlanmıştır. Ana bileşenler, kumin aldehit, p-menta-1,3-dien-7-al, p-menta-1,4-dien-7-al, α -terpinen ve p-simen'dir. Ana bileşiklerin uçucu yağdaki yüzdeleri sırasıyla, %14,1, %17,5 ve %11,4 olarak bulunmuştur. Kumin aldehit olgun meyvenin uçucu yağında en fazla çıkarken (%23,6), p-menta-1,4-dien-7-al olgunlaşmamış meyvede en yüksek çıkmıştır (%16,9). Aşırı olgun zamanda hasat α -terpinen ve p-simen'de artışa neden olduğu ancak meyveler olgunlaştıkça fellandren

miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucu ideal uçucu yağ verimi ve bileşimi için meyvelerin olgunken hasat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Kan vd., 2007).

Eikani vd., 1999'da İran'da yaptığı bir çalışmada *C. cyminum* meyvelerini süperkritik CO₂ ekstraksiyonu ile muamele etmişlerdir. Buhar distilasyonu ile karşılaştırıldığında ısıya duyarlı p-menta-1,4-dien-87-al buhar distilasyonunda (%27,4) süperkritik CO₂ ekstraksiyonunda %4'e çıkmıştır. Çalışmada kumin aldehit bileşiği buhar distilasyonunda %15,7, süper kritik CO₂ ekstraksiyonunda %13 olarak bulunmuştur. Kıyaslandığında bulunan ana bileşiklerden kumin aldehit, p-menta-1,3-dien-7-al, γ-terpinen, β-pinen, o-simen miktarı buhar distilasyonunda süper kritik CO₂ ekstraksiyonuna göre artarken, sadece p-menta,1,4-dien-7-al miktarı buhar distilasyonunda azalmıştır. Süper kiritik CO₂ ekstraksiyonu ile elde edilen uçucu yağın rengi parlak sarı iken, buhar distilasyonu ile elde edilen yağın rengi yeşilimsi sarıdır. Tat ve koku bileşenlerinden sorumlu olduğu düşünülen oksijenli terpenler ve aldehitlerdir. Sıcaklığa duyarlı p-menta-1,4-dien-7-al'in kendinden daha kararlı bir yapıya sahip p-menta,1,3-dien-7-al'e dönüşümü daha düşük bir kimyon yağı kalitesine işaret etmektedir. Kısaca, kimyon meyvesinden sıcaklığa duyarlı koku ve aroma bileşiklerinin korunduğu kaliteli bir uçucu yağ elde etmek için 40 santigrat derece, 100 bar basınçta süperkritik CO₂ ekstraksiyonu tercih edilebilir (Eikani vd., 1999).

Beis vd., 2000 yılında Eskişehir'de yaptığı çalışmada kimyon (*C. cyminum*) meyvelerinin buhar distilasyonunda, uçucu yağın geri kazanımında partükül boyutu, parti boyutu ve distilasyon hızı gibi etkileri incelemişler, yağın kimyasal bileşimini GK/KS analiziyle ortaya koymuşlardır. Kimyon meyvelerinin 4 farklı boyuttaki (0,5 mm, 0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm) yağ geri kazanımlarını incelemiş, meyve boyutunun küçüldükçe yağ veriminin arttığını gözlemlenmiştir. Meyve boyutunun 0,710 mm'den 0,177 mm'ye düşürülmesi yağ verimini %1,4'den %2,8'e çıkarmıştır. Parti boyutu incelemesinde ortalama 0,5 mm tane boyutlu 5 parti (35kg, 70kg, 107kg, 140kg, 160kg) 1 kg distilatla 3 saat boyunca distile edilip, yağ geri dönüşüm oranı en iyi 35 kg'lık partide gözlenmiştir. Parti yükü arttıkça yağ geri kazanımı azalmıştır. Distilasyon hızını da ortalama 0,5 mm boyutundaki meyvelerle, 160 kg'lık bir yük ile incelemişler, 3 saat distilasyon sonunda yağ geri dönüşümü 0,28 ile en yüksek olduğu ve distilasyon hızı arttıkça yağ geri kazanımının azaldığı görülmüştür. GK/KS analizinde bulunan majör bileşikler; kumin aldehit (%27,6) ve γ-terpinen (%17,25)'dir (Beis vd., 2000).

Behera vd., 2004 yılında Hindistan’da yaptığı bir çalışmada mikrodalgada ısıtılan ve geleneksel yolla kavru lan kimyon meyvelerinin kimyasal bileşimlerini karşılaştırmıştır. 6 adet 60’ar g numune geleneksel tamburla 100, 125 ve 150 santigrat derecelerde farklı zaman aralıklarında 10 ve 20 dakika gibi, ikili tekrarlı olarak kavrulmuştur. 10 adet 60’ar g başka numuneler 175, 385, 595, 730, 800’er watt’larda farklı zaman aralıklarında mikrodalga fırınlarda kavrulmuştur. Daha sonra öğütülen meyveler, su distilasyonunun ardından GK/KS analizine tabi tutulmuştur. Uçucu yağ verimleri karşılaştırıldığında geleneksel yöntemle kavurma veya mikrodalga ile kavurma arasında belirgin bir fark görünmediği, kırılma indisi ve optik rotasyona bakıldığında yani bileşenlerin hiçbirinin bozulmadığı aralık geleneksel yöntem için 125 santigrat derece, 10 dakika; mikrodalga yöntemi için 730 W, 10 dakikadır. Kimyasal bileşimleri taze meyve, geleneksel yöntemle kavrulmuş (125 santigrat derece, 10 dakika) ve mikrodalgayla kavrulmuş (730 W, 10 dakika) uçucu yağlar karşılaştırılmıştır. Monoterpenler mikrodalga yönteminde geleneksele göre azalırken, aldehit miktarı artmıştır. Çalışma sonucu mikrodalga ısıtma yönteminde yağın aroma ve kokusu daha iyi muhafaza edildiğini göstermiştir. Daha önce Hindistan’da yapılan çalışmalarda kimyon yağının majör bileşeni kumin aldehit olarak bulunurken, bu çalışmada iki farklı aldehit tanımlanmıştır (p-menta-1,3-dien-7-al ve p-menta-1,4-dien-7-al) (Behera vd., 2004).

Lacobellis vd., 2005’te yaptığı çalışmada buhar distilasyonu ile *Cuminum cyminum* ve *Carum carvi* uçucu yağlarını GK/KS ile analiz etmiştir. *C. cyminum* uçucu yağının ana bileşenleri p-menta-1,4-dien-7-al (%27,4), kumin aldehit (%16,1), γ -terpinen (%12,8), β -pinen (%11,4) bulundu. *C. carvi* uçucu yağının ana bileşenleri karvon (%23,3) ve limonen (%18,2) bulunmuştur (Lacobellis vd., 2005).

Jirovetz vd., 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada, Bulgaristan’da 36 yıl depolanan kimyon meyvelerinin kimyasal özelliklerini ve antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. Depolanan kimyonlar 30 yıl 3 ve 5 santigrat derecede depoda, 6 yıl ise oda sıcaklığında depolanmıştır. Çalışmaya göre su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağ verimi %5,3 olarak bulunmuş, GK/KS ve GK/AID analizlerine göre en fazla bulunan bileşikler kumin aldehit (%36), β -pinen (%19,3), p-simen (%18,4) ve γ -terpinen (%15,3) olarak tespit edilmiştir (Jirovetz vd., 2005).

Wanner vd., 2010 yılında Bulgaristan’da yaptığı çalışmada GK/KS ve GK/AİD analizlerine göre majör bileşikler sırayla İran kimyonunda %41,5 kumin aldehit, %17,4 p-simen; Mısır kimyonunda %29,3 kumin aldehit, %18,5 γ -terpinen; Hindistan kimyonunda %31,1 γ -terpinen ve %23,2 kumin aldehit ve Avrupa kimyonunda %26,5 γ -terpinen ve %22,4 kumin aldehittir. (Wanner vd., 2010).

Allahghadri vd., 2010’da yaptıkları çalışmada İran kimyonunun uçucu yağı GK/KS analizinde limonen (%21,5), 1,8-sineol (%17,9) ve linolol (%10,4) bulunmuştur (Allahghadri vd., 2010).

Hajlaoui vd., 2010’da yaptıkları bir çalışmada Tunus kimyonu (*C. cyminum*) uçucu yağını GK ve GK/KS analiziyle incelemişlerdir. 21 bileşenin tanımlandığı çalışmada ana bileşenler kumin aldehit (%39,48), γ -terpinen (%15,21), o-simen (%11,82) ve β -pinen (%11,13) bulunmuştur (Hajlaoui vd., 2010).

Pajohi vd., 2011 yılında yaptıkları çalışmada kimyon uçucu yağının GK/KS sonucu %23,02 kumin aldehit ve %20,70 α -terpinen-7-al uçucu yağın ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir (Pajohi vd., 2011).

Haşimi vd., 2014 yılında yaptığı bir çalışmada kimyon meyve uçucu yağının yağ verimi %2,46 bulunmuş ayrıca GK/KS analizi ile ana bileşenleri β -pinen (%15,77), α -terpinen (%15,52), 1-fenil-1-bütanol (%15,13) ve kumin aldehit (%12,74) olarak bulunmuştur (Haşimi vd., 2014).

Abbaszadegan vd., 2015’te İran’da yaptığı bir çalışmada kimyon uçucu yağında GK/KS analiziyle 17 bileşen tanımlanmıştır bunlardan en önemlileri kumin aldehit (%23,18) ve γ -terpinen (%20,47)’dir (Abbaszadegan vd., 2015).

Keskin ve Baydar, 2016 yılında Apiaceae familyasından Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde kültürü yapılan ve tescil edilen Egebir09 kimyonunun (*C. cyminum*) meyve uçucu yağını Clevenger apareyinde su distilasyonu ile elde etmiş, verimini %1,67 bulmuştur. GK/KS analizinde en önemli yağ bileşimini ise %42,52 α -tujenal bulunmuştur. İkinci en önemli bileşik ise %20,15 kumin aldehit olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 3 farklı kimyon çeşidinden en fazla α -tujenal Egebir09 kimyon çeşidinde bulunmuştur. Uçucu yağından arınmış posalar Soxhlet

ekstraksiyonuna tabi tutularak sabit yağ verimi belirlenmiştir (%28,20). Egebir09 sabit yağında diğer sabit yağlarda bulunmayan petroselinik asit (C18:1,cis6) bakımından zengin olup hem yemeklik hem de sanayi yağı olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Egebir09 kimyonunun sabit yağ verimi %28,20, petroselinik asit oranı ise %55,44 bulunmuştur. Bu oran Tunus ve Hindistan kimyonu ile karşılaştırıldığında Türk kimyonunun kimyon posasından elde edilen sabit yağ ve petroselinik asit miktarının daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Petroselinik asidin özellikleri nedeniyle çeşitli alanlarda kullanılmak üzere sentetik türevi üretilmiş ancak sentetik olanın üretilmesi çok masraflı olduğu için meyve baharatlarının yağlarına ilgi yönelmiştir. Çünkü petroselinik asit yalnızca Apiaceae familyasına ait meyve yağlarından (kişniş, kimyon, dereotu, anason, rezene) bir de insanın saç kılında bulunduğu belirtilmektedir (Keskin ve Baydar, 2016).

Özbek, 2019'da yaptığı çalışmada GK/KS' de kimyasal içeriği belirlenen kimyon uçucu yağının en önemli bileşeni %23,35 kumin aldehit olarak bulunmuştur (Özbek, 2019).

Wongkattiya vd., 2019'da Taylan'da yaptığı bir çalışmada GK/KS analizinde kimyon meyve uçucu yağının ana bileşenleri %27,10 kumin aldehit, %25,04 β -pinen ve %15,68 γ -terpinen olarak bulunmuştur (Wongkattiya vd., 2019).

Fiqueredo vd., 2020'de Fransa'da yaptığı bir çalışmada Suudi Arabistan'dan temin edilen anason, kimyon, rezene ve maydanoz meyvelerinin yağ verimleri ve kimyasal bileşimlerini incelenmiştir. Yağ verimleri sırasıyla %0,81, %1,28, %0,64, %0,52'dir. GK/KS analiz sonuçlarına göre 19 bileşeni saptanan kimyonun kimyasal bileşiminde; %36,46 β -pinen, %36,29 γ -terpinen, %10,43 p-simen, %3,48 γ -terpinen-7-al, %2,02 sabinen ve %1,92 α -pinen bulunmuştur (Fiqueredo vd., 2020).

Türkiye'de ve dünyada kimyon uçucu yağları ile ilgili yapılan birkaç çalışmanın kimyasal içerik örneklendirilmesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.1. *Kimyon meyve uçucu yağında tanımlanan bazı bileşiklere örnekler*

Menşei	Ana Bileşikler (%)	Referans
Tayland Kimyonu	Kumin aldehit %27,10, β -pinen %25,04, γ -terpinen %15,68	Wongkattiya vd, 2019
İran Kimyonu	Kumin aldehit %41,5, p-simen %17,4, β -pinen %10,7, γ -terpinen %6,5	Wanner vd, 2010
Mısır Kimyonu	Kumin aldehit %29,3, γ -terpinen %18,5, β -pinen %15,7, p-menta-1-3-dien-7-al %10,6	Wanner vd, 2010
Hindistan Kimyonu	γ -terpinen %31,1, kumin aldehit %23,2, p-simen %18,4, β -pinen %12,6	Wanner vd, 2010
Avrupa Kimyonu	γ -terpinen %26,5, kumin aldehit %22,4, p-simen %20,2, β -pinen %14,1	Wanner vd, 2010
Suudi Arabistan Kimyonu	β -pinen %36,46, γ -terpinen %36,29, p-simen %10,43, terpinen-7-al %3,48	Figueroa vd, 2020
Tunus Kimyonu	Kumin aldehit %39,48, γ -terpinen %15,21, o-simen %11,82, β -pinen %11,13	Hajlaoui vd, 2010
İran Kimyonu	α -pinen %29,1, limonen %21,5, 1-8-sineol %17,9, linalool %17,4	Allahghadri vd, 2010
İran Kimyonu	Kumin aldehit %23,02, α -terpinen-7-al %20,70	Pajohi vd, 2011

2.2. Biyolojik Aktivite

2.2.1. Antimikrobiyal aktivite

Farag vd., 1989 yılında Mısır'da yaptığı bir çalışmada 6 baharat uçucu yağını (Adaçayı, biberiye, kimyon (cumin oil), karavay kimyonu (caraway oil), karanfil ve kekik uçucu yağı) 3 adet gram negatif bakteri (*P. floreicens*, *S. marcencens*, *E. coli*), 4 adet gram pozitif bakteri (*Sarcinia* spp., *Mikrococcus* spp., *S. aureus*, *B. subtilis*), 1 adet aside dirençli bakteri (*Mycobacterium phlori*) ve 1 adet mayaya (*S. cerevisiae*) karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmıştır. Agar difüzyon metodu kullanılan çalışmada, MİK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) ölçülmüş, kimyonun çok küçük konsantrasyonları (0,50-11 mg/mL) mikrobiyal büyümeyi önlemek için yeterli bulunmuştur. Ayrıca caraway oil gram negatif bakterilere karşı daha etkiliyken, cumin oil gram pozitif bakterilere karşı daha etkili bulunmuştur. Genel olarak gram pozitif bakterilerin, gram negatif bakterilere göre uçucu yağlara daha hassas olduğu, kekik ve kimyon uçucu yağlarının diğer yağlara göre daha fazla antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Farag vd., 1989).

Çon vd., 1998 yılında yaptıkları çalışmada 6 farklı bitkiden; kekik (yabani mercanköşk, *Origanum* sp.), yenibahar (*Pimenta dioica* (L.)Merr.), kimyon (*Cuminum cyminum*), nane (*Mentha piperita* L.), karabiber (*Piper nigrum* L.) ve sirimo (*Allium* sp.) elde ettikleri uçucu yağları, 1/50 ve 1/200 konsantrasyonlarında 8 farklı bakteri suşuna (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *L. sake*, *L. plantarum*, *Y. enterocolitica*, *P. acidilactici*, *P. pentosaceus*, *M. luteus*) karşı antimikrobiyal aktivitesini test etmişlerdir. En yüksek etkiye sahip uçucu yağın kekik, daha sonra yenibahar ve kimyon olduğu bulunmuştur. Tüm yağlar tüm bakterilere karşı inhibitör etki yaparken kimyon en iyi *Y. enterocolitica*'ya karşı inhibitör etki göstermiş; 1/50 konsantrasyonda 3 bakteriye inhibitör etki gösterirken, 1/200 konsantrasyonda hiçbir bakteriye karşı etki göstermediği görülmüştür. Ayrıca *S. aureus*'a karşı orta derecede inhibitör etki göstermiştir (1,1-2,0 mm zon çapı) (Çon vd., 1998).

Lacobellis vd., 2005'te yaptığı çalışmada buhar distilasyonu ile *Cuminum cyminum* ve *Carum carvi* meyve uçucu yağlarını agar difüzyon yöntemiyle belirlenen antibakteriyel aktivite, Gram pozitif ve Gram negatif bakteri türlerine göre

gözlemlenmiştir. Antimikrobiyal aktivite dünya çapında bitki ve kültür mantarı hastalıklarına neden olan *Clavibacter*, *Curtobacterium*, *Rhodococcus*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Ralstonia* ve *Agrobacterium* cinslerine ait bakterilere karşı yüksek, *Pseudomonas* cinsine ait bakterilere karşı daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Gram pozitif bakterilerin Gram negatiflere göre daha duyarlı olduğu gözlemlenmiştir (Lacobellis vd., 2005).

Jirovetz vd., 2005 yılında Bulgaristan'da 36 yıl depolanan kimyon meyvelerinin uçucu yağı ile yaptıkları bir çalışmada, antimikrobiyal etkide agar difüzyon tekniği kullanılmış, çeşitli Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin yanı sıra küf ve maya kullanılmış, antimikrobiyal etki en fazla *Aspergillus niger* küfüne karşı (35-45 mm inhibisyon çapı) gözlemlenmiştir. Gram pozitif bakterilerden *B. subtilis* ve *S. epidermis*, mayalardan *S. cerevisiae*, *C. albicans*'a karşı biraz daha zayıf; Gram pozitif bakterilerden *S. aureus*, *B. pumilus*, Gram negatif bakterilerden *E. coli*, *S. abony* ve *P. aeruginosa*'ya karşı daha da zayıf aktivite gözlemlenmiştir. Sonuç olarak kimyon yağı yıllar geçse de bileşiklerinden ve antimikrobiyal aktivitesinden bir şey kaybetmemiş, depolanan kimyon yağının kokusu hoş ve karakteristik baharatlı ve yüksek kaliteli olarak belirtilmiştir (Jirovetz vd., 2005).

Cerit vd., 2008'de yaptıkları çalışmada biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), kimyon (*Cuminum cyminum*), mercanköşk (*Origanum onites* L.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) bitkilerinden su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağların; ayçiçek yağı içinde %25, %50 ve %70 konsantrasyonlarını hazırlamış ve disk difüzyon yöntemiyle *S. aureus* ATCC 25923, *L. monocytogenes* ATCC 65031, *E. coli* ATCC 11230, *K. pneumoniae* ATCC 27853, *L. cremoris* NRLL 634 ve *L. lactis* NRLL 1821 bakterileri üzerinde antibakteriyel aktivite incelemiştir. Bu çalışmada uçucu yağlara karşı en hassas bakterinin *L. monocytogenes* ATCC 65031 olduğu, en dirençli bakterinin ise *K. pneumoniae* ATCC 27853 olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe antibakteriyel etkinin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek antimikrobiyal etkinin mercanköşk bitkisine ait olduğu, onu da sırasıyla kimyon, defne ve biberiyenin izlediği tespit edilmiştir (Cerit vd., 2008).

Wanner vd., 2010 yılında Bulgaristan'da yaptığı çalışmada 4 farklı bölgeden (Avrupa, Hindistan, Mısır, İran) topladığı ticari kimyon yağı örneklerini farklı gıda

kaynaklarından (domuz filetosu, kıyma ve sos) izole ettiği Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı agar difüzyon yöntemi ve seri seyreltme yöntemi kullanarak test etmiştir. Tüm kimyon örnekleri *Pseudomonas* spp. dışında test edilen tüm bakterilere karşı çok küçük miktarlarda bile (%1'den az) inhibitör etki göstermiştir. Mısır ve İran kimyonu uçucu yağı çalışmada kullanılan kumin aldehitten bile daha fazla etkili bulunmuştur (Wanner vd., 2010).

Allahghadri vd., 2010'da yaptıkları çalışmada kimyon meyve uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesi bazı patojen mikroorganizmalara karşı agar difüzyon yöntemiyle çeşitli oranlarda seyreltilerek test edilmiştir. *E. coli*, *S. aureus* ve *S. faecalis* çeşitli oranlardaki yağa karşı antibakteriyel etki göstermiş, *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae* ise dirençliydi. *E. coli* en düşük MİK ve MBC değerine (1 µl/mL) olduğu bulunmuştur (Allahghadri vd., 2010).

Basmacıoğlu-Malayoğlu vd., 2011 yılında yaptığı çalışmada kimyon (*C. cyminum*), anason (*Pimpinella anisum* L.), kekik (*Origanum onites*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve karanfil (*Syzygium aromaticum* L. Merrill et. Perry) bitkilerinden elde edilen uçucu yağın *Salmonella typhimurium* CCM 5445, *Staphylococcus aureus* (MRSA) RSKK 95047, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p, *Escherichia coli* ATCC 29998, *Escherichia coli* O157:H7 RSKK 232 bakterilerine karşı antibakteriyel etkisini disk difüzyon ve agar difüzyon yöntemiyle incelemiştir. Verilere göre kekik uçucu yağı 0,0625-0,125 mg/mL MİK değeriyle en yüksek antibakteriyel etkiyi göstermiş bunu sırasıyla kimyon (0,0625-2,0 mg/mL) ve karanfil (0,5-1,0 mg/mL) izlemiştir. Diğer bitkilerin uçucu yağı çok az antibakteriyel etki göstermiş veya hiç göstermemiştir. Kimyon uçucu yağına karşı en duyarlı bakteri *S. aureus* (0,0625 mg/mL MİK) bakterisidir (Basmacıoğlu-Malayoğlu vd., 2011).

Özcan ve Erkmen, 2001 yılında yaptıkları bir çalışmada kimyon uçucu yağında içinde bulunduğu 9 uçucu yağın (Mersin, turşu otu, nane, denizyıldızı, defne, fesleğen, kimyon, kekik, rezene uçucu yağları) *B.cereus*, *E.faecalis*, *E.coli*, *S.typhimurium*, *S.aureus*, *Y.enterocolitica*, *C.regusa*, *S.cerevisiae*, *A.niger*, *R.oryzae* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitelerini incelemiştir. Kekik ve kimyon uçucu yağı hariç diğer yağlar *A. niger* ve *R. oryzae* küfüne karşı etkisiz olarak bulunmuştur. *C. cyminum* uçucu yağı %10 ve %15 konsantrasyonlarda aktivite

göstermiştir. Kimyon uçucu yağının %1, %10 ve %15 konsantrasyonlarında da etkili olduğu mikroorganizmalar *E. coli*, *S. cerevisiae* ve *C. rugosa*'dır. Sadece yüksek miktarda yani %15 konsantrasyonda etkili olduğu *B. cereus*, *S. typhimurium*'dur. Kimyon yağı %15 konsantrasyonda tüm mikroorganizmalarda (bakteri, mantar, maya, küf) antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Özcan ve Erkmen, 2001).

Pajohi vd., 2011 yılında yaptıkları çalışmada bir gıda modelinde ticari arpa çorbasında *Bacillus cereus* ve *B. subtilis* üzerinde 8 ve 25 santigrat derecede tek başına ve nisinle kombinasyon halinde *C. cyminum* uçucu yağının antibakteriyel aktivitesini araştırmıştır. Nisin bazı laktik asit bakterileri tarafından üretilen ısıya dayanıklı doğal bir polipeptit bakteriyosindir. DSÖ tarafından onaylanan 50'den fazla ülkede kullanılan doğal bir antimikrobiyal gıda koruyucusudur. Bu deneyde arpa çorbasının sadece kimyon uçucu yağı veya sadece nisinle muamele edildiği zamanki deneyle karşılaştırıldığında 8 santigrat derecede her ikisinin birlikte en düşük konsantrasyonda bile nisin, uçucu yağın antibakteriyel etkisini sinerjik olarak artırmıştır (nisin:0,25 µL/mL, kimyon uçucu yağı:0,015 µL/mL). *C. cyminum* bu çalışmada 8 santigrat derecede en düşük 0,05 µL/mL konsantrasyonda bakterilerin vejetatif formlarını inhibe etmiştir. *Bacillus cereus* üzerinde en fazla antibakteriyel aktivite göstermiştir. 8 derece ve daha yüksek sıcaklıklarda kontrol grubuna göre artış gözlemlenmiştir ancak 25 santigrat derecede antibakteriyel etki daha az gözlemlenmiştir. *C. cyminum* uçucu yağının 0,15 µL/mL, nisinin konsantrasyonunun ise 0,125 µL/mL olduğunda ise en düşük antibakteriyel aktivite gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca duyu özellikler değerlendirilmiş, uçucu yağın 0,15-1 µL/mL konsantrasyonunun en kabul edilebilir değer olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada uçucu yağın ve nisinin bakterilerin zar ve hücre duvarları üzerindeki sinerjik yıkıcı etkisi elektron mikroskopuyla doğrulanmıştır. Tek başına 25 santigrat derece kimyon uçucu yağı bakteri üremesini engelleyemedi. Ancak nisin tek başına veya uçucu yağla birlikte uygulandığında *B. subtilis*'in vejetatif hücrelerini inhibe etti (Pajohi vd., 2011).

Haşimi vd., 2014 yılında yaptığı bir çalışmada anason (*Pimpinella anisum*) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) bitki uçucu yağlarının kompozisyonunu ve antibakteriyel ve antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Antibakteriyel etki Gram pozitif (*S. aureus* ve *S. pyogenes*), Gram negatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*) bakterileri ve *Candida albicans* mayası kullanılarak disk difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Kimyon yağı *C. albicans*'a

karşı 22 mm inhibisyon çapı ile en yüksek etkiyi göstermiş ve orta dereceli antibakteriyel etki sağlamıştır. Çalışmada en dirençli bakteri *P. auruginosa* olarak bulunmuştur. Anasonun hafif mikrobiyal etkisinin olduğu bulunmuştur (Haşimi vd., 2014).

Turhan 2015'te yaptığı bir çalışmada dereotu, fesleğen, kakule, kimyon, kekik, mercanköşk, rezene ve zencefil uçucu yağlarının *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivitesini agar kuyucuk difüzyon yöntemiyle belirlemiştir. Çalışmada en yüksek antibakteriyel etkiyi kekik ve mercanköşk yağları gösterirken her iki bakteriye karşı en yüksek etkiyi mercanköşk uçucu yağı göstermiştir. Kimyon 2,5-10 µL uçucu yağ konsantrasyonunda *E. coli* üzerinde antibakteriyel etki göstermiştir. *S. aureus* üzerinde ise 2,5 µL miktarda bile tamamen inhibe etmiştir. Bulanıklık tayiniyle belirlenen MİK değeri kimyon yağı için *E. coli*'de 3,75 µL/mL; *S. aureus* 7,5 µL/mL, optik yoğunluk ölçümüyle belirlenen MİK değerleri ise *E. coli* için 7,5 µL/mL; *S. aureus* için 15 µL/mL olarak ölçülmüştür (Turhan, 2015).

Abbaszadegan vd., 2015'te İran'da yaptığı bir çalışmada *C. cyminum* uçucu yağının antibakteriyel aktivitesini klorhekzidin jel ve kotrimoksazol planktonik ve biyofilm üzerindeki antimikrobiyal aktivitesiyle karşılaştırmaktadır. Bunun için hastalıklı dişlerden elde edilen aerobik, anaerobik bakteriler ve *E. faecalis* izole edilmiş ve MİK ve MBK değerleri incelenmiştir. Çalışmada en küçük MİK değeri kotrimoksazole aittir, onu *C. cyminum* uçucu yağı ve en son klorhekzidin izlemiştir. Kimyon uçucu yağı, endodontik tedavilerde dişlerin mikrobiyal florasına karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite göstermiştir. *C. cyminum* aerobik bakterilere 89,37 µg/mL, anaerobik bakterilere 14,29 µg/mL ve *E. faecalis*'e karşı 185 µg/mL MİK değerleriyle inhibe etmiştir. *E. faecalis*'e karşı en küçük MBK değeri ise *C. cyminum*'a aittir ve 175 µg/mL olarak bulunmuştur. Zaman öldürme testine göre tüm ilaçlar 24 saat sonra tüm gruplardaki planktonik bakterilerin büyümesini tamamen engellemiştir (Abbaszadegan vd., 2015).

Saeed vd., 2016'da yaptıkları bir çalışmada üriner sistem enfeksiyonu olan hastalardan izole edilen bakteri suşlarına karşı *C. cyminum* uçucu yağı ve ekstresinin antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla kullanılan bakteriler *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. auruginosa*, *S. agalactiae*, A grubu *Streptococcus*, *E. faecalis*, *S.*

epidermidis, *S. aureus* ve *S. saprophyticus*'dur. Ekstraksiyonun Soxhlet, uçucu yağ eldesinin ise su buharı distilasyonu ile gerçekleştirildiği çalışmada kronik hastalığı olmayan sadece idrar yolu enfeksiyonu olan 95 hasta kullanılmıştır. Duyarlılık disk difüzyon yöntemi ve MİK ile belirlenmiştir. Kimyon uçucu yağı üriner patojenler; *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *S. agalactiae*, *S. saprophyticum* ve A grubu *Streptococcus*'lara karşı yüksek antibakteriyel etkiye sahiptir (>20 mm inhibisyon çapı). *S. aureus* ve *S. epidermis* ise uçucu yağa karşı dirençlidir (<10 mm inhibisyon çapı). Uçucu yağın en fazla etki ettiği bakteri 23 mm zon çapıyla *E. coli*'dir. Bakterilerin %90'ı çalışmada kullanılan antibiyotiklerden siprofloksasine ve gentamisine karşı duyarlıydı. Kimyon ekstresi ise *S. agalactiae* dışındaki tüm bakterilere karşı antibakteriyel etki göstermiş, en yüksek etki 25 mm inhibisyon zonu ile *S. epidermidis*'e karşı olarak tespit edilmiştir. Ayrıca ekstre, kullanılan antibiyotiklerden amoksisilin'den daha fazla etkili olarak değerlendirilemiştir. *C. cyminum* uçucu yağının MİK değerleri 0,015-0,25 mg/mL, ekstrenin MİK değerleri ise 0,125-0,25 mg/mL olarak bulunmuştur. Buna göre *C. cyminum* uçucu yağı, ekstreye göre daha küçük konsantrasyonlarda inhibe edici etkiye sahiptir (0,015 mg/mL) (Saeed vd., 2016).

Belal vd., 2017'de Sudan'da yaptığı bir çalışmada *C. cyminum* uçucu yağının, 6 patojen bakteri üzerinde antibakteriyel aktivitesini gözlemlemiştir. Bu bakteriler Gram negatif olarak *E. coli*, *S. typhi*, Gram pozitif olarak ise *P. vulgaris*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis* ve *S. aureus*'dur. Uçucu yağ %12,5, %25, %50 ve %100 konsantrasyonlarda plate agar difüzyon yöntemi kullanılarak ve pozitif kontrol olarak 10 Mg gentamisin kullanılarak test edilmiş ve inhibisyon zon çapları hesaplanmıştır. *C. cyminum* uçucu yağının gentamisin 40 mm iken *S. typhi*'ye karşı oluşturduğu zon çapı 25,75 mm ile en iyi aktiviteyi gösterirken; gentamisin 30 mm iken *E. faecalis*'e karşı 5 mm zon çapı ile en düşük aktiviteyi göstermiştir (Belal vd., 2017).

Ghazi vd., tarafından 2018 yılında İran'da yapılan bir çalışmada *C. cyminum* ve *C. carvi* meyvelerinin %20 konsantrasyonda, diş çürüklerine neden olan *Streptococcus pyrogones* ve *S. mutans* bakterilerine karşı antibakteriyel etkisi incelenmiş ve *S. mutans*'ın uçucu yağa daha duyarlı, *S. pyrogones*'in ise daha dirençli olduğu, *C. cyminum* uçucu yağının *C. carvi* uçucu yağına göre MİK değerinin daha düşük olduğu (0,625 mg/mL) görülmüştür. Bu yağların ağız çalkalama suyu, diş macunu ve sakızlara ilave

edilerek ağız enfeksiyonunun önlenmesinde iyi bir alternatif olabileceği açıklanmıştır (Ghazi vd., 2018).

Ameneh vd., 2018’de İran’da yaptığı bir çalışmada *Umbilicus intermedius*, *Cuminum cyminum* ve *Zingiber officinale* bitkilerinin etanollü ektrelerinin 50-200 µg/mL konsantrasyonlarının ilaca dirençli 3 Gram pozitif, 2 Gram negatif; *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. agalactiae* ve 2 farklı *S. aureus* üzerinde *in vitro* antibakteriyel etkiyi disk difüzyon yöntemiyle incelemişlerdir. Bu üç bitki içerisinde sadece *Z. officinale* ve *C. cyminum* antibakteriyel etki göstermiş, *U. intermedius* tüm farklı konsantrasyonlarda hiçbir antibakteriyel etki göstermemiştir. Gram negatif en duyarlı bakteri *P. aeruginosa* bulunmuş ve hiçbir çoklu antibiyotiğe dirençli *E. coli*’yi inhibe edememiştir. Gram pozitif en duyarlı bakteri ise *S. aureus*’un 2. örneğidir. İlaça karşı dirençli tüm bakterilere karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi *Z. officinale* göstermişse de *C. cyminum* uçucu yağının 100 mg/mL konsantrasyonu *P. aeruginosa*’ya karşı *Z. officinale*’den daha yüksek antibakteriyel aktivite göstermiştir (*C. cyminum* 8 mm, *Z. officinale* 6 mm inhibisyon zonu) (Ameneh vd., 2018).

Almurabet 2018’de yaptığı çalışmada Apiaceae familyasına ait bazı türlerin antimikrobiyal incelemesini yapmış, *Grommoscaidum daucoides* (Çalışmada süpürge otu diye bahsedilmiş) *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterilerine karşı MİK değerlerinin aynı olup 10 µg/mL olarak açıklamıştır (Almurabet, 2018).

Özbek, 2019’da yaptığı çalışmada gıda olarak tüketilen bazı baharatların kimyasal bileşimleri ve bazı patojen ve gıda bozucu mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Baharat olarak (Kekik, defne, karanfil, kimyon, sarımsak, biberiye, kişniş, tarçın, karabiber, adaçayı, anason, fesleğen, rezene) kullanılmış, mikroorganizma olarak da (*B. cereus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *C. perfringens*, *E. aerogenes*, *S. typhimurium*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. albicans*.) kullanılmıştır. Clevenger apareyinde uçucu yağ eldesi yapılmıştır. Mikroorganizmalara karşı yapılan disk difüzyon metodunda ise en yüksek etki *C. perfringens* (3,4 mm zon çapı)’e karşıdır. En düşük etki *C. albicans*’a karşıdır (0 mm zon çapı), MİK değeri ise; kimyon yağına en dirençli organizma 16 µl/mL *C. albicans* ve en hassas bakteriler ise 0,25 µl/mL MİK değeriyle, *E. coli* ve *S. aureus*’tur. Çalışmada antimikrobiyal aktivite sırasıyla en yüksek kekik, adaçayı, tarçın, anason, rezeneden sonra kimyondur (Özbek, 2019).

Wongkattiya vd., 2019’da Taylan’da yaptığı bir çalışmada *C. cyminum* uçucu yağının biyoaktif bileşeni olan kumin aldehidin, gıda kaynaklı patojenlere karşı antibakteriyel aktivitesini araştırmıştır. Çalışmada *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Salmonella thypi*’ye karşı antibakteriyel aktivite disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemiyle araştırılmıştır. Uçucu yağ tüm bakterilere karşı antibakteriyel aktivite göstermiş, *B. cereus*’a karşı en güçlü antibakteriyel etkiyi göstermiştir. Çalışmada ayrıca antibakteriyel bileşiklerin varlığı İTK (İnce tabaka kromatografisi) ile doğrulanmış, kumin aldehidin test edilen tüm bakterileri inhibe eden en önemli bileşen olduğu da kanıtlanmıştır (Wongkattiya vd., 2019).

Türkiye’de ve dünyada kimyon uçucu yağları ile ilgili yapılan birkaç çalışmanın Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) açısından örneklendirilmesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.2. Kimyon meyve uçucu yağının MİK değeri örnekleri

Bitki	Mikroorganizmalar	MİK Değeri µl/mL veya mg/mL	Referans
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (İran)	<i>S.pyrogenes</i> , <i>S.mutans</i>	0,625 mg/mL	Ghazi vd, 2018
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (İran)	<i>Bacillus cereus</i>	1,04 mg/mL	Reza vd, 2015
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (Mısır)	<i>E. coli</i> , <i>S.aureus</i> , <i>B.subtilis</i>	4 mg/mL/0,50 mg/mL/0,50 mg/mL	Farag vd, 1989
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (Türkiye)	<i>E. coli</i> , <i>S.aureus</i>	3,75 µl/mL/7,5 µl/mL	Turhan, 2015
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (İtalya)	<i>E. coli</i> , <i>B.megaterium</i>	3,68 mg/mL/0,92 mg/mL	Lacobellis vd, 2005
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (Tunus)	<i>S.aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>B.cereus</i>	0,078 mg/mL	Hajlaoui vd, 2010
<i>Cuminum cyminum</i> uçucu yağı (Tayland)	<i>B.cereus</i> , <i>S.aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>S.typhi</i>	128 mg/mL	Wongkattiya vd,2019

2.2.2. Antioksidan aktivite

Haşimi vd., 2014 yılında anason ve kimyon uçucu yağlarının antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesi hakkında yaptığı çalışmada anason ve kimyon meyvelerine ait uçucu yağlarının antioksidan kapasiteleri DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerine göre belirlenmiş ve kimyon (% 75.60), en yüksek aktivite gösteren askorbik aside (% 78.75) çok yakın, BHT (% 23.54) ve BHA'dan (% 50.45) yüksek antioksidan aktivite göstermiştir (Haşimi vd., 2014).

Sultana vd, 2010 yılında Bangladeş'te kullanılan bazı baharatların antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada kimyonda 15.48 µg/mL IC50 değeri ile askorbik asitten sonra en yüksek (IC50 =22.78 µg/mL) aktivite elde etmişlerdir (Sultana vd., 2010).

El-Ghorab vd., 2010 yılında yaptıkları çalışmada kimyon uçucu yağının % 85.44 inhibisyonla yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. El- Ghorab vd., bu aktivitenin uçucu yağın içerdiği kuminal, γ-terpinen, pinokarveol, karotol, α-pinen, sabinen, β-terpineol ve linalol gibi antioksidan bileşiklerden kaynaklanabileceğini bildirmektedirler (El-Ghorab vd., 2010).

Einafshar vd., 2012 yılında yaptıkları bir çalışmada kimyon uçucu yağının antioksidan kapasitesini DPPH radikal süpürücü aktivitesine göre araştırmış ve EC50 değerini 1.20 mg /mL olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar serbest radikal süpürme etkisinin büyük ölçüde fenolik madde içeriği ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Einafshar vd., 2012).

2.2.3. Antifungal ve insektisidal aktivite

Tunç ve Şahinkaya, 1998' de yaptığı bir çalışmada kimyon (*Cuminum cyminum*), anason (*Pimpinella anisum* L.), güve otu (*Origanum syriacum* var *bevanii* (Holmes Ietswaart), kırmızı okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) bitki ve meyvelerinden

elde ettikleri uçucu yağların fumigant etkisini önemli sera zararlılarından pamuk kırmızı örümceği *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.)' ne ve pamuk yaprak biti *Aphis gossypii* (Glov.)' ye karşı test etmişlerdir. Tüm uçucu yağların her iki türe karşı da toksik olduğunu, ancak LT50 ve LT99 değerleri dikkate alındığında etkinlik sırasının;

C. cyminum > *P.anisum* > *O. syriacum* var. *bevanii* > *E. camaldulensis*

Şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. *C. cyminum*, *P. anisum* ve *E. camaldulensis* uçucu yağlarının *A.gossypii*' ye karşı *T. cinnabarinus*' dan daha toksik olduğunu, fakat *O. syriacum* var. *bevanii* uçucu yağının ise *T. cinnabarinus*' a karşı diğer uçucu yağlardan daha yüksek bir etkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ayrıca *Cuminum cyminum* ve *Pimpinella anisum* bitki meyvelerinden elde ettikleri uçucu yağların fumigant etkisini önemli sera zararlılarından *Aphis gossypii* (Glov.)' ye karşı test etmişler ve sonuç olarak toksik olduğunu kaydetmişlerdir. LT50 ve LT99 değerleri dikkate alındığında p-simen bileşimini içeren *Cuminum cyminum* bitki meyvesinden elde edilen uçucu yağ, limonen bileşimini içeren *Pimpinella anisum* bitki meyvesinden elde edilen uçucu yağdan daha yüksek öldürücü etki gösterdiği belirtilmiştir. (Tunç ve Şahinkaya, 1988).

Koçak, 2004 yılında yaptığı bir çalışmada içinde kimyon meyve uçucu yağında bulunduğu bazı bitki ve meyvelerinden elde edilen uçucu yağ ektrelerini antifungal etkiyi gözlemek adına bazı fitopatojen funguslar üzerinde denemiştir. Kimyon meyve uçucu yağından elde edilen ekstrenin %1 ve %2 dozlarında bile *Colletotrichum circinans* fungusuna karşı %100 etki gösterdiği belirtilmiştir. 6 gün sonunda tüm dozlarda etki gösteren ve diğer funguslara göre daha hassas olan *Sklerotinia sklerotiorum* olarak bulunmuştur (Koçak, 2004).

2.2.4. Hepatoprotektif aktivite

Haque ve Ensari, 2019 yılında Hindistan'da alkolsüz karaciğer hastalığı (NAFLD) ile ilgili yaptığı bir çalışmada yüksek yağlı diyet (HFD) ile beslenen sıçanlarda kumin aldehidin (NAFLD) üzerine etkisini araştırmıştır. 42 gün boyunca HFD ile beslenen sıçanların karaciğer enzimleri (alanin trans amilaz ve aspartat trans amilaz) ile toplam

kolestrol ve oksidatif stres belirteçleri ölçülmüştür. HFD ile beslenenlerin karaciğerinde ağırlık artışı, yüksek stres, lipit ve kolesterol değerleri görülmüştür. Daha sonra kumin aldehit diyetine ilave edilmiş ve bu şekilde sıçanlar 42 gün boyunca beslendikten sonra değerler tekrar ölçülmüş ve değerlerde azalma gözlemlenmiştir. Kumin aldehidin hepatik oksidatif hasarın ve hiperlipideminin ortadan kaldırılmasıyla HFD'nin neden olduğu NAFLD'yi iyileştirebileceği düşünülmektedir (Haque ve Ensari, 2019).

2.2.5. Antidiyabetik aktivite

Babashahi vd., 2020'de Hindistan'da yapılan bir çalışmada *C. cuminum* uçucu yağıyla karıştırılmış probiyotikli soya sütü verilen diyabetik Wistar sıçanlarının 30 gün boyunca üzerindeki etkileri incelemiştir. *Lactobacillus plantarum* A7(KC355240) kullanılarak probiyotik yapılan soya sütü, *C. cuminum* uçucu yağı eklenmiş ve diyabetik sıçanlara verilerek açlık kan şekerleri, serum lipit seviyeleri ve ağırlıkları 10 gün aralıklarla ölçülmüştür. Bu çalışmada Wistar sıçanları 5 ayrı gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu, soya sütü grubu, probiyotikli soya sütü grubu, uçucu yağ içeren soya sütü grubu ve uçucu yağ içeren probiyotikli soya sütü grubu. Sonuç olarak PSMC grubunda diğer gruplara göre, toplam kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol önemli ölçüde azalmışken, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol artmıştır. Kimyon uçucu yağlı probiyotikli süt ayrıca çalışmada kullanılan farelerde kilo alımına da yol açmıştır (Babashahi vd., 2020).

2.2.6. Protoskolisidal aktivite

Son 30 yıla kadar, kistik ekinokokkozis (CE) tedavisinde cerrahi yaklaşım en doğru seçim olarak görülmekteydi. Hipertonik tuz çözeltisi ve gümüş nitrat çözeltisi gibi skolisidal özellik gösteren çözeltiler cerrahi işlemler esnasında kistlerin inaktivasyonu için kullanılmakla birlikte bu çözeltilerin ciddi yan etkilere de neden olduğu bilinmektedir. Keyhani vd., 2017 yılında yaptığı çalışmada protoskolesesler aseptik şartlarda hidatik kisti olan koyunların karaciğerlerinden aspire edilerek elde edilmiştir. Uçucu yağ (12.5-100 µl/ml) ve metanollü ekstre (12.5-100 mg/ml) farklı

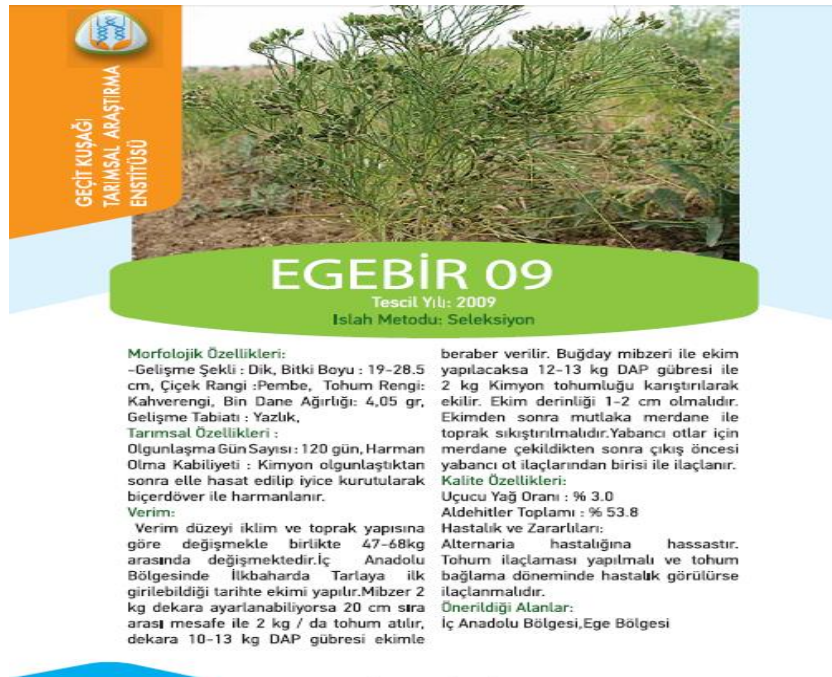
derişimlerde 5-60 dakika uygulanmıştır. Protoskoleseslerin canlılığı eosin eksklüzyon yöntemiyle (%0.1 eozin boyama) ile tespit edilmiştir (Keyhani vd., 2017).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Bu çalışmada kullanılan *Cuminum cyminum* bitkisi meyveleri 2 farklı kaynaktan temin edilmiştir. İlki Eskişehir ili Sivrihisar İlçesi, Brtlen Köyü mezrasından (Sivrihisar isimli örnek), ikincisi ise Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü' nde kültürü yapılan bitkilerden alınan örneklerdir. (Egebir09 isimli rnek). Sivrihisar kimyonu bitkisi hasat zamanı 07.07.2018, Egebir09 kimyonu direkt meyve olarak temin edilmiş olup hasat zamanı 10.08.2018'dir. Kimyon bitki ve meyveleri toplandıktan sonra güneş görmeyen serin bir ortamda su buharı distilasyonu zamanına kadar muhafaza edildi. İki rnek de olgun zamanda hasat edildiği ve güneşte kurumuş olduğu için ek bir kurutma işlemi gerçekleştirilmemiştir.



Görsel 3.1. Kültürü yapılan Egebir09 kimyon bitkisi zellikler

3.1.2. Kullanılan cihazlar

Tablo 3.1. *Deneyisel çalışmalarda kullanılan cihazlar*

CİHAZ ADI	FİRMA
GK Sistem (Gaz Kromatografisi)	Agilent 6890 N GC
GK/KS Sistem (Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi)	Agilent 5975 GC-MSD
Clevenger Aparenti	İldam
Steril Kabin	Class Bio II
Bakteriyolojik Etüv	MMM-Incucell
Ekstra Derin Dondurucu	New Brusvinck Scientific
Pipetör	Eppendorf
McFarland Densitometre	Biosan
Otoklav	Hirayama-HV-50

3.1.3. Mikroorganizmalar

Antibakteriyel aktivitenin değerlendirildiği çalışmada, 3 adet Gram pozitif bakteri (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* NRLL B-3711 ve *Bacillus subtilis* NRLL B-4378) ve 1 adet Gram negatif bakteri (*Escherichia coli* NRLL B-3008) suşları ATCC (Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu, American Type Culture Collection) ve Agricultural Research Service Culture Collection (NRL)’dan liyofilize halde temin edilmiştir.

3.1.4. Besiyerleri

Mueller Hilton Agar (MHA) ve Mueller Hilton Broth (MHB) besiyerleri hazır olarak alınmış ve uygun bir şekilde distile su ile sulandırılarak hazırlanmıştır. (CLSI, 2007).

3.2. Metot

3.2.1. Sterilizasyon

Deneysel çalışmalarda kullanılan laboratuvar malzemeleri, besiyerleri ve kontamine olan diğer malzemeler 121 °C, 1,5 atm basınç altında 20 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.

3.2.2. Mikroorganizma inkübasyonu

Staphylococcus aureus ATCC 6538, *Escherichia coli* NRLL B-3008, *Bacillus cereus* NRLL B-3711 ve *Bacillus subtilis* NRLL B-4378 suşlarını geliştirmek için MHA besiyeri olarak kullanılmıştır. Hazırlanan besiyerleri +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Mikroorganizmalar saflıkları kontrol edilerek, %15’lik gliserol çözeltisinde -85 C’de saklandığı yerden çıkarılarak hazırlanan besiyerlerine aşılanmış, bakteriyolojik etüvde 37 °C’ de 24 saat inkübasyona bırakılarak çoğalmaları sağlanmıştır. Gelişen kültürler McFarland No:0,5 (bakteriler için 10⁸CFU/mL) tüpüne göre bulanıklık ayarı turbidometre kullanılarak yapılmıştır (CLSI, 2007).

3.2.3. Uçucu yağ eldesi, su distilasyonu

Cuminum cyminum meyveleri 90’ar gram hassas terazide tartılarak bütün olarak balona konuldu ve iki katı distile su ilave edilerek Clevenger apareyine yerleştirildi ve 3 saat süreyle su distilasyonu uygulanıp uçucu yağ elde edildi, açık sarı renkli kimyon meyve uçucu yağı koyu renk şişede +4 °C buzdolabında saklandı. Kuru baz üzerinden hesaplanmış uçucu yağ verimi Egebir09 kimyonu ve Sivrihisar kimyonu için %2’ dir.



Görsel 3.2. *Clevenger Apareyi (Foto: S. Candar).*



Görsel 3.3. *Kimyon meyve uçucu yağının Clevenger apareyinde toplanmış hali Foto: (S. Candar.)*

3.2.4. Uçucu yağı analizi

3.2.4.1 Gaz kromatografisi (GK)/Alev iyonizasyon dedektörü (AİD)

Elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenlerinin rölatif yüzdeleri GK yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla Agilent 6890N GK sistemi, HP-Innowax (60 mm × 0,25 mm Ø, 0,25 µm film kalınlığı) polar kolon ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (0,8 mL/dk akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon portu sıcaklığı 250 °C’dir ve 300°C sıcaklıkta AİD tipi dedektör kullanılmıştır (Demirci vd., 2015, s.40).

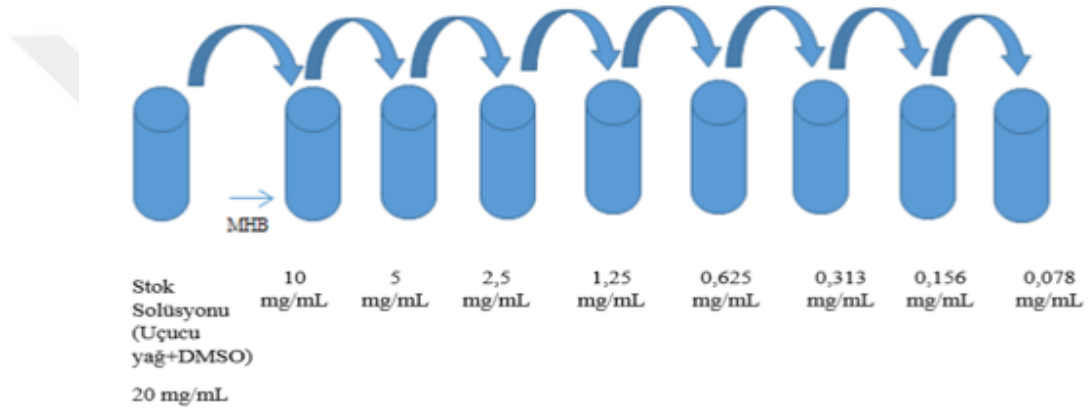
3.2.4.2. Gaz kromatografisi (GK)/Kütle spektrometre (KS)

Uçucu yağların kütle spektrumları GK/KS sistemi ile analiz edilmiştir. Agilent 5975 GK/KSD sistemi, HP-Innowax (60m × 0,25 mm Ø, 0,25 µm film kalınlığı) polar kolon ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (0,8 mL/dk akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon portu sıcaklığı 250°C’dir. 70 eV elektron enerjisi ile 35-450 m/z kütle aralığındaki maddelerin analizleri gerçekleştirilmiştir. 60 °C’de 10 dk, 4°C/dk artışla 220 °C’ye, 220°C’de 10 dk, 1°C/dk artışla 240°C’ye yükselen toplam 80 dakikalık sıcaklık programı uygulanmıştır. Değerlendirme işleminde “Başer Uçucu Yağ Bileşenleri Kütüphanesi” ve Wiley GK/KS, Adams ve MassFinder 3.0 Kütüphane Tarama Yazılımları kullanılmıştır. (Demirci vd., 2015, s. 40).

3.2.5 Mikrodilüsyon yöntemiyle antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi

Deneylerde 96 kuyucuklu “U” tipi mikro plaklar kullanılmıştır. Uçucu yağlar için 12 kuyucuğun en başına test edilecek stok solüsyonundan başlangıç konsantrasyonu 20 mg/mL olan çözeltiden 100’er µL eklenmiştir. 100 µL alınarak çift katlı seri dilüsyon yapılmıştır. Yoğunluk ayarı yapılmış mikroorganizmalar MHB ile 1/100 seyreltilmiş ve plakalara 100’er µL eklenmiştir. Daha sonra plaklar 37 °C’de 24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda 20 µL Resazurin çözeltisi eklenmiş ve 37 °C’de 3 saat inkübasyona bırakılarak renklenme ile tanımlama yapılmıştır. İnkübasyon sonunda

pembe renk olmayan kuyucuklar üremenin olmadığını, pembe renk olan kuyucuklar üreme gerçekleştiğini göstermiştir. Sonuçlar minimum inhibisyon konsantrasyonları (mg/mL) şeklinde belirlenmiştir. (CLSI, 2006). Besiyeri ve mikroorganizmaların bulunduğu kuyucuklar üreme kontrolü, sadece besiyerinin bulunduğu kuyucuklar sterilite kontrolü, sproflaksasin antibiyotığının bulunduğu kuyucuklar ise pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Deneyler 3 kez tekrar edilmiş ve sonuçlar ortalamaları olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Uçucu yağların seyreltilmesi

4. BULGULAR ve YORUMLAR

4.1. Uçucu Yağların GK/KS Analizleri

Çalışmada elde edilen uçucu yağların kimyasal içeriği GK/AİD ve GK/KS analiziyle belirlenmiştir. Sivrihisar kimyonunun ana bileşenleri %42,8 p-menta-1-4-dien-7-al, %17,4 kumin aldehit, %12,3 γ -terpinen, %7,9 p-menta-1,3-dien-7-al, %6,5 p-simen ve %5,4 β -simen; Egebir09 kimyonunun ana bileşenleri, %42,5 kumin aldehit, %22,6 p-menta-1,4-dien-7-al, %12,2 p-simen, %6,3 γ -terpinen, %5,6 p-menta-1,3-dien-7-al, %5,3 β -pinen bulunmuştur. GK/AİD analizi sonuçları ile uçucu yağların içerdiği tüm bileşikler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kimyon meyve uçucu yağının kimyasal bileşimi

RRI	BİLEŞİK	EGEBİR09 (%)	SİVRİHİSAR (%)
1032	α -pinen	0,3	0,3
1035	α -tuyen	0,2	0,2
1076	Kamfen	-	E
1118	β -pinen	5,3	5,4
1132	Sabinen	0,3	0,4
1174	Mirsen	0,4	0,5
1176	α -felandren	0,6	2,5
1188	α -terpinen	-	0,1
1203	Limonen	0,3	0,4

Tablo 4.1. (Devam) *Kimyon meyve uçucu yağının kimyasal bileşimi*

RRI	BİLEŞİK	EGEBİR09 (%)	SİVRİHİSAR (%)
1218	β -fellandren	0,4	0,5
1255	γ - terpinen	6,3	12,3
1280	p-simen	12,2	6,5
1290	Terpinolen	-	0,1
1474	trans-sabinen hidrat	0,1	0,1
1504	Dausen	-	0,1
1532	Kafur	-	0,1
1553	Linalol	E	E
1556	cis-sabinen hidrat	0,2	0,2
1571	trans-p-ment-2-en-1-ol	0,1	0,1
1582	cis-izopulagon	-	0,2
1586	Pinokarvon	0,2	-
1591	bornil asetat	-	E
1611	terpinen-4-ol	0,3	0,2
1612	β -karyofillen	-	0,1
1638	cis-p-ment-2-en-1-ol	0,1	0,1
1648	Mirtenal	0,1	E
1668	(Z)- β -farnesen	-	0,1
1670	trans-pinokarveol	0,2	E
1689	trans-piperitol	-	0,1
1693	β -akoradien	0,2	0,2
1706	α -terpineol	0,1	0,1
1802	kumin aldehit	42,5	17,4
1811	p-menta-1,3-di-en-7-al	5,6	7,9
1819	p-menta-1,4-di-en-7-al	22,6	42,8
1864	p-simen-8-ol	0,2	0,1
2045	Karatol	0,3	0,3
2073	p-menta-1,4-di-en-7-ol	0,2	0,3
2113	kumin alkol	0,4	0,2
2239	Karvakrol	0,2	0,1
2232	4-izopropil fenol	0,1	-
Toplam		100	100

RRI: Relatif Tutunma İndeksi, e:Eser Miktar

4.2. Antibakteriyel Aktivite Sonuçları, MİK Sonuçlarının Değerlendirilmesi

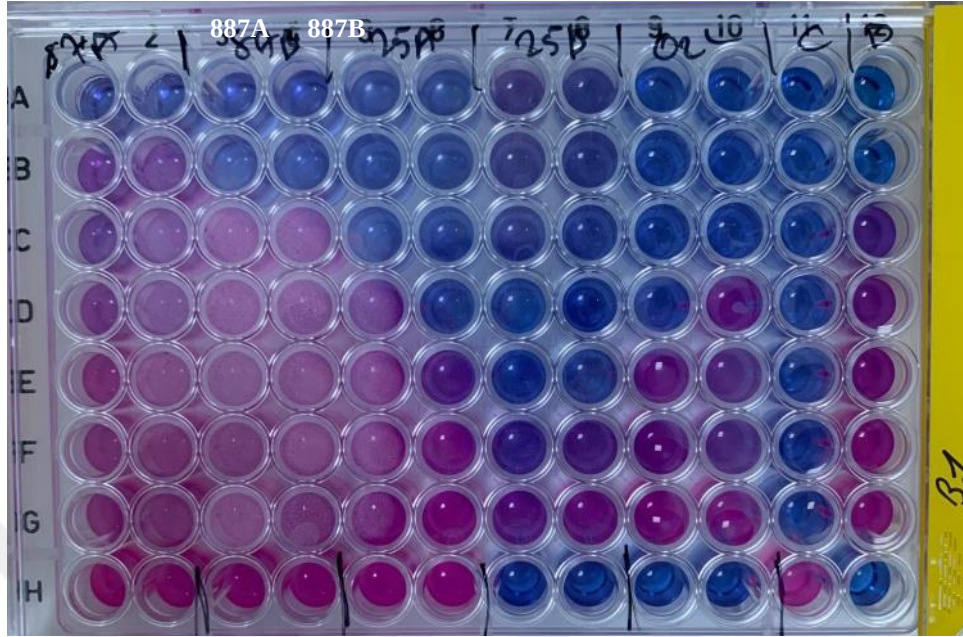
Uçucu yağlar ve antibiyotik siprofloksasin 4 patojen bakteriye karşı denenmiştir. Bunun için 96 kuyucuklu U-tabanlı mikrolakalardan her bakteri için bir mikrolaka olacak şekilde kullanılmıştır. Uçucu yağlar iki kontrollü olarak stok solüsyonu dimetilsülfoksit (DMSO) içinde hazırlanmıştır. 11. sıra kuyucukları siprofloksasin antibiyotiğinin olduğu, uçucu yağ içermeyen besiyeri içeren pozitif kontrol, 12. kuyucuk ise DMSO çözücü kontrolüdür. Besiyeri ve mikroorganizmaların bulunduğu kuyucuklar(H1:H6) üreme kontrolüdür, sadece besiyerinin bulunduğu kuyucuklar ise (H6:H12) sterilite kontrolüdür. Kullanılan mikrolakada çalıştığımız kuyucuklar A1,A2,A3,A4 üreme sütunları, A11 ve A12 kontrol sütunları ve H1:H12 kontrol satırıdır (Görsel 4.1.).

Bakterilerin bulunduğu kuyucuklara inkübasyon sonunda Resazurin ilave edilmiş ve 3 saat daha inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan mavi renk bakteri üremesi olmadığını, oluşan pembe renk ise üremenin olduğunu gösterir. Pembe renkten bir önceki ilk mavi kuyucuk MİK değeri olarak alınmıştır.

Elde edilen MİK değerleri uçucu yağın bakteriyi inhibe ettiği minumum konsantrasyon olarak mg/mL cinsinden Tablo 4.2.'de verilmiştir.

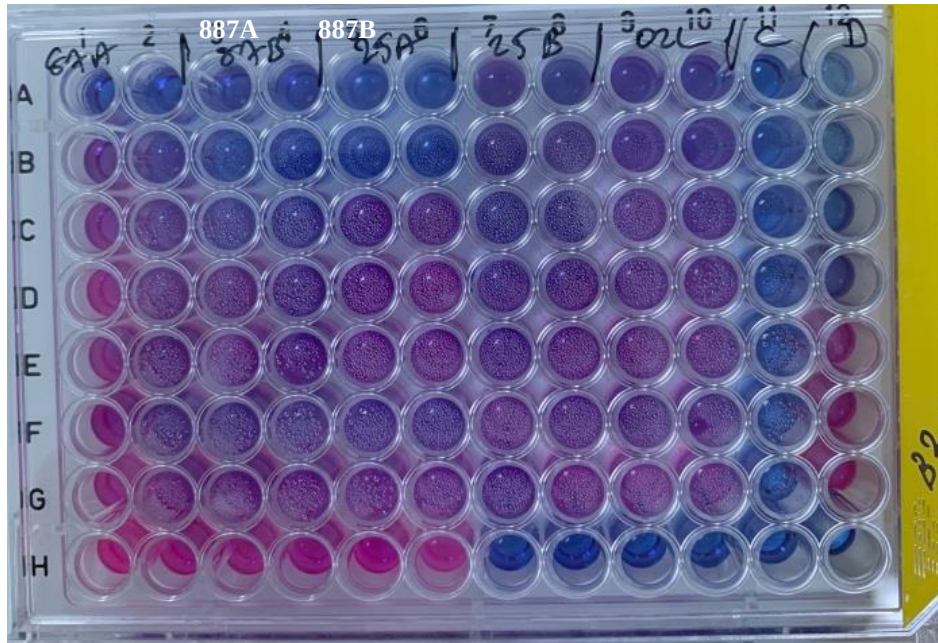
Tablo 4.2. *Kimyon meyve uçucu yağlarının MİK değerleri (mg/mL)*

Maddeler	<i>E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>B.cereus</i>	<i>B.subtilis</i>
Egebir09	10	10	5	1,25
Sivrihisar	5	5	2,5	1,25
Siproksofloksasin	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3



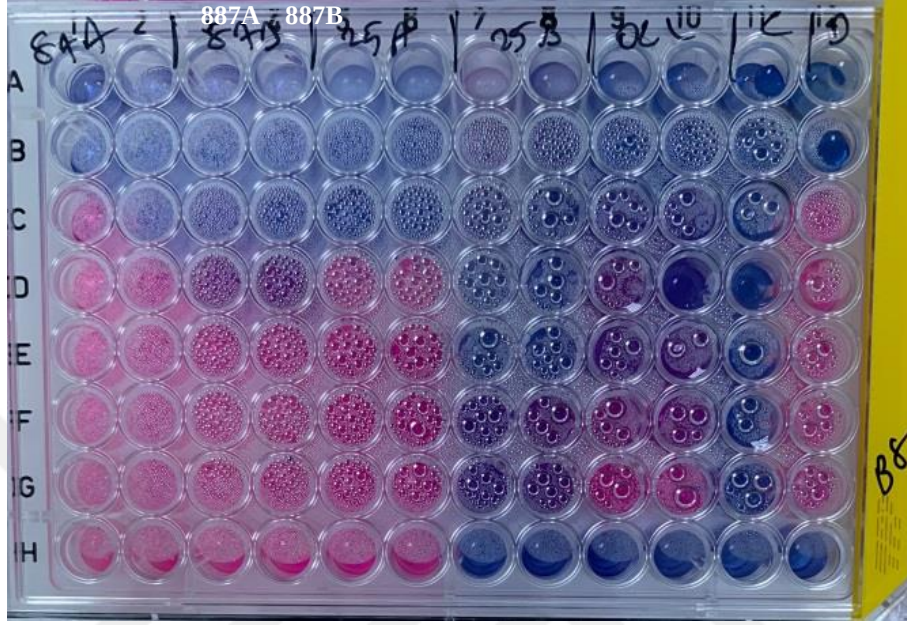
887A: Egebir09 Kimyon Uçucu Yağı, 887B: Sivrihisar Kimyon Uçucu Yağı

Görsel 4.1. B1= *Escherichia coli* NRLL-B 3008 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü



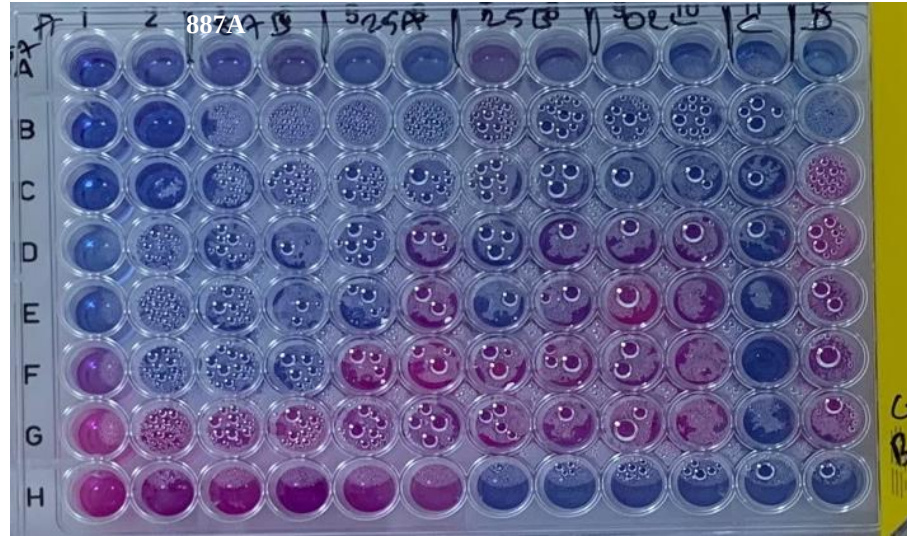
887A: Egebir09 Kimyon Uçucu Yağı, 887B: Sivrihisar Kimyon Uçucu Yağı

Görsel 4.2. B2=*Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü



887A: Egebir09 Kimyon Uçucu Yağı, 887B: Sivrihisar Kimyon Uçucu Yağı

Görsel 4.3. B8=*Bacillus cereus* NRLL B-3711 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü



887A: Egebir09 Kimyon Uçucu Yağı, 887B: Sivrihisar Kimyon Uçucu Yağı

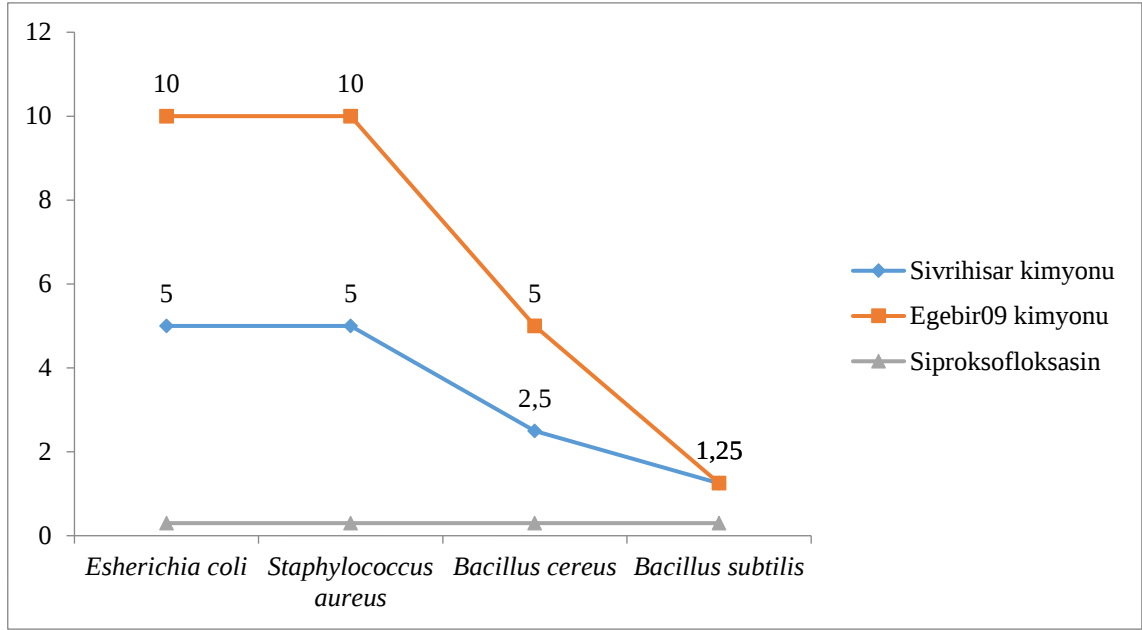
Görsel 4.4. B9=*Bacillus subtilis* NRLL B-4378 Bakterisine Ait Plak Görüntüsü

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Elde edilen verilere göre Sivrihisar kimyonu uçucu yağıyla yapılan antibakteriyel aktivite sonucu, *E. coli* ve *S. aureus* suşları üzerinde minimum inhibisyon konsantrasyonunun (MİK) değeri aynı ve 5 mg/mL'dir. *B. cereus* suşunda ise bu değer 2,5 mg/mL iken *B. subtilis* suşunda 1,25 mg/mL'dir. Sivrihisar kimyonu uçucu yağına en duyarlı bakteri Gram pozitif *B.subtilis*, en dirençli bakteriler ise *E. coli* ve *S. aureus*'tur.

Egebir09 kimyonu uçucu yağıyla yapılan MİK sonuçları ise *E. coli* ve *S. aureus* suşlarına karşı MİK değeri aynı ve 10 mg/mL bulunurken, *B. cereus* suşuna karşı 5 mg/mL, *B. subtilis* suşuna karşı ise Sivrihisar kimyonu uçucu yağıyla aynı değer 1,25 mg/mL bulunmuştur.

Bu değerlere bakıldığında iki uçucu yağ karşı da en duyarlı bakteri *B. subtilis* iken en dirençli bakteriler *E. coli* ve *S. aureus*'tur. Çalışılan kimyon uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesi 1,25-10 mg/mL arasında bulunmuştur. Kontrol olarak kullanılan antibiyotik siproksofloksasin'in MİK değeri çalışılan uçucu yağlardan düşük bulunmuştur (<0,3 mg/mL).

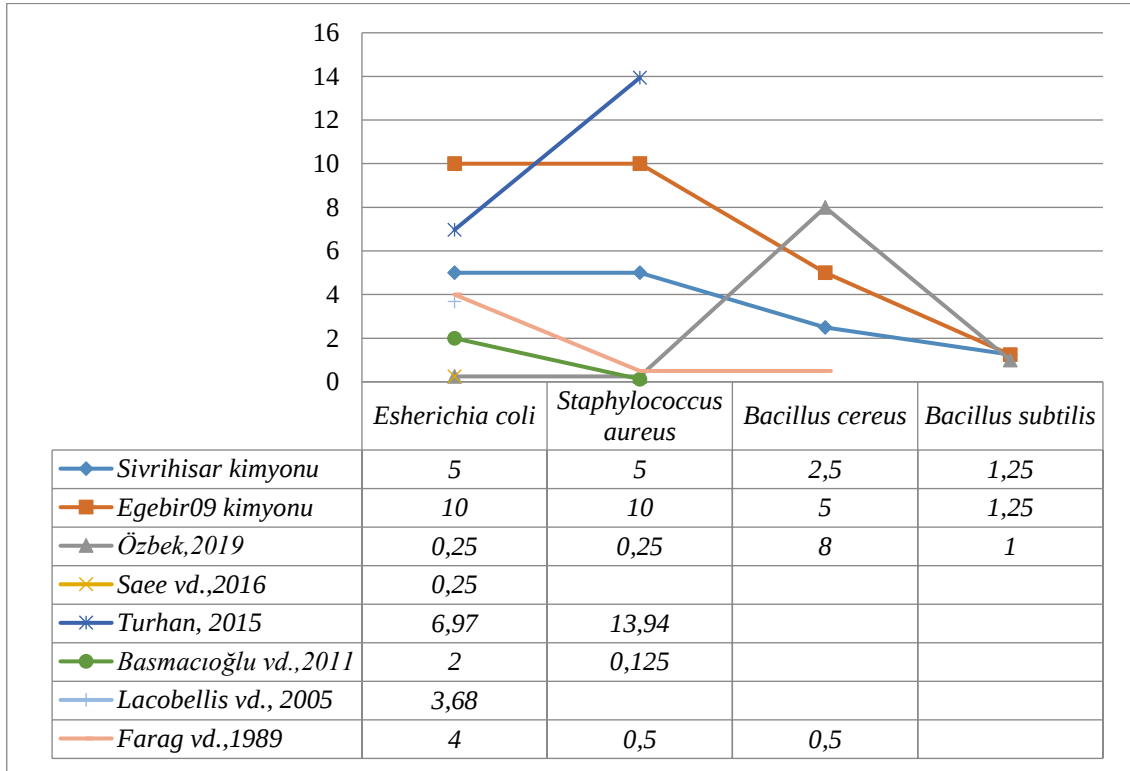


Şekil 5.1. Kimyon meyve uçucu yağlarının MİK değerleri grafiği (mg/mL)

Önceki çalışmaları incelediğimizde Farag ve arkadaşlarının 1989 yılında yaptığı çalışmada Mısır kimyonu (*C. cyminum*) uçucu yağının bu çalışmada da yer alan *B. subtilis*, *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerinin de içinde olduğu mikroorganizmalara karşı antibakteriyel aktivitesi 0,5-11 mg/mL bulunmuştur. Çalışmamızla paralellik göstermekte ve kimyon uçucu yağının Gram pozitif bakterilere karşı Gram negatiflerden daha etkili olduğu görüşünü doğrulamaktadır. Lacobellis ve arkadaşlarının 2015'te İtalya'da yaptığı çalışmada *E. coli*'nin MİK değerini 3,68 mg/mL bulmuş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlara yakındır. Ayrıca Wongkattiya ve arkadaşlarının 2019'daki çalışmasında Tayland kimyonu (*C. cyminum*) uçucu yağdaki kumin aldehit'in *B. cereus*, *S. aureus* ve *E. coli* üzerinde antibakteriyel etki gösterdiğini ve *B. cereus*'a karşı en güçlü etki gösterdiğini belirtmiş ve kumin aldehit'in tüm bakterileri inhibe eden en aktif bileşik olduğunu İTK yöntemiyle de doğrulamıştır. Bu da çalışmamızla örtüşmektedir. Farag ve Wongkattiya'nın çalışmasında en etkili bileşik kumin aldehit iken Lacobellis'in çalışmasında p-menta-1,4-dien-7-al'dır. Al-Nidawi 2019'da Konya'da yaptığı çalışmada Irak'ta tüketilen baharatların antimikrobiyal aktivitesini araştırmış ve kimyon baharatı uçucu yağının *B. cereus* bakterisine karşı 2 mg/mL MİK değerine sahip olduğunu belirlemiştir, çalışmamızla uyumaktadır (Farag vd., 1989; Lacobellis vd., 2015; Wongkattiya vd., 2019; Al-Nidawi, 2019).

Diğer yandan Sağdıç ve arkadaşlarının 2013'te yaptığı çalışmada kimyon baharatının metanollü ekstresinin bazı patojen bakterilere karşı aktivite gösterdiğini, *S. aureus*'a karşı orta deçe aktivite gösterirken, *E. coli* bakterisine karşı hiçbir antibakteriyel aktivite göstermediğini belirlemiştir. Jirovetz ve arkadaşlarının 2005'te Bulgaristan'da yaptığı bir çalışmada 36 yıl depolanan kimyon meyvelerinin antibakteriyel aktivitesini incelemiş, uçucu yağ çalışılan küfe karşı aktivite gösterirken *B. subtilis*'e karşı 35 mm inhibisyon zonuyla güçlü etki, *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı ise 13 ve 15 mm inhibisyon zonuyla 36 yıla rağmen uçucu yağın aktif olduğunu belirtmiştir. Aybakır, 2015'te yaptığı çalışmada Ankara'dan temin edilen kimyon baharatından elde edilen uçucu yağın hiçbir konsantrasyonda *E. coli*, *B. cereus* ve *S. aureus*'a karşı aktivite göstermediğini belirtmiştir. Bu çalışmanın ön aşamasında sıcak buharla baharatların mikrobiyal yükü azaltılmıştır. Bu işlem sırasında uçucu yağda azalma meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Ameneh ve arkadaşlarının 2018'de İran'da çoklu antibiyotiğe dirençli bakterilerle yaptığı çalışmasında kimyon uçucu yağının etanollü ekstresinin *E. coli*'yi inhibe edemezken çalışılan yine çoklu antibiyotiğe dirençli *S. aureus* bakterisinin bir türüne en fazla etki ettiği belirtilmiştir. Çalışmaların hepsi uçucu yağa en dirençli bakterinin *E. coli* olduğunu doğrularken, inhibe edememesindeki nedenlerin; baharat olarak bahsedilen kimyonun meyve mi, öğütülmüş mü olduğunun belirsiz oluşu, hasat zamanı tam belli olmadığı için uçucu yağında kayıplar olabileceği, antibiyotik direnci, bazı çalışmalarda yağın ekstre şeklinde hazırlanması gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Sağdıç vd., 2013; Jirovetz vd., 2015; Aybakır, 2015; Ameneh vd., 2015).

Son olarak Özbek, 2019'da İzmir'de yaptığı bir çalışmada kimyon baharatı uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerini çok küçük konsantrasyonlarda inhibe ederken (0,25 µL/mL), *B. subtilis*'i 1 µL/mL ve *B. cereus*'u 8 µL/mL konsantrasyonlarda inhibe ettiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmanın tam tersi olarak *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri en dirençli bakteri, ona karşın *B. subtilis* en hassas bakteri, *B. cereus* ikinci en hassas bakteri olarak bulunmuştur. Bu çalışmada Özbek'in kimyon meyvelerini öğütürerek elde ettiğini belirttiği uçucu yağda %23,35 kumin aldehit ana bileşen olarak bulunurken, bizim çalışmamızda bütün olarak su distilasyonuna tabi tutulan kimyon meyve uçucu yağlarında bu oran Egebir09 kimyonunda %42,5 kumin aldehit, Sivrihisar kimyonunda %42,8 p-menta-1,4-dien-7-al ana bileşen olarak bulunmuştur (Özbek, 2019).



Şekil 5.2. Kimyon meyve uçucu yağlarının karşılaştırılmalı MİK değerleri grafiği (mg/mL)

Çalışmamızda Sivrihisar kimyonunun ana bileşiği p-menta-1,4-dien-7-al bulunmuştur. Önceki yıllarda Kan vd., 2007 yılında farklı hasat zamanlarında kimyon örneklerini toplamış ve uçucu yağ bileşiklerini incelemişlerdir ve olgunlaşmamış meyvelerde p-menta-1,4-dien-7-al'in fazla olduğunu belirtmişlerdir. Başer ve Kırimer, 2014'te yaptığı çalışmada Karaman ve Ankara-Polatlı'dan toplanan meyvelerden elde edilen kimyon uçucu yağlarında kumin aldehit, Eskişehir-Sivrihisar ve Afyon-Emirdağ'dan toplanan kimyon meyve uçucu yağlarında p-menta-1,4-dien-7-al bulmuşlardır. Bu bileşiği ilk kez keşfeden Varro ve Heinz, 1970 yılında depolama sırasında veya sıcaklıkla bu bileşiğin kumin aldehit'e oksitlendiğini belirtmiştir. Dolayısıyla bu durumun meyvelerin depolama koşullarına, sıcaklığa, hasat zamanında meyvenin tam olgunlaşmadan toplanmasına bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Egebir09 kimyonu Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından Türkiye'de ilk kez kültürü yapılan iki kimyon türünden biridir. Diğeri ise Türkmen09'dur. Keskin ve Baydar 2016'da yaptığı bir çalışmada bu kimyonun uçucu

yağ verimini %1,67 bulmuştur, çalışmamızda %2 bulunan uçucu yağ verimiyle paralellik göstermektedir ancak o çalışmada ana bileşen olarak %42 α -tuyen ve %20,15 kumin aldehit bulunmasına karşın, çalışmamızda %42,5 kumin aldehit bulunmuştur. Kimyon uçucu yağı ana bileşeni kumin aldehit olarak bulunan çalışmalar çalışmamızdaki Egebir09 kimyonu içeriğini desteklemektedir. Başer ve arkadaşları 1992 ve de Beis ve arkadaşlarının 2000, Eskişehir kimyonunda, Başer ve Kırimer, 2014 Karaman ve Ankara-Polatlı kimyonunda, Wanner vd., 2010 Mısır ve İran kimyonunda, Hajlaoui vd., 2010 Tunus kimyonunda, Pajohi vd., 2011 İran kimyonunda, Abbaszadegan vd., 2015'te İran Kimyonunda, Wongkattiya vd., 2019 Tayland kimyonunda, Özbek, 2019 İzmir kimyonu uçucu yağında en önemli aldehit olarak *kumin aldehit* bileşiğini bulmuşlardır.

Çalışmamızda iki kimyon uçucu yağını karşılaştıracak olursak, Sivrihisar Kimyonu uçucu yağı bu patojen 4 bakteriye karşı %42,8 p-menta-1,4,dien-7-al ana bileşeniyle, %42,5 kumin aldehit ana bileşiği taşıyan kültürü yapılmış Egebir09 kimyonu uçucu yağına göre daha aktiftir.

Diğer ülkelerdeki kimyon meyve uçucu yağlarındaki kumin aldehit oranlarıyla çalışmamızdaki sonuçları karşılaştıracak olursak; en yüksek kumin aldehit oranına Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde kültürü yapılan Egebir09 kimyon meyve uçucu yağı %42,5 oranla bulunmuştur. Çalışmamız bu konuda bitki kültürü yapılmasının daha verimli kimyon meyvelerine ve meyve uçucu yağlarına ulaşma konusundaki kanıttır.

Dünyanın en eski baharatlarından biri olan kimyon meyvesi, gıda endüstrisinde genelde et ürünleri başta olmak üzere turşu, ekmek, peynir, içkilerde aroma verici olarak kullanımının yanı sıra geleneksel olarak da yemeklerde baharat ya da çayı demlenerek, gaz giderici, spazm çözücü, hazımsızlığı önlemek amacıyla, ayrıca emziren annelerde süt artırıcı olarak kullanılır. Meyvelerden elde edilen uçucu yağı da krem, parfüm, sabun ve bazı ilaçların terkbine girer. Ayrıca yapılan çalışmaların da gösterdiği gibi antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antidiyabetik, diüretik, karminatif, öksürük giderici vb. özellikleriyle uçucu yağının önemli bir değere sahip olduğu ve bir zamanlar dünyaya en fazla Türkiye'den ihraç ettiğimiz kimyon bitkisine daha fazla önem vermeli ve verim iyileştirilmesi açısından kültürü yapılmış meyvelerin ekilmesini, üreticinin bu konuda daha fazla desteklenmesinin, üniversitelerin ıslah

alışmalarına ve tüketic i üretici arasında bir köprü olması sağlanmalıdır. Gıda fabrikalarında kullanılan birçok koruyucu, aroma verici maddeye müdavim olabilecek, doğal bir bileşik olan kimyon meyve uçucu yağı üzerinde daha fazla çalışmalar yapılmalı, ayrıca ilaç sektöründe ve gıda takviyeleri alanında da kullanımı artıracak çalışmalar yapılmalıdır.

Sonuç olarak Dünya nüfusunun hızla artması, hem besin ihtiyacını artırmış, hem de bu gıdaları uygun koşullarda saklamayı zorlaştırmıştır. Bu amaçla kullanılan kimyasal antimikrobiyal maddelerin yerini gün geçtikçe doğal kaynaklı antimikrobiyal maddeler almaktadır. Ayrıca kullanılan antibiyotik ilaçlara karşı bakterilerin zamanla direnç oluşturm ası, insanları bakterileri inhibe edecek doğal antimikrobiyal madde arayışına yöneltmiştir. Bu amaçla birçok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir, bu tez çalışması da bunlardan biridir. Kimyon uçucu yağı çalışmamızdaki bakterilerin üremesini durdurmuştur, ancak bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılması, başka mikroorganizma ve bakterilerle çalışılması, antibiyotiklerin yerinin alınabilmesi için aktiviteyi artırma amaçlı diğer bitkilerle veya doğal bileşenlerle sinerjik etkinin gözlemlenmesi çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbaszadegan, A., Gholami, A., Ghahramani, Y., Ghareghan, R., Ghareghan, M., Kazemi, A., Iraj, A., Ghasmi, Y. (2015). Antimicrobial and cytotoxic activity of *Cuminum cyminum* as an intracanal medicament compared to Chlorhexidine gel. *Iranian Endodontic Journal, IEJ*, 11(1), 44-50.
- Akgül, A. (1993), *Baharat Bilim ve Teknolojisi*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 15.
- Allahghadri, T., Rasooli, I., Owlia, P., Nadooshan, M.J., Ghazanferi, T., Taghizadeh, M., Astaneh, S.D.A. (2010). Antimicrobial property, antioxidant capacity, and cytotoxicity of essential oil from cumin produced in Iran. *Journal of Food Science*, 75(2), 54-61
- Almurabet, E.M.S. (2018). *Apiaceae familyasına ait bazı türlerin antimikrobiyal aktivitesinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Al-Nidawi, W.T.N. (2019). *Irak'ta tüketilen bazı baharatların antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Al-Snafi, A. E. (2016). The pharmacological activities of *Cuminum cyminum*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(6), 46-65.
- Amenah, T., Mahnaz, F., Sakineh, S.M., Morteza, S. (2018). In vitro evaluation of antibacterial activity of *Umbilicus intermedius* Boiss., *Cuminum cyminum* and *Zingiber officinale* ethanolic extracts. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 6(6), 28-32.
- Aybakır, M.Y. (2015). *Baharatın antimikrobiyal etkisinin engeller teknolojisi kapsamında incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Babashahi, M., Mirlohi M., Ghiasvand, R., Azadbakht, L., Mosharaf, L., Torki-Baghdadorani, S. (2020). Effect of probiotic soy milk fermented by *Lactobacillus plantarum* A7 (KC355249) added with *Cuminum cyminum* essential oil on fasting

- blood glucose levels serum lipid profile and body weight in diabetic wistar rats. *International Journal of Preventive Medicine*, 11(1), 8.
- Başaran, A.A. (2012). Ülkemizde bitkisel ilaçlar ve ürünlerde yasal durum, Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi, *MİSED*, 27-28, 22-26.
- Başer, K.H.C and Kırimer, N. (2014). Essensial oils of Anatolian *Apiaceae*-A profile. *Natural Volalites and Essential Oils*, 1(1), 1-50.
- Başer, K.H.C. (2014). Kimyon (*Cuminum cyminum* L.), *Bağbahçe Dergisi*, 55 s.26.
- Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Özek, T. (1992). Composition of the Turkish cumin seed oil. *Journal of Essential Oil Research*. 4(2), 133-138.
- Başer, K.H.C ve Buchbauer, G. (2010). *Hanbook of Essential Oils*. Londra: CRC Press.
- Başıoğlu, F. (1982). Gıdalarda kullanılan bazı baharatların mikroorganizmalar üzerine etkileri ve kontaminasyondaki rolleri. *Gıda*, 7(1).
- Bayraktar, Ö.V., Öztürk, G., & Arslan, D. (2017). Türkiye'de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 216-229.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi, Geçmişte ve Bugün*. İstanbul Üniv.Ecz.Fak.Yay. Nobel Tıp Kitapevleri, 2.baskı, 270.
- Behera, S., Nagarajan, S., Jagan Mohan Rao, L. (2004). Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volalites. *Food Chemistry*, 87(1), 25-29.
- Beis, S.H., Azcan, N., Özek, T., Kara, M., Başer, K.H.C. (2000). Production of essential oil from cumin seed. *Chemistry of Natural Compounds*, 36(3), 265-268.
- Belal, A.A., Ahmed, F.B.M., Ali, L.I. (2017). Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. oil on six types of bacteria. *American Journal of Bloscience*, 5(4), 70-73.
- Cerit, L.S., Gökçe, R. (2008). Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Akademik Gıda Dergisi*, 6(1), 29-32.

- Ceylan, E., Özbek, H., & Ağaoğlu, Z. (2003). *Cuminum cyminum* L.(Kimyon) Meyvesi Uçucu Yağının Median Lethal Doz (LD50) Düzeyi ve Sağlıklı ve Diyabetli Farelerde Hipoglisemik Etkisinin Araştırılması. *Van Tıp Dergisi*, 10(2), 29-35.
- CLSI. (2006). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved Standard, M7-A7, Clinical and Laboratory Standards Institute, 26.
- CLSI. (2007). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; seventeenth informational supplement, M100-s17, Clinical and Laboratory Standards Institute, 27.
- Çelik, G.Y ve Çelik, E. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab Online Mikrobiyoloji Dergisi* 5(2), 1-6.
- Çon, A.H., Ayar, A., Gökalp, H.Y. (1998). Bazı baharat uçucu yağlarının çeşitli bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi. *Gıda* 3(3), 171-175.
- Demirci, F., Bayramiç, P., Göger, G., Demirci, B., Başer, K.H.C. (2015). Characterization and antimicrobial evaluation of the essential oil of *Pinus pinea* L. from Turkey. *Naturel Volalites and Essential Oil*, 2(2), 39-44.
- Demirci, S. (2019). *Dioscorides*'in *De Materia Medica* adlı eserindeki tıbbi bitkilerin Doğu Akdeniz'de günümüzdeki kullanımlarının araştırılması. *Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 9(2), 189-202.
- Demirci, S. ve Özkan, E.E. (2014). Ethnobotanical studies of some Apiaceae plants in Kahramanmaraş and a review of their phytochemical studies. *Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University*, 44(2), 241-250.
- Eikani, M.H, Goodarznia, J., Mirza, M. (1999). Supercritical carbondioxide extraction of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). *Flavor and Fragrance Journal*, 14, 29-31.
- Einafshar, S., Poorazrang, H., Farhoosh, R., & Seiedi, S. M. (2012). Antioxidant activity of the essential oil and methanolic extract of cumin seed (*Cuminum cyminum*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(2), 168-174.

- El-Ghorab, A. H., Nauman, M., Anjum, F. M., Hussain, S., & Nadeem, M. (2010). A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(14), 8231-8237.
- Ersöz, T. (2010). *Bitkisel ürünler ve güvenilirliği*, Bitkilerle Tedavi Sempozyumu, 5-6 Haziran 2010, Zeytinburnu, İstanbul, Bildiri kitabı, 89-93.
- Farag, R.S., Daw, Z.Y., Hewedi, F.M., El-Baroty, G.S.A. (1989). Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection*, 52(9), 665-667.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2014). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *EÜFBD Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 233-265.
- Figueredo, G., Özcan, M.M., Chalard, P., Özcan, M.M., Uslu, N., Al Juhaimi, F. (2020). Chemical composition of essential oil of anise (*Pimpinella anisum*), cumin (*Cuminum cyminum*), fennel (*Foeniculum vulgare*) and parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) seeds. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 26(1), 1-5.
- Ghazi M., Goudarzi H., Ardekani, H.A.Z., Habibi M., Azargashb, E., Hajikhani, B., Goudarzi, M. (2018). Investigation of antibacterial effect of *Cuminum cyminum* and *Cuminum cyminum* againts *Streptococcus mutans* and *Streptococcus pyogenes*. *Novelty and Biomedicine*, 1, 30-34.
- Hajlaoui, H., Mighri, H., Noumi, E., Snoussi, M, Trabelsi, N., Ksouri, R., akhereuf, A. (2010). Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil: A high effectiveness againts *Vibrio* spp.strains. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2186-2192.
- Haque, M.R., Ensari, S.H. (2019). Aromatic aldehyde compound cuminaldehyde protects nonalcoholic fatty liverdisease in rats feeding high fat diet. *Human and Experimetal Toxicology*, 1-10.
- Hashemi, P., Shamizadeh, M., Badiei, A., Ghiasvan, A.R., Azizi, K. (2009). Study of the essential oil composition of cumin seeds by an amino ethyl-functionalized nanoporous spme fiber. *Chromotographia*, 70, 1147-1151.

- Haşimi, N., Tolan, V., Kızıll, S., Kılıç, E. (2014). Determination of essential oil composition, antimicrobial and antioxiant properties of anise (*Pimpinella anisum* L.), cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Journal of Agriculturel Sciences*, 20, 19-26.
- Jalali-Heravi, M., Zekavat, B., Sereshti, H. (2007). Use of gas cromotography-mass spectrometry combined with resolution methods to characterize the essential oil componets of Iranian *cumin* and *caraway*. *Journal of Chromotography A*, 1143, 215-226.
- Jansen, P.C.M. (1981). *Spices condiments and medicinal plants in Ethiopia, their taxonomy and agriculturel significance*, Pudoc, Wageningen, 69.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stayonova, A.S, Georgiev, E.V., Damianova, S.T. (2005). Composition quality control and antimicrobial activity of the essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds from Bulgaria that had been stored for up to 36 years. *International Journal of Food Science and Tecnology*, 40, 305-310.
- Kan, Y. (1990). *Farklı ekim zamanlarının Konya yöresi kimyon (Cuminum cyminum L.) populasyonlarının verim ve bazı özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar*, Doktora Tezi, Konya,Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kan, Y., Kartal, M., Özek, T., Aslan, S., Başer, K.H.C. (2007). Composition of essensial oil of *Cuminum cyminum* L. according to harvesting times. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 25-29.
- Keskin, S., Baydar, H. (2016). Umbelliferae familyasından bazı önemli kültür türlerinin Isparta ekolojik koşullarında tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 20(1), 133-141.
- Keyhani, A., Tavakoli Kareshk, A., Tavakoli Oliaei, R., & Mahmoudvand, H. (2017). Protoscolicidal effects and acute toxicity of essential oil and methanolic extract of cuminum cyminum seeds. , *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(3,) 551-557
- Kılıç, Ö. (2019). *Bazı bitkilerde uçucu yağların biyoaktif ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ordu, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kırıcı, S. (2015). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. TÜRKTOB. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 15, 4-11.
- Koçak, R. (2004). *Bitki patojenlerine karşı bazı bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 54-57
- Lacobellis N.S., Cantore, P.L, Capasso, F. And Senatore, F. (2005). Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 57-61.
- Lee, H.S. (2005). “Cuminaldehyde: Aldose reductase and alpha-glucosidase inhibitör derived from *Cuminum cyminum* L. seeds” *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 32, 2446-2450.
- Malayoğlu, H., Özdemir, P., Kocabaş, E.E. (2011). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils from some plant species. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1), 11-18.
- Meriçli, F. and Meriçli, A.H. (1986). Volatile oils of *Laser trilobum* and *Cuminum cyminum* fruits. *Marmara Üniversitesi, Eczacılık Dergisi*, 2(1), 85-95.
- Özbek, Ç. (2019). *Bazı baharatlardaki uçucu yağların kimyasal kompozisyonları ve antimikrobiyal etkileri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbek, H., Öztürk, M., Öztürk, A., Ceylan, E., Yener, Z.(2014). Determination of lethal doses of volatile and fixed oils of several plants. *Eastern Journal of Medicine*, 9(1), 4-6.
- Özcan, M., Erkmen, O. (2001). Antimicrobial activity of the essential oils of Turkish plant spices. *European Food Research and Technology*, 212, 658-660.
- Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Ekren, S. (2015). Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti, Türkiye Ziraat Mühendisleri, VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Cilt 1., 481-501.

- Öztürkcan, S.A., Acar, S. (2017). Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme. *İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1, 1-17.
- Pajohi, M.R., Tajik, H., Farshid, A.A., Hadian, M. (2011). Synergistic antibacterial activity of the essential oil of *Cuminum cyminum* L seed and nisin in a food model. *Journal of Applied Microbiology*, 110, 943-951.
- Preedy, V.R. (2015). *Essential oils in food preservation, flavor and safety*, Academic Press, USA, 377.
- Reza, Z.M., Atefeh, J.Y., Faezeh, F. (2015). Effect of γ -irradiation on the antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. essential oils *in vitro* and *in vivo* systems. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(3), 582-591.
- Saeed, Y., Dadashi, M., Eslami, G., Goudarzi, H., Taheri, S., Fallah, F. (2016). Evaluation of antimicrobial activity of *Cuminum cyminum* essential oil and extract against bacterial strains isolated from patients with symptomatic urinary tract infection. *Novelty in Biomedicine*, 4, 147-152.
- Silva, N.C.C., Fernandez Junior, A. (2010). Biological properties of medicinal plants a review of their antimicrobial activity. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*. 16(3), 402-413.
- Singh, Rudra Pratap, H. V. Gangadharappa, and K. Mruthunjaya (2017). *Cuminum cyminum*—A popular spice: An updated review. *Pharmacognosy Journal* . 9(3), 292-301.
- Small, E., Deutsch, G. (2001). *Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid*, 59 Canada: NRC Research Press.
- Sowbhagya, H.B. (2013). Chemistry, technology and nutraceutical functions of cumin (*Cuminum cyminum* L.): An overview. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 53(1), 1-10.
- Sultana, S., Ripa, F.A., Hamid, K. (2010). Comparative antioxidant activity study of some commonly used spices in Bangladesh. *Pakistan journal of biological sciences* 13(7),340-343

- Tanker, N., Koyuncu, M., & Coşkun, M. (1998). *Farmasötik botanik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No:78, 314-315.
- Tassan, C.G. and Russell, G.F. (1975). Chemical and sensory studies on cumin. *Journal of Food Science*, 40, 1185-1188.
- Tassaou, C.C., Nycas, J.E. and Scandemis, P.N. (2004). *Herbs and spices in handbook of herbs an spices*, Chapter 3, Eds. Peter, K.V., Woodhead Publishing Ltd. England.
- Tuncay, H.O., Yeşil, Y. (2019). Comparative fruit anatomy and morphology of four species known as cumin (kimyon) in Turkey. *KSU Journal of Agriculture and Natural Resources*, 22(4), 547-556.
- Tunç, İ., Şahinkaya, Ş. (1998), Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86, 183-187.
- Turhan, D. (2015). *Bazı esansiyel yağların Staphylococcus aureus ve Escherichia coli üzerine antimikrobiyal etkisinin araştırılması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uğur, Ş., Kan, Y. (2016). Ankara Gölbaşı şartlarında farklı ekim zamanlarında yetişen çemen (*Trigonella foneum-graecum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.)' un verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2), 205-209.
- Varo, P.T. and Heinz, D.E. (1970). Volalite components of cumin seed oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18(2), 234-238.
- Varo, P.T. and Heinz, D.E. (1970). Identification and characterization of 1,4-p-mentha-dien-7-al isolated from cumin seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18(2), 239-270.
- Wanner, J. , Bail, S., Jirovetz, L., Buchbauer, G., Schmidt, E., Gochev, V., Girova, T., Atanasova, T., Stayonova, A. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of cumin oil (*Cuminum cyminum*, Apiaceae). *Natural Product Communication*, 5(9), 1355-1358.

Wongkattiya, N., Sanguansermisri, P., Fraser, I.H., Sanguansermisri, D. (2019). Antibacterial activity of cuminaldehyde on food-borne pathogens the bioactive component of essential oil from *Cuminum cyminum* L. collected in Thailand. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 195, s.1-6.

http-1: [http:// www.mullerseeds.com](http://www.mullerseeds.com) (Erişim tarihi: 10.02.2021)

http-2: <http://www.payer.de> (Erişim tarihi:10.10.2020)

http-3: [http:// www.plantlist.com](http://www.plantlist.com) (Erişim tarihi: 03.02.2021)

http-4: <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 22.08.2019)

http-5: [http:// www.alamy.com](http://www.alamy.com) (Erişim tarihi: 07.11.2020)

http-6: <http://yanananaturelscincare.co.uk> (Erişim tarihi:11.02.2021)

http-7: <http://sweetgum.nybg.org> (Erişim tarihi: 09.02.2021)

http-8: <http://www.plant.depo.msu.ru> (Erişim tarihi: 30.01.2021)

http-9: [http:// vanherbaryum@yyu.edu.tr](http://vanherbaryum@yyu.edu.tr) (Erişim tarihi: 07.10.2020)