



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**RAKIMIN İSTANBUL KEKİĞİNİN (*ORIGANUM VULGARE SUBSP.
HIRTUM*) UÇUCU YAĞ VERİMİ VE BİLEŞENLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET YÜKSEL

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MİNE ÇARDAK

ÇANAKKALE – 2025



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**RAKIMIN İSTANBUL KEKİĞİNİN (*ORİGANUM VULGARE SUBSP. HİRTUM*)
UÇUCU YAĞ VERİMİ VE BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET YÜKSEL

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MİNE ÇARDAK

BU ÇALIŞMA, BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KURUMU TARAFINDAN
DESTEKLENMİŞTİR. PROJE NO: FYL-2024-4718

ÇANAKKALE – 2025



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Ahmet YÜKSEL tarafından Doç. Dr. Mine ÇARDAK yönetiminde hazırlanan ve **14/11/2025** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Rakımın İstanbul Kekiğinin (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) Uçucu Yağ Verimi Ve Bileşenleri Üzerine Etkileri” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Doğal Kaynaklar Yönetimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. Mine ÇARDAK
(Danışman)

.....

Doç. Dr. Ayşegül AKPINAR

.....

Dr. Öğr. Üyesi Tülay TÜTENOCAKLI

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 14/11/2025

.....
Prof. Dr. Melis ULU DOĞRU
Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Ahmet YÜKSEL

14/11/2025

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca emekleri olan eski danışman hocam Doç Dr. Yalçın COSKUN'a ve çalışmamın bu aşamaya gelmesinde bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Mine ÇARDAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen eşim Yeşim TÜRK YÜKSEL'e ve oğullarım Yaman ve Ataman'a hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.”

Ahmet YÜKSEL

Çanakkale, Kasım 2025

ÖZET

RAKIMIN İSTANBUL KEKİĞİNİN (*ORİGANUM VULGARE* SUBSP. *HİRTUM*) UÇUCU YAĞ VERİMİ VE BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ahmet YÜKSEL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Doğal Kaynaklar Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Mine ÇARDAK

14/11/2025, 64

Bu çalışma, Çanakkale ili Biga ilçesi Caldağ yöresinde farklı rakımlarda (100–200 m, 200–300 m, 300–400 m, 400–500 m) yetişen İstanbul kekiğinin (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağ verimi ve bileşim özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tam çiçeklenme döneminde toplanan bitkilerden hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağ elde edilmiş, GC-MS analizleri ile kimyasal bileşenler tanımlanmıştır. Toprak ve iklim verileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiş, uçucu yağ verimi ile majör bileşenler (karvakrol, thymol, γ -terpinen, p-simen, α -terpinen vb.) arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Sonuçlar, rakımın hem toplam uçucu yağ verimi hem de bileşen oranları üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermiştir. Orta rakımlar (200–300 m ve 300–400 m) genellikle daha yüksek karvakrol ve thymol içerirken, düşük ve yüksek rakımlarda bileşimde değişimler gözlenmiştir. Elde edilen veriler, İstanbul kekiğinin tıbbi ve endüstriyel potansiyelinin artırılması, uygun hasat alanlarının belirlenmesi ve standardizasyon çalışmalarına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul kekiği, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, uçucu yağ, rakım, karvakrol, GC-MS

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ALTITUDE ON ESSENTIAL OIL YIELD AND COMPONENTS OF İSTANBUL THYME (*ORIGANUM VULGARE* SUBSP. *HIRTUM*)

Ahmet YÜKSEL

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis Natural Resources Management

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mine ÇARDAK

11/14/2025, 64

This study was conducted to determine the essential oil yield and composition of Istanbul oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) grown at different altitudes (100–200 m, 200–300 m, 300–400 m, 400–500 m) in the Caldağ region of Biga district, Çanakkale, Türkiye. Plants harvested at full flowering stage were subjected to hydrodistillation to obtain essential oils, and their chemical compositions were identified by GC-MS analysis. Soil and climatic parameters were thoroughly evaluated, and statistical analyses were performed to investigate the relationships between essential oil yield and major components (carvacrol, thymol, γ -terpinene, p-cymene, α -terpinene, etc.). The results indicated that altitude significantly affected both total essential oil yield and the proportions of the components. Medium altitudes (200–300 m and 300–400 m) generally showed higher carvacrol and thymol contents, whereas changes in composition were observed at lower and higher altitudes. The findings provide valuable insights for enhancing the medicinal and industrial potential of Istanbul oregano, determining optimal harvesting sites, and contributing to standardization efforts.

Keywords: Istanbul oregano, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, essential oil, altitude, carvacrol, GC-MS

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE

3

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

13

3.1. Araştırma Alanı ve Bitkisel Materyal.....	13
3.2. İklim Verileri	16
3.3. Toprak Analizi Yöntemi.....	16
3.3.1. Toprak pH ve EC (Elektriksel İletkenlik) Analizi.....	16
3.3.2. Organik Madde Tayini (Walkley-Black Yöntemi).....	16
3.3.3. Toplam Azot Analizi (Kjeldahl Yöntemi)	17
3.3.4. Fosfor (P) Analizi (Olsen Yöntemi)	17
3.3.5. Potasyum (K) Analizi.....	17
3.3.6. Kireç (CaCO ₃) Tayini (Scheibler Yöntemi)	17
3.3.7. Toprak Tekstürü Analizi (Bouyoucos Hidrometre Yöntemi).....	18

3.4. Uçucu Yağ Ekstraksiyon Yöntemi.....	18
3.5. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi (GC-MS Analizi).....	18
3.6. İstatistiksel Analizler.....	20

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	21

4.1. İklim Verilerinin Değerlendirilmesi.....	21
4.2. Toprak Analizi Sonuçları.....	23
4.3. Uçucu Yağ Bileşenleri Analiz Sonuçları.....	30
4.4. İstatistiksel Analiz.....	41

BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	55

5.1. Sonuç.....	55
5.2. Öneriler.....	57
KAYNAKÇA	60
EKLER	I
EK 1. TÜRKİYE MÜLKİ İDARE HARİTASI	II
EK 2. ANKET	III
ÖZGEÇMİŞ	IV

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
°C	Santigrat derece
AB	Avrupa Birliği
AOF	Asgari Önem Farklılığı
cm	Santimetre
EC	Elektriksel İletkenlik (Electrical Conductivity)
EO	Essential Oil (Uçucu Yağ)
g	Gram
GC	Gaz Kromatografisi
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi
K	Potasyum
Kg	Kilogram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot (Nitrogen)
<i>O. vulgare subsp. hirtum</i>	<i>Origanum vulgare subsp. hirtum</i>
OM	Organik Madde
P	Fosfor
pH	Potansiyel Hidrojen (Asidik/Bazik özellik)
PLA	Polilaktik Asit
RT	Retention Time (Tutan Zaman / Bekleme Süresi)
TAB	Tıbbi ve Aromatik Bitkiler
TUBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Çalışmada kullanılan kekik (<i>Origanum vulgare</i>) bitkisine ait bazı özellikler	13
Tablo 2	Çalışma alanına olan Çanakkale ili Biga ilçesine ait uzun yıllık (1959-2023) ve 2023 yılı iklim verileri	22
Tablo 3	100-200 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları	24
Tablo 4	200-300 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları	26
Tablo 5	300 – 400 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları	28
Tablo 6	400 – 500 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları	30
Tablo 7	Farklı rakımlardan hasat edilen İstanbul kekiği uçucu yağ verim ortalamaları ve Student's t çoklu karşılaştırma sonuçları	31
Tablo 8	100-200 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri	33
Tablo 9	200-300 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri	35
Tablo 10	300-400 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri	37
Tablo 11	400-500 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri	39

Tablo 12	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden alfa-Tujen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	42
Tablo 13	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden beta-Mirsen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	43
Tablo 14	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden alfa-Terpinen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	45
Tablo 15	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden gama-Terpinen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	46
Tablo 16	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Simen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	48
Tablo 17	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Thymol'un rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	49
Tablo 18	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Karvakrol'un rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları	51
Tablo 19	İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenleri ile uçucu yağ verimi korelasyon analizi sonuçları	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Çalışmada kullanılan <i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i> türünün fotoğrafları	14
Şekil 2	Çalışma alanı haritası	15
Şekil 3	İstanbul kekiğinin uçucu yağ elde edilmesi düzeneği	19
Şekil 4	Çanakkale 2023 yılına ait sıcaklık verileri (°C)	22
Şekil 5	Çanakkale Biga Çaldağ Mevkii toprak örnekleri	25
Şekil 6	İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS kromatogramı	41
Şekil 7	İstanbul kekiği uçucu yağ verimi ve majör bileşenlerinin rakıma göre oransal değişim oranı (%)	51

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Kekik ülkemizde çok eski yıllardan beri doğadan toplanan farklı ekolojilerde farklı türleri ve alt türleri bulunan önemli bir tıbbi bitkidir. İstanbul kekiği Güney Marmara bölgesinde köy halkı tarafından mevsiminde toplanıp kurutulularak pazarlanmaktadır. Günümüzde “tıbbi” ve “aromatik” bitkiler terimi genellikle birlikte kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, hastalıkları önlemek, sağlığı sürdürmek veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitkilerdir. Tıbbi bitkiler, beslenme, kozmetik, vücut bakımı, tütsü veya dini törenler gibi alanlarda yer alırken, aromatik bitkiler ise, güzel koku ve tat vermeleri için kullanılmaktadır (Anonim, 2005). Uçucu yağ, aromatik ve uçucu yağ içeren bitkilerden genellikle, distilasyon yöntemi ile elde edilen (ekstraksiyonla ya da narenciye meyve kabuklarından mekanik yolla presle de elde edilebilir), oda sıcaklığında sıvı (Anason yağı hariç), nadiren katılaşabilen (açıkta bırakıldığında oda sıcaklığında buharlaşabilen) sekonder metabolitlerdir; uçucu kuvvetli kokulu ve yağimsı kompleks karışımlardır (Kılıç, 2008).

Tıbbi bitkiler, insanlık tarihi boyunca gıda, ilaç, kozmetik ve dini törenlerde kullanılmış; doğadan toplanarak ya da kültüre alınarak toplumların sağlık ve refahına katkı sağlamıştır (Tanker vd., 1993; Baytop, 1999). Günümüzde sentetik ilaçların yan etkilerinin yarattığı endişeler, doğal ve bitkisel ürünlere olan ilgiyi artırmış, bu durum tıbbi ve aromatik bitkilerin ekonomik değerini yükseltmiştir (Lubbe ve Verpoorte, 2011; Baydar, 2005). Türkiye, coğrafi konumu, iklim çeşitliliği ve zengin florası sayesinde yaklaşık 12.000 bitki taksonu ve 4.000’e yakın endemik türle dünyanın önemli gen merkezlerinden biridir (Başer, 2014). Özellikle Lamiaceae familyasına ait *Origanum*, *Thymus* ve *Satureja* cinslerinin türleri, tıbbi ve aromatik bitkiler arasında öne çıkmakta, uçucu yağ içeriği bakımından yüksek ticari değere sahip olmaktadır (Baytop, 1999; Kırimer ve Mat, 1999).

Kekik (*Origanum* spp.) türleri, içerdiği uçucu yağlar nedeniyle hem tıbbi hem de gıda sanayiinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye, dünya kekik ihracatında lider konumda olup, en çok ihraç edilen türler arasında İzmir kekiği (*O. onites*) ve İstanbul kekiği (*O. vulgare* subsp. *hirtum*) yer almaktadır (Sarı ve Oğuz, 2002; Bayram vd., 2010). İstanbul kekiği, özellikle yüksek karvakrol ve thymol içeriği nedeniyle yüksek kaliteli uçucu yağ elde edilen, tıbbi ve endüstriyel açıdan değerli bir türdür (Başer, 2001). Bu uçucu yağ bileşenleri,

antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan etkileriyle dikkat çekmektedir (Bernath, 1996; Raduġienė vd., 2005).

Uçucu yağların bileşimi ve oranları, türün genetik özelliklerinin yanı sıra ekolojik koşullar, rakım, toprak özellikleri ve hasat zamanı gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Sancaktaroġlu, 2010; Ataman, 2023). İstanbul kekiġi üzerine yapılan çalışmalar, farklı bölgelerde yetiştirilen populasyonlarda uçucu yağ oranlarının %1-9 arasında deġiştini ve başlıca bileşen olarak karvakrol (%23-88) bulunduğunu ortaya koymuştur (Başer, 2001; Sancaktaroġlu, 2010; Ataman, 2023). Özellikle Marmara ve Ege Bölgeleri'nde yapılan denemelerde, rakımın ve yetiştirme yerinin uçucu yağ verimi ve bileşim üzerinde belirleyici olduğu gösterilmiştir (Karık vd., 2007; Sancaktaroġlu, 2010).

Son yıllarda doğal kaynaklı antibakteriyel ajanlara duyulan ilgi artmış ve biyopolimerlerle desteklenen yeni nesil biyomalzemelerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Polilaktik asit (PLA), biyobozunur ve biyoyumlu bir polimer olarak ilaç taşıma sistemleri ve gıda ambalajı gibi alanlarda yaygın kullanıma sahiptir (Cabello vd., 2016; Noori vd., 2021). Kekik uçucu yağlarının PLA matrisine dahil edilmesi, biyomateryallerin hem biyolojik aktivitesini artırmakta hem de çevre dostu çözümler sunmaktadır.

Bu çalışma, Çanakkale ilinde farklı ekolojik koşullarda yetişen İstanbul kekiġinin uçucu yağ oranı ve bileşim özelliklerini belirlemeyi, elde edilen uçucu yağların antibakteriyel özelliklerini ortaya koymayı ve bu yağların farklı oranlarda PLA matrisine eklenerek hazırlanan biyofilmlerin antibakteriyel etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma sonuçlarının, hem İstanbul kekiġinin tıbbi ve endüstriyel potansiyelinin daha iyi anlaşılmasına hem de biyopolimer temelli antibakteriyel biyomalzeme geliştirilmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE

Türkiye florasının yaklaşık üçte biri (~3.000 takson) tıbbi ve aromatik bitkilerden meydana gelmekte olup, bu türler gerek doğal ortamdan toplanarak gerekse kültüre alınarak ekonomik değere dönüştürülmektedir (Başer, 1998; Tan, 2010). Türkiye'nin en önemli ihracat ürünlerinden biri olan kekik, Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına mensup, yüksek uçucu yağ içeriği ile öne çıkan tıbbi ve aromatik bir bitkidir (Heywood, 1978; Başer ve ark., 1994). Ülkemizde başta *Origanum*, *Thymus*, *Satureja*, *Thymbra* ve *Coridothymus* cinslerine ait çok sayıda tür, "kekik" adı altında değerlendirilmektedir (Davis, 1982).

Türkiye, dünya kekik ihracatında lider ülke konumunda olup, ihracat edilen başlıca türler *Origanum onites* (Türk kekiği), *O. vulgare* subsp. *hirtum* (İstanbul kekiği), *O. minutiflorum* (Yayla kekiği), *O. dubium* (Beyaz kekik) ve *O. syriacum* var. *bevanii*'dir (Başer, 2022). Kekik, özellikle Denizli, Isparta, Manisa ve Çanakkale illerinde yoğun olarak üretilmekte olup, 2008 yılında yaklaşık 75.600 dekar alanda 8.600 ton üretim yapılmıştır (Anonymous, 2008). Ancak hasat zamanı, kurutma ve işleme teknikleri uçucu yağ miktarı ve kalitesi üzerinde belirleyici olmaktadır (Kaplukan, 2013).

Kekik, Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasının önemli bir üyesi olup, dünyada özellikle Akdeniz iklim kuşağında doğal olarak yetişen aromatik bir bitkidir. Bu familya içerisinde yer alan *Origanum*, *Thymus*, *Satureja* ve *Thymbra* cinsleri; zengin uçucu yağ bileşimi, karakteristik keskin aroması ve biyolojik aktiviteleri nedeniyle hem gıda sanayiinde, hem ilaç endüstrisinde, hem de kozmetik üretiminde yaygın biçimde değerlendirilmektedir (Faydaoğlu ve ark. 2013).

Türkiye florası, kekik tür çeşitliliği bakımından dünyanın en zengin bölgeleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde yaklaşık 40'tan fazla *Origanum* türü ve bunlara yakın sayıda *Thymus* ve *Satureja* türü doğal olarak yetişmektedir. Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri, kekik türlerinin en yoğun bulunduğu alanlardır. Bu bölgelerde kekik hem doğal popülasyonlardan toplanarak, hem de tarla koşullarında kültüre alınarak değerlendirilmektedir (Ayadi ve ark. 2009).

Kekik türleri arasında *Origanum onites* L. (İzmir kekiği), *Origanum vulgare* L., *Thymus vulgaris* L. (adi kekik), *Satureja hortensis* L. (yaz kekiği) ve *Thymbra spicata* L. (karabaş kekiği) en yaygın kullanılan türlerdir. Bu bitkilerin uçucu yağları, fenolik monoterpenler açısından oldukça zengindir. Uçucu yağın temel bileşenleri arasında karvakrol ve thymol ilk sırada yer alır; bunları p-simen, γ -terpinen, linalool, borneol ve β -karyofillen gibi bileşenler izler (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Bu bileşenler, hem kekiğe kendine özgü güçlü bir koku ve tat kazandırmakta, hem de antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinden sorumludur (Owen ve ark. 2000).

Kekik uçucu yağlarının kimyasal içeriği; tür farklılıklarının yanı sıra, bitkinin yetiştiği ekolojik koşullar, toprak tipi, hasat zamanı, kurutma yöntemi ve damıtma tekniği gibi faktörlere bağlı olarak önemli değişiklikler gösterebilmektedir (Angeloni ve ark. 2017). Türkiye’de yapılan analizlerde *Origanum onites* L. türünün uçucu yağında karvakrol oranı %65–80, thymol oranı ise %3–6 arasında saptanmıştır (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Bu nedenle İzmir kekiği, hem iç pazarda hem de ihracatta yüksek talep gören bir türdür.

Kekik bitkileri, içeriklerindeki fenolik monoterpenler sayesinde antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antienflamatuvar ve antikanserojenik özellikler gösterir (Faydaoğlu ve ark. 2013). Karvakrol ve thymol, bakterilerin hücre zarını geçirgen hâle getirerek metabolik faaliyetleri bozar ve hücre ölümüne yol açar. Bu nedenle kekik yağları, gıdalarda doğal koruyucu madde olarak kullanılmakta ve özellikle yağlı gıdalarda oksidatif bozulmayı yavaşlatarak raf ömrünü uzatmaktadır (Damechki ve ark. 2001; Gambacorta ve ark. 2007).

Ayrıca kekik yağlarının serbest radikal süpürücü kapasiteleri oldukça yüksektir. Fenolik bileşenler, hidrojen veya elektron vererek reaktif oksijen türlerinin (ROS) etkilerini azaltır. Bu özellik, özellikle zeytinyağı gibi doymamış yağ asitleri içeren ürünlerde oksidatif stabiliteyi artırmada önemli bir rol oynar (Baiano ve ark. 2009). Kekik ekstraktlarının, antioksidan etkinliği bakımından BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlarla karşılaştırılabilir düzeyde etkili olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir (Owen ve ark. 2000; Visioli ve ark. 2002).

Gıda sektöründe kekik; salamura ürünler, et ve et türevleri, peynirler, salata sosları ve zeytinyağları gibi birçok ürünün üretiminde hem lezzet verici hem de koruyucu olarak

kullanılır. Özellikle aromalandırılmış zeytinyağları alanında kekik, duyuusal özellikleri geliştiren ve toplam fenolik madde miktarını artıran en etkili bitkilerden biri olarak öne çıkmaktadır (Issaoui ve ark. 2016, Gülkun,2021).

Türkiye, dünyadaki en büyük kekik üreticisi ve ihracatçısı ülkelerden biridir. FAO verilerine göre, ülkemizde kekik üretim alanları 2020 itibarıyla 200 bin dekara yaklaşmış ve yıllık üretim 20 bin tonun üzerine çıkmıştır. Bu üretimin büyük kısmı Denizli, İzmir, Manisa ve Muğla illerinde yoğunlaşmaktadır (Anonim 2021a). Kekik ihracatının yaklaşık %70'i Avrupa ülkelerine, geri kalanı ise ABD, Kanada ve Japonya'ya yöneliktir. Türkiye'den ihraç edilen kekiklerin önemli bir bölümü, *Origanum onites* L. türüne aittir (Öztürk ve ark. 2010).

Kekik üretiminin bu ölçüde artması, sürdürülebilir toplama ve üretim stratejilerinin önemini ortaya koymuştur. Doğal populasyonların korunması, uçucu yağ standardizasyonu, ekotip seçimi ve iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, hem ürün kalitesinin sürekliliğini hem de biyoçeşitliliğin korunmasını sağlayacaktır (Paduano ve ark. 2014).

Sancaktaroğlu ve Bayram (2011), farklı İstanbul kekiği genotiplerinde uçucu yağ oranlarının birinci biçimlerde %3,10–6,10, ikinci biçimlerde ise %0,50–4,50 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yıldız vd. (2005), Çukurova koşullarında İzmir kekiğinin en yüksek uçucu yağ oranını çiçeklenme sonrasında %1,92 olarak belirlemiştir. Özdemir vd. (2017), İzmir kekiğinde %1,04–1,96, Sönmez (2019) ise %3,47–4,49 arasında uçucu yağ oranları tespit etmiştir. Farklı uçucu yağ oranları; ekolojik koşullar, hasat zamanı ve genotip farklılıkları ile ilişkilendirilmektedir (Baydar, 2005).

Baydar (2005), yayla kekiğinde farklı toplama dönemlerinin yaprak oranı ve uçucu yağ bileşimi üzerinde istatistiksel olarak önemli etkiler gösterdiğini belirtmiştir. Tınmaz vd. (2002), Marmara Bölgesi'nden topladığı İstanbul kekiği populasyonlarının %3 ve üzerinde uçucu yağ içerdiğini tespit etmiştir. Bahtiyarca (2011), İstanbul kekiğinde ana bileşen olarak thymol (%49–56), γ -terpinene (%23–25) ve carvacrol'ün (%2–5) ön planda olduğunu rapor etmiştir. Ferahoğlu vd. (2022), tam çiçeklenme döneminde hasat edilen *Origanum vulgare*'den %5,63 uçucu yağ elde edildiğini bildirmiştir. Karık vd. (2007) ise Yalova'da %6,17–6,71 oranları ile en yüksek uçucu yağ içeriğini tam çiçeklenme döneminde tespit etmiştir. Sarıhan vd. (2006), Ankara koşullarında %2,85–4,05 oranlarında uçucu yağ

verimleri elde etmiştir. Arslan vd. (2008), Yalova, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale’den topladığı populasyonlarda %1,2–5,7 arasında değişen oranlar raporlamıştır.

Ataman (2023), Aydın ekolojik koşullarında İstanbul kekiğinin uçucu yağ oranının %5,90–9,21 arasında değiştiğini ve ana bileşenin %40,6–77,5 oranında carvacrol olduğunu tespit etmiştir. Sancaktaroğlu (2010) da Bornova ekolojik koşullarında carvacrol oranlarını %88,30’a kadar bulmuş ve uçucu yağ veriminde genotip farklılıklarının önemine dikkat çekmiştir.

Türkiye’den ihraç edilen kekiğin yaklaşık %90’ı *Origanum* türlerine aittir ve bu türlerin dünya pazarında “yüksek kaliteli” olarak tanınmasında uçucu yağ oranı ve bileşiminin büyük rolü vardır (Başer, 2001; Sarı ve Oğuz, 2002). Bununla birlikte, farklı ekolojik koşullar ve rakımlar arasında önemli farklılıklar gözlenmekte ve bu durum pazara sunulan ürünlerin standardizasyonunu zorlaştırmaktadır (Karık vd., 2007; Tınmaz vd., 2002).

Bu çalışmanın kuramsal dayanağı, İstanbul kekiğinin uçucu yağ verimi ve bileşiminin genetik, ekolojik ve kültürel faktörlerden etkilendiğini ortaya koyan yukarıdaki çalışmalara dayanmaktadır. Böylelikle, Çanakkale ili Biga ilçesi Caldağ yöresinde farklı rakımlarda yetişen İstanbul kekiği örneklerinin uçucu yağ verim ve bileşimleri belirlenerek, en uygun yetiştirme koşulları tespit edilip hem bilimsel literatüre hem de üretici ve toplayıcılara katkı sağlanacaktır.

Yapılan çalışmalar, İstanbul kekiğinde uçucu yağ oranlarının farklı ekolojik koşullar, bitkiler arasındaki köken farklılıkları, bitkinin yaşına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla farklı ekolojilerden farklı özelliklere sahip ürünler piyasaya sürülmektedir. Tıbbi amaçlı kullanılan kekik de uçucu yağ bileşenleri ve verimi önemlidir. Bu çalışmada, Çanakkale ili Biga ilçesi Caldağ yöresinden farklı rakımlardan toplanan İstanbul kekiğinin uçucu yağ verim ve bileşenleri belirlenerek hangi rakımlardan toplanan kekiğin tıbbi kullanım açısından daha değerli olduğunu belirleyerek toplayıcılara ve konu üzerinde çalışan bilim insanlarına önemli veriler elde edilmiştir.

Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), hem geleneksel halk hekimliği hem de modern farmasötik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Anadolu coğrafyası, sahip olduğu biyolojik çeşitlilik sayesinde tıbbi bitkiler açısından oldukça zengin olup, Lamiaceae familyasına ait pek çok tür doğal olarak yetişmektedir. Özellikle kekik (*Origanum* türleri) ve adaçayı gibi bitkiler, Türkiye'nin önde gelen ihracat ürünleri arasında yer almakta ve zengin uçucu yağ içerikleri sayesinde yüksek ekonomik değeri taşımaktadır. Türkiye florasında yer alan *Origanum onites*, *O. vulgare* subsp. *hirtum*, *O. minutiflorum* ve *O. syriacum* var. *bevanii* gibi türler, yüksek oranlarda karvakrol ve thymol içermekte ve bu bileşenlerin biyolojik aktiviteleri nedeniyle tercih edilmektedir. Edremit-Akçay pazarlarında yapılan bir çalışmada, *O. majorana* ve *O. vulgare* subsp. *vulgare* uçucu yağlarının ana bileşenlerinin sırasıyla %71–76 oranında karvakrol olduğu ve bu yağların antimikrobiyal özellikleri sayesinde potansiyel diş hekimliği uygulamalarında kullanılabileceği bildirilmiştir (Küçük vd., 2021).

Farklı kekik türlerinin uçucu yağlarının biyolojik aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar, bu türlerin önemli antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Türkiye'de yetişen kekik türleri üzerinde yürütölen bir araştırmada, uçucu yağların özellikle *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı yüksek inhibitör etki gösterdiğini ve etkinliğin kullanılan çözücüye bağlı olarak değışebildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, yapılan başka bir çalışmada, *O. vulgare* subsp. *hirtum* ve *Thymus vulgaris* uçucu yağlarının fitopatojen bakteriler üzerinde de güçlü bir inhibitör etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur (Usanmaz Bozhüyük, 2017).

Origanum türlerinin uçucu yağ bileşiminin ekolojik ve genetik farklılıklardan etkilendiği de gösterilmiştir. *O. syriacum* var. *bevanii*'nin in vivo ve in vitro koşullarda yetiştirilen örnekleri arasında uçucu yağ bileşiminde belirgin farklılıklar olduğu ve kallus dokusunda sekonder metabolit üretiminin umut verici sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, farklı türlerde ISSR belirteçleri kullanılarak yapılan çalışmalar, türler arasında genetik çeşitliliğin yüksek olduğunu ve bunun biyolojik aktiviteler üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir (Hilooğlu, 2012).

Üretim teknikleri açısından yapılan bir çalışmada, humik asit uygulamasının *O. vulgare* subsp. *hirtum*'un verimini ve uçucu yağ oranını artırdığı, karvakrol oranında da yükselme sağladığını ortaya koymuştur. Anadolu'da Lamiaceae familyasına ait bitkilerin geleneksel olarak öksürük, bronşit, astım gibi solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı, halk hekimliği reçetelerinde önemli bir yer tuttuğu da bilinmektedir. Ayrıca, yapılan bir çalışmada, üç farklı *Origanum* türünün antidiyabetik ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmış ve özellikle *O. rotundifolium*'un umut verici sonuçlar sunduğu belirlenmiştir (Tanrıverdi, 2024).

Bu çalışmaların genel olarak gösterdiği üzere, *Origanum* türleri hem kimyasal içerik hem de biyolojik aktivite açısından önemli farklılıklar sergilemekte ve bu farklılıklar ekolojik, genetik ve kültürel faktörlerden kaynaklanmaktadır. Karvakrol ve thymol, antimikrobiyal ve antioksidan etkilerin temel bileşenleri olarak öne çıkmakta ve bu türler hem geleneksel halk hekimliği hem de modern farmasötik uygulamalarda önemli bir yere sahip olmaktadır. Araştırmaların ortak önerisi, bu türlerin daha etkin kullanımı için standardizasyon çalışmalarının artırılması ve genetik ıslah programlarının geliştirilmesinin gerekliliğidir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, *Origanum* türlerinin özellikle *O. vulgare* subsp. *hirtum* (İstanbul kekiği) üzerinde yoğunlaşmış ve bu türün biyolojik, kimyasal ve agronomik özelliklerinin ortaya konmasına önemli katkılar sağlamıştır. Türkiye'de yetişen *Thymus*, *Origanum* ve *Thymbra* türleri üzerine yapılan bir araştırmada, uçucu yağlarının bileşiminde karvakrol ve thymol oranlarının yüksek olduğu, bu bileşiklerin özellikle *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* üzerinde güçlü bir antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca ISSR markörleri kullanılarak türler arasında genetik çeşitlilik saptanmış ve biyolojik aktivite ile bu genetik farklılık arasında ilişki kurulmuştur (Gülkun, 2021).

Edremit-Akçay pazarlarında satılan Lamiaceae familyasına ait türlerin incelendiği başka bir çalışmada, halkın en çok tercih ettiği türlerin *O. majorana* ve *O. vulgare* subsp. *vulgare* olduğu belirlenmiştir. Bu türlerin uçucu yağ bileşiminde karvakrol oranının %71–76 arasında olduğu, bu oranın da antimikrobiyal özellik açısından önemli olduğu ifade edilmiştir. Organik ve konvansiyonel tarım koşullarında yetiştirilen İstanbul kekiği üzerinde

yapılan bir çalışmada ise organik üretim koşullarında uçucu yağ oranlarının bir miktar düştüğü, ancak ana bileşenlerin oranlarının önemli ölçüde değişmediği gözlenmiştir. Bu durum, organik üretimin kaliteyi korurken verimde azalmaya yol açabileceğini ortaya koymaktadır.

Origanum türlerinin fitokimyasal bileşimlerini karşılaştıran bir başka araştırmada, *O. vulgare* subsp. *hirtum*'un uçucu yağ, fenolik bileşik ve antioksidan kapasite açısından diğer türlere göre üstün olduğu tespit edilmiştir. Bu üstünlük, türün biyolojik aktivitesi ve endüstriyel potansiyelini desteklemektedir. *Origanum* türlerinin su ürünleri sektöründe kullanımını inceleyen bir çalışma ise bu türlerin balık sağlığını iyileştirici ve su kalitesini artırıcı özelliklere sahip olduğunu vurgulamaktadır. Doğal antibakteriyel özelliklerinden dolayı su ürünleri endüstrisinde kullanım potansiyelleri dikkat çekmektedir (Gülkun, 2021).

Çukurova koşullarında gerçekleştirilen bir araştırmada, beş farklı *Origanum* türünün uçucu yağ oranları ve bileşenleri incelenmiş ve en yüksek uçucu yağ oranı *O. vulgare* türünde %5,63 olarak belirlenmiştir. Karvakrol ve thymol yine ana bileşenler olarak öne çıkmış, *O. majorana*'da ise farklı bileşenlerin baskın olduğu görülmüştür. İstanbul kekiği populasyonlarında Bornova ekolojik koşullarında yapılan bir çalışmada, uçucu yağ oranlarının %4,59'a kadar ulaştığı ve karvakrol oranının %88,30 olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada populasyonlar arasında belirgin verim ve kalite farklılıkları da saptanmıştır (Ferahoğlu vd., 2022).

İstanbul kekiği populasyonlarının biçim zamanına göre verim ve kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ise, uçucu yağ oranlarının %3,2–6,5 arasında değiştiği, karvakrol oranlarının ise %1,9–88,6 aralığında olduğu belirlenmiştir. Biçim zamanı ve populasyon farklılıklarının ürün kalitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yaptığı vurgulanmıştır. Marmara Bölgesi'nden toplanan 9 İstanbul kekiği populasyonu ve Almanya kökenli bir genotipin karşılaştırıldığı bir doktora çalışmasında ise uçucu yağ oranlarının %3,78–4,59 arasında, karvakrol oranlarının ise %88,30'a kadar çıktığı görülmüş ve populasyonların adaptasyon yeteneklerinde farklılıklar olduğu belirtilmiştir (Sancaktaroğlu ve Bayram, 2011).

Aydın ekolojik koşullarında İstanbul kekiği klonlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin incelendiği yüksek lisans tezinde, klonlar arasında verim, uçucu yağ oranı ve bileşenler bakımından anlamlı farklılıklar olduğu gösterilmiş ve yüksek adaptasyon yeteneği sergileyen klonlar ön plana çıkmıştır (Karık vd., 2021).

Tüm bu çalışmalar, İstanbul kekiği ve diğer *Origanum* türlerinin uçucu yağ oranı ve bileşiminin tür, ekolojik koşullar, üretim yöntemi ve biçim zamanı gibi birçok faktöre bağlı olarak değiştiğini, karvakrol ve thymolün kaliteyi belirleyen başlıca bileşenler olduğunu ve türlerin genetik çeşitliliğinin değerlendirilerek uygun yetiştirme tekniklerinin seçilmesinin ekonomik değeri artırabileceğini ortaya koymaktadır.

Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler açısından önemli bir gen merkezi olup, *Origanum* türleri (kekik) biyolojik çeşitlilikleri, ekonomik değerleri ve etnobotanik önemi ile dikkat çekmektedir. Özellikle *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (İstanbul kekiği) üzerine yapılan çok sayıda araştırma, bu türün yüksek uçucu yağ oranı, biyolojik aktivitesi ve agronomik potansiyelini ortaya koymuştur.

İstanbul kekiği populasyonlarının morfolojik özellikleri, verimi ve uçucu yağ kalitesi üzerinde yapılan çalışmalar, populasyonlar ve biçim zamanına bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Yüksek karvakrol oranları ve %6'ya kadar ulaşan uçucu yağ verimlerinin özellikle tam çiçeklenme döneminde elde edildiği bildirilmiştir (Efil ve Üremiş 2019).

Organik ve konvansiyonel tarım koşullarında yetiştirilen İstanbul kekiği üzerinde yapılan bir araştırmada, organik üretim koşullarında uçucu yağ oranlarının bir miktar düştüğü, ancak ana bileşen oranlarının stabil kaldığı saptanmıştır. Bu bulgular, organik üretimin kaliteyi koruyarak çevre dostu bir seçenek olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir (Gümüşcü, ve Gümüşcü, 2021).

Origanum türlerinin fitokimyasal içerikleri üzerine yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda ise *O. vulgare* subsp. *hirtum*'un hem uçucu yağ verimi hem de fenolik bileşikler, flavonoidler ve antioksidan aktiviteler açısından diğer türlere göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Halk arasında yapılan etnobotanik araştırmalar ise, Edremit Akçay pazarlarında satılan Lamiaceae familyasına ait bitkilerin halk kimliğinde yaygın olarak kullanıldığını ve uçucu yağlarının yüksek karvakrol içerdğini göstermektedir (Küçük vd., 2021).

Türkiye’de yürütölen bu çalışmaların genel olarak ortaya koyduğu sonuçlar, İstanbul kekiği ve diğer *Origanum* türlerinin hem tarımsal hem de teknolojik açıdan üstün özelliklere sahip olduklarını ve bu özelliklerin ekoloji, populasyon ve yetiştirme yöntemine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Özellikle karvakrol zenginliği ve biyolojik aktiviteleri, bu türlerin uluslararası pazarda rekabet gücünü artırmakta; genetik çalışmalarla desteklenen standardizasyon ve ıslah programlarının geliştirilmesi ise türün ekonomik değerini daha da yükseltecek potansiyel taşımaktadır.

Türkiye’de kekik (*Origanum* türleri) üzerine yapılan araştırmalar, bu türlerin hem biyolojik çeşitlilikleri hem de ekonomik önemi nedeniyle yoğunlaşmıştır. Bahtıyarcı (2011), sekiz farklı kekik türünü karşılaştırdığı çalışmasında, morfolojik ve kalite parametrelerinde önemli farklılıklar tespit etmiş; özellikle *O. onites*’in yüksek thymol, melez Carva çeşidinin ise yüksek karvakrol oranına sahip olduğunu ve uçucu yağ verimlerinin %1,42 ile %6,08 arasında değiştiğini ortaya koymuştur.

Sancaktaroğlu (2010), İstanbul kekiği (*O. vulgare* subsp. *hirtum*) populasyonları üzerinde gerçekteştirdiği çalışmasında, populasyonlar arasında agronomik ve uçucu yağ bileşimi bakımından önemli varyasyonlar bulunduğunu ve uçucu yağ ana bileşeninin yüksek oranda karvakrol olduğunu bildirmiştir. Çalışma, Bornova ekolojik koşullarında yürütölmüş ve en yüksek uçucu yağ oranları %4,59’a kadar ulaşmıştır.

Diyarbakır yöresine özgü bazı kekik türleri üzerinde çalışan Acun (2022), farklı hasat dönemlerinin uçucu yağ bileşimleri üzerindeki etkilerini incelemiş; türler arasında uçucu yağ oranları ve bileşimlerinde önemli kantitatif farklılıklar olduğunu, bunun ekolojik koşullar ve toplama zamanına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Uysal (2020), Akdeniz bölgesinde doğal yayılış gösteren *Origanum* türlerinde fizyolojik ve fitokimyasal özellikleri incelemiş; türler arasında uçucu yağ bileşimleri bakımından farklılıklar bulunduğunu ve *O. syriacum* var. *bevanii*’nin %63,17 karvakrol

içeriğiyle öne çıktığını, ayrıca türlerde fenolik bileşik içeriklerinin ve biyolojik aktivite potansiyelinin tür bazında değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur.

Şahiner (2024), tarımsal biyoteknoloji açısından kekiğin uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin standartlaştırılması üzerine çalışmış ve LED ışık uygulamalarıyla hem biyokütle hem de uçucu yağ bileşenlerinde stabilite sağlanabileceğini, bunun ilaç sanayi açısından önemli bir bulgu olduğunu göstermiştir.

Pirinçcioğlu (2022), Çanakkale’de farklı kekik türlerinin esansiyel yağlarının antimikrobiyal aktivitelerini karşılaştırmış ve özellikle thymol ve karvakrol oranlarının yüksek olduğu türlerin güçlü antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemiştir. Çalışma, kekiğin gıda dezenfektanı ve koruyucu olarak potansiyelini desteklemektedir.

Diğer yandan, literatürde bazı çalışmalar uçucu yağ oranlarının sabitlenmesi ve çevresel faktörlerin minimize edilmesi üzerinde de durmuş; Şahiner (2024) gibi çalışmalar, kontrollü çevre koşullarında uçucu yağ bileşimlerinin daha stabil olduğunu ve sanayiye uygun standart hammaddeler elde etme açısından önemli olduğunu belirtmiştir (Bicchi vd., 2008).

Tüm bu çalışmalar, İstanbul kekiği başta olmak üzere Türkiye’de yetişen *Origanum* türlerinin ekolojik, genetik ve agronomik faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini, uçucu yağ oranları ve bileşimlerinin çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle karvakrol ve thymol, bu türlerin biyolojik aktiviteleri ve ekonomik değerleri açısından belirleyici bileşenler olarak öne çıkmakta; yapılan araştırmalar türlerin biyolojik etkinlikleri ve uçucu yağ verimlerinin optimizasyonu için yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, literatürdeki bu bulgular İstanbul kekiği ve diğer *Origanum* türlerinin tıbbi, aromatik ve endüstriyel kullanımları açısından önemli bir kaynak olduğunu ve standardizasyon, ıslah ve kontrollü üretim tekniklerinin bu potansiyeli daha da artırabileceğini göstermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı ve Bitkisel Materyal

Bu çalışma, Çanakkale ili Biga ilçesi Caldağ mevkinin farklı yükselti basamaklarından (100–200 m, 200–300 m, 300–400 m ve 400–500 m) Temmuz 2023 döneminde tam çiçeklenme evresindeki İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) örnekleri toplanarak yürütülmüştür. Bitkiler bölgedeki geleneksel hasat yöntemiyle toplandıktan sonra 4 gün süreyle kurutulmuş, ardından harmanlama işlemiyle çiçek ve yaprak ayrılmış ve elde edilen ürün karanlık, kuru ve serin koşullarda muhafaza edilmiştir.

Tablo 1

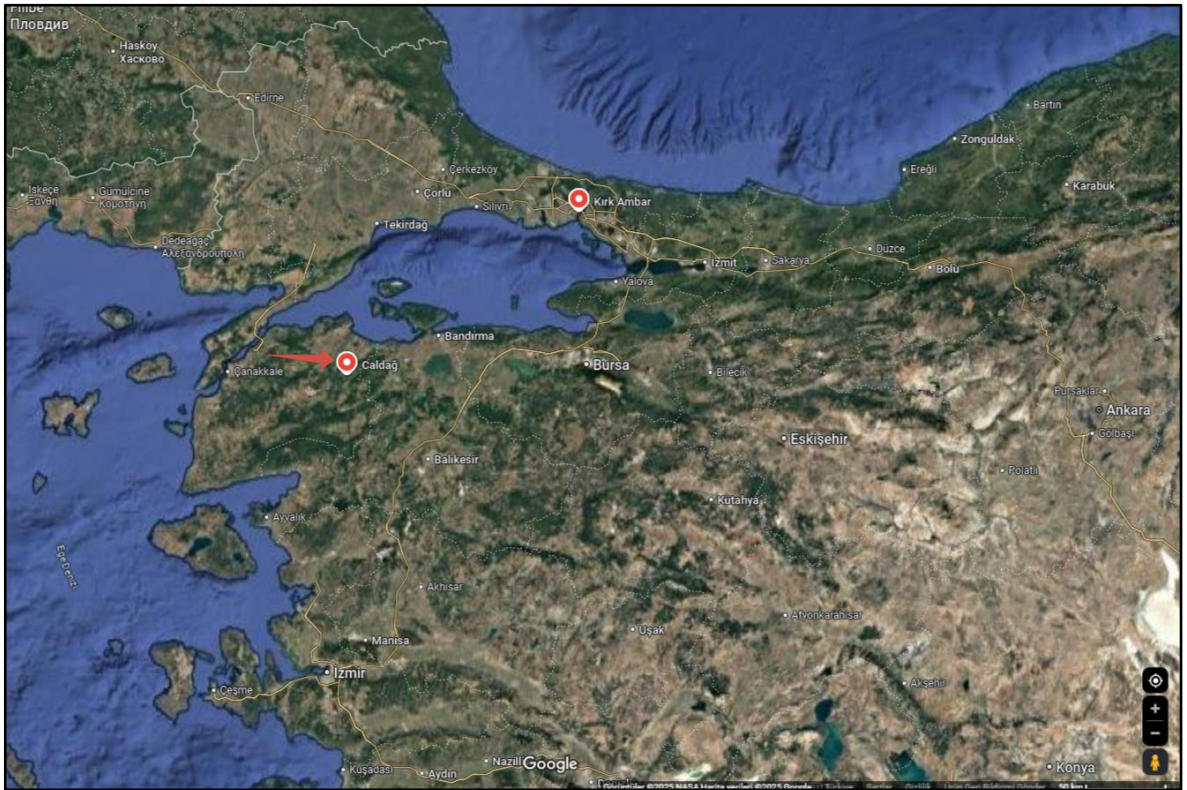
Çalışmada kullanılan kekik (*Origanum vulgare*) bitkisine ait bazı özellikler

Yaygı adı	Bilimsel adı	Bitkiye ait bazı özellikler
Kekik	<i>Origanum vulgare</i>	60-80 cm boylanabilen, %2-4 oranında uçucu yağ içeren, uçucu yağ ana bileşeni karvakrol (%70) olan bir türdür.





Şekil 1. Çalışmada kullanılan *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* türünün fotoğrafları



Şekil 2. Çalışma alanı haritası

3.2. İklim Verileri

Çalışma alanına ait uzun yıllar (1959–2023) ve 2023 yılına ait sıcaklık ve yağış verileri karşılaştırıldığında, yıllık ortalamaların benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Meteorolojik veriler Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nden temin edilmiştir.

3.3. Toprak Analizi Yöntemi

Bitkisel materyalin toplandığı her yükselti basamağından 0–30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri laboratuvara taşınarak analiz edilmiştir. Bursa Nilüfer Belediyesi Tarımsal Analiz Laboratuvarında yapılan analizlerde toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde aşağıdaki standart analiz yöntemleri kullanılmıştır:

3.3.1. Toprak pH ve EC (Elektriksel İletkenlik) Analizi

Toprak pH’ı, topraktaki hidrojen iyonu (H^+) konsantrasyonunu ifade eder ve bitki besin elementlerinin alınabilirliği üzerinde doğrudan etkili bir parametredir. Bu analiz için 1:2.5 oranında toprak:su süspansiyonu hazırlanır. Yaklaşık 10 g hava kurusu toprak 25 mL saf distile su ile karıştırılır, 30 dakika boyunca aralıklı olarak çalkalanır ve çökeltme tamamlandıktan sonra süspansiyonun pH’ı kalibre edilmiş bir pH metre ile ölçülür (Jackson, 1973). Aynı süspansiyon üzerinden EC ölçümü yapılır. EC (elektriksel iletkenlik), topraktaki çözünmüş tuzların miktarını belirler. EC değeri, iletkenlik elektrodu ile mS/cm cinsinden ölçülür.

3.3.2. Organik Madde Tayini (Walkley-Black Yöntemi)

Organik madde tayini için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri Walkley-Black yöntemidir. Hava kurusu ve 2 mm elekten geçirilmiş topraktan 1 g örnek alınarak üzerine 10 mL potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) çözeltisi ve ardından 20 mL sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilir. Karışım 30 dakika bekletildikten sonra üzerine 200 mL saf su, 10 mL fosforik asit ve birkaç damla difenilamin indikatörü ilave edilir. Oluşan ortam, fazla dikromatın geri titrasyonu için 0.5 N demir (II) sülfat çözeltisi ile titre edilir. Organik madde oranı bu reaksiyon sonucu harcanan dikromat miktarına göre hesaplanır (Nelson ve Sommers, 1982).

3.3.3. Toplam Azot Analizi (Kjeldahl Yöntemi)

Toplam azot tayininde Kjeldahl yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle organik azot bileşikleri sülfürik asit ortamında mineralize edilir. Yaklaşık 1 g hava kurusu toprak örneğine 15 mL sülfürik asit ve bir miktar katalizör (bakır sülfat ve potasyum sülfat karışımı) ilave edilerek ısıtılır. Organik maddeler parçalanarak amonyum sülfat oluşur. Daha sonra distilasyon işlemiyle açığa çıkan amonyak borik asit çözeltisi içinde tutulur ve standart HCl çözeltisi ile titre edilerek azot miktarı hesaplanır (Bremner, 1960).

3.3.4. Fosfor (P) Analizi (Olsen Yöntemi)

Kullanılabilir fosfor tayini için, nötr veya alkali topraklarda uygun olan Olsen yöntemi kullanılır. Bu yöntemde 2.5 g toprak örneği, 50 mL 0.5 M NaHCO_3 (pH 8.5) çözeltisi ile 30 dakika çalkalanır. Çözeltiden alınan süpernatant spektrofotometrede, askorbik asit ile mavi renk kompleks oluşturularak 882 nm’de absorbans ölçülür. Fosfor miktarı, standart eğri ile hesaplanır.

3.3.5. Potasyum (K) Analizi

Kullanılabilir potasyum tayini için 1 N amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) çözeltisi kullanılarak ekstraksiyon yapılır. Toprak:çözelti oranı 1:5 olacak şekilde 2.5 g toprak örneği 25 mL ekstraktant ile çalkalanır. Süzülen çözelti alev fotometresi ile analiz edilir. Potasyum miktarı mg/kg cinsinden ifade edilir.

3.3.6. Kireç (CaCO_3) Tayini (Scheibler Yöntemi)

Topraktaki kireç (CaCO_3) oranı, Scheibler Kalsimetresi kullanılarak belirlenir. Bu yöntemde 10 g hava kurusu toprak örneğine 100 mL %10’luk HCl çözeltisi eklenir ve reaksiyon sonucu açığa çıkan CO_2 gazı hacimsel olarak ölçülür. Reaksiyon hacmi, kalsit eşdeğerine çevrilerek % CaCO_3 cinsinden ifade edilir.

3.3.7. Toprak Tekstürü Analizi (Bouyoucos Hidrometre Yöntemi)

Toprakta bulunan kum, silt ve kil fraksiyonlarının oranları Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlenir. 50 g toprak örneği, 100 mL sodyum heksametafosfat (dispersant) çözeltisi ile karıştırılıp 16 saat bekletildikten sonra mekanik çalkalayıcıda çalkalanır. Daha sonra 1 litreye tamamlanarak hidrometre ile 40 saniye ve 2 saat sonunda yapılan iki ayrı ölçüm ile fraksiyonlar hesaplanır. Sonuçlar USDA sınıflandırmasına göre değerlendirilir.

3.4. Uçucu Yağ Ekstraksiyon Yöntemi

Uçucu yağ eldesi, kurutulmuş kekik örneklerinden hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Her rakım grubundan 100 gram kuru bitki materyali Clevenger tipi aygıt kullanılarak 3 saat süreyle distile edilmiştir. Bu amaçla Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde bulunan distilasyon üniteleri (5 adet 2 litre hacimli balon) kullanılmıştır. Her balona 2 litre distile su ve 100 gram kurutulmuş öğütülmüş bitki örneği eklenerek kaynamaya başladıktan sonra 2 saat distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ eldesi her bir örnek için 3 tekrarlamalı yapılmıştır.

Distilasyon süresi boyunca suyun sıcaklığı 100 °C’de sabit tutulmuş ve elde edilen uçucu yağlar, dekantasyon sonrası anhidroz sodyum sülfatla kurutulmuş, ışık geçirmeyen koyu kahverengi cam şişelerde +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların bir kısmı (1 ml) bileşenlerini belirlemek amacıyla GC-MS analizi için, kalan kısmı ise daha sonra yapılacak çalışmalar için ayrılmıştır

Bu yöntem, Avrupa Farmakopesi (Ph. Eur. 9.0) ve Türk Farmakopesi’ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yağ verimi, kuru ağırlığa göre % (v/w) olarak hesaplanmıştır.

3.5. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi (GC-MS Analizi)

Elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri, Gaz Kromatografisi – Kütle Spektrometrisi (GC-MS) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. GC-MS analizleri, AGILENT 5975 C AGILENT 7890A GC cihazı, CPWAX 52 CB (50*0,25 (0,2)) kolonu ile 250°C

dedektör sıcaklığı ve 240°C enjektör sıcaklığı ile gerçekleştirilmiş olup 100 µL numune 1 mL hexanda çözülüp enjekte edilmiştir. Fırın başlangıç sıcaklığı 60°C'dir. 60°C'de 2 dakika bekletildikten sonra dakikada 2°C'lik artışla 220°C'ye çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta 20 dakika beklenmiştir (Baydar vd. 2013). Taşıyıcı gaz olarak Helyum (He) 15 psi basınçta split modda (20:1) kullanılmıştır.



Şekil 3. İstanbul kekiğinin uçucu yağ elde edilmesi düzeneği

Analizler şu koşullar altında yürütülmüştür:

- Cihaz: Agilent 7890A GC sistemi ve 5975C MS dedektörü
- Kolon: HP-5MS kapiler kolon (30 m × 0.25 mm, film kalınlığı 0.25 µm)
- Taşıyıcı gaz: Helyum, 1.0 mL/dk sabit akış
- Enjeksiyon hacmi: 1 µL (%1'lik hekzan çözeltisi)
- Enjeksiyon modu: Splitless
- Fırın sıcaklık programı: 50 °C'de 3 dakika bekleme, ardından 3 °C/dk artışla 250 °C'ye çıkış ve 10 dakika bekleme
- İyon kaynağı sıcaklığı: 230 °C

- Kütle tarama aralığı: 40–550 m/z

Bileşenler, kütle spektrumları NIST (National Institute of Standards and Technology) kütüphanesi ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır. Ayrıca bileşenlerin tespitinde Retention Index (RI) değerleri, literatür verileri ile karşılaştırılmıştır.

3.6. İstatistiksel Analizler

Denemelerden elde edilen verilere JMP 16 istatistik paket programı aracılığıyla varyans analizleri yapılarak ortalamaları karşılaştırmak için Student's t testi uygulanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. İklim Verilerinin Değerlendirilmesi

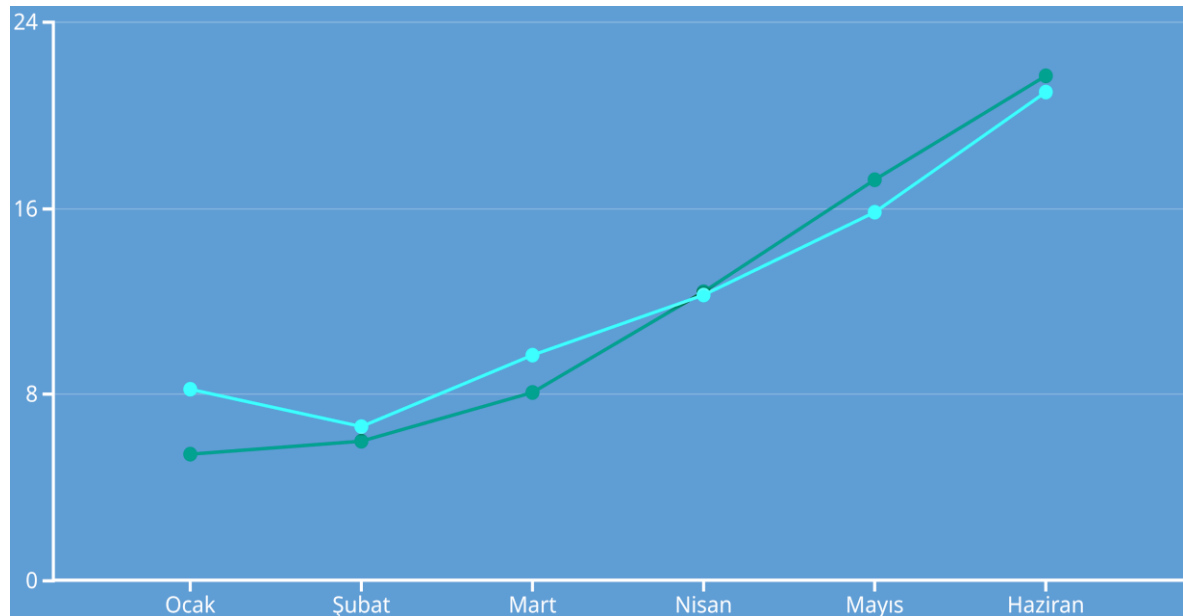
Araştırmanın yürütüldüğü Çanakkale ili Biga ilçesi Caldağ mevkiğine ait 2023 yılı iklim verileri ile 2000 yılından itibaren ait ortalamalar karşılaştırıldığında, 2023 yılında özellikle yaz aylarında sıcaklıkların uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyrettiği görülmektedir (Tablo 2). 2023 yılı iklim verileri incelendiğinde, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında uzun yıllar ortalamasına kıyasla belirgin sıcaklık artışları ve yağış eksiklikleri tespit edilmiştir. Temmuz ayında maksimum sıcaklık 43.6°C'ye kadar çıkarken, aynı dönemde yağışın hiç gerçekleşmemesi dikkat çekicidir. Bu koşullar, bitkinin su stresi altında kaldığını ve özellikle uçucu yağ sentezinin bu stres koşullarından etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. Mart ve Nisan aylarında uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşen yağışlar ise bitkilerin vejetatif gelişimi açısından elverişli bir ortam sağlamıştır. Genel olarak, çalışmanın yürütüldüğü yılın iklimsel verileri, kekik bitkisinin biyokimyasal bileşenleri üzerinde etkili olabilecek çevresel farklılıklar içermektedir.

Özellikle Mart–Haziran ayları arasında sıcaklıklar uzun yıllar ortalamasına yakın seyretmiş olup, vejetatif gelişimi destekleyecek düzeydedir. 2023 yılı yağış dağılımı ise genel olarak dengesiz bir yapı sergilemiş, Mart ayında yüksek yağış (106 mm) görülürken, yaz aylarında (Temmuz–Ağustos) yağış neredeyse hiç olmamıştır. Bu durum, kekik bitkisinin uçucu yağ üretimini etkileyen önemli çevresel faktörlerden biridir. 2023 yılında özellikle yaz aylarında sıcaklıklar uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Temmuz ayında maksimum sıcaklık 43.6°C'ye kadar çıkarken, aynı dönemde yağışın hiç gerçekleşmemesi dikkat çekicidir (Şekil 4).

Tablo 2

Çalışma alanına olan Çanakkale ili Biga ilçesine ait uzun yıllık (1959-2023) ve 2023 yılı iklim verileri

	Ortalama sıcaklık (°C)		Maksimum sıcaklık (°C)		Minimum sıcaklık (°C)		Toplam Yağış Ortalaması (mm)	
	Uzun yıllık	2023	Uzun yıllık	2023	Uzun yıllık	2023	Uzun yıllık	2023
Ocak	5.4	8.2	18.5	20.4	-5.4	-2.3	95	51
Şubat	6.0	6.6	20.3	22.7	-4.7	-4	78	25
Mart	8.1	9.7	23.5	24.6	-2.7	-0.6	70	106
Nisan	12.4	12.3	27.6	24.5	1.0	0.9	57	81
Mayıs	17.2	15.8	31.8	26.6	5.1	4.4	40	58
Haziran	21.7	21	35.5	32.9	10.1	10	33	43
Temmuz	23.8	26	36.1	43.6	13.0	13.7	16	0
Ağustos	23.6	25.8	35.6	38	12.9	14.8	14	0
Eylül	19.8	22.3	33.8	33.3	8.8	11.3	42	32
Ekim	15.3	17.7	29.2	30.6	4.1	8.6	76	11
Kasım	11.0	12.9	24.5	27.6	-0.2	0.7	80	26
Aralık	7.7	10.7	19.8	24.2	-3.1	-0.4	109	100



Şekil 4. Çanakkale 2023 yılına ait sıcaklık verileri (°C) (■ Son 50 yıllık sıcaklık değerleri ortalama sıcaklık değerleri)

4.2. Toprak Analizi Sonuçları

100–200 m rakıma sahip İstanbul kekiği (*Origanum vulgare subsp. hirtum*) toplama alanından alınan toprak örneğinin analiz sonuçlarına göre (Tablo 3); toprak tın bünyeli, hafif alkali (pH 7,16) özellik göstermekte ve tuzsuz (%0,013) sınıfında yer almaktadır. Bu fiziko-kimyasal özellikler, kekik gibi tıbbi-aromatik bitkilerin gelişimi açısından genel anlamda uygun bir ortam sunmaktadır.

Toprakta bulunan kireç oranı %1,613 olup, düşük seviyede seyretmektedir. Organik madde (%1,14) ve toplam azot (%0,057) oranları ise oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum, toprakta mikrobiyal aktivitenin zayıf olduğunu ve doğal besin döngüsünün sınırlı olduğunu göstermektedir.

Makro besin elementlerinden fosfor (0,12 kg/da) ve potasyum (19,88 kg/da) miktarları da düşük düzeydedir. Bu durum, özellikle bitki gelişimi ve uçucu yağ sentezi açısından besin kısıtı yaratabilecek önemli bir faktördür.

Mikro besin elementlerine bakıldığında; demir (27,25 ppm), bakır (0,47 ppm), mangan (12,33 ppm) ve kalsiyum (3460 ppm) yeterli düzeyde tespit edilmiştir. Ancak çinko (0,28 ppm) ve magnezyum (123,4 ppm) düzeyleri yetersiz sınıfa girmektedir.

Kasyon dengesi açısından değerlendirildiğinde, Mg/K oranı 1,9, Ca/Mg oranı 28 ve Ca/K oranı 52,4 olarak belirlenmiştir. Bu oranlar, özellikle kalsiyumun topraktaki baskınlığını ve bazı besin elementlerinin alımında antagonistik etkiler oluşturabileceğini göstermektedir.

Genel olarak, bu rakım bandındaki toprakların yapısal olarak kekik yetiştiriciliğine elverişli, ancak besin elementleri bakımından eksik olduğu ve bu durumun uçucu yağ verimi ve bileşimi üzerinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Tablo 3

100-200 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları

	Birim	Analiz	Değerlendirme	Metod	Referans
		Sonucu			
Bünye		42,9	Tın		
pH		7,16	Hafif Alkali	Potansiyometrik	Richards 1954
Tuz		0,013	Tuzsuz	Flamefotometrik	Richards 1954
Kireç	%	1,613	Az		Richards 1954
Organik Madde	%	1,14	Az		Richards 1954
Azot	%	0,057	Çok Fakir	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Fosfor(P ₂ O ₅)	Kg/da	0,12	Çok Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Potasyum(K ₂ O)	Kg/da	19,88	Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Demir(Fe)	ppm	27,25	İyi	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Çinko(Zn)	ppm	0,28	Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Bakır(Cu)	ppm	0,47	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Mangan(Mn)	ppm	12,33	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Kalsiyum(Ca)	ppm	3460	Yeterli	Yaş Yakma	Hanlon 1998 (AAS) Kacar ve İnal 2008 (AAS,ICP-OES) Isaac ve Johnson 1998 (ICP-OES) Hanlon 1998 (AAS) Kacar ve İnal 2008 (AAS,ICP-OES) Isaac ve Johnson
Magnezyum(Mg)	ppm	123,4	Az	Yaş Yakma	
Sodyum(Na)	ppm	5,8		Spektrofotometrik	Richards 1954
Mg/K		1,9			
Ca/Mg		28			
Ca/K		52,4			

Farklı rakımlardan alınan toprak örneklerinin pH değerleri genellikle hafif alkali veya hafif asidik sınıfında olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Organik madde miktarları düşük seviyelerde tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Çanakale Biga Çaldağ Mevkii toprak örnekleri

200–300 m rakım aralığında toplanan İstanbul kekiği örneklerinin yetiştiği alandan alınan toprak örneği, killi tın bünyeye sahip olup hafif alkali (pH 7,05) özellik göstermektedir. Tuz içeriği %0,024 olup, toprak tuzsuz sınıfındadır. Bu durum, bitki kök gelişimi ve besin elementi alımı açısından olumlu bir çevresel ortam sunduğunu göstermektedir. Sonuçlar tablo 4. de sunulmuştur.

Kireç oranı %1,613 ile düşük düzeyde bulunmuştur. Organik madde %1,819 olup önceki rakım grubuna göre artış göstermesine rağmen hâlen "az" sınıfındadır. Toplam azot oranı %0,091 ile "orta" düzeyde değerlendirilmiştir; bu durum toprağın azot beslenmesi açısından bir miktar daha verimli olduğunu göstermektedir.

Fosfor (5,84 kg/da) düzeyi "az", **potasyum (39,74 kg/da)** düzeyi ise "yeterli" olarak belirlenmiştir. Fosfor eksikliği kekik gibi uçucu yağ yönünden değerli bitkilerde çiçek oluşumu ve metabolit sentezi açısından sınırlandırıcı olabilirken, yeterli potasyum düzeyi olumlu bir etki sağlamaktadır.

Mikro besin elementlerinden; **demir (22,2 ppm)**, **bakır (0,67 ppm)**, **mangan (17,54 ppm)** yeterli düzeyde bulunmuştur. Ancak **çinko (0,41 ppm)** düzeyi hâlâ düşük seviyede seyretmektedir. **Kalsiyum (4569 ppm)** seviyesi oldukça yüksek olup, bu durum bazı mikro elementlerin (örneğin çinko ve fosfor) alımını baskılayabilir. **Magnezyum (301,9 ppm)** ise yeterli düzeyde tespit edilmiştir.

Kasyon dengesine bakıldığında, **Mg/K** oranı 2,3, Ca/Mg oranı 15,1 ve Ca/K oranı **34,6** olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar, kalsiyumun baskınlığına rağmen, magnezyum ve potasyumun daha dengeli bir oranda bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu rakım bandındaki toprak, besin elementi yönünden önceki gruba göre daha dengeli bir yapıya sahiptir.

Bu özellikler, İstanbul kekiğinin bu rakım bandında hem biyokütle üretimi hem de uçucu yağ içeriği açısından daha verimli yetiştirme potansiyeline sahip olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4

200-300 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları

	Birim	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Metod	Referans
Bünye		52,8	Killi Tın		
pH		7,05	Hafif Alkali	Potansiyometrik	Richards 1954
Tuz	%	0,024	Tuzsuz	Flamefotometrik	Richards 1954
Kireç	%	1,613	Az		Richards 1954
Organik Madde	%	1,819	Az		Richards 1954
Azot	%	0,091	Orta	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Fosfor(P ₂ O ₅)	Kg/da	5,84	Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Potasyum(K ₂ O)	Kg/da	39,74	Yeter	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Demir(Fe)	ppm	22,2	İyi	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Çinko(Zn)	ppm	0,41	Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Bakır(Cu)	ppm	0,67	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Mangan(Mn)	ppm	17,54	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Kalsiyum(Ca)	ppm	4569	Fazla	Yaş Yakma	Hanlon 1998 (AAS)
Magnezyum(M)	ppm	301,9	Yeterli	Yaş Yakma	Hanlon 1998 (AAS)
Sodyum(Na)	ppm	10,8		Spektrofotometrik	Richards 1954
Mg/K		2,3			
Ca/Mg		15,1			
Ca/K		34,6			

300–400 metre rakıma sahip kekik toplama alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler (Tablo 5’de), toprağın genel olarak tarımsal üretim için uygun özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bazı besin elementlerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH): pH değeri 6.07 olarak ölçülmüş olup bu değer toprağın hafif asit karakterli olduğunu göstermektedir. Bu durum, kekik gibi pH toleransı geniş olan bitkiler için elverişli kabul edilirken, bazı mikrobelerin alınımını da artırabilir.

Tuzluluk: %0.012 değerindeki tuz oranı, toprağın tuzsuz sınıfında olduğunu göstermektedir. Bu da bitki gelişimi açısından olumsuz bir stres faktörünün bulunmadığını gösterir.

Kireç: %1.21 oranındaki kireç düzeyi, az kireçli sınıfına girmekte olup, pH seviyesinin asidik bölgede kalmasına neden olabilir. Bu durum bazı elementlerin (örneğin Fe ve Zn) daha kolay alınmasını sağlayabilir.

Organik Madde ve Azot: Toprakta %1.412 organik madde ve %0.071 toplam azot bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla az ve fakir sınıflarında yer almakta olup, toprak verimliliği için organik gübrelemeye ihtiyaç duyulabileceğini göstermektedir.

Fosfor (P_2O_5): 40.22 kg/da gibi oldukça yüksek bir değerde tespit edilen fosfor seviyesi, çok yüksek sınıftadır. Bu, bitkilerin kök gelişimi ve çiçeklenme dönemindeki metabolik aktiviteleri açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Potasyum (K_2O): 118.37 kg/da ile fazla seviyede belirlenen potasyum miktarı, kekik gibi uçucu yağ sentezi yüksek bitkilerde sekonder metabolit üretimi açısından olumlu etki gösterebilir.

Toprakta bulunan mikro besin elementlerinden demir (Fe), 17.52 ppm düzeyiyle iyi seviyededir ve bitki metabolizması açısından yeterli bir ortam sunmaktadır. Çinko (Zn) düzeyi 0.44 ppm olup, düşük sınıfta değerlendirilmekte ve potansiyel çinko eksikliği riski taşımaktadır. Bakır (Cu) 1.56 ppm ile yeterli düzeyde bulunurken, mangan (Mn) ise 40.76 ppm olup yine yeterli seviyede değerlendirilmiştir. Sodyum (Na) miktarı 7.4 ppm olup düşük seviyede seyretmekte, bu da bitki gelişimini olumsuz etkileyebilecek tuzluluk probleminin olmadığını göstermektedir. Kalsiyum (Ca) içeriği 3184 ppm ile yeterli sınıfta yer almakta, magnezyum (Mg) ise 311.4 ppm ile yine yeterli seviyededir. Bu durum, kekik bitkisinde hücre zar stabilitesi, enzimatik reaksiyonlar ve fizyolojik işlevlerin sağlıklı bir şekilde

sürdürülebileceğine işaret etmektedir. Katyon dengesine bakıldığında, Mg/K oranı 0.8 ile optimum seviyeye yakın ancak biraz düşük olup, magnezyum dengesinin izlenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Ca/Mg oranı 10.2 ve Ca/K oranı 8.1 ise toprakta kalsiyumun baskın olduğu fakat genel katyon dengesinin korunduğu bir yapıyı ortaya koymaktadır.

Tablo 5

300 – 400 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları

	Birim	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Metod	Referans
Bünye		49.5	Tın		
PH		6.07	Hafif Asit	Potansiyometrik	Richards 1954
Tuz	%	0.012	Tuzsuz	Flamefotometrik	Richards 1954
Kireç	%	1.21	Az		Richards 1954
Organik Madde	%	1.412	Az		Richards 1954
Azot	%	0.071	Fakir	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Fosfor(P ₂ O ₅)	Kg/da	40.22	Çok Yüksek	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Potasyum(K ₂ O)	Kg/da	118.37	Fazla	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Demir(Fe)	ppm	17.52	İyi	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Çinko(Zn)	ppm	0.44	Az	Spektrofotometrik	Bremner 1965
Bakır(Cu)	ppm	1.56	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Mangan(Mn)	ppm	40.76	Yeterli	Spektrofotometrik	Richards 1954
Kalsiyum(Ca)	ppm	3184	Yeterli	Yaş Yakma	Hanlon 1998 (AAS) Kacar ve İnal 2008 (AAS,ICP-OES) Isaac ve Johnson 1998 (ICP-OES)
Magnezyum(Mg)	ppm	311.4	Yeterli	Yaş Yakma	Hanlon 1998 (AAS) Kacar ve İnal 2008 (AAS,ICP-OES) Isaac ve Johnson 1998 (ICP-OES)
Sodyum(Na)	ppm	7.4			Richards 1954
				Spektrofotometrik	
Mg/K		0.8			
Ca/Mg		10.2			
Ca/K		8.1			

400–500 m rakımdan alınan toprak örneği, kekik bitkisi yetiştiriciliği için genel anlamda uygun olmakla birlikte bazı sınırlayıcı özellikler de taşımaktadır. Tablo 6’da sonuçlar gösterilmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH): 6.52 olarak belirlenen pH değeri, toprağın hafif asit özellikte olduğunu göstermektedir. Bu pH aralığı *Origanum* türleri açısından uygun kabul edilmekte olup, bazı mikrobelerin elementlerinin alınmasını kolaylaştırır.

Tuzluluk: %0.02 seviyesindeki tuz oranı, toprağın tuzsuz sınıfta olduğunu ortaya koymakta; bu durum bitki gelişimi açısından olumsuz bir stres faktörünün bulunmadığını göstermektedir.

Kireç ve Organik Madde: %1.21 oranında az kireç içeren toprak, %1.602 oranında az düzeyde organik maddeye sahiptir. Bu da humus içeriğinin düşük olduğunu ve toprak yapısının organik gübreleme ile iyileştirilebileceğini göstermektedir.

Azot: %0.08 oranında toplam azot içeriği fakir düzeydedir. Kekik gibi sekonder metabolit sentezi yüksek bitkilerde, azot eksikliği uçucu yağ kalitesini etkileyebilir. Bu nedenle dengeli azot desteği gerekebilir.

Fosfor (P_2O_5) miktarı 2.23 kg/da olup çok az düzeydedir. Bu, çiçeklenme ve kök gelişimini sınırlandırabilir.

Potasyum (K_2O) düzeyi 39.73 kg/da ile yeterli seviyededir ve bu durum uçucu yağ sentezi açısından avantajlıdır.

Toprakta bulunan mikro besin elementlerinden demir (Fe) 10.84 ppm düzeyiyle iyi seviyededir ve bitki gelişimi için yeterlidir. Çinko (Zn) 0.31 ppm ile az seviyede bulunmakta olup, çinko eksikliği durumunda bitki metabolizmasında bozulmalar yaşanabileceği ve bu durumun verim ile kalite üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği değerlendirilmektedir. Bakır (Cu) 0.89 ppm ile yeterli düzeyde, mangan (Mn) ise 43.91 ppm olup yeterli seviyede bulunmaktadır. Sodyum (Na) 10.3 ppm düzeyinde olup, bu miktar tuzluluk oluşturacak seviyede değildir. Kalsiyum (Ca) içeriği 4534 ppm ile yüksek düzeyde bulunmakta ve bu

durum toprağın yapısını iyileştirici bir etki yaratmaktadır. Magnezyum (Mg) düzeyi ise 228.6 ppm ile yeterli seviyededir ve özellikle fotosentez sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Katyon dengesine bakıldığında, Mg/K oranı 1.7 ile dengeli bir yapıya sahip olup, Ca/Mg oranı 19.8 ve Ca/K oranı 34.4 değerleri normal sınırlar içerisinde kalmaktadır. Bu veriler, topraktaki katyon dengesinin makro besin maddelerinin alımını engelleyecek bir düzeyde bozulmadığını göstermektedir.

Tablo 6

400 – 500 m rakıma sahip İstanbul kekiği toplama alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları

	Birim	Analiz	Değerlendirme	Metod	Referans
		Sonucu			
Bünye		52.8	Killi Tın		
PH		6.52	Hafif Asit	Potansiyometrik	Richards 1954
Tuz	%	0.02	Tuzsuz	Flamefotometrik	Richards 1954
Kireç	%	1.21	Az		Richards 1954
Organik Madde	%	1.602	Az		Richards 1954
Azot	%	0.08	Fakir	Spektrofotometri	Bremner 1965
Fosfor(P ₂ O ₅)	Kg/da	2.23	Çok Az	Spektrofotometri	Bremner 1965
Potasyum(K ₂ O)	Kg/da	39.73	Yeter	Spektrofotometri	Bremner 1965
Demir(Fe)	ppm	10.84	İyi	Spektrofotometri	Bremner 1965
Çinko(Zn)	ppm	0.31	Az	Spektrofotometri	Bremner 1965
Bakır(Cu)	ppm	0.89	Yeterli	Spektrofotometri	Richards 1954
Mangan(Mn)	ppm	43.91	Yeterli	Spektrofotometri	Richards 1954
Kalsiyum(Ca)	ppm	4534	Fazla	Yaş Yakma	Hanlon 1998
Magnezyum(Mg)	ppm	228.6	Yeterli	Yaş Yakma	Hanlon 1998
Sodyum(Na)	ppm	10.3		Spektrofotometrik	Richards 1954
Mg/K		1.7			
Ca/Mg		19.8			

4.3. Uçucu Yağ Bileşenleri Analiz Sonuçları

Origanum vulgare subsp. *hirtum* (İstanbul kekiği) bitkilerine ait uçucu yağ verim ortalamaları ve bu veriler üzerinde yapılan Student's t testi sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır. Rakım artışına paralel olarak İstanbul kekiği uçucu yağ verimi azalmış olup istatistiki açıdan önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur (Tablo 7).

Ortalamalar yanlarında farklı harfler (a, b, c, d) taşıdıkları için istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde birbirlerinden anlamlı şekilde farklıdır. Bu, her rakım grubunun uçucu yağ veriminin diğerlerinden istatistiksel olarak ayrıldığını göstermektedir.

En yüksek uçucu yağ verimi 100–200 m rakım grubunda elde edilmiştir (4.38%). Bu grup, “a” harfini taşıdığı için istatistiksel olarak diğer tüm gruplardan farklı ve anlamlı şekilde daha yüksek verime sahiptir. Verim, rakım arttıkça kademeli olarak azalmaktadır. 200–300 m rakımda verim 4.06% olup 100–200 m grubuna göre düşmüş, istatistiksel olarak da farklılaşmıştır (“b” harfi ile gösterilmiştir). 300–400 m grubunda verim 3.66%, 400–500 m grubunda ise 3.46% olarak belirlenmiş ve her ikisi de sırasıyla “c” ve “d” harfleri ile gösterilmiştir. Bu da bu iki grup arasında da istatistiksel fark olduğunu ortaya koymaktadır.

AÖF değeri olan 0.1095, gruplar arası farkın anlamlı olabilmesi için ortalama farklarının en az bu kadar olması gerektiğini ifade edilmektedir.

Rakım arttıkça İstanbul kekiği bitkisinin uçucu yağ verimi anlamlı bir şekilde azalmaktadır. Bu durum, iklim, toprak ve morfolojik faktörlerin yükseltiye bağlı değişmesiyle açıklanabilir. Özellikle 100–200 m rakım, uçucu yağ verimi açısından en uygun yükseklik aralığı olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 7

Farklı rakımlardan hasat edilen İstanbul kekiği uçucu yağ verim ortalamaları ve Student’s t çoklu karşılaştırma sonuçları

Rakım (m)	Uçucu yağ verimi (%)
100-200	4.38±0.0348 a
200-300	4.06±0.0348 b
300-400	3.66±0.0318 c
400-500	3.46±0.0328 d*
AÖF	0.1095

GC-MS analiz sonuçlarına göre, 100–200 m rakımdan toplanan İstanbul kekiği uçucu yağında toplam 19 bileşen tanımlanmıştır Tablo 8’de yer almaktadır. Bu bileşenler arasında gamma-terpinen (%24.026), thymol (%23.456) ve p-cymene (%16.568) en baskın olanlardır.

Bu üçlü, tipik olarak *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* için karakteristik olan fenolik monoterpen yapısının temelini oluşturmaktadır. Özellikle thymol, yüksek biyolojik aktiviteye sahip fenolik bir bileşik olup, antimikrobiyal, antioksidan ve antifungal özellikleriyle literatürde geniş yer bulmaktadır. Gamma-terpinen, thymolün biyosentetik öncülü olup uçucu yağ kompozisyonunun olgunlaşmasında önemli bir ara bileşendir.

Dördüncü en yüksek orana sahip bileşik olan karvakrol (%12.401) de fenolik bir monoterpen olarak dikkat çekmektedir ve thymol ile benzer farmakolojik özelliklere sahiptir. Bu dört bileşiğin toplamı (%76,451), uçucu yağın biyolojik aktivite potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, beta-myrcene (%5.028) ve alpha-thujene (%5.068) gibi hidrokarbon yapıları monoterpenler de dikkate değer oranlarda bulunmuştur. Bunlar genellikle anti-inflamatuvar ve hafif antimikrobiyal özellikler taşır. Alpha-terpinene (%3.956), terpinen-4-ol (%1.625) ve dl-limonene (%0.884) gibi terpen türevlerinin varlığı, uçucu yağın kompleks ve dengeli bir profile sahip olduğunu göstermektedir.

Daha düşük oranlarda bulunan ancak aromatik özelliklere katkı sağlayan 1-octen-3-ol (%0.882), sabinene (%0.643), camphene (%0.422) gibi bileşikler, uçucu yağın duyu kalitesi açısından önem taşımaktadır. Ocimene, phellandrene ve terpinolene gibi iz miktardaki bileşenler ise sinerjik etkilere katkı sağlayarak uçucu yağın terapötik ve aromatik niteliklerini çeşitlendirmektedir.

Sonuç olarak, 100–200 m rakımdan elde edilen İstanbul kekiği uçucu yağı, yüksek thymol ve gamma-terpinen içeriği ile “thymol chemotype” karakteri göstermekte ve farmasötik, gıda ve kozmetik sanayisinde kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, uçucu yağ veriminin bu rakımda en yüksek olduğu dikkate alındığında, hem kalite hem de miktar açısından optimum irtifa aralığı olduğu söylenebilir.

Tablo 8

100-200 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri

RT	UÇUCU BİLEŞEN	Oran (%)
5.015	Alpha-thujene	5.068
5.694	Camphene	0.422
6.523	laevo- β -Pinene	0.437
7.531	Ocimene	0.228
7.863	beta-Myrcene	5.028
7.969	l-Phellandrene	0.623
8.418	alpha-Terpinene	3.956
8.996	dl-Limonene	0.884
9.291	Sabinene	0.643
10.818	gamma-Terpinene	24.026
10.886	beta-trans-Ocimene	0.273
11.615	Cymene	16.568
12.059	Alpha Terpinolene	0.293
19.699	1-octen-3-ol	0.882
20.455	cis-sabinene hydrate	0.577
27.784	Terpinen-4-ol	1.625
32.886	1,4-Pentadiene, 2,3,3-trimethyl-	0.730
57.033	Thymol	23.456
58.128	Carvacrol	12.401

GC-MS analizi sonucunda, 200–300 m rakımda toplanan İstanbul kekiği örneklerinde uçucu yağın ana bileşenlerinin thymol (%24.700), gamma-terpinen (%22.207), carvacrol (%13.439) ve p-cymene (%14.752) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9). Bu dört bileşiğin toplamı %75'in üzerindedir ve yağın kimyasal kompozisyonunun fenolik monotерpenler açısından zengin bir yapı sergilediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Thymol, çalışmada en baskın bileşen olarak ön plana çıkmakta ve antimikrobiyal, antioksidan ve antifungal özellikleriyle tıbbi ve aromatik bitkilerde en çok aranan bileşenlerden biridir. Thymol biyosentetik olarak önceleyen gamma-terpinen, yüksek

oranıyla bitkinin biyolojik aktivite potansiyelinin yüksek olduğunu ve thymol sentezinin aktif şekilde gerçekleştiğini göstermektedir.

Aynı şekilde, carvacrol (%13.439) da thymol ile birlikte yüksek biyolojik etki gösteren bir fenolik bileşen olup, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal etkileri literatürde yaygın olarak vurgulanmaktadır. p-Cymene (%14.752) ise genellikle thymol ve carvacrol ile sinerjistik etki gösteren bir aromatik hidrokarbondur ve bu sinerji uçucu yağın terapötik etkisini artırmaktadır.

Uçucu yağda orta düzeyde bulunan beta-myrcene (%4.733) ve alpha-thujene (%4.943) gibi monoterpen hidrokarbonlar, antioksidan ve analjezik özellikleriyle bitkinin farmakolojik profilini zenginleştirmektedir. Ayrıca alpha-terpinene (%3.853), 1,4-pentadiene, 2,3,3-trimethyl (%0.603) ve 4-terpineol (%1.387) gibi bileşenler de antioksidan ve antimikrobiyal etkilere katkı sunmaktadır.

Daha düşük oranlarda bulunan camphene, β -pinene, limonene, linalool, 1-octen-3-ol ve carvacrol methyl ether, uçucu yağın aromatik profilini ve fizikokimyasal dengesini destekleyen yardımcı bileşenler olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, 200–300 m rakım aralığından toplanan İstanbul kekiği örnekleri, thymol-chemotype karakterine uygun şekilde yüksek thymol ve carvacrol içeriği sergilemiş ve fenolik bileşiklerce zengin bir uçucu yağ profili ortaya koymuştur. Bu durum, İstanbul kekiğinin tıbbi ve endüstriyel kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu, ayrıca bu rakım aralığının yüksek biyolojik aktiviteye sahip bileşenlerin sentezi açısından uygun ekolojik koşullar sunduğunu göstermektedir. Uçucu yağ bileşenleri ile verim arasındaki bu denge, hem kalite hem de miktar açısından değerlendirme yapılmasında önem arz etmektedir.

Tablo 9

200-300 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri

RT	UÇUCU BİLEŞEN	Oran (%)
5.008	alpha-Thujene	4.943
5.688	Camphene	0.375
6.523	laevo- β -Pinene	0.382
7.525	Delta 3-Carene	0.191
7.847	beta-Myrcene	4.733
7.965	l-Phellandrene	0.988
8.400	alpha-Terpinene	3.853
8.981	dl-Limonene	0.779
10.771	gamma-Terpinene	22.207
11.564	Cymene	14.752
12.045	Alpha Terpinene	0.248
19.687	1-Octen-3-ol	0.671
20.455	cis-sabinene hydrate	0.491
24.991	Linalool	0.147
27.771	4-Terpineol	1.387
27.969	Carvacrol Methyl Ether	1.489
32.885	1,4-Pentadiene, 2,3,3-trimethyl-	0.603
57.000	Thymol	24.700
58.101	Carvacrol	13.439

GC-MS analizi sonucunda 300–400 m rakımdan elde edilen İstanbul kekiği uçucu yağında thymol (%25.377) ve carvacrol (%20.428) en baskın iki fenolik bileşik olarak öne çıkmıştır (Tablo 10). Bu iki bileşik toplamda yaklaşık %46 oranla yağın temel karakterini belirlemekte ve yüksek biyolojik aktivite potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. Her iki bileşik de güçlü antimikrobiyal, antifungal, antioksidan ve antienflamatuvar etkileri ile tanınmakta olup, özellikle farmasötik, gıda koruyuculuğu ve doğal koruyucu madde alanlarında geniş uygulama potansiyeline sahiptir.

Fenolik bileşiklerin öncülü olan gamma-terpinen (%20.745) ile p-cymene (%12.109) oranlarının da yüksek olması, biyosentetik yolun aktif şekilde çalıştığını ve bitkide metabolik olarak thymol ve carvacrol üretiminin yoğun olduğunu göstermektedir. Bu yapısal ilişki, kimyasal tipin (chemotype) thymol-carvacrol ağırlıklı olduğunu ve bu ekotipin değerli olduğunu işaret eder.

Beta-myrcene (%4.717) ve alpha-thujene (%4.813) oranları da kayda değer düzeydedir. Bu monoterpen hidrokarbonlar, kekiğin hoş aromasını belirleyen ve ayrıca antioksidan potansiyeli destekleyen bileşenlerdir. alpha-terpinene (%3.526) ise hem aroma hem de sinerjistik biyolojik etki açısından önemlidir.

Daha düşük oranlarda bulunan camphene, β -pinene, delta-3-carene, ocimene, β -terpinene, l-limonene ve trans-caryophyllene, uçucu yağın kimyasal çeşitliliğini artıran yardımcı bileşenler olup, terapötik sinerji açısından önemlidir. Özellikle trans-caryophyllene (%1.725), antienflamatuvar etkisi ile dikkat çeken bir seskiterpendir.

L-4-terpineol (%1.292) ve 1-octen-3-ol (%0.756) gibi alkol türevleri de uçucu yağın mikrobiyal etki spektrumunu genişletmekte ve aromatik profili dengelemektedir.

Bu analiz, 300–400 m rakımdan toplanan İstanbul kekiği örneğinin thymol-carvacrol tipinde, yani yüksek biyolojik aktiviteye sahip chemotype olarak tanımlanabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle bu iki bileşiğin yüksekliği, antimikrobiyal potansiyeli yüksek bir bitkisel materyal üretildiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra öncül terpenlerin güçlü varlığı, biyosentez yolunun etkinliğini ve çevresel koşulların uçucu yağ kalitesine olumlu etkisini yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, bu rakım aralığının İstanbul kekiği için uçucu yağ kalitesi açısından oldukça uygun olduğunu göstermekte ve hem geleneksel kullanımlar hem de endüstriyel uygulamalar için önemli potansiyel taşımaktadır.

Tablo 10

300-400 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri

RT	UÇUCU BİLEŞEN	Oran (%)
5.016	alpha-Thujene	4.813
5.694	Camphene	0.470
6.529	laevo- β -Pinene	0.377
7.522	Delta 3-Carene	0.205
7.864	beta-Myrcene	4.717
7.971	l-Phellandrene	0.568
8.419	alpha-Terpinene	3.526
8.992	l-Limonene	0.753
9.301	beta-Terpinene	0.558
10.822	gamma-Terpinene	20.745
10.886	Ocimene	0.248
11.600	Cymene	12.109
12.065	alpha-Terpinene	0.211
19.699	1-Octen-3-ol	0.756
20.464	trans-Sabinene hydrate	0.663
24.993	cis-Ocimene	0.174
27.779	L-4-terpineol	1.292
27.990	trans-Caryophyllene	1.725
32.890	Cyclopentene, 1,2,3-trimethyl-	0.786
57.048	Thymol	25.377
58.191	Carvacrol	20.428

400–500 m rakımdan hasat edilen İstanbul kekiği örneği, thymol (%27.184) ve carvacrol (%27.572) bileşenlerinin oldukça yüksek olduğu bir uçucu yağ profili sergilemektedir (Tablo 11). Bu iki ana fenolik bileşik, toplam uçucu yağın yaklaşık %55'ini oluşturmakta ve bitkinin güçlü antimikrobiyal, antioksidan ve farmakolojik özellikler taşıdığını açıkça göstermektedir. Bu oran, daha düşük rakımlara kıyasla thymol-carvacrol bileşiklerinin zirvede olduğu bir kimyasal kompozisyon ortaya koymaktadır.

Gamma-terpinen (%12.514) ve p-cymene (%9.914), thymol ve carvacrol'un biyosentezinde ara bileşik olarak rol oynayan başlıca monoterpen hidrokarbonlardır. Bu öncül bileşiklerin yüksekliği, biosentetik yolun oldukça aktif olduğunu ve çevresel koşulların bu sentezi desteklediğini göstermektedir. Ayrıca bu bileşikler, sinerjistik etki göstererek uçucu yağın geniş spektrumlu antimikrobiyal etkisine katkıda bulunur.

Kompozisyon içinde dikkat çeken diğer bileşenler arasında alpha-thujene (%4.345), beta-myrcene (%4.198) ve alpha-terpinene (%2.892) gibi aromatik ve biyolojik etkili monoterpenler yer almaktadır. Bu bileşikler, uçucu yağın hem koku profilini hem de terapötik etkilerini zenginleştirir.

Bu örnekte 1,4-pentadiene, 2,3,3-trimethyl- (%3.127) gibi bazı bileşenlerin diğer rakımlardaki örneklerden daha yüksek oranda bulunması, rakıma bağlı sekonder metabolit üretiminde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde alpha-terpinolene (%2.372) ve 4-terpineol (%2.176) gibi oksijenli monoterpen alkollerin yüksekliği, uçucu yağın mikrobiyal ve antiinflamatuvar özelliklerinin desteklendiğini işaret eder.

Daha düşük oranda bulunan bileşenler (örneğin, santolina triene, cyclofenchene, longipinene epoxide) yağın kimyasal çeşitliliğine katkı sağlar ve kompleks biyolojik aktiviteleri destekler.

400–500 m rakımdan toplanan İstanbul kekiği örneği, yüksek thymol ve carvacrol oranları ile en zengin fenolik bileşik profiline sahip gruba temsil etmektedir. Bu kompozisyon, hem geleneksel kullanımlarda (örneğin antiseptik, antifungal) hem de modern farmasötik uygulamalarda (örneğin doğal koruyucu, antioksidan formülasyonlar) büyük potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ayrıca, bu rakımdaki ekolojik koşulların uçucu yağ sentezinde fenolik bileşenleri baskın hale getirdiği, dolayısıyla biyolojik etkinliği yüksek bir kekiğin üretilbildiği anlaşılmaktadır. Bu da, rakıma bağlı chemotype farklılaşmasının açık bir göstergesidir ve tarımsal planlama açısından önemli bir veri olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 11

400-500 m rakıma sahip alandan İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşenleri

RT	UÇUCU BİLEŞEN	Oran (%)
5.006	alpha-Thujene	4.345
5.691	Santolina triene	0.974
7.525	Cyclofenchene	0.172
7.841	beta-Myrcene	4.198
7.961	l-Phellandrene	0.481
8.392	alpha-Terpinene	2.892
8.979	l-Limonene	0.707
9.275	beta-Phellandrene	0.500
10.156	beta-Ocimene	0.187
10.706	gamma-Terpinene	12.514
10.827	cis-Ocimene	0.207
11.528	Cymene	9.914
12.037	Delta 3-Carene	0.347
19.683	1-Octen-3-ol	0.501
20.448	Cis Sabinene hydrate	0.401
25.022	Alpha Terpinolene	2.372
27.778	4-Terpinenol	2.176
27.948	trans-Caryophyllene	0.969
32.921	1,4-Pentadiene, 2,3,3-trimethyl-	3.127
35.096	Longipinene epoxide	1.639
56.990	Thymol	27.184
58.173	Carvacrol	27.572

İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağının bileşenlerine GC-MS ile analiz edildiğinde, yüksek fenolik bileşik oranına sahip olduğunu, özellikle thymol ve carvacrol'ün baskın olduğunu göstermektedir. Bu durum, hem biyolojik aktivite yönünden üstün kaliteyi hem de türün ilaç, gıda ve kozmetik sanayilerinde potansiyel kullanımını desteklemektedir. Ayrıca, elüsyon süreleri arasındaki ayırışma ve pik

yoğunlukları, hem kimyasal çeşitliliği hem de analizin başarısını ortaya koymaktadır (Şekil 6).

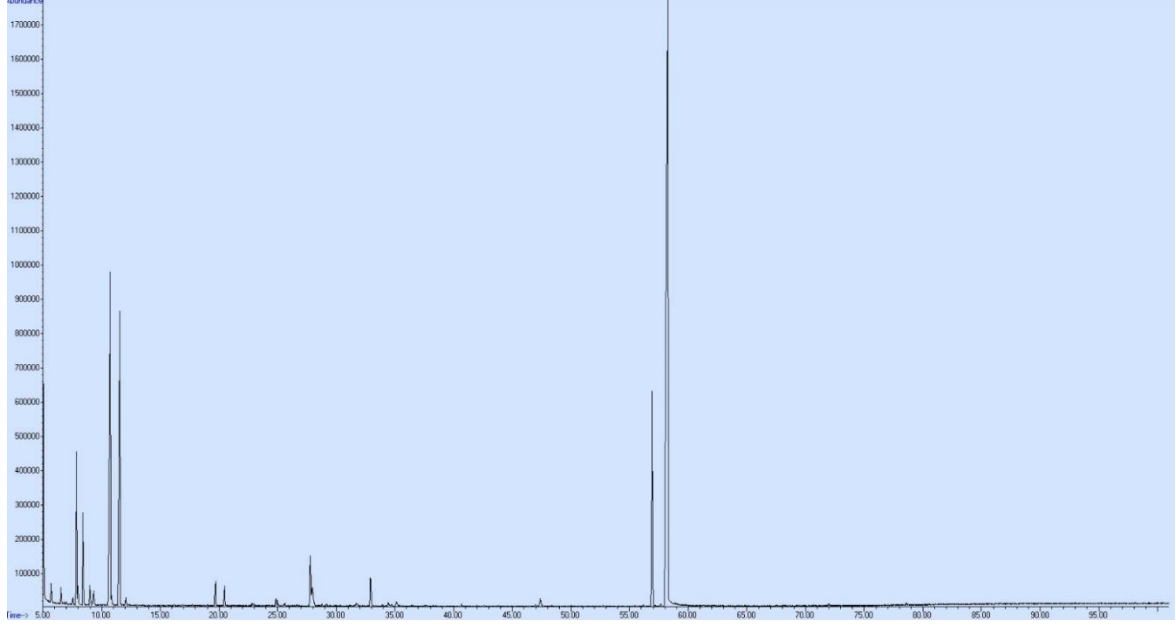
Erken Elüsyon Bölgeleri (5–15 dakika):Bu aralıkta birçok küçük ve orta yoğunluklu pik gözlenmektedir. Bu bölgede genellikle monoterpen hidrokarbonlar (örneğin: α -thujene, β -myrcene, γ -terpinene, p-cymene) elüe olur. Piklerin birçoğu birbirine yakın zamanlarda çıkmış olup, uçucu ve düşük molekül ağırlıklı bileşenlerin yoğunluğunu işaret eder. Bunlar genellikle antimikrobiyal ve aromatik etkiye sahip öncül bileşikler olduğu ortaya koyulmaktadır.

Orta Elüsyon Bölgesi (15–50 dakika):Bu aralıkta belirgin pikler daha az sayıda olup, çoğu düşük yoğunlukta gerçekleşmiştir. Bu alan genellikle oksijenli monoterpenler ve bazı oksijenli seskiterpenler gibi bileşenlerin bulunduğu bölgedir (örneğin: terpinen-4-ol, linalool, 1-octen-3-ol). Uçucu yağın biyolojik aktivite açısından fonksiyonel bileşenleri genellikle bu bölgede tanımlanmaktadır.

Geç Elüsyon Bölgeleri (55–60 dakika):En yüksek tepe noktası (pik) bu bölgede gözlenmektedir ve bu, analizin en baskın bileşiğini göstermektedir. Bu bölgedeki bileşikler genellikle daha polar, yüksek moleküllü ve geç elüsyona sahip fenolik monoterpenlerdir. Burada büyük olasılıkla thymol (%RT ~55) ve carvacrol (%RT ~56–58) bulunduğu belirtilebilir.

Bu iki bileşik genellikle İstanbul kekiği uçucu yağında en baskın bileşenler olup, GC-MS analizlerinde bu bölgelerde çok keskin ve yüksek tepelerle karakterize edilir. Grafik, bu iki bileşiğin uçucu yağ kompozisyonunda çok yüksek oranda bulunduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

İki ana bileşenin (muhtemelen thymol ve carvacrol) yüksekliği, İstanbul kekiğinin fenolik tip chemotype özelliği gösterdiğini desteklemektedir. Piklerin dağılımı, kompleks ve zengin bir uçucu yağ profiline işaret etmektedir. Piklerin keskinliği ve ayrışması, analiz kalitesinin yüksek olduğunu ve ayırım gücünün iyi optimize edildiğini göstermektedir. Geç elüsyon bölgesindeki yoğunluk, uçucu yağın terapötik ve endüstriyel değerinin yüksek olduğunu doğrulamaktadır.



Şekil 6. İstanbul kekiği uçucu yağının GC-MS kromatogramı

4.4. İstatiksel Analiz

Tablo 12’de İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağında yer alan majör bileşenlerden alfa-Tujen’in farklı rakımlardaki oransal dağılımı (%), ortalama değer $\pm$ standart hata biçiminde verilmiş ve istatistiksel fark Student’s t testi ile değerlendirilmiştir. Analizde anlamlılık düzeyi %5 ($p < 0.05$) olarak alınmıştır.

100–200 m rakım aralığında alfa-Tujen oranı 5.068 ± 0.0102 ile en yüksek düzeydedir ve bu grup, istatistiksel olarak “a” harfi ile gösterilmiştir. Bu durum, bu rakım aralığında alfa-Tujen sentezinin daha yoğun gerçekleştiğini göstermektedir.

200–300 m rakım aralığı 4.943 ± 0.0507 oran ile yine “a” grubundadır; bu da bu iki rakım grubu (100–200 m ile 200–300 m) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını göstermektedir.

300–400 m rakımda oran 4.813 ± 0.0462 olup, “b” harfi ile ayrı bir gruptadır, yani bu rakımda alfa-Tujen düzeyinde önceki iki gruba göre anlamlı bir azalma meydana gelmiştir.

400–500 m rakım grubu ise 4.345 ± 0.0050 değeriyle en düşük alfa-Tujen oranına sahiptir ve “c” grubu ile gösterilmiştir. Bu sonuç, bu rakım seviyesinin alfa-Tujen sentezi açısından en düşük üretimi verdiğini ortaya koymaktadır.

AÖF (Hata Oranı) değeri 0.1303 olup, istatistiksel varyasyonun makul sınırlar içinde olduğunu göstermektedir.

Rakım arttıkça, İstanbul kekiği uçucu yağındaki alfa-Tujen oranı belirgin şekilde azalmaktadır. Özellikle 300 m rakım üzerindeki gruplarda bu azalış istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, düşük rakımlarda sıcaklık, ışıklandırma ve toprak nemi gibi çevresel faktörlerin alfa-Tujen biyosentezini olumlu etkileyebileceğini düşündürmektedir. Uçucu yağ bileşimi üzerine rakım etkisini araştıran bu bulgu, ekolojik faktörlerin fitokimyasal kompozisyon üzerindeki belirleyici rolünü doğrulamaktadır.

Tablo 12

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden alfa-Tujen’in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student’s t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	5.068 ± 0.0102 a*
200-300	4.943 ± 0.0507 a
300-400	4.813 ± 0.0462 b
400-500	4.345 ± 0.0050 c
AÖF	0.1303

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 13’de yer alan verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağında bulunan beta-Mirsen bileşeninin farklı rakımlarda değişen oranları ve bu değişimlere ilişkin istatistiksel farklılıklar Student’s t-testi ile analiz edilmiştir. Veriler ortalama $\pm$ standart hata formatında sunulmuş olup, istatistiksel farklılıklar harf grupları ile ifade edilmiştir.

100–200 m rakım aralığına ait beta-Mirsen oranı 5.028 ± 0.0038 ile en yüksek değere sahiptir ve "a" harfi ile gösterilen gruptadır. Bu, bu gruptaki değerlerin diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğunu gösterir.

200–300 m (4.733 ± 0.0135) ve 300–400 m (4.717 ± 0.0445) grupları "b" harfi ile aynı istatistiksel grupta yer almakta, dolayısıyla bu iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak bu iki grup, 100–200 m grubundan anlamlı düzeyde düşüktür.

400–500 m rakımındaki beta-Mirsen oranı 4.198 ± 0.0896 olup, istatistiksel olarak diğer gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiş ve "c" grubu olarak sınıflandırılmıştır. Bu da yüksek rakımın beta-Mirsen sentezini belirgin biçimde olumsuz etkilediğini gösterir.

AÖF (Hata Oranı) değeri 0.1921 olup, varyasyonun kontrol altında ve güvenilir sınırlar içinde olduğunu göstermektedir.

Tablo 13

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden beta-Mirsen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	5.028 ± 0.0038 a*
200-300	4.733 ± 0.0135 b
300-400	4.717 ± 0.0445 b
400-500	4.198 ± 0.0896 c
AÖF	0.1921

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 14'te yer alan verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağındaki majör bileşenlerden alfa-Terpinen'in farklı rakımlarda elde edilen oranları ve bu oranların istatistiksel karşılaştırmaları verilmiştir. Veriler ortalama $\pm$ standart hata şeklinde sunulmuş olup, istatistiksel farklılıklar Student's t testi sonuçlarına göre harf grupları ile gösterilmiştir.

100–200 m rakım aralığına ait alfa-Terpinen oranı $\%3.956\pm0.0195$ ile en yüksek değerdedir ve "a" grubu içinde yer almaktadır.

200–300 m rakımındaki değer ($\%3.853\pm0.0442$) de istatistiksel olarak aynı grup içerisinde sınıflandırılmıştır ("a" grubu). Bu, iki rakım aralığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir.

300–400 m rakım aralığında ölçülen alfa-Terpinen oranı $\%3.526\pm0.0337$ olup, bu grup "b" harfi ile gösterilmiş ve ilk iki gruptan istatistiksel olarak farklılaşmıştır.

400–500 m rakımında ise alfa-Terpinen oranı $\%2.892\pm0.0209$ ile en düşük düzeyde saptanmış ve bu değer "c" grubunda yer alarak, diğer tüm rakım gruplarından anlamlı şekilde daha düşük olduğu istatistiksel olarak kanıtlanmıştır.

AÖF (Hata Oranı) değeri 0.1210 ile ölçüm varyasyonunun kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Alfa-Terpinen bileşiği oranı, İstanbul kekiği uçucu yağında rakıma bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermektedir. En yüksek oranlar 100–300 m rakım aralığında gözlemlenirken, rakımın artmasıyla birlikte alfa-Terpinen oranlarında belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum, alfa-Terpinen sentezinin düşük rakım koşullarında daha fazla desteklendiğini, yani sıcaklık, ışık şiddeti ve belki de toprak özelliklerinin bu bileşiğin oluşumuna katkı sunduğunu düşündürmektedir.

Bu bulgular, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* türünün uçucu yağ bileşen profiline çevresel faktörlerin önemli ölçüde etki ettiğini ortaya koymakta ve uygun ekolojik koşulların belirlenmesinin ticari üretim açısından kritik olduğunu göstermektedir.

Tablo 14

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden alfa-Terpinen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	3.956±0.0195 a*
200-300	3.853±0.0442 a
300-400	3.526±0.0337 b
400-500	2.892±0.0209 c
AÖF	0.1210

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 15'te sunulan verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağı içerisindeki gama-Terpinen bileşiğinin oranı, farklı rakımlara göre anlamlı düzeyde değişiklik göstermiştir. Veriler ortalama ± standart hata biçiminde sunulmuş ve Student's t testi ile gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar harflerle sınıflandırılmıştır.

100–200 m rakımında, gama-Terpinen oranı %24.026±0.0466 olup, en yüksek düzeydedir ve "a" grubunda yer almaktadır. Bu sonuç, düşük rakımın gama-Terpinen sentezine en fazla katkı sağladığını göstermektedir.

200–300 m rakımındaki değer olan %22.207±0.0363, bir önceki rakım aralığından istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olup, "b" grubunda yer almıştır.

300–400 m rakımda ölçülen oran %20.745±0.0693 ile "c" grubunda, yani daha düşük bir seviyededir.

400–500 m rakımdaki gama-Terpinen oranı ise %12.514±0.0079 ile açık ara en düşük değeri göstermektedir ve "d" grubunda sınıflandırılmıştır. Bu seviye, diğer tüm rakım gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşüktür.

AÖF (Hata Oranı): 0.1746 olarak belirlenmiş olup, varyasyonun kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade eder.

Gama-Terpinen, *Origanum* türlerinde sıklıkla majör bileşenlerden biri olarak bildirilen bir monoterpen olup, özellikle düşük rakım koşullarında yüksek oranlarda sentezlendiği bu çalışma ile de desteklenmiştir. Bu bileşiğin oranı, rakım arttıkça anlamlı şekilde azalmıştır. Özellikle 400–500 m rakımda elde edilen değer, düşük rakımdakilere göre oldukça düşüktür.

Bu durum, gama-Terpinen sentezinin çevresel faktörlerden güçlü şekilde etkilendiğini, özellikle rakıma bağlı sıcaklık, ışık şiddeti, toprak besin içeriği gibi koşulların uçucu yağ bileşenleri üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, gama-Terpinen açısından zengin *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* uçucu yağı elde etmek amacıyla düşük rakımlı alanların tercih edilmesi gerektiği, bu türün agronomik planlamasında önemli bir faktör olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 15

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden gama-Terpinen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	24,026±0,0466 a*
200-300	22,207±0,0363 b
300-400	20,745±0,0693 c
400-500	12,514±0,0079 d
AÖF	0,1746

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 16'da verilen verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağı içerisinde yer alan majör bileşenlerden simen (p-cymene) oranı, farklı rakımlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. Student's t testiyle yapılan çoklu karşılaştırmalar sonucunda ortalamalar farklı harflerle gruplandırılmıştır. AÖF değeri ise 0.1631 olarak belirtilmiştir.

100–200 m rakımındaki simen oranı 16.568 ± 0.0142 olup, en yüksek değer olarak “a” grubunda yer almakta ve istatistiksel olarak anlamlı biçimde en yüksek orandır.

200–300 m rakımda, simen oranı 14.752 ± 0.0491 ile daha düşük bir seviyededir ve “b” grubunda yer almaktadır.

300–400 m rakımda, oran 12.109 ± 0.0618 ’e düşmüş ve “c” grubunda yer alarak anlamlı bir azalma göstermiştir.

400–500 m rakımında, 9.914 ± 0.0347 ’lik oran ile en düşük düzeyde olduğu görölmekte ve bu grup “d” harfiyle temsil edilmektedir.

Simen (p-cymene), kekik uçucu yağının karakteristik monoterpenlerinden biri olup, hem antimikrobiyal hem de aroma bileşeni olarak önemlidir. Tablo sonuçları, rakım arttıkça simen oranının istatistiksel olarak anlamlı biçimde azaldığını göstermektedir.

Bu değişim, çevresel faktörlerin (rakım, sıcaklık, ışık, toprak yapısı vb.) sekonder metabolit üretimi üzerindeki etkisini doğrulamaktadır. Özellikle düşük rakım koşullarında simen sentezi daha yoğun gerçekleşmiş, bu da uçucu yağ kalitesi ve biyolojik aktivite açısından önemli bir avantaj yaratmaktadır.

Simen içeriğinin yüksek olduğu düşük rakımlı alanlar (özellikle 100–200 m) ticari üretim ve farmasötik uygulamalar açısından tercih edilebilir alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bu bulgu, kekik üretiminde ekolojik bölgelemenin önemini vurgulamakta ve uygun rakımın seçiminin uçucu yağ bileşimini doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Tablo 16

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Simen'in rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	16.568±0.0142 a*
200-300	14.752±0.0491 b
300-400	12.109±0.0618 c
400-500	9.914±0.0347 d
AÖF	0.1631

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 17'de sunulan verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağında yer alan majör bileşenlerden biri olan thymol'ün oransal içeriği, yükseltiye bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişim göstermektedir. Yapılan Student's t testi sonucunda ortalamalar farklı harflerle gruplandırılmış olup, bu da rakımsal farklılığın bileşik sentezine etkili olduğunu ortaya koymaktadır. AÖF (Asgari Önemli Fark) değeri ise 0.5373'tür.

100–200 m rakım: %23,456 ± 0,1743 oran ile en düşük thymol içeriğine sahip olup, istatistiksel olarak en düşük grubu temsil eden “d” harfiyle gruplandırılmıştır.

200–300 m rakım: %24,700 ± 0,0622 ile “c” grubunda yer almakta ve anlamlı düzeyde artış göstermektedir.

300–400 m rakım: %25,377 ± 0,1901 oranıyla “b” grubuna dahil edilmiştir.

400–500 m rakım: %27,184 ± 0,0779 ile en yüksek thymol oranına sahip olup, “a” grubunda yer almıştır.

Thymol, *Origanum* türleri uçucu yağlarının en önemli fenolik bileşenlerinden biridir ve antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan etkileri ile dikkat çeker. Verilerden elde edilen sonuçlar, rakım yükseldikçe thymol oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu

göstermektedir. Bu bulgu, çevresel faktörlerin (özellikle sıcaklık, ışık şiddeti ve toprak özellikleri) sekonder metabolit üretimini etkilediğine dair mevcut literatürü destekler niteliktedir.

Thymol sentezindeki bu artış, özellikle yüksek rakımlarda bitkinin çevresel stres faktörlerine karşı daha fazla koruyucu metabolit üretmesinden kaynaklanabilir. Bu yönüyle 400–500 m rakım, farmasötik ve antimikrobiyal amaçlı üretim için avantajlı bir üretim alanı olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca bu bulgu, kekik ıslahı, uçucu yağ standardizasyonu ve coğrafi işaretleme çalışmalarında rakımın dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Tablo 17

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Thymol'un rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	23,456±0,1743 d*
200-300	24,700±0,0622 c
300-400	25,377±0,1901 b
400-500	27,184±0,0779 a
AÖF	0,5373

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.

Tablo 18'de yer alan verilere göre, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağında bulunan karvakrol bileşiğinin oransal dağılımı, rakıma bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılık göstermektedir. Student's t testi sonuçlarına göre ortalamalar farklı harflerle gruplandırılmış ve bu da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğunu ortaya koymuştur. Asgari Önemli Fark (AÖF) değeri ise 0.2385 olarak hesaplanmıştır.

100–200 m rakım: 12.401 ± 0.0742 ile en düşük karvakrol oranına sahiptir. Bu rakım grubu istatistiksel olarak en alt düzeyde olup “d” grubu ile işaretlenmiştir.

200–300 m rakım: 13.439 ± 0.0238 oranla “c” grubu içinde yer almıştır.

300–400 m rakım: 20.428 ± 0.0556 ile karvakrol içeriğinde belirgin bir artış göstermiş ve “b” grubuna dahil edilmiştir.

400–500 m rakım: 27.572 ± 0.0904 oranıyla en yüksek karvakrol düzeyine sahiptir ve “a” grubuna dâhildir.

Karvakrol, *Origanum* türlerinin uçucu yağlarında başlıca fenolik bileşenlerden biri olup, yüksek antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan etkilere sahiptir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, rakım arttıkça karvakrol içeriğinin anlamlı düzeyde yükseldiğini göstermektedir.

Bu artışın nedeni, daha yüksek rakımlarda bitkilerin çevresel stres faktörlerine (ışık şiddeti, UV radyasyonu, düşük sıcaklık farkları) daha fazla maruz kalmaları ve buna karşılık olarak daha fazla sekonder metabolit üretmeleri olabilir. Bu bulgu, literatürde yer alan “çevresel faktörlerin uçucu yağ bileşenlerini etkilediği” yönündeki sonuçlarla da tutarlıdır.

Sonuç olarak, 400–500 m rakımda yetiştirilen İstanbul kekiği bireyleri, karvakrol açısından en yüksek değeri göstermiştir. Bu durum, bu yükseklik aralığının farmakolojik ve antimikrobiyal amaçlı ürün elde etmede öncelikli olarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret eder. Karvakrol yönünden zengin bireylerin seleksiyonu, standardizasyon ve ıslah çalışmalarında dikkate alınmalıdır.

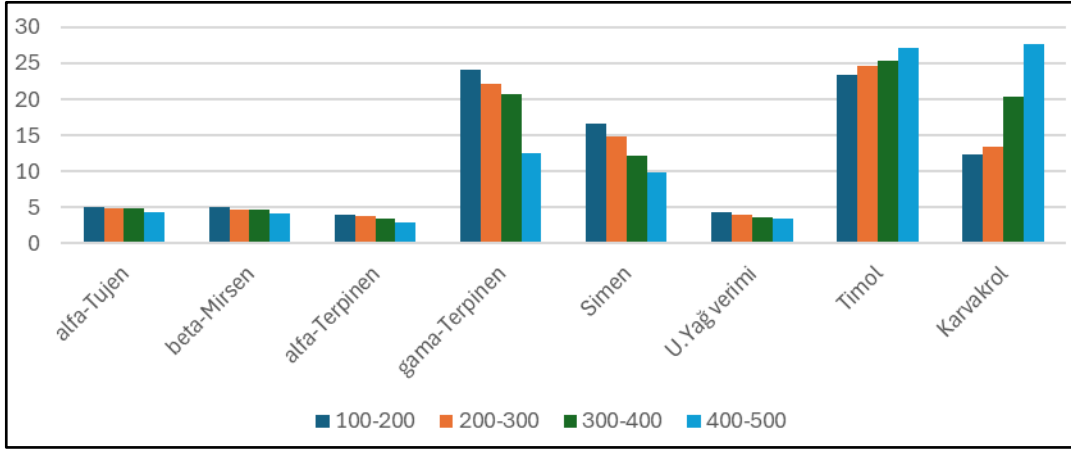
Tablo 18

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenlerinden Karvakrol'un rakıma göre oransal değişimi ve çok karşılaştırma sonucu oluşan Student's t grupları

Rakım (m)	Ortalama (%)
100-200	12.401±0.0742 d*
200-300	13.439±0.0238 c
300-400	20.428±0.0556 b
400-500	27.572±0.0904 a
AÖF	0.2385

AÖF: Asgari Önem Farklılığı

*: Farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark vardır.



Şekil 7. İstanbul kekiği uçucu yağ verimi ve majör bileşenlerinin rakıma göre oransal değişim oranı (%)

Şekil 7, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın verimi ve temel (majör) bileşenlerinin, farklı rakım seviyelerine (100–200 m, 200–300 m, 300–400 m ve 400–500 m) göre oransal değişimini göstermektedir. Grafik, rakımsal farklılığın hem toplam uçucu yağ verimi hem de spesifik bileşenlerin miktarları üzerinde anlamlı etkileri olduğunu ortaya koymaktadır.

1. Uçucu Yağ Verimi, En yüksek uçucu yağ verimi 100–200 m rakımda gözlenmiştir. Rakım yükseldikçe yağ veriminde kademeli bir azalma olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, sıcaklık ve ışık şiddetinin daha yüksek olduğu alçak rakımlarda primer metabolit

üretiminin arttığını, sekonder metabolit olan uçucu yağların daha bol sentezlendiğini göstermektedir.

2. Gama-Terpinen ve Simen: Her iki bileşen de en yüksek oranda 100–200 m rakımda tespit edilmiştir ve rakım arttıkça belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Gama-terpinen, thymol ve karvakrol öncül bileşiği olup, bu düşüş diğer fenolik bileşiklerdeki artışı destekler.

3. Thymol ve Karvakrol: Thymol ve özellikle karvakrol oranları, rakım arttıkça önemli ölçüde artmaktadır. Bu artış, yüksek rakım koşullarının (UV, sıcaklık farkı, su stresi vb.) bitkilerde sekonder metabolit üretimini tetiklediğini düşündürmektedir. 400–500 m rakımda karvakrol oranı tüm gruplar arasında en yüksek seviyededir.

4. Alfa-Tujen, Beta-Mirsen ve Alfa-Terpinen: Bu bileşenlerin oranlarında rakıma bağlı olarak küçük ama istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Genellikle düşük rakımlarda daha yüksek oranlara sahiptirler.

Şekil 5’de, İstanbul kekiği uçucu yağının bileşimi üzerinde rakımın belirgin bir etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle karvakrol ve thymol gibi biyolojik olarak aktif fenolik bileşenlerin yüksek rakımlarda arttığı, buna karşılık yağ verimi ve monoterpenik bileşiklerin düşük rakımlarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, aromatik bitkilerde çevresel faktörlerin fitokimyasal bileşimi yönlendirdiğini ve bu nedenle rakımsal adaptasyonun kalite ve verimlilik açısından dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 19’da sunulan korelasyon analizi sonuçları, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) uçucu yağı majör bileşenlerinin birbiriyle ve toplam uçucu yağ verimiyle olan ilişkilerini detaylı biçimde ortaya koymaktadır.

Analiz sonuçlarına göre, uçucu yağ verimi ile bazı bileşenler arasında anlamlı ve güçlü korelasyonlar belirlenmiştir. Özellikle beta-Mirsen ($r = 0.8354^*$), alfa-Terpinen ($r = 0.8987^*$), gama-Terpinen ($r = 0.8499^*$) ve Simen ($r = 0.9825^*$) ile uçucu yağ verimi arasında pozitif yönlü ve yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir.

Bu bulgu, bu dört bileşenin artışıyla birlikte uçucu yağ veriminin de yükseldiğini, yani bu bileşenlerin üretiminin uçucu yağ verimini desteklediğini göstermektedir.

Öte yandan, Thymol ($r = -0.9299^*$) ve Karvakrol ($r = -0.9352^*$) ile uçucu yağ verimi arasında negatif yönlü ve yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu durum, bu fenolik bileşiklerin oranı arttıkça uçucu yağ veriminin azaldığını ortaya koymaktadır. Thymol ve karvakrol, özellikle yüksek rakım koşullarında artış gösteren sekonder metabolitlerdir; bu da verim azalırken kalite açısından zenginleşen bir içerik profili oluştuğunu düşündürmektedir.

Ayrıca, beta-Mirsen, alfa-Terpinen, gama-Terpinen ve Simen bileşenleri arasında da pozitif yönlü ve yüksek korelasyon katsayıları (örneğin gama-Terpinen ile alfa-Terpinen $r = 0.9812^*$) elde edilmiştir. Bu durum, bu bileşenlerin sentez mekanizmalarının benzer çevresel ya da genetik etmenlerden etkilenebileceğini göstermektedir.

Buna karşılık, bu bileşenlerin tümü ile Thymol ve Karvakrol arasında negatif yönlü yüksek korelasyonlar tespit edilmiştir (örneğin beta-Mirsen ile Thymol $r = -0.9653^*$, Karvakrol $r = -0.8915^*$). Bu durum, fenolik bileşiklerin arttığı koşullarda monoterpenik hidrokarbonların baskılandığını, yani sekonder metabolit profili içinde bir biyosentetik denge değişimi olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, korelasyon analizi, rakıma ve çevresel etmenlere bağlı olarak uçucu yağ bileşenlerinin sentezinde farklı yönelimler olduğunu; yüksek rakımda kalite bileşenleri (thymol, karvakrol) ön plana çıkarken, düşük rakımda verim artırıcı bileşenlerin (gama-terpinen, simen vb.) baskın olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, kekik yetiştiriciliğinde ekolojik koşulların ürün kalitesi ve miktarına etkilerini yönetebilmek için önemli veriler sunmaktadır.

Tablo 19

İstanbul kekiği uçucu yağı majör bileşenleri ile uçucu yağ verimi korelasyon analizi sonuçları

	alfa-Terpinen	gama-Terpinen	Simen	Thymol	Karvakrol	Uçucu yağ verimi
beta-Mirsen	0,9313*	0,9526*	0,9008*	-0,9653*	-0,8915*	0,8354*
alfa-Terpinen		0,9812*	0,9517*	-0,9501*	-0,9837*	0,8987*
gama-Terpinen			0,9149*	-0,9529*	-0,951*	0,8499*
Simen				-0,9663*	-0,9751*	0,9825*
Thymol					0,9480*	-0,9299*
Karvakrol						-0,9352*

*: iki değişken arasındaki ilişki istatistikî olarak önemlidir ($P < 0.01$)

Thymol ve karvakrol oranı ile uçucu yağ verimi arasında negatif yönlü yüksek seviyede korelasyon vardır. beta_Mirsen, alfa_Terpien, gama-Terpinen ve Simen ile uçucu yağ verimi arasında pozitif yönlü yüksek seviyede korelasyon vardır. beta_Mirsen, alfa_Terpien, gama-Terpinen ve Simen ile Thymol ve Karvakrol arasında negatif yönlü yüksek seviyede korelasyon vardır. beta_Mirsen, alfa_Terpien, gama-Terpinen ve Simen bileşenlerinin kendi arasında pozitif yönlü yüksek seviyede korelasyon vardır (Tablo 19).

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Çanakkale ili Biga ilçesi Çaldağ mevkiinin farklı rakımlarından (100–200 m, 200–300 m, 300–400 m ve 400–500 m) doğal olarak toplanan İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkilerinin uçucu yağ verimi ve bu yağın bileşenleri üzerindeki değişimini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Aynı zamanda toprak analizleri ve iklimsel veriler de değerlendirilerek çevresel koşulların bu tür biyolojik üretim parametreleri üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Toprak analizleri, uçucu yağ verimi ölçümleri ve GC-MS analizleri ile bileşen tayini yapılmıştır.

Araştırma sonucunda en yüksek uçucu yağ verimi (%4.38) 100–200 m rakım aralığında elde edilmiş, bu değer in yükseldikçe anlamlı şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinden gama-terpinen, simen, beta-mirsen, alfa-terpinen gibi monoterpenlerin alt rakımlarda daha yüksek oranda bulunduğu; buna karşın thymol ve karvakrol gibi oksijenli monoterpenlerin oranının rakıma bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Özellikle 400–500 m rakımda karvakrol oranı %27.572'ye ulaşarak en yüksek seviyeye çıkmıştır. Korelasyon analizleri, uçucu yağ verimi ile beta-mirsen, alfa-terpinen, gama-terpinen ve simen arasında pozitif, thymol ve karvakrol ile negatif ilişki olduğunu göstermiştir.

Bu bulgular, İstanbul kekiğinin uçucu yağ veriminin ekolojik faktörlerden güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Rakım, sıcaklık, toprak tekstürü ve mineral besin elementleri uçucu yağ bileşiminin nitelik ve niceliğini doğrudan etkilemektedir. Araştırmada kullanılan toprak örnekleri genel olarak killi-tın yapısında, hafif alkali veya hafif asidik karakterde olup organik madde ve azot bakımından fakir, fosfor düzeyi değişkenlik göstermektedir. Bu durum, kekik yetiştiriciliği yapılan alanların gübreleme ve toprak iyileştirme uygulamaları ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

5.1. Sonuç

Uçucu Yağ Verimi: Rakım arttıkça İstanbul kekiği bitkisinin uçucu yağ veriminde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. En yüksek uçucu yağ verimi %4.38

oranıyla 100–200 m rakım grubunda elde edilirken, en düşük verim %3.46 oranıyla 400–500 m rakım grubunda kaydedilmiştir. Student's t testi sonuçları farklı rakım gruplarının uçucu yağ verimi açısından birbirinden anlamlı olarak ayrıldığını göstermektedir.

Araştırmanın sınırlılıkları ise 2023 yılına ait veriler, iklim varyasyonu etkisi değerlendirilemedi. Çok yıllık veriler daha kapsamlı sonuçlar sağlayabilir. Sadece Çanakkale Biga bölgesi, diğer ekolojiler incelenmedi. Farklı bölgelerde farklı sonuçlar elde edilebilir. Uçucu yağların biyolojik aktiviteleri (antimikrobiyal, antioksidan vb.) test edilmemiştir. Bu testler, uçucu yağların kullanım potansiyelini daha iyi ortaya koyabilir.

Pazarlama Stratejileri açısından, yüksek rakım ürünleri, farmasötik sektöre yüksek fiyatla, düşük rakım ürünleri, gıda sektörüne yüksek verimle değerlendirilebilir. Aynı zamanda Çanakkale Biga bölgesi kekiği coğrafik etiketleme markalaşma çalışmaları için bu çalışma bir alt yapı oluşturmaktadır.

Uçucu Yağ Bileşenleri: Bitkilerden elde edilen uçucu yağlarda en belirgin bileşenler arasında gama-terpinen, simen, thymol ve karvakrol öne çıkmıştır. Rakıma bağlı olarak uçucu yağ bileşenlerinin oranlarında kaydadeğer farklılıklar gözlemlenmiştir. Düşük rakım gruplarında (100–300 m) gama-terpinen (%24.026–%22.207) ve simen (%16.568–%14.752) gibi monoterpenik hidrokarbon bileşenleri daha yüksek oranlarda bulunurken, yüksek rakımlarda (300–500 m) thymol (%25.377–%27.184) ve karvakrol (%20.428–%27.572) gibi fenolik bileşenlerin oranları artış göstermiştir. Bu durum, yükselti arttıkça kalite bileşenleri açısından zenginleşen bir uçucu yağ profili oluştuğunu göstermektedir.

Toprak Özellikleri: Farklı rakımlardan alınan toprak örneklerinin pH değerleri genellikle hafif alkali veya hafif asidik sınıfta olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Organik madde miktarları düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Fosfor içeriği çoğu örnekte yetersiz düzeydedir. Potasyum miktarları ise bazı alanlarda yeterli düzeye ulaşmıştır. Mikro besin elementlerinden demir, bakır, mangan ve magnezyum çoğunlukla yeterli düzeyde iken çinko eksikliği belirlenmiştir. Ca/Mg ve Mg/K oranları, kalsiyumun baskın olduğu ancak dengenin bozulmadığı bir yapıyı ortaya koymuştur.

İklimsel Veriler: 2023 yılına ait sıcaklık ve yağış verileri, uzun yıllar ortalamasıyla benzerlik göstermiştir. Ancak özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında yağışsız ve daha sıcak bir dönem geçmesi, uçucu yağ sentezini ve bileşik dağılımını etkilemiş olabilir.

İstatistiksel Değerlendirme ve Korelasyon Analizi: Korelasyon analizi sonuçlarına göre, uçucu yağ verimi ile beta-Mirsen, alfa-Terpinen, gama-Terpinen ve Simen arasında pozitif yönlü yüksek düzeyde korelasyon belirlenmiştir. Öte yandan, Thymol ve Karvakrol ile uçucu yağ verimi arasında negatif yönlü yüksek düzeyde korelasyon bulunmuştur. Aynı zamanda, fenolik bileşikler ile monoterpenik bileşikler arasında ters yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, uçucu yağ içeriğinde baskın olan bileşiklerin, çevresel stres ve rakım gibi faktörlerle biyosentetik olarak yönlendirildiğini göstermektedir.

5.2. Öneriler

İstanbul kekiği üretiminde verim odaklı bir yaklaşım izlenmek isteniyorsa, 100–200 m rakım bandındaki alanlar tercih edilmelidir. Ancak kalite (thymol ve karvakrol oranı) ön planda ise daha yüksek rakımlı alanlar (özellikle 400–500 m) bu amaca daha uygundur.

İstanbul kekiği yetiştiriciliğinde yüksek uçucu yağ verimi için 100–200 m rakım aralığındaki alanların tercih edilmesi önerilmektedir.

Karvakrol gibi fenolik bileşiklerin yüksek oranda elde edilmesi hedefleniyorsa 400 m üzeri rakımlarda yetiştiricilik yapılabilir.

Toprak analizlerinde görülen organik madde ve azot eksikliği dikkate alınarak bu alanlara uygun organik gübre ve azot takviyesi yapılmalıdır.

Çinko eksikliği dikkate alındığında, çinko içerikli yaprak gübrelerinin kullanımı verim ve kaliteyi artırabilir.

Toprak analizlerinde görülen organik madde ve azot eksikliği dikkate alınarak bu alanlara uygun organik gübre ve azot takviyesi yapılmalıdır. Çinko eksikliği dikkate alındığında, çinko içerikli yaprak gübrelerinin kullanımı verim ve kaliteyi artırabilir.

Uçucu yağ bileşimi üzerine etkili olan çevresel faktörlerin kontrol altında tutulması ve özellikle bitkinin tam çiçeklenme döneminde hasat edilmesi önemlidir.

Genetik varyasyonun ve çevresel faktörlerin uçucu yağ bileşenlerine etkisini daha iyi anlayabilmek için farklı bölgelerde çok yıllık çalışmalar gen ekspresyonu ve metabolomik analizler düzeyinde yapılmalıdır.

Elde edilen uçucu yağların biyolojik aktivite testleri ile desteklenerek farmakolojik, gıda ve kozmetik alanlarındaki potansiyelleri üzerine uygulamalı araştırmalar yapılmalıdır.

Toprak zenginleştirme stratejileri, özellikle düşük fosfor ve organik madde içeriğine sahip alanlarda uygulanmalıdır. Organik gübreleme ve mikro besin elementleri takviyesi önerilmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda farklı ekolojik bölgeler, toprak tipleri ve hasat zamanlarının etkisi de araştırılarak optimum kalite ve verim kombinasyonları belirlenmelidir.

Elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin farmasötik, kozmetik ve gıda endüstrisinde kullanılabilirliği açısından biyolojik aktiviteleri üzerine de araştırmalar yapılması faydalı olacaktır.

Teknolojik düzeyde ise uçucu yağların nanoenkapsülasyonu ile kontrollü salım sistemleri ile nanoteknolojide, antimikrobiyal özellikli gıda ambalaj malzemeleri ile ambalaj teknolojisinde, doğal koruyucu ve aktif bileşen olarak kullanımı ile kozmetik uygulamalarında kullanılabilir.

Politika önerileri ise kekik üretimi için rakım bazlı bölgeleme haritası hazırlanması tarım bakanlığına, tıbbi bitki araştırmaları için özel bütçe ayrılması üniversiteler düzeyinde, üretici-sanayici buluşma platformları oluşturulması sanayi odalarına teşvik edilmelidir.

Bu araştırma, İstanbul kekiği türünün çevresel koşullara tepkisini ortaya koyarak, bilimsel literatüre katkı sunmuş ve potansiyel tarımsal uygulamalara ışık tutmuştur.

Bulgular, kekik türlerinin üretim planlamasında ekolojik uygunluk kriterlerinin göz önünde bulundurulmasının önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

- Angeloni, S., Spagnoli, P., Guerrini, L. ve Bellumori, M. (2017). Chemical composition and antioxidant capacity of Italian oregano essential oils with different geographical origin. *Industrial Crops and Products*, 108, 361–369.
- Anonim, (2005). Medicinal and Aromatic Plants Working Group-ECP/GR. <https://www.ecpgr.cgiar.org/working-groups/medicinal-and-aromatic-plants>
- Anonim (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Bitkisel Üretim İstatistikleri, Kekik Üretim Raporu. Erişim: <https://www.tuik.gov.tr> .
- Anonymous. (2008). “Denizli Tarım İl Müdürlüğü 2008 Yılı Faaliyet Raporu”.
- Arslan, D., Tınmaz, A. B., Başer, K. H. C., ve Tümen, G. (2008). Marmara bölgesi İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonlarının verim ve kalite özellikleri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2008 Hatay Cilt 2 sayfa:287-291
- Ayadi, M., Grati-Kamoun, N., Attia, H. ve Ennouri, M. (2009). Influence of flavoring with herbs on olive oil quality during storage. *Journal of Food Lipids*, 16(4), 605–619.
- Bahtiyarca, B. R. (2011). Türkiye’de ‘Kekik’ Olarak Kullanılan Bazı Cins ve Türlerin Verim ve Kalite Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başer, K. H. C. (2022). “Kekik”. *Tabiat ve İnsan*, 1(191), 15-31.
- Başer, K.H.C., Kırimer, N., Koşar, M., Tunalier, Z, 2005, ‘Bitkisel Drogların Kimyasal İncelenmesi’, Farmakognozi III Uygulamaları El Kitabı, Eskişehir, 13-15.
- Başer, K.H.C., Özek, T., Kürkçüoğlu, M., ve Tümen, G. (1994). “The Essential Oil of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* of Turkish Origin”, *J. Essent. Oil Res.*, 6,31–36.
- Baydar, H. (2005). “Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis)'nde Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ İçeriği Ve Uçucu Yağ Bileşenleri Üzerine Etkisi”. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18(2): 175-178.

- Bicchi, C., Liberto, E., Matteodo, M., Sgorbini, B., Mondello, L., Zellner, B.D.A., Costa, R. ve Rubiolo, P. 2008. Quantitative analysis of essential oils: a complex task. *Flavour and Fragrance Journal*, 23: 382-391.
- Damechki, M., Sotiropoulou, S. ve Tsimidou, M. (2001). Antioxidant and pro-oxidant factors in oregano and rosemary gourmet olive oils. *Grasas y Aceites*, 52(3-4), 207-213.
- Davis, P. H. (Edt.) (1982). "Flora of Turkey and The East Aegean Islands", Vol. 7, Univ. Press, Edinburgh, 36-42, 297-313.
- Dıraman, H. ve Köseoğlu, O. (2017). Zeytinyağı kimyası. İçinde Susamcı, E., Ötleş, S. ve Dıraman, H. (Ed.), *Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi*, s. 297-316, İzmir .
- Efil, F. ve Üremiş, İ. (2019). " Dağ Kekiği (*Origanum syriacum* L.) ve Mercanköşk (*Origanum majorana* L.) Bitkilerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenmesine ve Bitki Gelişimine Etkileri". *Turkish Journal of Weed Science*, 22(1), 25-35.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M. S. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanıldığı Bazı Endüstri Dalları ve Kullanılan Türler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(2), 116-120.
- Ferahoğlu, E., Çürük, U., Çoğalan, D., Kırıcı, S., ve Çakan, H. (2022). "Çukurova Koşullarında Yetiştirilen *Origanum* Türlerinin Uçucu Yağ Oranları Ve Bileşenlerinin Belirlenmesi". *Turkish Journal of Biodiversity*, 5(2), 75-85.
- Gambacorta, G., Faccia, M., Pati, S., Lamacchia, C., Baiano, A. ve La Notte, E. (2007). Changes in the chemical and sensorial profile of flavored olive oils during storage. *Food Chemistry*, 105(3), 1315-1323.
- Guenther, E., 1948. *The Essential Oils*, Vol. 1-6, Robert E. Krieger Publishing Co., Inc., Malabar, Florida
- Gümüşcü, A., ve Gümüşcü, G. (2021). "Türkiye’de Organik Tarımsal Ürünlerin Durumu ve Tıbbi-Aromatik Bitkilerin Organik Tarımdaki Yeri". *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 14(2), 175-187.

- Gülkun, G. (2021). ‘‘Aromalandırılmış Organik Sızma Zeytinyağlarının Antioksidan zelliklerinin, Uçucu Bileşenlerinin ve Organoleptik zelliklerinin Belirlenmesi’’ [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Heywood, V.D. (1978). *Flowering Plands Of The World*. Oxford University Press: London,
- Hilooğlu, M. (2012). ‘‘Türkiye’de Yayılış Gösteren Perorhagia Türleri Arasındaki Genetik Akrabalığın Moleküler Belirteçlerle Tespit Edilmesi’’ (Master’s thesis, Anadolu University (Turkey)).
- Issaoui, M., Flamini, G., Souid, S., Bendini, A., Barbieri, S., Gharbi, I., Toschi, T. G., Cioni, P. L. ve Hammami, M. (2016). How the addition of spices and herbs to virgin olive oil to produce flavored oils affects consumer acceptance. *Natural Product Communications*, 11(6), 1934578X1601100619.
- Kapluhan, E. (2013). ‘‘Bekilli’de (Denizli) Alternatif Ziraat Faaliyetlerine Bir rnek: Kekik Yetiştiriciliğı’’. *Marmara Coğrafiya Dergisi*, (28), 194-210.
- Karık, ., Tınmaz, A. B., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C. ve Tümen, G. (2007). ‘‘İstanbul kekiğı (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) populasyonlarında farklı biçim zamanlarının verim ve kaliteye etkiler’’. *Bahçe*, 36 (1), 37-48. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce/issue/3351/46369>
- Karık, ., Tunçtürk, M., Çınar, O., ve Oğur, E. (2021). ‘‘Organik ve Konvansiyonel Tarım Koşullarında Yetiştirilen Bazı Uçucu Yağ Bitkilerinin Kalite zellikleri zerine Bir n Çalışma’’. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31(1), 84-99.
- Kaya, D., ve Ergönül, P. G. (2015). ‘‘Uçucu yağları elde etme yöntemleri’’. *Gıda/The Journal of Food*, 40(5).
- Kılıç, A. (2008). ‘‘Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri’’. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.

- Küçük S., Kayalar, E., Kürkçüoğlu, M., ve Poyraz, İ. E. (2021). “Edremit-Akçay (Balıkesir-Türkiye) Semt Pazarlarında Halk İlacı Olarak Satılan Lamiaceae Familyasına Ait Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yöresel İsimleri ve Uçucu Yağ Bileşikleri”. *Biological Diversity and Conservation*, 14(3), 372-379.
- Linskens, H. F., ve Jackson, J.F, (1997). *Modern Methods of Plant Analysis*. Springer: Berlin
- Lubbe, A., Verpoorte, R., (2011). “Özel Endüstriyel Malzemeler İçin Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Yetiştirilmesi”. *Endüstriyel Bitkiler ve Ürünleri Dergisi*, 34(1), 785-801.
- Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Würtele, G., Spiegelhalder, B. ve Bartsch, H. (2000). Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *The Lancet Oncology*, 1(2), 107–112.
- Öztürk, F., Yalçın, M. ve Varol, N. (2010). *Ege Bölgesinde Konvansiyonel Ve Organik Zeytin Yetiştiriciliğinin Ekonomik Analizi*. Ege Üniversitesi Yayınları: İzmir.
- Paduano, A., Caporaso, N., Santini, A. ve Sacchi, R. (2014). Microwave and ultrasound-assisted extraction of capsaicinoids from chili peppers (*Capsicum annuum* L.) in flavored olive oil. *Journal of Food Research*, 3(4), 51–58
- Sancaktaroğlu, S., ve Bayram, E. (2011). “Farklı Kökenli İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.) Populasyonlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar”. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3), 265-277.
- Sarıhan, E. O. (2006). “Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerinin Kekik (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’de Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi”. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(03).
- Tanrıverdi, B. (2024). “Brevifilamentum Seksiyonunda Yer Alan 3 Farklı *Origanum* Türünün Antidiyabetik Aktivite Açısından İncelenmesi”(Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey))
- Usanmaz Bozhüyük, A. (2017). “Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde Yetişen *Thymus* (Kekik) Türleri Uçucu Yağlarının Antifungal ve Herbisidal Etkilerinin Belirlenmesi”. (Doctoral Dissertation, Atatürk Üniversitesi).

Visioli, F., Galli, C., Bornet, F., Mattei, A., Patelli, R., Galli, G. ve Caruso, D. (2002). Olive oil phenolics are dose-dependently absorbed in humans. *FEBS Letters*, 467(2–3), 159–160.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

İsim SOYİSİM : Ahmet YÜKSEL
Doğum Yeri : Bahçedere
Doğum Tarihi : 09.03.1979

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uşak Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Bölümü, 2008
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doğal Kaynaklar Yönetimi Anabilim Dalı, 2025
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) ISCMP'24 VII. International Joint Science Congress of Materials and Polymers
Gaziantep 10-13 October 2024
- b) 13th International Vocational Schools Symposium Bursa 13-17 Ekim 2025

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Milli Eğitim Bakanlığı 2012-

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ahmet_19_79@hotmail.com
ORCID : 0009-0006-0579-1202