



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FESLEĞENDE UÇUCU YAĞ ORANI, TOPLAM FENOL
İÇERİĞİ, ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL
AKTİVİTENİN GENOTİP, BİTKİ BÜYÜME DÖNEMİ VE
GÜNLÜK HASAT ZAMANINA GÖRE DEĞİŞİMİ**

ZÜBEYDE SÖNMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

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

ZÜBEYDE SÖNMEZ

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

ÖZET

FESLEĞENDE UÇUCU YAĞ ORANI, TOPLAM FENOL İÇERİĞİ, ANTIOKSİDAN VE ANTIMİKROBİYAL AKTİVİTENİN GENOTİP, BİTKİ BÜYÜME DÖNEMİ VE GÜNLÜK HASAT ZAMANINA GÖRE DEĞİŞİMİ

ZÜBEYDE SÖNMEZ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 40 SAYFA

(PROF. DR. ŞEVKET METİN KARA)

Çok sayıda biyoaktif bileşik içeren fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), dünyada eski zamanlardan beri çeşitli amaçlar için kullanılan önemli tıbbi ve aromatik bitkilerinden birisidir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde sentezlenen biyokimyasalların miktarı, içerikleri ve etkileri çeşitli faktörlere göre önemli ölçüde değişmektedir. Bu çalışma, fesleğende uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitede genotip, bitki büyüme-gelişme dönemi ve günlük hasat saatine bağlı olarak ortaya çıkan değişimleri belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Üç yerel fesleğen genotipinin yer aldığı araştırmada, bitki biçimleri çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde ve aynı günün üç farklı saatinde (09:00, 13:00 ve 17:00) gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin kurutulmuş yaprak örneklerinden hazırlanan ekstraktlarda uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan aktivite belirlenmiş ve ayrıca 7 bakteri ve 2 mantar ırkına karşı antimikrobiyal etkinlik testleri yapılmıştır. Uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite fesleğen genotiplerine göre çok önemli ölçüde değişim göstermiştir. Bitki büyüme-gelişme döneminin etkisi (ontogenetik varyabilite) sadece uçucu yağ oranında, günlük hasat saatinin (diurnal varyabilite) etkisi ise toplam fenol içeriğinde önemli olmuştur. Toplam fenol içeriği ile antioksidan kapasite arasında olumlu yönde önemli korelasyon tespit edilmiştir. Araştırmada bütün fesleğen ekstraktları, *Pseudomonas aeruginosa* dışında denenen bütün bakteri ve fungus suşlarında karşı inhibisyon zonu oluşturarak, antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir. Tam çiçeklenme döneminde hasat edilen fesleğenlerin antimikrobiyal etkinlikleri, çiçeklenme başlangıcında hasat edilenlere göre daha yüksektir. Bu çalışma sonuçlarına göre, fesleğende yüksek uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye ulaşmak için bitki biçiminin tam çiçeklenme döneminde yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Diurnal varyabilite, ontogenetik varyabilite, *Ocimum basilicum* L., reyhan.

ABSTRACT

VARIATION IN ESSENTIAL OIL RATIO, TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF BASIL AS AFFECTED BY GENOTYPE, PLANT GROWTH STAGE AND DAILY HARVESTING TIME

ZÜBEYDE SÖNMEZ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

FIELD CROPS

MASTER THESIS, 40 PAGES

(PROF. DR. ŞEVKET METİN KARA)

Basil (*Ocimum basilicum* L.), which contains many bioactive compounds, is one of the important medicinal and aromatic plants that have been used for various purposes throughout the world since ancient times. The amount, content, and effects of biochemicals synthesized in medicinal and aromatic plants vary significantly depending on several factors. This study was conducted to determine the changes occurred in essential oil ratio, total phenolic content, antioxidant, and antimicrobial activity in basil as a function of genotype, plant growth stage and daily harvest time. In the study with three local basil genotypes, the plants were harvested at the beginning of flowering and at full flowering stages and at three different times of the same day (09:00, 13:00 and 17:00). The essential oil ratio, total phenolic content and antioxidant activity were determined in the extracts prepared from the dried leaf samples of the plants with antimicrobial activity tests performed against 7 bacteria and 2 fungal strains. Essential oil ratio, total phenolic content and antioxidant activity varied significantly among basil genotypes. The effect of plant growth stage (ontogenetic variability) was significant for essential oil content and the effect of daily harvest time (diurnal variability) was significant for total phenolic content. There was a significant positive correlation between total phenolic content and antioxidant capacity. All the basil leaf extracts used in the study showed antimicrobial activity by forming an inhibition zone against all bacterial and fungal strains tested except *Pseudomonas aeruginosa*. The antimicrobial activity of basil harvested at full flowering was higher than that of basil harvested at the beginning of flowering. According to the results of this study, it can be recommended to harvest basil plants at full flowering for high antioxidant and antimicrobial activity with high essential oil and total phenolic content.

Key Words: Basil, diurnal variability, *Ocimum basilicum* L., ontogenetic variability.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin çalışma sürecinde bana rehberlik eden, cesaretlendiren, ilham veren, kişisel gelişimime destekte bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Şevket Metin KARA'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın yürütülmesinde veri toplama ve analiz aşamalarında yardımcı olan ve desteğini benden esirgemeyen ve o yıllarda Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olan Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet Muharrem Özcan'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmamın veri analizlerinde büyük destekleri olan kıymetli hocam Doç. Dr. Fatih ÖNER'e içten teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez yazma sürecimde bana destek olan sevgili arkadaşım Betül BAŞELİ'ye teşekkür ederim.

Bu süreçte yanımda olan, bana moral veren ve beni destekleyen değerli ailem ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGE LİSTESİ	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1 Materyal	10
3.2 Yöntem	10
3.2.1 Uçucu yağ tayini	11
3.2.2 Toplam Fenol Tayini	11
3.2.3 Antioksidan Aktivite Analizi	11
3.2.4 Antimikrobiyal Aktivite Tayini	12
3.2.5 Denemeden elde edilen verilerin analizleri	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	14
4.1 Uçucu Yağ Oranı	14
4.2 Toplam Fenol İçeriği.....	15
4.3 Antioksidan Aktivite	16
4.4 Antimikrobiyal Aktivite	17
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	20
6. KAYNAKLAR	26
EKLER	35
ÖZGEÇMİŞ	41

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

- Çizelge 4.1.** Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Uçucu Yağ Oranındaki Değişimin Varyans Analizi14
- Çizelge 4.2** Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Fesleğen Uçucu Yağ Oranının (%) Değişimi14
- Çizelge 4.3** Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Toplam Fenol İçeriğindeki Değişimin Varyans Analizi.....15
- Çizelge 4.4** Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Fesleğen Toplam Fenol İçeriğinin (mg GAE/g) Değişimi16
- Çizelge 4.5** Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Antioksidan Aktivitedeki Değişimin Varyans Analizi16
- Çizelge 4.6** Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Antioksidan Aktivitedeki (%) Değişim17
- Çizelge 4.7** Farklı Gelişme Dönemlerinde ve Günün Farklı Saatlerinde Hasat Edilen Üç Fesleğen Genotipinden Alınan Yaprak Örneklerinin Antimikrobiyal Aktivitesi Sonucu Oluşan İnhibisyon Zon Çapları (mm)18
- Çizelge 4.8** Farklı Gelişme Dönemlerinde ve Günün Farklı Saatlerinde Hasat Edilen Üç Fesleğen Genotipinden Elde Edilen Yaprak Örneklerinin Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerleri (µg/ml)19

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

nm:	Nanometre
µL:	Mikrolitre
mL:	Mililitre
L:	Litre
g:	Gram
mM:	Milimolar
mm:	Milimetre
m:	Metre
cm:	Santimetre
ppb:	Milyarda bir kısım
ppm:	Milyonda bir kısım
s:	Saat
IC50:	Yarı Maksimum İnhibisyon Konsantrasyonu
PE:	Gallik Asit Eşdeğeri
DPPH:	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
W:	Watt
P₂O₅:	Fosfor pentaoksit
N:	Azot

1. GİRİŞ

İnsanlar tarih sürecinde, her zaman bitkilerle iç içe yaşamışlardır. Bitki yetiştiriciliği tarihin ilk dönemlerinde sadece beslenme amacı ile yapılmakta iken zamanla insanların gözlem ve tecrübelerinin de katkısıyla, bitkilerin şifa kaynağı olarak kullanılabilirdiği öğrenilmiştir (Taşdemir, 2019).

Bitkiler, etken madde içeriğinin türden türe değişiklik göstermesi nedeniyle gıda, sağlık, kozmetik, parfümeri, eczacılık ve kimya gibi birçok sahada yaygın olarak kullanılabilmektedir (Bayram ve ark., 2010; Gün, 2012). İlaç sanayisinde kullanılan organik olmayan maddelerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin tespit edilmesi ve doğal ürünlere olan talebin artması ile tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine araştırmalar hız kazanmıştır (Kalemba ve Kunicka, 2003; Burt, 2004; Göktaş ve Gıdık, 2019).

Dünya üzerinde yaklaşık olarak 1 milyon bitki türü bulunduğu tahmin edilmekle beraber bu bitki türlerinin yarıya yakını taksonomik sınıflandırmaya dahil edilmemiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) kayıtlarına göre dünyada yaklaşık olarak 20 bin bitki türü tıbbi ve aromatik amaçlarla kullanılırken, ülkemiz coğrafi olarak farklı iklimleri bir arada bulundurması ve avantajlı konumu nedeniyle dünyanın önde gelen tıbbi ve aromatik bitki üretim merkezleri arasında yer almaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Türkiye'de yaklaşık 12 bin bitki türü bulunurken bunlardan 3750 tanesi endemik olarak yetişmektedir (Ceylan, 1995; Baytop, 1999; Baydar, 2013). Türkiye'de bulunan yaklaşık 1000 bitki türü tıbbi ve aromatik amaçlarla kullanılmaktadır (Baytop, 1999; Bayram ve ark.,2010; Baydar, 2013).

Dünyada 200'den fazla cins ve yaklaşık 5600 türü bulunan Lamiaceae (Labiatae) familyasının (Hickey ve King, 1997) Türkiye'de 45 cinsi ve 565 türü bulunduğu (Güner ve ark., 2000) bildirilmiştir. Türkiye en yaygın olarak bulunan familyalardan birisi olan Lamiaceae familyası çok değerli tıbbi ve aromatik bitkileri bünyesinde barındırmaktadır. Bunlardan birisi olan fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Anadolu'da reyhan adıyla da bilinmekte olup, Güney Asya kökenli ve tropik-ılıman iklim bitkisidir. Fesleğen bitkisi morfolojik yapı ve esansiyel yağ içeriği olarak geniş varyasyona sahiptir (Paton ve ark., 1999; Azizah ve ark., 2023).

Fesleğen dünya genelinde fazlaca sevilen ve birçok alanda kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden birisidir. Fesleğen, yetiştirildiği iklime ve türe bağlı olarak 30-80

cm boylanabilmekte ve değişik renklerde olabilmektedir (Ceylan, 1997; Baydar, 2021). Çiçekleri beyaz, eflatun, mor veya koyu yeşil renginde kmeli halde olan fesleğenin tohumları, koyu kahve veya siyah renkte, yaklaşık bin dane ağırlığı 1.5 g kadar olup minik ve hafif bir yapıya sahiptir (Arabacı ve Bayram, 2004; Baydar, 2013).

Tıbbi ve aromatik bir bitki olan fesleğen ayrıca bitki besin değeri ve içerisinde bulundurduğu vitaminler açısından oldukça zengindir. Çeşitli gıda maddelerinin yapımında kuru ya da taze olarak kullanılan fesleğenin yaprakları farklı aroma esans yağları içerir. Bitkinin uçucu yağı gıda sektöründe baharatlarda, endüstride kozmetik ve temizlik malzemesi olarak tıp alanında ise dinlendirici, yorgunluk giderici, soğuk algınlığına karşı kullanılmaktadır (Aslan, 2014; Baydar, 2021).

Fesleğen antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmasının yanında (Telci ve ark., 2006; Moghaddam, 2010) içeriğinde bulunan esansiyel yağlar nedeniyle üretimi yapılan önemli bir tıbbi aromatik bitkidir. Fesleğen bitkisinde uçucu yağ oranı ortalama %0.05-1.0 civarındadır (Chalchat ve zcan, 2008). Fesleğen uçucu yağında en çok bulunan ana bileşenler linalool, methyl chavicol (Estragol) ve eugenol'dr (Diaz-Maroto ve ark., 2004). Bu bileşenlerin yanı sıra methyl cinnamate ve limonene gibi terpenoidler de bulunmaktadır (Azizah ve ark., 2023).

Fesleğenin uçucu yağ oranı ve bileşenleri; genotip, bitki organı (kök, iek, yaprak, tohum), bitki büyüme-gelişme dönemi (ieklenme öncesi, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonrası), hasat zamanı (sabah, öğle, akşam), iklim ve toprak şartları ve yetiştirme tekniği uygulamalarına göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmalarda en yüksek uçucu yağ içeriği, uçucu yağın bulunduğu organ ve gelişme dönemi, uçucu yağ bileşenlerin sayısı ve oranları bakımından da büyük bir varyasyon olduğu ifade edilmektedir (Ekren ve ark., 2009; Kulan, 2013; Mith ve ark., 2016; Karaca ve ark., 2017; rşan, 2024).

Fesleğende yapılan çalışmaların önemli bir kısmında, genotip, bitki büyüme ve gelişme dönemi, hasat zamanı, bitki dikim sıklığı, artan azot uygulamaları ve sıklık gibi yetiştiricilikte kullanılan benzer teknik uygulamalarının uçucu yağ oranı ve bileşenleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivite üzerine etkilerinin incelendiği ancak aralarındaki ilişkilerin birlikte ele alınarak değerlendirilmediği görülmektedir (zcan ve Chalchat, 2002; Viņa ve Murillo, 2003; Telci ve ark., 2006; Zheljzakov ve

ark., 2008; Aslan, 2014; Karaca ve ark., 2017). Buna karşılık, tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım ve ekonomik değerini belirleyen ve özellikle stres şartlarında sentezlenen sekonder metabolitlerin miktar ve içeriklerinin çok çeşitli faktörlere göre değiştiği ve bunlar arasında olumlu veya olumsuz etkileşimlerin söz konusu olduğu rapor edilmektedir (Yaldız ve ark., 2005; Akula Ramakrishna ve Ravishankar, 2011; Açıkgöz ve ark., 2017; Öner ve Sonkaya, 2020; Baydar, 2021; Pant ve ark., 2021). Fesleğende morfolojik özelliklerin yanı sıra uçucu yağ oranı ve bileşenlerinde ortaya çıkan değişimin incelendiği çalışmalar rapor edilmiş olmakla birlikte (Arabacı ve Bayram, 2004; Yaldız ve ark., 2015; Köse ve ark., 2017; Ürüşan 2024), fenolik bileşikler, antioksidan etkinlik ve antimikrobiyal aktivitenin bitki büyüme-gelişme dönemi (Aslan, 2014; Türkmen, 2021; Akı, 2022) ve özellikle günlük hasat saatine göre değişimi konusundaki çalışmaların daha sınırlı olduğu tespit edilmiştir (Kulan, 2013; Padalia ve ark., 2017; Aygun ve ark., 2022).

Bu çalışma; fesleğende uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitede genotip, bitki büyüme-gelişme dönemi ve günlük hasat saatine bağlı olarak ortaya çıkan değişimleri belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. GENEL BİLGİLER

Charles ve Simon (1990), yaptıkları çalışmada *Ocimum basilicum* L. türünün yapraklarından distilasyon ile elde ettikleri ekstraktlarda uçucu yağ oranını %0.95-1.31 olarak tespit etmişken, beş fesleğen türü üzerinde çalışan Morales ve ark. (1993), taze herba uçucu yağ oranını %0.59-0.87 aralığında tespit etmişlerdir.

Adana ve Osmaniye kökenli fesleğenlerin Çukurova koşullarında verim ve uçucu yağ miktarını saptamak amacıyla Serin (1996) tarafından yapılan çalışmada en yüksek taze herba verimi 3629.33 kg/da ile 1. hasatta Osmaniye kökenli fesleğende, en yüksek uçucu yağ oranı %2.23 ile 3. hasatta Adana kökenli fesleğenin kuru çiçeklerinde, en yüksek uçucu yağ verimi ise 2.53 l/da ile 3.hasatta Osmaniye kökenli fesleğenin taze yapraklarında saptandığı bildirilmiştir.

Grayer ve ark., (1996) yaptıkları çalışmalarında, 16 farklı fesleğen çeşidinin taze ve dondurularak kurutulmuş yapraklarındaki uçucu yağ bileşenlerini inceleyerek bunların alt-spesifik taksonomik karakterler olarak kullanıp kullanılmayacaklarını değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda beş ana uçucu yağ profili ayırt edilmiş olup, bitkinin taze ve dondurularak kurutulmuş materyali arasında büyük bir benzerlik tespit edilmiştir. Ancak, kurutulmuş yapraklarda methyl chavicol (estragol) ve eugenol konsantrasyonları linalool ile karşılaştırıldığında azalmıştır.

Marotti ve ark., (1996) tarafından, İtalyan fesleğen çeşitleri üzerinde yapılan araştırmada, morfolojik özellikler ile uçucu yağ bileşimi arasındaki olası ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada, çeşitler arasında morfogenetik değerlendirmelere göre dört fenotip ayırt edilmiştir. Uçucu yağların bileşim, "linalool", "linalool ve methyl chavicol (estragol)" ve "linalool ve eugenol" olmak üzere üç kemotip içerdiği tespit edilmiştir. Her kemotip kendi morfolojik karakter grubuna sahipken, farklı morfolojik parametrelere sahip iki çeşit grubunun aynı kemotipe ait olduğu saptanmıştır.

Nacar ve Tansı (1997), 3 farklı orijine sahip fesleğenlerde uygulanan farklı biçim zamanlarının uçucu yağ oranı ve bileşenleri ile uçucu yağ verimi üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek uçucu yağ oranı %0.36 ile Hatay orijinli fesleğenin 2. hasadında ve taze çiçeklerde tespit edilmiştir.

Tansı ve ark., (1997) Almanya, Yunanistan ve Fransa orijinli fesleğenleri üç biçimde denedikleri çalışmalarında en yüksek uçucu yağ oranına Almanya orijinli

genotipte üçüncü biçimde, Yunanistan ve Fransa orijinli fesleğenlerde ise ikinci biçimde ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Tansı ve Nacar (2000), *Ocimum basilicum* var. *citriodorum* türünde tam çiçeklenme döneminde haziran, ağustos ve eylül aylarında biçim yaptıkları çalışmada, en yüksek uçucu yağ oranını ağustos ayındaki biçimde yapraktan elde edildiğini bildirmişler ve yapraktaki uçucu yağ oranını %0.3-0.6 aralığında tespit etmişlerdir.

Özcan ve Chalchat (2002), tarafından yapılan bir çalışmada, *Ocimum basilicum* L. ve *Ocimum minimum* türlerinin toprak üstü kısımlarında hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağlarda sırasıyla 49 ve 41 bileşen belirlenmiştir. Yapılan çalışmada türlerin uçucu yağının ana bileşenleri methyl eugenol (%78.02), α -kübeben (%6.17), nerol (%0.83) ve ϵ -muurolene (%0.74) olarak tespit edilmiştir.

Arabacı ve Bayram (2004), tarafından bitki sıklığı ve farklı azot dozlarının fesleğende verim ve bazı özellikler üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek uçucu yağ verimi 5.164 l/ha olarak belirlenmiş ve uçucu yağ oranı azot uygulaması yapılmadığında %0.837 bulunmuş iken azot uygulaması yapıldığında %0.751 olarak tespit edilmiştir.

Özgüven ve ark., (2005) ülkemizde üretimi ve ihracatı yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler ile uçucu yağlar konusundaki verilerin eksiklik ve yanlışlıklar içerdiğini, ayrıca uçucu yağların tam bir listesine ulaşabilmenin mümkün olmadığını ifade etmişlerdir. Bu ürünlerin ulusal düzeyde üretim miktarlarının istatistiksel olarak derlenmesi ve açık arşiv olarak yayınlanmasının gerekmekte olduğu bildirilmiştir. Ülke genelinde bitkisel üretim planlamasının ulusal ve uluslararası ticaret verilerine göre düzenlenmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Telci ve ark., (2005) 18 Türk fesleğen genotipinde uçucu yağının bileşimini araştırdıkları çalışmalarında; linalool, methyl cinnamate, cinnamate, methyl cinnamate /linalool, methyl eugenol, methyl chavicol (estragol) ve methyl chavicol/citral kemotiplerini tespit etmişlerdir.

Erşahin (2006), yaptığı çalışmada, Adana, Osmaniye, İzmir ve Diyarbakır fesleğen popülasyonlarının uçucu yağ oranlarının %0.49-1.25 aralığında olduğunu saptamıştır.

Carvalho Filho ve ark., (2006) yaptıkları bir çalışmada, saat 08:00 ve 12:00'de yapılan hasatlardan daha yüksek uçucu yağ verimi elde etmişlerdir. Beş gün kurutma sonrası linalool miktarı %45.18'den %86.80'e yükselmiştir. Çalışmada sonucunda araştırmacılar tarafından linalool açısından zengin yağ elde etmek için *O. basilicum* türünün sabah hasat edilerek 40°C'de beş gün kurutulması gerektiği önerilmiştir.

Uzun (2007), Türkiye'nin değişik bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan 4 *Ocimum basilicum* L. popülasyonu üzerinde yaptığı çalışmada, fesleğenin uçucu yağ oranının %0.35-0.95 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Diğer taraftan uçucu yağın önemli bileşenleri olarak estragole (%31.67-40.79), Z-citral (%10.03-18.03), citral (%3.23-24.59), β -caryophyllene (% 5.09-7.97) belirlenmiştir.

Hussain ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada, fesleğenin (*Ocimum basilicum* L.) toprak üstü kısımlarından dört mevsim boyunca elde edilen uçucu yağların içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağların miktarı %0.5 ile %0.8 arasında değişmekte olup, uçucu yağın kış aylarında maksimum, yaz aylarında ise minimum düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek uçucu yağ bileşenleri linalool (%56.7-60.6), epi- α -cadinol (%8.6-11.4), α -bergamoten (%7.4-9.2) ve γ -cadinene (%3.2-5.4) olarak tespit edilmiştir.

Ekren ve ark., (2009) İzmir koşullarında farklı dikim sıklıklarının fesleğen bitkisinde verim ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları 2 yıllık araştırmada, dikim sıklıklarının uçucu yağ oranlarına etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu saptamış ve uçucu yağ oranının iki yıl için %0.36-1.45 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Romanya'da yürütülen bir çalışmada (Benedec ve ark., 2009) tatlı fesleğenin (*O. basilicum* L.) çiçeklenme döneminde hasat edilerek kurutulmuş materyalinden elde edilen esansiyel yağlarda linalool (%46.95), elemene (%7.84), farnesene (%6.86) ve guaiane (%5.26) ana bileşenler olarak belirlenmiştir.

Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen *Ocimum basilicum* L. bitkisinin farklı biçim saatlerindeki verim ve kalite özelliklerinin uçucu yağ ve uçucu yağ içeriği üzerine olan etkilerini inceleyen Kulan (2013), fesleğenin uçucu yağ oranının, çiçekte %1.88-2.04 ve yaprakta %0.50-0.94 arasında değiştiğini belirtmektedir. Diğer

taraftan, linalool (%55.70-72.90), methyl chavicol (%11.07-28.20), γ -kadinol (%2.07-4.50), trans- β -bergamotene (%0.80-3.00) ve germacrene-D (%0.70-2.63) uçucu yağın ana bileşenleri olarak belirlenmiştir.

Karık ve ark., (2014) tarafından Menemen ekolojik koşullarında yetiştirilen ticari ve yerel fesleğen çeşitlerinin uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi bakımından karşılaştırıldığı bir çalışmada yerel çeşitler ticari çeşitlerin önünde yer almıştır. Uçucu yağlarda toplam 23 bileşen tanımlanmış ve uçucu yağların ana bileşenleri ve oranları sırası ile linalool (%0.41-74.43), eucalyptol (%8.47-44.94) ve estragole (%5.22-22.53) olarak belirlenmiştir.

Özgen (2014), tarafından farklı fesleğen hatlarının bazı kimyasal ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Ankara koşullarında yapılan çalışmada, hatlarda biçimler ortalaması olarak uçucu yağ oranları %0.33-1.22 arasında bulunulmuştur. Bu uçucu yağlarda ana bileşenler; linalool, methyl cinnamate ve methyl eugenol olarak tespit edilmiştir. Uçucu yağ verimi dışında incelenen tüm özelliklerde R-28k hattı diğer hatlara göre istatistiki olarak daha yüksek değerler vermiş olup, uçucu yağ veriminde R-Sweet (7.5 L/da) hattının daha yüksek verimli olduğu bildirilmiştir.

Abou El-Soud ve ark., (2015) çalışmalarında, hidrodistilasyon yoluyla elde edilen *O. basilicum* esansiyel yağının %96.7'sini temsil eden 19 bileşik tanımlamışlardır. Çalışma sonucunda linalool (%48.4), 1,8-sineol (%12.2), eugenol (%6.6), methyl cinnamate (%6.2), α -cubebene (%5.7), caryophyllene (%2.5), β -ocimene (%2.1) ve α -farnesene (%2.0) oranlarında ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Uygulanan uçucu yağ konsantrasyonuna bağlı olarak değişen antifungal aktiviteler tespit edilmiştir.

Benin orijinli *Ocimum basilicum*, *Ocimum canum* ve *Ocimum gratissimum* bitkilerinin morfogenetik kısımlarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimi ve ana bileşenleri hasat zamanına göre değişkenlik göstermiştir (Mith ve ark., 2016). *O. basilicum* yağlarında ana bileşenler estragol (%43.0–44.7) ve linalool (%24.6–29.8) olarak belirlenmiştir. *O. canum* yağlarında ise carvacrol (%12.0–30.8) ve p-simen (%19.5–26.2) tespit edilmiştir. *O. gratissimum* yağlarında ise thymol (%28.3–37.7) ve γ -terpinene (%12.5–19.3) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Aslan Öz (2017), Balıkesir yöresinde doğal olarak yetişen biberiye ve fesleğen bitkilerine ait uçucu yağlar ile bu uçucu yağların ticari muadillerinin antioksidan ve antimikotik özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmada antioksidan kapasite değerleri 0.91-18.65 µmol troloks/mL yağ aralığında tespit edilmiş ve analiz edilen ticari uçucu yağların yaklaşık tamamında antimikotik etki, fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite değerleri laboratuvar ortamında üretilen uçucu yağlara göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmada fesleğen uçucu yağının, biberiye uçucu yağına göre daha yüksek antimikotik ve antioksidan etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Avetisyan ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre, üç farklı fesleğen çeşidinden elde edilen uçucu yağlar incelendiğinde, *O. basilicum* var. *purpureum*, esansiyel yağında %57.3 methyl chavicol, *O. basilicum* var. *thyrsoflora* esansiyel yağında %68.0 linalool ve *O. citriodorum* uçucu yağında (%23.0) ve citral (%20.7) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. *O. basilicum* var. *thyrsoflora* esansiyel yağı en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterirken, *O. citriodorum* çeşidinden elde edilen yağ en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir.

Ahmed ve ark., (2019) çalışmalarında, Mısır'daki Assiut, Minia ve Beni Suef'ten elde edilen *Ocimum basilicum* L. esansiyel yağları ve etanol ekstraktlarının kimyasal bileşimi ve antioksidan aktivitesini değerlendirilmiştir. En yüksek toplam fenol içeriği (82.45 mg PE/g) ve maksimum radikal temizleme aktivitesi (IC50: 1.29 mg/mL) ile Minia fesleğen ekstraktından elde edilmiştir. Minia fesleğeninden elde edilen esansiyel yağ, IC50 (11.23 mg/mL) ile DPPH radikal temizlemede yüksek aktivite gösterip, en yüksek fenol içeriğini (41.3 mg PE/g) vermiştir. Ancak, farklı lokasyonlardan elde edilen fesleğen esansiyel yağlarının antioksidan aktivitesi ile toplam fenol içerikleri arasında düşük bir korelasyon bulunmuştur.

Ermişler (2017), çalışmasında, kovucu olarak gelecek vadeden uçucu yağlara sahip bitki aileleri arasında limonotu, fesleğen ve okaliptüs türlerini incelemiştir. Yüksek itici etkinliğe sahip bileşiklerin α -pinene, limonene, citronellool, citronellal, camphor ve thymol olduğu belirlenmiştir. Altınotu ve fesleğen uçucu yağlarının itici etkileri karşılaştırıldığında, fesleğenin daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ghasemi ve ark., (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada, *O. basilicum*'un toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağın ana bileşenleri methyl chavicol

(estragol) (%49.7), linalool (%10.7), α -cadinol (%5.9), (Z)- β -farnesene (%3.8) ve 1,8-cineole (%3.5) olarak tespit edilmiştir.

Türkiye'nin birçok bölge ve yöresinden toplanarak elde edilmiş 80'den fazla fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonu içinden seçilen 9 farklı fesleğen genotipleri arasında herba verimi ve uçucu yağ içeriğini araştıran Karaca ve ark., (2017), genotipler arasında istatistiki açıdan çok önemli farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada uçucu yağ oranı %0.25-1.06 arasında saptanmış ve Adana orijinli genotip uçucu yağ oranı açısından dikkati çeken genotip olmuştur.

Farklı kurutma yöntemlerinin biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyada toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite üzerindeki etkilerini inceleyen Güler (2019) çalışmasında, en yüksek antioksidan aktivitenin, biberiye ve fesleğende mikrodalga fırında (700 W ve 800 W), kekikte kurutma tüneline (30 °C), nanede mikrodalga fırında (600 W, 700 W, 800 W) ve güneşte, stevyada ise güneşte ve gölgede kurutulmuş örneklerde olduğunu tespit etmiştir. Çalışma sonunda, bitkilerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarının kurutma yöntemlerine göre önemli ölçüde değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Özmen (2023), su stresi koşullarında biyogübre uygulamalarının fesleğenin uçucu yağ oranı ile uçucu yağ bileşenleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, şiddetli ve orta şiddetli su stresi koşullarında en yüksek uçucu yağ oranı değerlerinin *Pseudoalteromonas tetraodonis* ve *Brevibacillus choshinensis* bakterilerinin gerek tek başına gerekse vermikompost ile uygulamalarından elde edildiğini rapor etmektedir. Diğer taraftan, linalool, 1,8-cineole, methyl cinnamate, eugenol, methyl eugenol, trans-caryophyllene, δ -cadinol, β -elemene ve germacrene-D uçucu yağ bileşenlerinin ise biyogübre uygulamalarına göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ürüşan (2024), Erzurum ekolojik koşullarında yaptığı çalışmasında fesleğen yetiştiriciliğinde artan azot dozlarının uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, protein oranı ve linalool içeriğini olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir. Çalışmada sırasıyla mor ve yeşil fesleğen çeşitlerinde uçucu yağ oranı %0.22 ile %0.29, uçucu yağ verimi 0.13 ile 0.24 kg/da, toplam fenol 129.16 ile 97.24 μ g/mg ve toplam flavonoid 185.36 ile 154.64 μ g/mg olarak tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırmada yer alan bitkisel materyalin ana kaynağını, Telci ve ark. (2005) tarafından yürütülen bir TUBİTAK projesi kapsamında Türkiye'nin çok çeşitli bölgelerinden temin edilen yerel fesleğen genotipleri oluşturmaktadır. Yaklaşık 90 civarındaki yerel materyal arasından seçilen bazı fesleğen genotipleri, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütülen bir yüksek lisans tez çalışmasında çeşitli özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Bu tez çalışmasından elde edilen verilerin ışığı altında, taze ve kuru herba verimi ile uçucu yağ oranı bakımından üstün olan üç genotip belirlenerek bu tez çalışmasında bitki materyali olarak kullanılmıştır. Tokat orijinli genotip (G2) yeşil herba verimi, Gaziantep orijinli genotip (G1) kuru herba verimi ve Adana orijinli genotipi (G3) ise uçucu yağ oranı bakımından üstün özelliklere sahiptirler (Karaca ve ark., 2017).

3.2 Yöntem

Araştırmada; 3 yerel fesleğen genotipinde (Gaziantep, Tokat ve Adana orijinli), 2 büyüme-gelişme döneminde (ieklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme) ve günün 3 farklı saatinde (09:00, 13:00 ve 17:00) yapılan hasatlardan elde edilen bitki örneklerinde uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitede ortaya çıkan değişimler incelenmiştir.

Çalışmanın bitkisel materyalini oluşturan fesleğen genotiplerinin tohum ekimleri serada torf-perlit karışımı içeren viyollere 02.04.2018 tarihinde yapılmıştır. Fesleğen bitkileri yaklaşık 8-10 cm boya ulaştıktan sonra fidelerin tarlaya dikimi gerçekleştirilmiştir (26.05.2018). Killi-tın yapısında olan deneme yeri toprağı hafif alkali özellikte olup, kireç içeriği orta seviyededir. Ayrıca, organik madde miktarı ve toplam azot içeriği düşük, alınabilir potasyum miktarı yeterli buna karşılık alınabilir fosfor miktarı yüksektir.

Fesleğen fidelerinin tarlaya dikimi 4 m uzunluğundaki 4 sıralı parsellere sıra arası 50 cm ve sıra üzeri 10 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Köse ve ark., 2017). Deneme parsellerine fide dikimi öncesinde, önceki araştırma bulguları ve toprak analiz sonuçlarına göre, 5 kg/da P₂O₅ ve 6 kg/da N olacak şekilde gübre uygulaması yapılmış

ve fide dikiminde can suyu verilmiştir. Deneme parsellerinde fesleğen için önerilen bakım işlemleri zamanında ve düzenli olarak uygulanmıştır.

Üç fesleğen genotipinde çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme olmak üzere iki büyüme-gelişme döneminde, aynı günde saat 09:00, 13:00 ve 17:00'de olmak üzere bitki hasatları yapılmıştır. Çiçeklenme başlangıcı bitkilerde çiçeklerin %5'inin, tam çiçeklenme ise bitkilerdeki çiçeklerin en az %50'sinin açmış olduğu zaman olarak kabul edilmiştir. Fesleğen bitkileri toprak seviyesinden 10 cm yüksekliğinde biçilmiş, 1-2 gün süreyle gölgede soldurma işlemi uygulanmıştır.

3.2.1 Uçucu yağ tayini

Gölgede soldurma işleminden sonra laboratuvarında 35 °C'de kurutulmuş fesleğen bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde uçucu yağ tayini (%) yapılmıştır. Uçucu yağ miktarı Neo-Clevenger cihazı kullanılarak su destilasyon yöntemiyle volumetrik olarak belirlenmiştir (Arabacı ve Bayram, 2004). Fesleğen örneklerinde uçucu yağ kuru madde üzerinden, ml/100 g esasına göre (%) olarak ifade edilmiştir.

3.2.2 Toplam Fenol Tayini

Farklı genotip, gelişme dönemi ve günlük zaman dilimine göre hasat edilip kurutulan fesleğen yaprak örneklerinden hazırlanan ekstraktlarda toplam fenol tayini Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen ve tıbbi-aromatik bitkilerde standart bir uygulama olarak yaygın bir şekilde kullanılan Folin-Ciocalteu (FC) kolorimetri metodu uyarınca belirlenmiştir. Araştırmada standart olarak gallik asit ve çözücü olarak metanol kullanılmış, reaksiyon sonundaki absorbans değerleri okumaları Shimadzu marka UV-1800 model spektrofotometre cihazında 765 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Fesleğen örneklerinde toplam fenol miktarı, mg GAE/g (mg Gallik Asit Eşdeğeri/g) olarak ifade edilmiştir.

3.2.3 Antioksidan Aktivite Analizi

Farklı genotip, gelişme dönemi ve günlük zaman dilimine göre hasat edilip kurutulan fesleğen yaprak örneklerinden hazırlanan ekstraktlarda antioksidan aktivite tayini DPPH yöntemi uyarınca gerçekleştirilmiştir (Sharma ve Bhat, 2009). Yöntemin esası antioksidan kapasitesi belirlenecek ekstraktların 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) stabil radikalinin mor/menekşe rengini giderme yeteneklerinin (DPPH radikalini süpürücü etki) spektrofotometrik olarak ölçülmesi ve standart madde ile

karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Örneklerin DPPH süpürücü etkisi radikal redüksiyonunun yüzdesi (%) olarak hesaplanır (Güler, 2019). Buna göre, bu çalışmada fesleğen yaprak örneklerinin antioksidan kapasitesi aşağıdaki formül uyarınca ifade edilmiştir: % Radikal Süpürücü Etki (Antioksidan Aktivite) = (Kontrol absorbans- Örneklerin absorbans değerleri) X Kontrol absorbans X 100

3.2.4 Antimikrobiyal Aktivite Tayini

Fesleğen genotiplerinin antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde *Listeria monocytogenes* ATCC®7677, *Escherichia coli* ATCC®25922, *Bacillus cereus* ATCC®10876, *Proteus vulgaris* ATCC®7829, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC®27853, *Staphylococcus aureus* ATCC®25923 ve *Salmonella typhimurium* ATCC®14028 isimli yedi bakteri türü kullanılmıştır. Fesleğen ekstraktlarının antifungal etkilerin belirlenmesinde kullanılan fungus türleri ise *Aspergillus niger* ATCC®9642 ve *Candida albicans* ATCC®10231 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, çalışmada pozitif kontrol olarak Ampicillin, Cephazolin ve Nystatin standart antibiyotikleri kullanılmışlardır.

Çalışmada besiyeri olarak bakteriler için Muller Hinton Agar (Bileşim: Meat infusion 2.0 g/L, Casein hydrolysate 17.5 g/L, Starch 1.5 g/L, Agar-agar 13.0 g/L) mantarlar için ise Saboraud Dextrose Agar (Bileşim: Peptone 10.0 g/L; D (+) Glucose 40.0 g/L, Agar-agar 15.0 g/L) kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılan bitki ekstraktları Holopainen ve ark. (1988)'nin uyguladığı metoda göre hazırlanmış, çözücü olarak metanol kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde uygulaması kolay ve maliyeti diğer yöntemlere göre daha düşük olan Disk Difüzyon Yöntemi kullanılmıştır (Bauer ve ark. 1966). Araştırmada kullanılan bakteri suşları 37±0.1°C'de 24 saat, fungus suşları ise 25±0.1°C'de 48 saat etüvde inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon süresi sonucunda, petrilerdeki besiyerlerinde meydana gelen inhibisyon zonlarının çapları dijital kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülmüştür. Antimikrobiyal aktivite testi her bir örnek için üç paralel olarak yapılmıştır. Fesleğen örneklerinde antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde ayrıca Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerlerinden de yararlanılmıştır (Berghe ve Vietinck, 1991). MİK değerleri (µg/ml),

mikroorganizmanın görsel çoğalmasını tamamen inhibe eden ekstraktın en düşük konsantrasyonu olarak tanımlanmıştır.

3.2.5 Denemeden elde edilen verilerin analizleri

Araştırmada uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite özelliklerinde bitki örneklerinden 3 tekerrürlü olarak elde edilen verilerin varyans analizi Tesadüf Parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre yapılmıştır. Konu ortalamalarının karşılaştırılması Least Significant Difference (LSD) testi kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiki analizleri SAS-JMP-5.01 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivite arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı uyarınca incelenmiştir. Fesleğen örneklerinin antimikrobiyal aktivitesi, inhibisyon zon çapları ve minimum inhibisyon konsantrasyon değerleri esas alınarak değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Uçucu Yağ Oranı

Üç fesleğen genotipinde, çiçeklenme başlangıcı (ÇB) ve tam çiçeklenme (TÇ) dönemlerinde ve aynı günün üç farklı saatinde (09:00, 13:00 ve 17:00) hasat edilen fesleğenlerde uçucu yağ oranının varyans analizi Çizelge 4. 1’de verilmiştir. Varyans analizi uçucu yağ oranının genotip ve bitki büyüme-gelişme dönemine göre istatistiki olarak önemli değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca genotip x hasat saati interaksyonunun önemli olması, günlük hasat saatlerine göre uçucu yağ oranındaki değişimin genotiplere göre farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.1. Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Uçucu Yağ Oranındaki Değişimin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip (G)	2	3.73	1.87	59.99**
Dönem (D)	1	0.84	0.84	27.12**
Hasat saati (S)	2	0.18	0.09	2.93
Genotip x Dönem	2	0.20	0.10	3.18
Genotip x Hasat saati	4	0.37	0.09	3.01*
Dönem x Hasat saati	2	0.14	0.07	2.29
Genotip x Dönem x Hasat saati	4	0.33	0.08	2.62
Hata	36	1.12	0.031	
Genel	53	6.91		

*: p<0.05; **: p<0.01

Fesleğen genotipleri arasında en yüksek uçucu yağ oranı ortalaması %1.73 ile Adana orijinli G3 genotipinden alınmış, bunu %1.53 değeri ile Tokat orijinli G2 genotipi izlemiştir (Çizelge 4. 2). Gaziantep orijinli G1 genotipi uçucu yağ oranı en düşük (%1.10) genotip olmuştur. Diğer taraftan tam çiçeklenme döneminde (%1.58) yapılan bitki hasadından çiçeklenme başlangıcına (%1.33) göre daha fazla uçucu yağ oranı elde edilmiştir.

Çizelge 4.2 Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Fesleğen Uçucu Yağ Oranının (%) Değişimi

Genotip	Çiçeklenme Başlangıcı				Tam Çiçeklenme				Ortalama
	09:00	13:00	17:00	Ortalama	09:00	13:00	17:00	Ortalama	
G1-G	1.09	1.09	1.00	1.06	1.25	1.03	1.14	1.14	1.10 C**
G2-T	1.48	1.32	1.33	1.38	1.44	1.77	1.81	1.67	1.53 B
G3-A	1.70	1.48	1.47	1.55	2.15	1.58	2.03	1.92	1.73 A
Ortalama	1.42	1.29	1.27	1.33 b	1.61	1.46	1.67	1.58 a	

** : Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.01).

4.2 Toplam Fenol İçeriği

Çiçeklenme başlangıcı (ÇB) ve tam çiçeklenme (TÇ) dönemlerinde ve günün üç farklı zaman diliminde hasat edilen üç fesleğen genotipinin toplam fenol içeriğinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4. 3’de verilmiştir. Varyans analizi fesleğende toplam fenol içeriğinin genotip ve günlük hasat saatine göre istatistiki olarak çok önemli derecede ($p<0.01$) değiştiğini göstermektedir. Buna karşılık, toplam fenol içeriğinde çiçeklenme başlangıcı ile tam çiçeklenme dönemleri arasında önemli bir değişim olmamış, ikili ve üçlü interaksiyonların etkileri de önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.3 Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Toplam Fenol İçeriğindeki Değişimin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip (G)	2	21484.13	1072.06	18.45**
Dönem (D)	1	21.29	21.29	0.04
Hasat saati (S)	2	5633.54	2816.78	4.84**
Genotip x Dönem	2	1535.66	767.83	1.32
Genotip x Hasat saati	4	3335.21	833.80	1.43
Dönem x Hasat saati	2	345.93	172.96	0.30
Genotip x Dönem x Hasat saati	4	1529.71	382.43	0.66
Hata	36	20965.76	582.38	
Genel	53	54851.22		

** : $p<0.01$

Fesleğen örneklerinde analiz edilen toplam fenol içerikleri genotip ve günlük hasat saatine göre çok önemli değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Çalışmada yer alan üç fesleğen genotipi içinde Gaziantep orijinli (G1) genotip toplam fenol içeriği açısından 100.30 mg GAE/g ile ilk sırada yer almış, bunu Adana orijinli (G3) genotip (77.58 mg GAE/g) izlemiştir. Tokat orijinli (G2) genotipin toplam fenol içeriği 51.48 mg GAE/g olarak belirlenmiştir.

Günlük hasat saatlerinin karşılaştırılması, toplam fenol içeriğinin en düşük sabah 09:00’da yapılan bitki hasadından (62.92 mg GAE/g) alındığını, saat 13:00 (78.84 mg GAE/g) ve 17:00’de (87.59 mg GAE/g) yapılan hasatlarda ise toplam fenol içeriğinin giderek arttığını ortaya koymaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Fesleğen Toplam Fenol İçeriğinin (mg GAE/g) Değişimi

Genotip	Hasat Saati									
	09:00			13:00			17:00			Ortalama
	ÇB	TÇ	Ort.	ÇB	TÇ	Ort.	ÇB	TÇ	Ort.	
G1-G	111.99	90.71	101.35	103.53	87.15	95.34	109.66	98.74	104.20	100.30 A
G2-T	34.10	37.06	35.58	62.07	50.03	56.05	46.25	79.35	62.80	51.48 C
G3-A	47.25	56.39	51.82	80.46	89.82	85.14	98.40	93.16	95.78	77.58 B
Ortalama	64.45	61.39	62.92 b	82.02	75.67	78.84 ab	84.77	90.42	87.59 a	

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p<0.01$). ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇ: Tam çiçeklenme

4.3 Antioksidan Aktivite

Gaziantep, Tokat ve Adana orijinli fesleğen genotipinin çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde günün üç farklı saatinde (09:00, 13:00 ve 17:00) hasat edilen bitki örneklerinin antioksidan kapasitelerine ilişkin olarak varyans analizi Çizelge 4. 5’de verilmiştir. Buna göre, antioksidan aktivite üzerinde sadece genotip etkisinin önemli olduğu, diğer bir ifadeyle fesleğende antioksidan aktivitenin genotipe göre istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) ölçüde değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna karşılık, bitki büyüme-gelişme dönemi ile günlük hasat saatlerindeki farklılık antioksidan aktivite üzerinde herhangi bir değişime yol açmamıştır. Ayrıca, genotip, dönem ve hasat saati arasındaki ikili ve üçlü interaksyonların da istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Antioksidan Aktivitedeki Değişimin Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip (G)	2	653.52	326.76	6.97**
Dönem (D)	1	0.01	0.01	0.99
Hasat saati (S)	2	202.17	101.09	0.13
Genotip x Dönem	2	60.45	30.23	0.53
Genotip x Hasat saati	4	123.99	31.00	0.62
Dönem x Hasat saati	2	144.62	72.31	0.23
Genotip x Dönem x Hasat saati	4	249.18	62.30	0.28
Hata	36	1686.72	46.58	
Genel	53	3120.65		

** : $p<0.01$

Çalışmadaki üç genotipin antioksidan kapasitesi incelendiğinde, Gaziantep (%92.51) ve Adana (%91.13) orijinli genotiplerin, Tokat orijinli (%84.53) genotipe oranla antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Diğer taraftan, Pearson korelasyon analizine göre, fesleğen yaprak ekstraktlarında ölçülen toplam fenol içeriği ile ekstraktların antioksidan kapasitesi arasında önemli ve olumlu korelasyon (0.42**) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 Fesleğende Genotip, Bitki Büyüme Dönemi ve Günlük Hasat Saatine Göre Antioksidan Aktivitedeki (%) Değişim

Genotip	Çiçeklenme Başlangıcı				Tam Çiçeklenme				Ortalama
	09:00	13:00	17:00	Ortalama	09:00	13:00	17:00	Ortalama	
G1-G	89.87	92.80	92.38	91.68	93.04	93.55	93.41	93.33	92.51A**
G2-T	82.19	90.06	85.84	86.03	81.27	74.85	92.99	83.04	84.53 B
G3-A	86.49	92.32	92.56	90.46	89.10	93.08	93.20	91.79	91.13 A
Ortalama	86.18	91.73	90.26	89.39	87.80	87.16	93.20	89.39	

** : Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.01$).

4.4 Antimikrobiyal Aktivite

Çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde günün farklı saatlerinde hasat edilen üç fesleğen genotipinden elde edilen yaprak örneklerinin antimikrobiyal aktivitesi neticesinde meydana gelen inhibisyon zon çapları (mm) Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7’den üç fesleğen genotipinde çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde günün üç farklı saatinde hasat edilen bitkilerden elde edilen ekstraktların *Pseudomonas aeruginosa* dışındaki bütün bakteri ve fungus suşlarında karşı zon oluşturduğu yani antimikrobiyal aktivite gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna karşılık, Adana orijinli genotip *Proteus vulgaris* bakteri suşunda inhibisyon zonu oluşturmamış ve dolayısıyla antibakteriyel etki göstermemiştir.

Diğer taraftan, bakteri test kimyasalları olan Ampicillin ve Cephazolin’in *Staphylococcus aureus* dışındaki bütün bakterilerde fesleğen ekstraktlarından çok daha büyük inhibisyon zonu oluşturduğu görülmektedir. Benzer şekilde Nystatin fungus test kimyasalı *Aspergillus niger* ve *Candida albicans*’a fungus türlerine karşı bütün fesleğen ekstraktlarından daha büyük inhibisyon zonu oluşturmuştur.

Çalışmadaki fesleğen genotiplerinin *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* bakteri ve *Aspergillus niger* fungus ırklarına karşı antimikrobiyal etkinlikleri, diğer bakteri ve mantarlara nazaran, daha yüksektir. Genotiplerin karşılaştırması, Gaziantep ve Tokat orijinli genotiplerin antimikrobiyal aktivitelerinin Adana orijinli genotipe göre daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.7 Farklı Gelişme Dönemlerinde ve Günün Farklı Saatlerinde Hasat Edilen Üç Fesleğen Genotipinden Alınan Yaprak Örneklerinin Antimikrobiyal Aktivitesi Sonucu Oluşan İnhibisyon Zon Çapları (mm)

Genotip	Dönem	Saat	Mikroorganizmalar								
			<i>L. m.</i>	<i>E. c.</i>	<i>B. c.</i>	<i>P. v.</i>	<i>P. a.</i>	<i>S. a.</i>	<i>S. t.</i>	<i>A. n.</i>	<i>C. a.</i>
G1-G	ÇB	09.00	15.33	12.33	8.33	8.33	EY	18.66	16.33	13.66	8.33
		13.00	13.66	11.00	7.66	8.66	EY	17.66	16.00	12.33	9.00
		17.00	13.33	11.00	8.33	7.66	EY	13.66	16.66	11.00	7.33
	TÇ	09.00	17.66	17.66	11.66	9.33	EY	19.33	20.00	15.33	8.33
		13.00	17.00	14.33	12.33	8.33	EY	19.33	19.66	14.66	8.66
		17.00	17.33	14.00	10.33	8.66	EY	17.33	17.66	15.00	7.66
Ortalama		15.72	13.39	9.77	8.50		17.66	17.72	13.66	8.22	
G2-T	ÇB	09.00	13.00	14.66	10.00	7.33	EY	17.33	14.66	14.66	8.66
		13.00	12.00	14.00	9.00	EY	EY	17.00	15.00	13.66	8.33
		17.00	12.66	14.66	9.00	EY	EY	17.66	13.00	14.00	9.00
	TÇ	09.00	15.33	17.66	15.33	9.66	EY	20.66	18.00	16.33	10.00
		13.00	13.66	16.33	15.00	8.66	EY	20.00	18.33	14.33	8.33
		17.00	13.00	16.00	14.66	9.00	EY	19.66	17.66	15.66	9.33
Ortalama		13.28	15.55	12.16	5.78		18.72	16.11	14.77	8.94	
G3-A	ÇB	09.00	13.33	8.33	9.00	EY	EY	14.00	10.66	12.33	8.33
		13.00	13.00	8.66	9.33	EY	EY	15.00	10.00	11.33	7.33
		17.00	11.66	8.66	8.66	EY	EY	13.66	10.66	11.00	8.00
	TÇ	09.00	14.33	12.66	7.66	EY	EY	14.33	13.33	12.33	8.33
		13.00	13.00	13.33	9.00	EY	EY	14.33	12.66	12.33	9.00
		17.00	13.66	11.00	8.33	EY	EY	14.00	12.66	12.00	8.00
Ortalama		13.16	10.44	8.66	EY	EY	14.22	11.66	11.89	8.17	
ÇB ort.		13.33	11.48	8.81	5.33	--	16.07	13.66	12.66	8.26	
TÇ ort.		15.00	14.77	11.59	8.94	--	17.66	16.66	14.22	8.63	
Test Kimyasalları											
	Ampicillin		25.00	17.33	27.00	28.00	28.33	14.33	29.66	TE	TE
	Cephazolin		32.00	18.00	23.00	8.66	24.00	EY	22.66	TE	TE
	Nystatin		TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	15.33	16.00

L.m.: *Listeria monocytogenes*, *E.c.*: *Escherichia coli*, *B.c.*: *Bacillus cereus*, *P.v.*: *Proteus vulgaris*, *P.a.*: *Pseudomonas aeruginosa*, *S.a.*: *Staphylococcus aureus*, *S.t.*: *Salmonella typhimurium*, *A.n.*: *Aspergillus niger*, *C.a.*: *Candida albicans*; ÇB: çiçeklenme başlangıcı, TÇ: tam çiçeklenme TE: test edilmedi, EY: etki yok.

Çizelge 4.7'nin incelenmesinden, tam çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerden elde edilen ekstraktların, çiçeklenme başlangıcında biçilen bitkilerden elde edilen ekstraktlara göre daha büyük inhibisyon zonu oluşturduğu ve antimikrobiyal etkinliklerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme devresinde günün farklı saatlerinde hasat edilen üç fesleğen genotipinden alınan yaprak örneklerinin minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değerleri ($\mu\text{g/ml}$) Çizelge 4.8'de verilmiştir. Fesleğen yaprak örneklerinin *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Aspergillus niger*'e karşı oluşturduğu MİK değerlerinin nispeten küçük olması bunların antimikrobiyal etkinliklerinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Buna karşılık, genotipler ve günlük hasat saatleri arasında belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. Diğer taraftan, tam çiçeklenme döneminde hasat edilen

bitkilerin MİK değerlerinin, çiçeklenme başlangıcında hasat edilen bitkilerden elde edilen göre daha düşük olduğu, yani antimikrobiyal aktivitelerinin daha yüksek olduğu Çizelge 4.8’den görülmektedir.

Çizelge 4.8 Farklı Gelişme Dönemlerinde ve Günün Farklı Saatlerinde Hasat Edilen Üç Fesleğen Genotipinden Elde Edilen Yaprak Örneklerinin Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerleri (µg/ml)

Genotip	Dönem	Saat	<i>L. m.</i>	<i>E. c.</i>	<i>B. c.</i>	<i>P. v.</i>	<i>P. a.</i>	<i>S. a.</i>	<i>S. t.</i>	<i>A. n.</i>	<i>C. a.</i>
G1-G	ÇB	09.00	5	10	EY	EY	TE	2.5	5	10	EY
		13.00	10	10	EY	EY	TE	2.5	5	10	EY
		17.00	10	20	EY	EY	TE	10	5	20	EY
	TÇ	09.00	2.5	2.5	10	20	TE	1.25	1.25	5	EY
		13.00	2.5	10	10	EY	TE	1.25	1.25	5	EY
		17.00	5	10	10	EY	TE	1.25	2.5	5	EY
G2-T	ÇB	09.00	10	10	20	EY	TE	2.5	5	5	EY
		13.00	10	10	20	TE	TE	5	5	10	EY
		17.00	10	10	20	TE	TE	5	10	10	20
	TÇ	09.00	5	2.5	5	20	TE	0.625	1.25	2.5	20
		13.00	5	2.5	5	EY	TE	1.25	1.25	5	EY
		17.00	10	5	5	20	TE	1.25	2.5	5	20
G3-A	ÇB	09.00	10	EY	20	TE	TE	10	20	10	EY
		13.00	10	EY	20	TE	TE	10	20	10	EY
		17.00	10	EY	EY	TE	TE	10	20	10	EY
	TÇ	09.00	5	5	EY	TE	TE	5	5	5	EY
		13.00	10	10	20	TE	TE	5	5	10	20
		17.00	5	10	EY	TE	TE	5	10	10	EY

L.m.: *Listeria monocytogenes*, *E.c.*: *Escherichia coli*, *B.c.*: *Bacillus cereus*, *P.v.*: *Proteus vulgaris*, *P.a.*: *Pseudomonas aeruginosa*, *S.a.*: *Staphylococcus aureus*, *S.t.*: *Salmonella typhimurium*, *A.n.*: *Aspergillus niger*, *C.a.*: *Candida albicans*; ÇB: çiçeklenme başlangıcı, TÇ: tam çiçeklenme TE: test edilmedi, EY: etki yok.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tez çalışmasında, fesleğende (*Ocimum basilicum* L.)’de uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitede genotip, bitki büyüme-gelişme dönemi ve günlük hasat saatine göre ortaya çıkan varyasyonların incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak Türkiye’nin farklı bölgelerinden toplanan yerel fesleğen genotipleri arasından seçilen Gaziantep (G1), Tokat (G2) ve Adana (G3) orijinli üç fesleğen genotipi kullanılmıştır. Fesleğen bitkileri çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme olarak iki büyüme-gelişme döneminde ve aynı günün 09:00, 13:00 ve 17:00 olmak üzere üç farklı saatlerinde hasat edilmişlerdir. Bitkilerin yaprak örneklerinden hazırlanan ekstraktlarda uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği, antioksidan aktivite ve antimikrobiyal etkinlik testleri yapılmıştır.

Varyans analizi sonuçları, genotip etkisinin uçucu yağ oranı, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık büyüme-gelişme döneminin uçucu yağ oranı, günlük hasat saatinin toplam fenol içeriği üzerine olan etkisi önemlidir. Ayrıca, genotip x hasat saati interaksyonu uçucu yağ oranında önemli çıkmış, diğer interaksyonların etkisi hiçbir özellikte önemli olmamıştır.

Uçucu yağ oranı bakımından yapılan değerlendirmeye göre, Adana orijinli genotipin diğer genotiplere göre belirgin şekilde ön plana çıktığı ve ilk sıra yer aldığı görülmektedir. Çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde hasat edilen bitkilerin uçucu yağ oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılığın olması, uçucu yağ oranının belirlenmesinde ontogenetik varyabilitenin etkisini ortaya koymuştur. Buna göre, fesleğende yüksek uçucu yağ oranına ulaşmak için biçimin tam çiçeklenme döneminde yapılması gerektiği söylenebilir. Ayrıca, araştırma bulguları günlük hasat saatleri (09:00, 13:00 ve 17:00) arasında uçucu yağ oranındaki değişimin (diurnal varyabilite) önemli olmadığını göstermektedir.

Fesleğende uçucu yağların oranı ve içerikleri genotip, yetiştirme teknikleri, iklim ve toprak şartları, hasat zamanı, bitki organı, büyüme-gelişme dönemi ve kurutma metodu gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak çok önemli ölçüde değişim gösterebilmektedir (Dey ve Choudhuri, 1983; Vina ve Murillo, 2003; Kothari ve ark., 2004; Arabacı ve Bayram, 2004; Sifola ve Barbieri, 2006; Hussain ve ark., 2008;

Calín-Sánchez ve ark., 2012; Maral ve ark., 2016; Karaca ve ark., 2017; Srivastava ve ark., 2018; Ocak, 2023).

Bu çalışmada fesleğen uçucu yağ oranının genotip ve bitki büyüme-gelişme dönemine bağlı olarak çok önemli derecede değişim gösterdiği ve genotip etkisinin çok daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. İtalya’da farklı azot seviyelerinde 3 fesleğen genotipini denendiği bir çalışmada (Sifola ve Barbieri, 2006), yapraktaki uçucu yağ oranının %0.41-0.77 arasında değiştiği ve artan azot dozlarına bağlı olarak uçucu yağ oranının önemli olarak arttığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, İran orijinli mor ve yeşil fesleğenlerde sırasıyla %0.2 ve %0.5 gibi oldukça düşük uçucu yağ içeriği rapor edilmiştir (Sajjadi, 2006). Zheljzkov ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, ABD 38 fesleğen genotipinde uçucu yağ oranlarının kuru herbada %0.07-1.92 arasında yer aldığı bildirilmiştir. Fesleğenlerde uçucu yağ oranının genotipe göre çok önemli ölçüde değiştiği dünyanın farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda açıkça ortaya konulmuştur (Erşahin, 2006; Karık ve ak., 2014; Cabar, 2016).

Türkiye-İzmir’de yapılan bir araştırmada (Sönmez ve ark, 2019), en yüksek uçucu yağ oranının yeşil fesleğende %1.07 olduğu bildirilmiştir. Diğer taraftan, Türkiye’nin farklı bölgelerinde yerel üreticilerden veya ev bahçelerinden toplanan 18 fesleğen genotipinde uçucu yağ oranları %0.4-1.5 (ortalama olarak %0.8) arasında değişmiştir (Telci ve ark, 2006). Benzer materyalle Ordu’da yürütülen bir çalışmada ise uçucu yağ oranlarının %0.25 ile %1.06 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Karaca ve ark., 2017). Literatür bulgularıyla karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızda farklı genotiplerden elde edilen uçucu yağ oranının daha dar sınırlar (%1.10-1.73) arasında değişim gösterdiği ve genel olarak diğer araştırmalardan elde edilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, Eskişehir’de yürütülen bir çalışmada uçucu yağ oranı fesleğen yapraklarında %0.50-0.94 arasında değişirken, çiçeklerde uçucu yağın %1.88-2.04 arasında değiştiği rapor edilmektedir (Kulan, 2013).

Araştırma bulguları, tam çiçeklenme döneminde biçilen fesleğenlerin uçucu yağ içeriğinin (%1.58) çiçeklenme döneminde biçilenlere (%1.33) göre daha yüksek olduğunu ve iki dönem arasında uçucu yağ oranında %18.80 civarında bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Aydın’da yürütülen bir çalışmada fesleğende en yüksek uçucu yağ oranının tam çiçeklenme döneminde ulaşıldığı ve

bitki biçiminin tam çiçeklenme döneminde yapılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır (Aslan, 2014). Türkiye'nin Çukurova Bölgesi'nde yürütülen bir çalışmada, en yüksek uçucu yağ oranının %0.71 ile birinci biçimde temmuz başında yapılan hasattan alındığı, eylül sonunda yapılan ikinci biçimde ise uçucu yağ değerinin %0.68 olduğu saptanmıştır. Hindistan'da yürütülen bir çalışmada (Smitha ve Tripathy, 2016), diğer türlerin aksine, *O. basilicum* (yaprak ve çiçekte sırasıyla 0.271 ve 0.366) ve *O. canum* türlerinde (yaprak ve çiçekte sırasıyla 0.18 ve 0.335) yaprakların çiçek salkımlarına göre daha yüksek uçucu yağ içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir. Bir çalışmada (Chalchat ve Özcan, 2008), fesleğen uçucu yağ bileşenlerinin bitki organlarına (yaprak, çiçek ve sap) göre önemli ölçüde değiştiği ifade edilmiştir. Türkiye'de yürütülen bir araştırmada fesleğende çiçekte yaprağa göre daha yüksek uçucu yağ olduğu ve bitki biçim dönemi geciktikçe uçucu yağ içeriğinin göreceli olarak azaldığı rapor edilmektedir (Akı, 2022).

Kulan (2013), uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri arasında biçim saatleri (08:00 ve 14:00) bakımından istatistiki olarak önemli farklılıkların olmadığını bildirmektedir. Benzer şekilde, Gurbuz ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada, çiçeklenme başlangıcında gün doğumundan önce (06:00), gün ortasında (12:00) ve gün batımından sonra (21:00) yapılan fesleğen biçimlerinde uçucu yağ oranları arasında önemli farklılıkların tespit edilemediği ve uçucu yağ oranlarının sırasıyla %0.67, %0.62 ve %0.74 olduğu bildirilmektedir. Bu bulguların, bizim çalışmamızda elde edilen bulgularla büyük bir uyum içinde olduğu görülmektedir. Buna karşılık, *O. basilicum*, *O. americanum*, ve *O. kilimandscharicum* türlerinde en yüksek uçucu yağ veriminin öğleyin (12:00) yapılan hasattan alındığı, *O. gratissimum* türünde ise akşam saat 18:00'de yapılan biçimlerden alındığı bildirilmektedir (Padalia ve ark., 2017). Diğer taraftan, beş fesleğen genotipinde belirli aralıklarla yapılan bitki hasatlarının (00:00, 06:00, 12:00 ve 18:00) uçucu yağ içeriği ve bileşenleri üzerine istatistiki olarak önemli farklılıklara yol açtığı rapor edilmektedir (Aygün ve ark., 2022). Tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağ oranı ve bileşenlerinde günlük hasat saatine bağlı olarak önemli değişimlerin ortaya çıktığını rapor eden çok çeşitli araştırmalar mevcuttur (Blank ve ark., 2007; Kaya ve ark., 2013; Yıldız ve ark., 2015; Açıkgöz ve ark., 2017; Açıkgöz ve Kara, 2020; Türkmen, 2021; Yeşil ve Özcan, 2021). *Origanum onites* L. türünde uçucu yağ oranının günlük hasat saatine göre

değiştirdiği ve en yüksek uçucu yağ oranına öğleden sonraki hasatta ulaşıldığı bildirilmiştir (Yaldız ve ark., 2005). Benzer şekilde, Tonçer ve ark. (2009), *Origanum onites* L. türünde uçucu yağ bileşenlerinde diurnal varyabilitenin önemli olduğunu ve en yüksek charvacrol oranının çiçeklenme öncesinde saat 10:00'da yapılan biçimden aldıklarını bildirmektedirler. Arabacı ve Bayram (2004) tarafından yürütülen bir araştırmada, azotlu gübrenin fesleğende uçucu yağ oranını azalttığı, ancak sıklığın etkisinin önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fesleğen uçucu yağ oranı üzerine bitki sıklığının etkisinin önemsiz olduğu Ekren ve ark. (2009) tarafından da belirtilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular fesleğende toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitenin genotipe göre çok önemli derecede değiştiğini ve ayrıca toplam fenol içeriğinde günlük hasat saatinin de önemli olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim Gaziantep orijinli (G1) genotip 100.30 mg GAE/g ile ilk sırada yer almış, bunu Adana orijinli (G3) genotip (77.58 mg GAE/g) izlemiştir. Tokat orijinli (G2) genotipin toplam fenol içeriği ise (51.48 mg GAE/g), Gaziantep orijinli genotipe göre %50 civarında daha düşüktür. Toplam fenol içeriğine paralel olarak, Gaziantep ve Adana orijinli genotiplerin antioksidan aktiviteleri Tokat orijinli genotipe göre daha yüksektir. Moghaddam ve Mehdizahed (2015) tarafından 37 adet İran orijinli fesleğen türündeki (*Ocimum ciliatum*, 20; *Ocimum basilicum*, 17) varyasyonun incelendiği bir çalışmada, toplam fenol içeriğinin genotiplere göre önemli ölçüde değişim gösterdiği tespit edilmiş ve *Ocimum basilicum* türünün toplam fenol içeriğinin zengin olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde Yaldız ve Çamlıca (2022), dünyanın farklı bölgelerinden temin edilen 20 fesleğen genotipinde antioksidan aktivite yönünden çok önemli varyasyonlar olduğunu rapor etmektedirler. Toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivite arasında çok önemli korelasyonun (0.42**) tespit edilmesi, bu iki özellik arasındaki olumlu ilişkiyi ortaya koymakta ve fesleğende antioksidan kapasitenin belirlenmesinde fenolik bileşiklerin önemini göstermektedir. Literatürde, bu çalışmadan elde edilen bulgularla büyük bir uyum içinde, fesleğende toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivite arasında önemli ve olumlu yüksek korelasyonlar olduğu rapor edilmektedir (Javanmardi ve ark., 2003; Kwee ve Niemeyer, 2011; Ahmed ve ark., 2019; Do ve ark., 2020; Yaldız ve Çamlıca, 2022). Jayasinghe ve ark. (2003), toprak ve iklim faktörleri ile yetiştirme tekniklerinin önemini vurguladıktan sonra, fesleğenin doğal antioksidan olarak önem taşımasındaki esas belirleyici unsurun

yüksek miktarda fenolik bileşikler içermesi olduğunu ileri sürmektedirler. Genel olarak tıbbi ve aromatik bitkilerde yapılan çalışmaların çoğunda toplam fenol içeriği ile antioksidan kapasite arasında önemli korelasyonlar bulunduğu ve bitkilerin antioksidan kapasitelerinde esas belirleyici unsurun toplam fenol içeriği olduğu bildirilmiştir (Zheng ve Wang, 2001; Ünal ve ark., 2008; Tosun ve ark., 2009; Çelebi, 2010; Xiong ve ark., 2014; Ahmed ve ark., 2019). Diğer taraftan bu araştırmada, toplam fenol içeriği günlük biçim saatine göre giderek önemli ölçüde artmış ve en yüksek fenol içeriği saat 17:00'de biçilen bitkilerden alınmıştır. Buna karşılık, Kara ve Açıkgöz (2018) tarafından rezenede yürütülen bir araştırmada, günlük hasat saatindeki değişimin toplam fenol ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivite üzerine etkili olmadığı belirtilmektedir.

Çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde günün üç farklı saatinde biçilen üç fesleğen genotipinden elde edilen yaprak ekstraktları *Pseudomonas aeruginosa* dışında denenen bütün bakteri ve fungus suşlarında karşı inhibisyon zonu oluşturmuş, başka bir ifadeyle antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Çalışmadaki fesleğen genotiplerinin *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* bakteri ve *Aspergillus niger* fungus ırklarına karşı antimikrobiyal etkinliklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular, Ocak (2023) tarafından rapor edilen ve fesleğen metanol örneklerinin antimikrobiyal etkinliklerinin *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivitelerinin yüksek olduğunu bildiren çalışma ile çok bir büyük bir uyum içerisindedir. Diğer taraftan, tam çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerden elde edilen ekstraktların, çiçeklenme başlangıcında biçilen bitkilere göre daha büyük inhibisyon zonu oluşturduğu dikkati çekmektedir. Literatürde farklı fesleğen ekstraktlarının bakteri ve mantarlara karşı farklı oranlarda antimikrobiyal etkinlik gösterdikleri ifade edilmektedir (Toroğlu ve ark., 2005; Adıgüzel ve ark., 2005; Moghaddam ve ark., 2014; Ahmad ve ark., 2016; Ertürk ve ark., 2017; Ocak, 2023; Barua ve ark., 2023). Diğer taraftan, Gürkan ve Adiloğlu (2020) tarafından yürütülen bir araştırmada, fesleğende bor içeriği ile antimikrobiyal aktivite arasında yüksek bir ilişki olduğu rapor edilerek, bor içeriği arttıkça antimikrobiyal etkinliğinde arttığı belirtilmektedir. Antimikrobiyal etkinliğin bir başka göstergesi olan MİK değerleri açısından genotipler ve günlük hasat saatleri arasında çok belirgin farklılıklar

gözenmemiştir. Buna karşılık, tam çiçeklenme döneminde biçilen bitkilerin MİK değerlerinin, çiçeklenme başlangıcında biçilen bitkilerden elde edilenlere göre daha düşük olduğu ve dolayısıyla antimikrobiyal aktivitelerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Tepeli (2020) tarafından yürütülen bir araştırmada, İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) uçucu yağının MİK değerlerinin <0.48 µL/mL olarak tespit edildiği, bun karşılık fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) uçucu yağının MİK değerlerinin 31.25 ile <0.48 µL/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, fesleğen uygulamasında elde edilen inhibisyon zon çaplarının daha büyük olmasından dolayı, fesleğenin antimikrobiyal etkisinin kekikten daha fazla olduğu ileri sürülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen bulgular, fesleğende uçucu yağ oranı ve toplam fenol içeriği ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitenin genotip ve bitki büyüme-gelişme dönemine göre önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir. Buna göre, fesleğende yüksek uçucu yağ oranı ve toplam fenol içeriği ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitenin sağlanması için bitki biçiminin tam çiçeklenme döneminde yapılması önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abou El-Soud, N. H., Deabes, M., Abou El-Kassem, L., & Khalil, M. (2015). Chemical composition and antifungal activity of *Ocimum basilicum* L. essential oil. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 3(3), 374.
- Açıkgöz, M. A., Kara, Ş. M., Aruç, C., & Ay, E. (2017). Morphogenetic, ontogenetic and diurnal variability in antimicrobial activity of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare*) essential oil.
- Açıkgöz, M. A., & Kara, Ş. M. (2020). Morphogenetic, ontogenetic and diurnal variability in content and constituents of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare*) essential oil. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 127-134.
- Adıgüzel, A., Güllüce, M., Şengül, M., Ögütçü, H., Şahin, F., & Karaman, I. (2005). Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (*Labiatae*) extract. *Turkish Journal of Biology*, 29(3), 155-160.
- Ahmad, K., Khalil, A.T., Yusra, & Somayya, R. (2016). Antifungal, phytotoxic and hemagglutination activity of methanolic extracts of *Ocimum basilicum*. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 36(6), 794-798.
- Ahmed, A. F., Attia, F. A., Liu, Z., Li, C., Wei, J., & Kang, W. (2019). Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 299-305.
- Akı, K. (2022). Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde çiçeklenme periyodu boyunca tarımsal özellikler ile uçucu yağ oranı ve bileşenlerindeki değişimlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Akula Ramakrishna, A. R., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants.
- Arabacı, O., & Bayram, E. (2004). The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L.(Basil).
- Aslan, DF. (2014). Farklı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinde ontogenetik ve morfogenetik varyabilitenin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Aslan Öz, MN. (2017). Balıkesir Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Biberiye ve Fesleğen Bitkilerine Ait Uçucu Yağların Antioksidan ve Antimikotik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Avetisyan, A., Markosian, A., Petrosyan, M., Sahakyan, N., Babayan, A., Aloyan, S., & Trchounian, A. (2017). Chemical composition and some biological activities of the essential oils from basil *Ocimum* different cultivars. *BMC complementary and alternative medicine*, 17, 1-8.

- Aygun, Y. Z., Eren, Y., & Ertekin, E. N. (2022). Diurnal variation of essential oil ratio and composition of some basil genotypes. *Bangladesh Journal of Botany*, 51(4), 787-795.
- Azizah, N. S., Irawan, B., Kusmoro, J., Safriansyah, W., Farabi, K., Oktavia, D., ... & Miranti, M. (2023). Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacological Activities, and Biotechnological Development. *Plants*, 12(24), 4148.
- Barua, S., Dewan, K., Islam, S., Mojumder, S., Sikder, O., Sarkar, R., ... & Rahman, I. M. (2023). Chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities of Bangladesh-origin Jhum-cultivar basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *International Journal of Secondary Metabolite*, 10(4), 511-524.
- Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American journal of clinical pathology*, 45(4-ts), 493-496.
- Baydar, H. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniv. *Ziraat Fakültesi Yayın*, (51).
- Baydar, H. (2021). Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş 9. Basım). Yayın No:2328, ISBN:978-605-7846-38-9, s.258-259.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. & Telci, İ. (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010.
- Baytop, T. (1999). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). 2.Baskı. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti., 207.
- Benedec, D., Oniga, I., Oprean, R., & Tamas, M. (2009). Chemical composition of the essential oils of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Romania. *Farmacia*, 57(5), 625-629.
- Berghe, V. A., & Vlietinck, A. J. (1991). Screening methods for antibacterial and antiviral agents from higher plants. *Methods in plant biochemistry*, 6(3), 47-68.
- Blank, A. F., Costa, A. G., Arrigoni-Blank, M. D. F., Cavalcanti, S. C., Alves, P. B., Innecco, R., ... & Sousa, I. F. D. (2007). Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17, 557-564.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253
- Cabar, BS. (2016). Farklı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) hatlarının Trakya koşullarında verim ve kalite ile ilgili bazı özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Calín-Sánchez, Á., Lech, K., Szumny, A., Figiel, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2012). Volatile composition of sweet basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by drying method. *Food Research International*, 48(1), 217-225.

- Carvalho Filho, J. L. S., Blank, A. F., Alves, P. B., Ehlert, P. A., Melo, A. S., Cavalcanti, S. C., ... & Silva-Mann, R. (2006). Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16, 24-30.
- Ceylan, A. (1995). Tıbbi Bitkiler I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. No:312, 140 s. baytop Bornova/İzmir.
- Ceylan, A. (1997). Tıbbi Bitkiler II (uçucu yağ içerenler). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:481.
- Chalchat, J. C., & Özcan, M. M. (2008). Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. *Food Chemistry*, 110(2), 501-503.
- Charles, D. J., & Simon, J. E. (1990). Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(3), 458-462.
- Çelebi, Ç. (2010). Fesleğenin (*Ocimum basilicum*) fenolik madde dağılımı ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Do, T. H., Truong, H. B., & Nguyen, H. C. (2020). Optimization of extraction of phenolic compounds from *Ocimum basilicum* leaves and evaluation of their antioxidant activity. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54, 162-169.
- Díaz-Maroto, M. C., Sánchez Palomo, E., Castro, L., González Viñas, M. A., & Pérez-Coello, M. S. (2004). Changes produced in the aroma compounds and structural integrity of basil (*Ocimum basilicum* L) during drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), 2070-2076.
- Dey, B. B., & Choudhuri, M. A. (1983). Effect of leaf development stage on changes in essential oil of *Ocimum sanctum* L. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 178(5), 331-335
- Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., & Bayram, E. (2009). Farklı dikim sıklıklarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(3), 165-173.
- Ermişler, A. (2017). Altın otu (*Helichrysum arenarium*) ve fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkilerinin sinek kovucu (repellent) özelliklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Konya.
- Erşahin, L. (2006). Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının agronomik ve kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- Ertürk, Ö., Tanrikulu, G.İ., Yavuz, C., Can, Z., Cakır, H.E. (2017). Chemical Compositions, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oil

- and Extracts of Lamiaceae Family (*Ocimum basilicum* and *Thymbra spicata*) from Turkey. *Int. J. Sec. Metabolite*, 4 (3), 340-348.
- Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 52-67.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Malekpoor, F., & Salimi, A. (2017). Chemical composition and yield of essential oil from two Iranian species of basil (*Ocimum ciliatum* and *Ocimum basilicum*). *Trends in Phytochemical Research*, 1(1), 3-8.
- Göktaş, Ö., & Gıdık, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 145-151.
- Grayer, R. J., Kite, G. C., Goldstone, F. J., Bryan, S. E., Paton, A., & Putievsky, E. (1996). Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*, 43(5), 1033-1039.
- Güler, HD. (2019). Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Gün, M. (2012). Kutsal tohum (*Nigella sativa*): çörek otunun iyileştirici etkisine ilişkin bazı bilgiler. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 2(1), 43-46.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C., & Hedge, I. C. (Eds.). (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands: Volume 11, Supplement 2*. Edinburgh University Press.
- Gurbuz, B., Ipek, A., Basalma, D., Sarihan, E. O., Sancak, C., & Ozcan, S. E. B. A. H. A. T. T. İ. N. (2006). Effects of diurnal variability on essential oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Asian Journal of Chemistry*, (1).
- Gürkan, M., ve Adiloğlu, S. (2020). Fesleğen (*Ocimum basilicum*) Bitkisinde Bazı Bitki Besin Elementleri ile Antibakteriyel Aktivitesinin İlişkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 381-391.
- Holopainen, M., Jahodar, L., Seppänen-Laakso, T., Laakso, I., & Kauppinen, V. (1988). Antimicrobial activity of some Finnish Ericaceous plants. *Acta Pharmaceutica Fennica*, 97(4), 197-202.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food chemistry*, 108(3), 986-995.
- Hickey, M. & King, C. (1997). *Common Families of Flowering Plants*. Cambridge Univ, 119-127p.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum accessions*. *Food chemistry*, 83(4), 547-550.

- Jayasinghe, C., Gotoh, N., Aoki, T., & Wada, S. (2003). Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 51(15), 4442-4449.
- Kalemba, D. A. A. K., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10(10), 813-829.
- Kara, S. M., & Acikgoz, M. A. (2018). Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variability in Antioxidant Activity, Total Phenol and Flavonoids of *Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare* Extracts. *YuzuncuYil University Journal of Agricultural Sciences*, 28, 96-101.
- Karaca, M., Kara, Ş. M., & Özcan, M. M. (2017). Bazı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının herba verimi ve uçucu yağ oranının belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 160-169.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Çınar, O. & Birol, D. (2014). Menemen Ekolojik Koşullarında Bazı Ticari ve Yerel Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Çeşitlerinin Morfolojik, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 24 (2), 10 - 20 MFAL.
- Kaya, D. A., Arslan, M., Inan, M., & Baskaya, S. (2013). Diurnal changes on content and composition of *Thymbra spicata* L. essential oil.
- Kothari, S. K., Bhattacharya, A. K., & Ramesh, S. (2004). Essential oil yield and quality of methyl eugenol rich *Ocimum tenuiflorum* Lf (syn. *O. sanctum* L.) grown in south India as influenced by method of harvest. *Journal of Chromatography A*, 1054(1-2), 67-72.
- Köse, İ., Kara, Ş. M., & Özcan, M. M. (2017). Bitki Sıklığının Fesleğende (*Ocimum basilicum* L.) Herba Verimi ve Uçucu Yağ İçeriği Üzerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 253-265.
- Kulan, E. G. (2013). Eskişehir koşullarında yetiştirilen reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin bazı bitkisel özelliklerinin ve diurnal varyabilitesinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Eskişehir*.
- Kwee, E. M., & Niemeyer, E. D. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 128(4), 1044-1050.
- Maral, H., Çalışkan, T., Akin, H. & Kırıcı, S. (2016). Çukurova Koşullarında Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde Farklı Hasat Dönemlerinde Herba Verimi ve Uçucu Yağ Oranlarının Belirlenmesi. III. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 4-6 Ekim.
- Marotti, M., Piccaglia, R., & Giovanelli, E. (1996). Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(12), 3926-3929.
- Mith, H., Yayı-Ladékan, E., Sika Kpoviessi, S. D., Yaou Bokossa, I., Moudachirou, M., Daube, G., & Clinquart, A. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum basilicum*, *Ocimum canum*

- and *Ocimum gratissimum* in function of harvesting time. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(6), 1413-1425.
- Moghaddam, AMD. (2010). Fesleğende (*Ocimum basilicum* L.) farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının verim, verim ögeleri, uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Moghaddam, M., Alymanesh, M. R., Mehdizadeh, L., Mirzaei, H., & Pirbalouti, A. G. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Ocimum ciliatum*, as a new source of methyl chavicol, against ten phytopathogens. *Industrial Crops and Products*, 59, 144-148.
- Moghaddam, M., & Mehdizadeh, L. (2015). Variability of total phenolic, flavonoid and rosmarinic acid content among Iranian basil accessions. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 535-540.
- Morales, M. R., Simon, J. E., & Charles, D. J. (1993). Comparison of essential oil content and composition between field and greenhouse grown genotypes of methyl cinnamate basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 1(4), 25-30.
- Nacar, Ş., & Tansı, S. (1997). Essential oil composition at different basil (*Ocimum basilicum* L.) origins from mediterranean region. In *28th International Symposium on Essential Oils* (pp. 1-3).
- Ocak, M. (2023). Farklı büyüme ortamlarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin bazı morfolojik ve fitokimyasal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Ordu.
- Öner, E. K., & Sonkaya, M. (2020). Identification of ontogenetic and diurnal variability in oregano (*Origanum onites* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1185-1193.
- Özcan, M., & Chalchat, J. C. (2002). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. *Czech J. Food Sci*, 20(6), 223-8.
- Özgen, Y. (2014). Farklı Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Hatlarının Bazı Kimyasal Ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Ozguven, M., Sekin, S., Gurbuz, B., Sekeroglu, N., Ayanoglu, F., & Ekren, S. (2005). Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. *Türkiye Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi*, 3-7.
- Özmen, S. (2023). Su stresi altında biyogübre uygulamalarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin morfolojik, fizyolojik ve verim parametreleri, uçucu yağ oranı ve bileşenleri ile antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Padalia, R. C., Verma, R. S., & Chauhan, A. (2017). Diurnal variations in aroma profile of *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L., *O. americanum* L., and *O.*

- kilimandscharicum Guerke. *Journal of Essential oil rEsEarch*, 29(3), 248-261.
- Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. (2021). The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. *Chemistry & Biodiversity*, 18(11), e2100345.
- Paton, A., Harley, R. M., & Harley, M. M. (1999). Ocimum-an overview of relationships and classification. *Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles*, 1(8).
-] Sajjadi, S. E. Analysis of the Essential Oils of Two Cultivated Basil (*Ocimum Basilicum* L.) From Iran. *DARU J. Pharm. Sci.* 2006, 14(3), 128–130.
- Serin, E. (1996). Çukurova koşullarında iki farklı kökenli fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)'in verim ve uçucu yağları üzerinde araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- Sifola, M. I., & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108(4), 408-413.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Smitha, G. R., & Tripathy, V. (2016). Seasonal variation in the essential oils extracted from leaves and inflorescence of different *Ocimum* species grown in Western plains of India. *Industrial Crops and Products*, 94, 52-64.
- Sharma, OP. & Bhat, TK. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113(4), 1202– 1205.
- Sönmez, Ç., Soysal, A. Ö. Ş., Yıldırım, A., Berberoğlu, F., & Bayram, E. (2019). Farklı biçim zamanlarının yeşil ve mor fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) tiplerinde bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 29(1), 39-49.
- Srivastava, A., Gupta, A. K., Sarkar, S., Lal, R. K., Yadav, A., Gupta, P., & Chanotiya, C. S. (2018). Genetic and chemotypic variability in basil (*Ocimum basilicum* L.) germplasm towards future exploitation. *Industrial Crops and Products*, 112, 815-820.
- Tansı, S., Nacar, Ş., & Çulcu, A. A. (1997). Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve bu bitkinin bir odun dışı orman ürünü olarak yetiştirilmesi. *XI. Dünya Ormanlık Kongresi*, 13-22.
- Tansi, S., & Nacar, S. (2000). First cultivation trials of lemon basil (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan)*, 3(3).
- Taşdemir, T. (2019). Tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitki kullanımını etkileyen faktörlerin analizi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bursa.

- Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, G., & Avcı, A. B. (2005). Türkiye’de kültürü yapılan yerel fesleğen (*Ocimum* spp) genotiplerinin morfolojik, agronomik ve teknolojik özelliklerinin karakterizasyonu ve üstün bitkilerin seleksiyonu (Sonuç Raporu). *TOGTAG-3102 No’lu Proje, TÜBİTAK*.
- Telci, I., Bayram, E., Yılmaz, G. & Avcı, B. (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, 34, 489-497.
- Tepeli, S. Ö. (2020). *Origanum onites* ve *Ocimum basilicum*’un blaCTX-M Pozitif Enterobacteriaceae Üzerine Antimikrobiyal Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 206-216.
- Toncer, O., Karaman, S., KIZIL, S., & Diraz, E. (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 177-181.
- Toroğlu, S., Dıġrak, M. & Kocabaş, YZ. (2005). Çay veya baharat olarak tüketilen *Teucrium polium* L., *Thymbra spicata* L. var. *spicata*, *Ocimum basilicum* L. ve *Foeniculum vulgare* Miller’in uçucu yağlarının in-vitro antimikrobiyal aktivitesi ve bazı antibiyotiklerle etkileşimleri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8, 36-42.
- Tosun, M., Ercisli, S., Sengul, M., Ozer, H., Polat, T., & Ozturk, E. (2009). Antioxidant properties and total phenolic content of eight *Salvia* species from Turkey. *Biological Research*, 42(2), 175-181.
- Türkmen, M. (2021). The effect of different Phenological periods and harvest times on the essential oil ratio and components of basil genotypes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24(1), 94-109.
- Uzun, A. (2007). *Labiata* (Ballıbabagiller) familyasına mensup ilaç ve baharat olarak kullanılacak fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve kekik (*Origanum vulgare* L.) türlerinin bazı özelliklerinin tespiti üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
- Unal, E. L., Mavi, A., Kara, A. A., Cakir, A., Şengül, M., & Yildirim, A. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of some plants used as remedies in Turkish traditional medicine. *Pharmaceutical Biology*, 46(3), 207-224.
- Ürüşan, Z. (2024). Farklı gelişme dönemleri ve azot seviyelerinin fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)’in verim, uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Vaña, A., & Murillo, E. (2003). Essential oil composition from twelve varieties of basil (*Ocimum* spp) grown in Colombia. *Journal of the Brazilian chemical society*, 14, 744-749.
- Xiong L, Yang J, Jiang Y, Lu B, Hu Y, Zhou F, Mao S, Shen C. Phenolic compounds and antioxidant capacities of 10 common edible flowers from China. (2014). *Journal of Food Science*, 79(4):517-25.

- Yaldiz, G., Sekeroglu, N., Özgüven, M., & Kirpik, M. (2005). Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. *Grasas y Aceites*, 56(4), 254-258.
- Yaldiz, G., Gul, F., & Kulak, M. (2015). Herb yield and chemical composition of basil (*Ocimum basilicum* L) essential oil in relation to the different harvest period and cultivation conditions. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12(6), 71-76.
- Yaldiz, G., & Camlica, M. (2022). Essential oils content, composition and antioxidant activity of selected basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. *South African Journal of Botany*, 151, 675-694.
- Yesil, M., Ozcan, M.M., 2021. Effects of harvest stage and diurnal variability on yield and essential oil content in *Mentha × piperita* L. *Plant Soil Environ.* 67 (7), 417–423.
- Zheljazkov, V. D., Callahan, A., & Cantrell, C. L. (2008). Yield and oil composition of 38 basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions grown in Mississippi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1), 241-245.
- Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 49(11), 5165-5170.

EKLER

EKLER

EK 1: Tarla hazırlığı, Fesleğen genotiplerinin çimlendirilmesi ve yetiştirilmesi



EK2: Fesleğen Yetiştiriciliği ve Hasadı



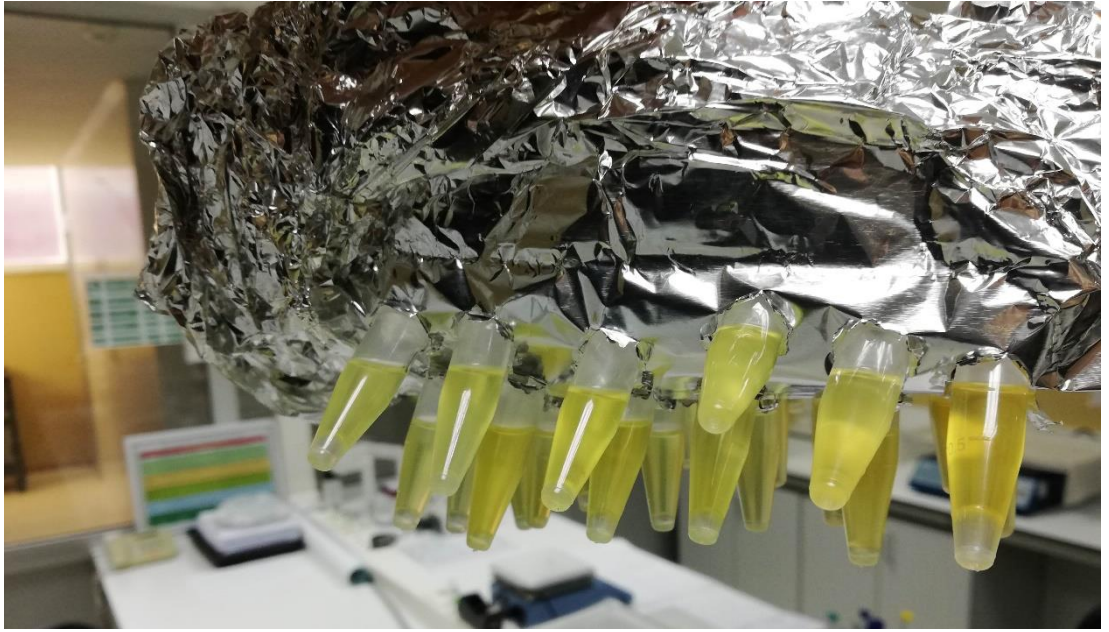
EK 3: Fesleğen genotiplerinin hasat sonrası kurutulması işlemi



EK 4: Uçucu Yağ çıkarmak için hazırlık aşaması



EK5: Su distilasyonu ile uçucu yağ çıkarma işlemi



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Zübeyde SÖNMEZ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C.
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Atatürk Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarla Bitkileri
Mezuniyet Yılı	12.06.2013
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Programı	Program Adı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokunun.
Doktora	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı
Programı	Program Adı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokunun.