



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**HATAY'DA YETİŞEN BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.) BİTKİSİNDE
MORFOGENETİK VE ONTOGENETİK VARYABİLİTENİN BELİRLENMESİ**

ŞAMMAS BAŞKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
Haziran-2013



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**HATAY'DA YETİŞEN BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.) BİTKİSİNDE
MORFOGENETİK VE ONTOGENETİK VARYABİLİTENİN
BELİRLENMESİ**

ŞAMMAS BAŞKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
Haziran-2013

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HATAY'DA YETİŞEN BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis L.*) BİTKİSİNDE
MORFOGENETİK VE ONTOGENETİK VARYABİLİTENİN BELİRLENMESİ**

Şammas BAŞKAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Prof Dr. Filiz AYANOĞLU danışmanlığında hazırlanan bu tez 28.06.2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Filiz AYANOĞLU

Yrd. Doç.Dr. Ahmet MERT

Yrd.Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Doç.Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Enstitü Müdürü

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.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri.....	15
3.3. Yöntem.....	15
3.3.1. Uçucu Yağ Oranları	16
3.3.2. Uçucu Yağ Bileşenleri	16
3.3.3. Antioksidan Kapasitesi	17
3.3.3.1. İzolasyon Yöntemi	17
3.3.3.2. Toplam Antioksidan Kapasitesi	18
3.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	20
4.1. Kuru Ağırlık Oranları (%).....	20
4.2. Uçucu Yağ Oranları (%)	21
4.3 Uçucu Yağ Bileşenleri	23
4.3.1. Sonbahar Dönemi Yaprak Uçucu Yağ Bileşenleri	25
4.3.2. Sonbahar Dönemi Sap Uçucu Yağ Bileşenleri	26
4.3.3. Sonbahar Dönemi Herba Uçucu Yağ Bileşenleri.....	27
4.3.4. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak Uçucu Yağ Bileşenleri	28
4.3.5. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba Uçucu Yağ Bileşenleri	29
4.3.6. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak Yağ Bileşenleri.....	30
4.3.7. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba Yağ Bileşenleri.....	31
4.3.8. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek Yağ Bileşenleri	32
4.4. Toplam Antioksidan Kapasitesi	33

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	38
TEŞEKKÜR.....	44
ÖZGEÇMİŞ	45

ÖZET

HATAY'DA YETİŞEN BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.) BİTKİSİNDE MORFOGENETİK VE ONTOGENETİK VARYABİLİTENİN BELİRLENMESİ

Biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) bitkisinde morfogenetik ve ontogenetik varyabilitenin uçucu yağ üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında yetiştirilen bitkiler materyal olarak kullanılmıştır.

Denemede bitkiler sonbahar dönemi, çiçeklenme öncesi dönem ve tam çiçeklenme dönemleri olmak üzere üç farklı dönemde hasat edilmişlerdir. Her bir dönemde bitkinin değişik organlarından herba, yaprak, sap ve çiçeklerinden alınan örneklerde kuru ağırlık oranları, uçucu yağ oranları, uçucu yağ bileşenleri ve toplam antioksidan kapasitesi araştırılmıştır.

Denemede en yüksek uçucu yağ oranı sonbahar döneminde alınan yaprak örneklerinde %0.78 olarak belirlenmiştir. Bu oranı %0.58 ile çiçeklenme öncesi dönem ve %0.49 ile tam çiçeklenme dönemi yaprak uçucu yağ oranları izlemiştir. En yüksek kuru ağırlık oranı tam çiçeklenme döneminde %50.26 olarak belirlenmiştir. Uçucu yağın ana bileşeni borneol olarak bulunmuştur. En yüksek borneol oranı %33.64 olarak sonbahar döneminde sap uçucu yağından alınan örneklerde bulunurken, bunu %20.91 ile tam çiçeklenme dönemi ve %20.45 ile sonbahar dönemi herba uçucu yağları izlemiştir.

Çalışmada toplam antioksidan kapasitesi araştırılmış ve en yüksek antioksidan kapasitesi 251.86 mmol.Fe+2/kg ile bitkilerin yapraklarından elde edilmiştir.

2013, 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hatay, biberiye, *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağ, antioksidan

ABSTRACT**DETERMINATION OF MORPHOGENETIC AND ONTOGENETIC VARIABILITY ON ROSEMARY (*Rosmarinus Officinalis* L.) GROWING IN HATAY**

This study was conducted aiming to determine the effect of morphogenetic and ontogenetic variability on the essential oil of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.). In the study, rosemary plants which were grown at experimental area of Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture were used as material.

At the experiment, plants were harvested at three different period which were before flowering, full bloom and autumn period. At each period, dry weight ratios, essential oil ratios, the total antioxidant capacity of essential oil components of herb, leaf, stem and flower samples which were obtained from different organs of the plant were investigated.

The highest essential oil ratio with 0,78% were obtained from the leaf samples taken on autumn period. This is followed by before flowering period with 0.58% and full bloom period with 0.49% respectively. The highest dry weight ratio with 50.26% were gathered from full bloom period. The main component was determined as borneol. The highest borneol ratio with 33.64% were determined on the essential oil of stem sample of autumn period and followed by essential oil samples of dry herb of full bloom period with 20.91% and autumn period with 20.45% respectively

The total antioxidant capacity were also examined in this study and the highest total antioxidant capacity with 251.86 mmol.Fe+2/kg were taken from the leaves of plant.

2013, 45pages

Keywords: Hatay, rosemary, *Rosmarinus officinalis* L., essential oil, antioxidant

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme alanının toprak özellikleri.....	15
Çizelge 4.1. Kuru ağırlık oranlarına ait varyans analiz tablosu	20
Çizelge 4.2. Biberiye bitkisinin kuru ağırlık oranları (%)	21
Çizelge 4.3. Biberiye bitkisinin uçucu yağ oranlarına ait varyans analiz tablosu.....	22
Çizelge 4.4. Biberiye bitkisinin uçucu yağ oranlarına ait ortalamalar (%).....	23
Çizelge 4.5. Biberiye bitkisinde bulunan borneol miktarına ait varyans analiz tablosu .	24
Çizelge 4.6. Biberiye bitkisinde bulunan borneol miktarına ait % ortalamaları.....	25
Çizelge 4.7. Sonbahar Dönemi Yaprak uçucu yağ bileşenleri.....	26
Çizelge 4.8. Sonbahar Dönemi Sap uçucu yağ bileşenleri.....	27
Çizelge 4.9. Sonbahar Dönemi Herba uçucu yağ bileşenleri.....	28
Çizelge 4.10. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak uçucu yağ bileşenleri.....	29
Çizelge 4.11. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba uçucu yağ bileşenleri.....	30
Çizelge 4.12. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak uçucu yağ bileşenleri	31
Çizelge 4.13. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba uçucu yağ bileşenleri	32
Çizelge 4.14. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek uçucu yağ bileşenleri.....	33
Çizelge: 4.15. Biberiye'nin toplam antioksidan kapasitesine ait varyans analiz tablosu.	34
Çizelge 4.16. Biberiye bitkisinin toplam antioksidan kapasitesi oranları.....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Tam çiçeklenme döneminde biberiyenin görünümü.....	14
Şekil 3.2. Su buharı distilasyonu yöntemi ile uçucu yağ elde edilmesi	16
Şekil 3.3. GC/MS cihazında uçucu yağ bileşenlerinin analizi	17
Şekil 3.4. Toplam antioksidan kapasitesi analizinden bir görünüşü.....	19
Şekil 4.1. Sonbahar Dönemi Yaprak uçucu yağ kromatogramı	26
Şekil 4.2. Sonbahar Dönemi Sap uçucu yağ kromatogramı	27
Şekil 4.3. Sonbahar Dönemi Herba uçucu yağ kromatogramı	28
Şekil 4.4. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak uçucu yağ kromatogramı.....	29
Şekil 4.5. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba uçucu yağ kromatogramı.....	30
Şekil 4.6. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak uçucu yağ kromatogramı	31
Şekil 4.7. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba uçucu yağ kromatogramı	32
Şekil 4.8. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek uçucu yağ kromatogramı.....	33

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve besin kaynaklarının azalması, insan ihtiyaçlarının artmasına ve farklılaşmasına yol açmıştır. Bu farklılaşmalar sonucunda insanların tüketim ve beslenme konusundaki bilinçlenmesi sentetik ürünlerin kullanımını azaltmış ve doğal ürünlere olan ilgiyi arttırmıştır. Oluşan bu talep artışı odun dışı orman ürünlerine de yansımıştır. Tarımda uygulanan politikalar neticesinde, klasik anlamda yetiştirilen ürünlerin maliyet yüksekliği ve kazanç kayıpları sonucunda Türk çiftçisi zor duruma düşmüş getirisi daha yüksek olan ürün grupları arayışına yöneltmiştir.

Laminacae (Labiatae) familyasından biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. Ülkemizde farklı isimlerle de (kuşdili, hasalbal ve akpüren) adlandırılmaktadır. Biberiye bitkisi 50-100 cm yükseklikte, çalı görünüşte, kışın yaprağını dökmeyen, çiçekleri soluk mavi renkli çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984).

Türkiye'nin batı ve güney kıyılarında doğal olarak yetişmekle birlikte, yaygın olarak Çanakkale, Mersin, Adana, Tarsus, Hatay illerinde özellikle Mersin ve Adana yöresinde maki florası içerisinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağları kenarlarında, koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içerisinde geniş yayılım göstermiştir. Mersin ve Adana yöresindeki doğal popülasyondan 341 ton kuru biberiye yaprağı üretildiği (Anonim, 2001) ve 1999–2003 yılları arası Türkiye'de biberiye ihracatının toplam 328 bin ton, sağlanan yıllık gelirin de 523 bin dolar olduğu bildirilmektedir (Özgüven ve ark., 2005).

Türkiye'nin 2008 yılı uçucu yağlar dış satımı yaklaşık 25 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Dış satımı yapılan yağlar, gülyacı, stearopten yağı, ıtır çiçeği yağı ve kekik yağıdır Türkiye'de son yıllarda artan uçucu yağ dış satımının, uçucu yağ tesislerinin sayısında da artışa neden olduğu görülmektedir. Özellikle Antalya, Manisa, Mersin, Muğla ve Hatay illerinde kurulu bulunan tesislerde kekik, defne, nane, biberiye, kimyon, mersin, limon yaprağı, anason ve oğul otu gibi aromatik bitkilerden uçucu yağ üretimi yapılmaktadır. Ayrıca defne, mahlep, ıhlamur çiçeği, adaçayı, biberiye, meyan kökü ve ardıç kabukları doğadan toplanmaktadır (Bayram ve ark.,2010).

Ülkemizde biberiye'nin kültürü yapılmamasına rağmen Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz, Yunanistan gibi ülkelerde ekimi ve kültürü yaygındır. Eski Yunan ve Romalılar döneminde gıdaların lezzetlendirilmesi ve tıbbi tedavi amacıyla kullanılan

biberiye günümüzde kozmetik, parfümeri, aromaterapi, eczacılık ve gıda gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Biberiye aynı zamanda anti bakteriyel, antioksidan, antiviral ve bağışıklık sistemini iyileştirici özelliklere sahip bir bitkidir (Gachkar ve ark., 2007).

Biberiye bazı hastalıkların ve rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Halk arasında genel olarak biberiye romatizma ağrıları, unutkanlık ve hafıza zayıflığı, yorgunluk, yüksek kolesterol ve zayıflama çayı olarak da kullanılmaktadır. (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Gıdaların hazırlanması ve tüketilmesi sırasında ortaya çıkan en önemli değişikliklerden biri oksidasyondur. Antioksidanlar gıdanın temel maddesi olan lipidlerin oksidasyonunu önleyerek ürün kalitesini korumaya yardımcı olurlar. Bu amaçla uzun yıllar gıda sektöründe BHA (butilat hidroksianisol), BHT (butilat hidroksitoluen), propil gallat (PG), tersiyer hidroksiquinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar ile α -tokoferol asetat, β -karoten ve Vitamin C gibi doğal antioksidanlar yaygın olarak kullanılmıştır.

Sentetik antioksidanlarının insan sağlığı üzerinde toksik etkilerinin olabileceğinin bildirilmesi ve bu nedenle kullanımlarına sınırlama veya yasaklama getirilmesi; sağlık otoritelerinin bitkisel antioksidanları güvenilir ürünler olarak açıklamaları ve bilinçli tüketicilerin doğal ürünleri tercih etmeleri bitkisel ürünlerin kullanımını gündeme getirmiştir. Yapısında flavonoidler, fenolik bileşikler ve onların türevleri olan bitkisel ürünlerin otooksidasyonu önlemede etkili oldukları ortaya konmuş ve etki mekanizmaları serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma, oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca bu bileşikler aromatik halkalarının hidroksil gruplarındaki hidrojeni vererek besin maddelerinin serbest radikallerce okside olmalarını engellerler.

Bu çalışmada Hatay yöresinde yetişen biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkisinin uçucu yağ miktar ve bileşenlerinin gerek morfolojik gerekse ontogenetik açıdan değişimlerinin araştırılmış ve biberiyenin antioksidan özellikleri ortaya konulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Baytop (1984), halk arasında hasalban, kuşdili ve biberiye olarak adlandırılan *Rosmarin officinalis*'in yaprakları %8 tanen ve %1-2 oranında uçucu yağ olduğunu ve Mersin yöresinden elde edilen kurutulmuş yapraklarda %1,7 yağ tespit etmiştir. Uçucu yağı odunsu kısımları hariç tüm bitkiden, özellikle yapraktan, su buharı distilasyonu ile elde edildiğini ve bunun renksiz-açık sarı renkli kafur ve sineol kokulu bir sıvı olduğu belirtmiştir.

Wagner ve ark. (1984), kodekslere göre, *Rosmarinus officinalis* L.'nin uçucu yağının %1-2 oranında uçucu yağ ve uçucu yağlarda %5 cineol, %10-20 borneol ve %5-10 bornil asetat ve kamfen bulunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Boelens (1985), rosmarin uçucu yağının Arnavutluk, Fransa, Yunanistan, İtalya, Fas, Portekiz, Rusya, İspanya, Tunus ve Yugoslavya da üretildiğini, uçucu yağ oranını elde etme tekniklerine göre değiştiğini ve %0,5–2,5 arasında olduğunu belirtmektedir. Uçucu yağın kimyasal yapısının alt türlere, infraspesifik hibritizasyona, iklim şartlarına bitkinin yaşı ve kullanılan kısmına, hasat zamanı ve metoda göre değiştiğini vurgulamaktadır.

Özer (1987), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L) bitkisinin yaprakları ve çiçekli dallarından su buharı distilasyonu sonucunda %1–2 uçucu yağ, %8 tanen ve acı madde elde edildiği, bu uçucu yağın bileşenlerinin de %20 bornil asetat, %5–12 kafur, %15–30 cineol ve bir miktarda pinenden oluştuğunu, uçucu yağın ilaç sanayinde haricen kullanılan ilaçların bileşimine girdiği, ayrıca sindirim sistemini uyarıcı ve safra artırıcı şurupların yapımında kullanıldığını belirtmiştir.

Ceylan (1987), *Rosmarinus officinalis* L.'de ikinci yıl yaprak veriminin 400–500 kg/da, yapraklarındaki uçucu yağın bileşenlerinin, %15–30 cineol, %5-10 kafur ve %10-20 borneol olduğunu belirtmiştir.

Tewari ve Virmani (1987), Rosmarin (*Rosmarinus officinalis* L) bitkisinin çiçek ve genç sürgün yapraklarından elde ettikleri uçucu yağın, bitki materyallerine ve kısmına göre; kuru yaprakta %2,0, çiçekler de %1,4 kültüre alınmış taze bitki de %0,53-0,58 yabani formda ki taze bitki de %0,57, taze yapraklar da %1,27-1,67, kuru yapraklar da %1,44-2,57, genç yapraklarda %1,5 ve yaşlı yapraklarda ise %0,5 oranında olduğunu ve uçucu yağın ana bileşenine göre eucalyptol (1.8-cineol), camphor / α -pinen / borneol ve verbenon olmak üzere 3 kemotipi olduğunu bildirmektedirler. Kozmetik ve parfüm

sanayinde; sabunlarda, parfümlerde, şampuanlarda, deodorantlarda, oda spreylerinde ve diğer uçucu yağlar ile karışım halinde kullanıldığını ve bu endüstride kullanılan miktarının maksimum %1 olduğunu gıda sanayinde (et ürünleri, soslar, koku vericiler, sebzeler ve fırın ürünlerinde, alkollü-alkolsüz içeceklerde, dondurulmuş, sütü ve tatlılarda) kullanıldığını belirtmektedirler. Geniş kullanım alanının olduğunu et ürünlerinde ise maksimum %0,003 (26.2 ppm) oranında katıldığını halk arasında çeşitli tıbbi amaçlarda kullanıldığını tıpta ise mide ağrılarında ve saç toniklerinde kullanıldığını belirtmektedirler. Ayrıca rosmarin ekstraktı antioksidatif özelliklere sahip olup, bu konuda BHA (Butylated hydroxyanisole) ve BHT (Butylated hydroxytoluen) ile kıyaslanan, doğal bir antioksidan kaynağı olduğunu vurgulamaktadırlar.

Kovar ve ark. (1987), halk ilaçlarında Rosmarin uçucu yağının tedavi de az miktarda mide ve bağırsak hastalıklarıyla ilgili ve kan dolaşımını artırıcı olarak kullanıldığını, deri ve akciğer yolu ile absorbe edildiğini bu yağın bileşenlerinden biri olan campor'un merkezi sinir sistemini, solunum ve kan dolaşımını artırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca 1.8-cineol tipi olan rosmarin yağında %39,0 1.8-cineol, %19,2 α -pinen, %9,3 limonen, %8,4 komfen, %3,7 mirsen ve %4,2 p-simolen bulunduğunu ve kanda bulunan 1.8-cineol'un hareket aktivitesini artırdığını bildirmektedirler.

Dumville (1988), İngiltere'de *Rosmarinus officinalis L.*'den, 1986 yılında, 250 kg/da kuru verim alındığını ve ikinci yıl gereksinimi karşılayamadığı için 20-75 ton dış alım yapıldığını bildirmiştir.

Barbut (1988), Türkiye'de beslenmede kullanılan %18 mekanik olarak hazırlanan kurutulmuş dondurulmuş kahvaltılık sucuklarda, ticari antioksidantlardan BHA ve BHT'nin karışımı ve sitrik asit ile rosmarin yağı karışımında yapılan analizler sonucunda, melondialdehit için her iki antioksidantın da depolamada 5 hafta boyunca lipit oksidasyonu önlediğini belirtirken; duyu tat analizleri ile de kurutulmuş dondurulmuş sosların sıkı tekstürlü olanlarının daha çok tercih edildiğini bildirmektedir.

Furnier ve ark. (1989), Tunus Rosmarininin esansiyel yağının farklı örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada; Tunus'un 4 farklı (Silina, Zakhouan, Le Kef ve Kasserine) bölgesinden alınan örneklerin sürgün uçlarından 8 örnek olarak uçucu

yağlarının kimyasal kompozisyonlarının nispeten benzer olduklarını, ana esas bileşiğin %50 oranında 1.8-cineol olduğunu belirtmektedirler.

Resurreccion ve Reynolds (1990), 3 doğal antioksidan sistemleri, E vitamini, Rosmarin ekstarktı, 1 E vitamini ve rosmarin kombinasyonu ve BHA/BHA tavuk ve domuz etinden hazırlanan baharatlı sosislerde antioksidan değerini tayin etmişler. Karanlıkta 18 gün ve daha fazla depolanan ambalajlanmış ve vakum paketlenmiş dondurulmuş Thiobarbütirik asit değerinin antioksidant kapsayan kontrollere göre doğal E vitaminleri önemli bir şekilde daha fazla bir koruma sağlamış ve oksidasyonu geciktirmesi BHA/BHA kadar etkili olmuştur. Tüm ambalajlanmış sosislerde 18 günden sonra E vitamininin bozulduğu ve BHA/BHA içerdikleri belirlenmiştir.

Madhu (1991), *Rosmarinus officinalis* var. *genuina forma erectus*’tan in vitro da üretilen bitkilerle a) 20 b) 30 c) 40 günlük sürgünlerden uçucu yağ çıkarılması d) saksılarda yetiştirilen in vitro da tekrar üretilen 1 yıllık bitkiler e) 1 yıllık doğal olarak yetişen bitkileri incelemiş ve in vitro da tekrar üretilen bitkilerden elde edilen uçucu yağ içeriği artarak c)’de %18’e ulaşmış d)’de %2,38 ve e)’de %2,4 olması mukayese edilmiş a-c ve d-e yağ bileşenleri arasında kantitatif farklılıklar olduğu; a-c çok yüksek bornyl asetat içeriğine sahip olması, bununla birlikte d-e’nin camphor, borneol ve verbenone içeriklerinin çok yüksek olduğunu saptamıştır. İn vitro da üretilen bitkilerin uçucu yağ üretimi için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

İlisulu (1992) *Rosmarinus officinalis* L.’nin Akdeniz’in işlenmemiş bölgelerinde her yıl çiçek açan bir bitki olduğunu bildirmiş, sık yetişmiş bir biberiye popülasyonundan bir kişinin 400-700 kg yaş filiz toplayabildiğini ve 5-7 kg taze bitkiden 1 kg kuru herba verimi elde edildiğini belirtmiştir.

Reverchon (1992), herba materyallerinden süper kritik sıvı ekstrakt (SCEF) yöntemi kullanılarak yüksek kaliteli uçucu yağ üretilebileceğini ve bu teknikte yöntem ve ön yöntem parametrelerinin son ürünün kalitesini tayin etmede etkili olabileceğini belirtmektedir. Rosmarin yapraklarından çıkarılan uçucu yağ kompozisyonunun basınç ve sıcaklığa duyarlılığı kalitesini tayin ederek optimal ekstraktın basınç ve sıcaklığı 8-10 MPa aralığında ve 40°C’de bulunduğunu, uçucu yağın esas bileşiklerinden cis-sabinene – hydrate ve cis sabinene hydrate acetate’nin oranının kuruma sıcaklığı arttığı zaman azaldığını bildirmektedirler.

Önal (1992), yaptığı çalışmada Muğla yöresinden örneklediği biberiye sürgünlerinde kuru madde oranını %42,15 olarak tespit etmiştir.

Chalchat ve ark. (1993), Fas, İspanya ve Fransa orijinli *Rosmarinus officinalis* L.'den elde edilen uçucu yağın kompozisyonuna göre iki gruba ayrılabilceğini birincisi %40'ın üzerinde 1.8-cineol içerenler (Fas), diğeri ise %40'ın altında 1.8-cineol içerenler (Fransa, İspanya) olarak belirtmişlerdir.

Alonsa (1995), Fethiye civarında Temmuz 1995 yılında *Rosmarinus officinalis* L. bitkisinin %2,35 oranında uçucu yağ içerdği ve ana bileşeninin %36,1 ile 1.8-cineol olduğu saptanmıştır.

Özgüven ve ark. (1995), Adana'da iki doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekotipinde yaptıkları çalışmada, *Rosmarinus officinalis* L. Eshab-ı Keyf ekotipinde, bitki boyunun 82,00, taze herba verimini 2436,43 kg/da, kuru herba veriminin 1441,06 kg/da, kuru yaprak veriminin 645,83 kg/da, uçucu yağ oranının %1,08 yaprak oranının %26,30 ve kuru madde oranının %57,00 olarak belirlendiğini diğ ekotipte, yani *Rosmarinus officinalis* L. Mustafalar Köyü ekotipinde ise bitki boyunun 68,23 cm, taze herba veriminin 4166,63 kg/da, kuru herba veriminin 1555,20 kg/da, kuru yaprak veriminin 890,89 kg/da, uçucu yağ oranının %1,01 yaprak oranının %21,30 ve kuru madde oranının %38,90 olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin (1996), aynı koşullarda ve aynı ekotiplerde yetiştirilen biberiyede yaptığı çalışmada uçucu yağ oranlarını %0,20–0,34 arasında olduğunu ve aynı çalışmada aralık ayında 5 cm den daha yüksekte yapılan biçimlerde kuru madde oranlarının %44,53–43,07 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Kırıcı ve Çetin (1997), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)'de farklı biçim yüksekliklerinin, verim ve verim komponentleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, taze herba verimini 2314–2024 kg/da, kuru herba verimini 1100–870,7 kg/da kuru yaprak verimini 617,3–514,3 kg/da, kuru madde oranının %47,53–43,07 uçucu yağ oranının %0,33–0,24 ve uçucu yağ veriminin 1,900–1,233 l/da olduğunu belirtmişlerdir.

Kırpık (1998), Adana da tarla koşullarında yetiştirilen 3 farklı ekotip biberiyenin ekim ayında yapılan biçimlerinde uçucu yağ oranları %0,39–0,90 arasında olduğu ve aynı çalışmada yapılan biçimlerde, kuru madde oranları %50,75–54,34 arasında olduğu belirtilmiştir.

Baratta ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada içlerinde biberiyeninde bulunduğu farklı aromatik bitkilerin uçucu yağlarını GC/MS’de analiz etmişler ve bu bitkilerin antimikrobiyal, antifungal ve antioksidant aktivitelerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bu bitkilerin uçucu yağlarının denemede kullanılan yirmibeş farklı bakteri ve bir mantar türü üzerinde yüksek derecede etkili olarak bakteri ve mantar gelişimini engellediklerini, ancak bu engelleme etkinin bitkilere göre değiştiğini ortaya koymuşlardır. Biberiye uçucu yağında 1.8-cineole (%46,6), α -pinene (%11,8), limonene (%9,3), β -pinene (%8,3), camphor (%6,1) ve α -terpineol (%1,8) bileşenlerini belirlemişlerdir.

Mangena ve Muyima (1999), biberiye bitkisinde yapmış oldukları çalışmada uçucu yağ bileşenlerini 1.8-cineole %31,12 camphor %30,12, α -pinene %18,18 camphene %6,08 ve verbonone %4,12 olarak bulunmuşlardır.

Nissen ve ark. (2000), suyu uzaklaştırılmış tavuk etinin oksidatif stabilitesini artırmak amacıyla biberiye, çay, üzüm kabuğu, kahve ekstraktları ile sentetik antioksidanlar (BHA, octyl gallat) ete uygulanmış ve biberiye~sentetik antioksidanlar>kahve~çay>üzüm kabuğu şeklindeki sıralama ile lipid oksidasyonu engellenmiştir.

Munne-Bosch ve ark. (2000), yaptıkları çalışmalarında; mevsimsel farklılığın saptandığı yaz dönemi boyunca ışık ve su stresine maruz kalmış biberiye bitkisinin yapraklarında karnosik asit ile karnosol oranı azalmış; kış döneminde ise söz konusu bileşiklerin oranları artmış olduklarını bildirmişlerdir.

Hrás ve ark. (2000), biberiye ekstresi, α - tokoferol asetat, askorbil palmitat ve sitrik asit gibi farklı antioksidanların tek veya birlikte kullanımlarının ayçiçeği yağı oksidasyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada antioksidan aktivite sırasıyla biberiye ekstresi+askorbil palmitat>biberiye ekstresi+sitrik asit>biberiye ekstresi>askorbil palmitat>biberiye ekstresi+ α - tokoferol>sitrik asit> α - tokoferol şeklinde saptanmıştır. Aynı çalışmadan elde edilen bulgulara göre biberiye ekstresi ile askorbil palmitat ve sitrik asit arasında sinerjik ancak α - tokoferol asetat arasında antagonistik etkinin olabileceği; deneme koşullarında α - tokoferolün prooksidatif etki gösterdiği bildirilmiştir.

Dang ve ark. (2001), farklı bitki ekstraktları ve uçucu yağlarının kuzu etinin oksidatif stabilitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka post-mortem çalışmada

biberiye ekstresi>zencefil ekstresi>tarçın uçucu yağı yağı>tarçın ekstresi>biberiye esansiyel yağı şeklinde azalan sırada antioksidan etki saptamışlardır. Aynı çalışmadan elde edilen bir diğer önemli bulgu ise ele alınan bitkilerin antioksidan aktivitelerinin uçucu yağ veya ekstrelerine göre farklılık göstermesi olmuştur.

Pintero ve ark. (2002), Sordina ve Corsicadan elde ettikleri biberiyenin uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonu ve aktimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada biberiyenin ana bileşenini α -pinene (%13,7-24,4), borny acetate (%11,3-17,0) ve verbonone (%4,4-24,9) bulunurken 1.8-cineole (%3,4-11,3), borneol (%6,2-7,3), Camphor (%2,9-14,1), camphene (%2,4-6,6) ve limonene (%1,4-4,6) kayda değer miktarda bulunan diğer bileşenler olduğunu belirtmişlerdir.

Ceccarini ve ark. (2002), iki farklı biberiye ekotipinde yapmış oldukları uçucu yağ miktarı ve bileşeni üzerine çalışmalarında bitkilerin yaprakları, çiçekleri ve sapları materyal olarak kullanılmıştır. İki farklı ekotipten elde edilen uçucu yağlar benzerlik gösterirken bitki kısımlarından elde edile yağlar bariz farklılıklar göstermiştir. En yüksek yağ verimini bitkinin yapraklarında üst kısmı verirken %0,71 bunu sırasıyla orta kısım %0,46 ve alt kısım %0,31 ile izlemiştir. İki ekotip arasındaki asıl farklılık içerdikleri 1.8-cineol'den dolayıdır. Cenova ekotipinin tepe orta ve alt kısımlarından elde edilen uçucu yağlarda yaprakta α - pinene %25,97–30,3, camphene %5,6–7,44 1.8-cineole %7,28–8,66, camphor %9,26–10,06, borneol %5,97–8,21 aralığında bulunurken çiçekte α - pinene %6,59–21,80, camphene %2,98–10,59 1.8-cineole %5,87–7,72, camphor %10,12–11,46, borneol %14,66–18,82 aralığında bulunmuş ve sapta α - pinene %16,18–20,66, camphene %10,98–12,04, 1.8-cineole %3,35–6,99, camphor %4,88–8,21, borneol %12,4–29,92 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Yu ve ark. (2002), hindi eti ile yürütülen bir başka çalışmada suda-çözünabilir biberiye ekstraktı (100, 250 ve 500 ppm) pişirilmiş ve buzdolabında 13 gün boyunca depolanmış etin lipid stabilitesini artırmış; özellikle en yüksek dozda kullanılan biberiye ekstraktının etkisi diğer dozlara göre daha belirgin olduğu bildirilmiştir.

Gülbaba ve ark. (2002), farklı populasyonlarda ve farklı dönemlerde yapmış oldukları çalışmalarında kuru yaprak verimini %25,5-%43,4 ekim döneminde, uçucu yağ verimi en yüksek nisan ayında %2,4 ve en düşük temmuz ayında %1,5 olarak bulunmuştur. Yaprak verimi mevsimsel olarak genelde nisan ayında düşük belirlenirken, yağ veriminin mevsimsel değişimi önemli bulunmamakla beraber ekim

ayında genellikle düşük bulunmuştur. Ayrıca hasat dönemi ve farklı populasyonların uçucu yağ bileşimi üzerine olan etkisi araştırılmış nisan döneminde 1.8-cineol %56,4-41,7, α -pinene %14,0-10,0, borneol %11,4-5,6, kafur %8,0-4,6 ve β -pinene %4,3-1,6 bulunurken temmuz döneminde 1.8-cineol %54,3-44,4, α -pinene %14,6-10,7, borneol %12,8-6,3 kafur %9,4-3,2 ve β -pinene %4,3-1,5 bulunmuş ve ekim dönemde 1.8-cineol %55,6-48,2, α -pinene %11,8-9,7, borneol %12,4-7,2 kafur %9,0-3,5 ve β -pinene %2,5-1,0 olarak bildirilmiştir.

Kırıcı ve İnan (2002), biberiyenin antioksidan etkisinin; öncelikli olarak türe, varietesine, hasat zamanına, işlemin tipine ve en önemli faktörlerden olan gelişme ortamının çevresel ve ekolojik karakteristiklerine bağlı olduğunu bildirmiş ve uçucu yağ oranını %0,20-0,67 arasında bulmuşlardır.

Del Baño ve ark. (2003), biberiyenin kök, gövde, çiçek ve dal kısımlarında bulunan fenolik bileşiklerin (polifenolik diterpenler, rosmarinik asit ve flavonların) oranlarının vejetasyon dönemlerine göre farklılık gösterdiğini, tüm etken bileşenlerinin yaprakta ve vejetasyonun erken döneminde en yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri, oranları ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; sonuçların mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde ediliş yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan solvante göre farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Bunların dışında genetik, su, ışık ve vejetasyon döneminin de etkili olduğu ortaya koymuştur.

Rababah ve ark. (2004), literatürde biberiyenin antioksidan etkisinin sentetik antioksidanlar ve α -tokoferol asetat yanında diğer bitkisel ürünlerle karşılaştırıldığı çalışmalara da rastlamak mümkündür. Yapmış oldukları çalışmada çemen otu, zencefil, yeşil ve siyah çay, üzüm çekirdeği, gotu kola (Hindistan ve Endonezyaya ait tropik bir bitki), ginkgo (Japon eriği) ekstraktları ile Vitamin E, tert- Butilhidroksiquinon (TBHQ)'nın toplam fenol içeriği ile antioksidan aktiviteleri karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre; toplam fenol içeriği en yüksek biberiye ekstresinde saptanmasına karşılık en yüksek antioksidan aktivitesi üzüm çekirdeği ile yeşil çay ekstraktlarında elde etmişlerdir.

Moreno ve ark. (2006), biberiye bitkisinin yaprak ve çiçek kısımlarının dal kısmına göre söz konusu etken bileşenlerce daha zengin yapı gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yanishlieva ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmalarında; biberiye ekstresinde bulunan söz konusu 9 fenolik bileşik antioksidan etkiye sahip olduğunu ve kimyasal yapıları hakkındaki bilgileri çalışmalarında göstermişlerdir.

Yeşil Çeliktas ve ark. (2007b), *R. officinalis* bitkisinden elde edilen uçucu yağ ve metanol ekstralarının antimikrobiyal aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında, metanol ekstresinin uçucu yağa göre daha düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Rojas ve Brewer (2007), tarafından üzüm çekirdeği (%0,01 ve %0,02), biberiye (%0,02) ile kekik (%0,02) ekstralarının vakumlanarak dondurulmuş sığır ve domuz etinin oksidatif stabilitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Her iki et türü için bitkisel ekstralar arasında antioksidan aktivite açısından belirgin bir farklılık saptanmamakla birlikte söz konusu ürünlerin dondurulmuş çiğ ürünlerde doğal antioksidan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Yeşil Çeliktas ve ark. (2007a), tarafından farklı dönemlerde (Aralık-Mart-Haziran-Eylül) ve farklı bölgelerden (İzmir, Çanakkale ve Mersin) toplanan biberiye bitkilerinden super kritik CO₂ yöntemi ile elde edilen ekstralarının aktif etken bileşenlerinin (karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asit) oranlarının ve antioksidan aktivitelerinin farklılık gösterdiği; Eylül ayında toplanan biberiyeden elde edilen ekstralar ile Mersin bölgesinden elde edilen ekstraların antioksidan etken bileşenlerinin ve antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğunu saptamışlardır.

Bozin ve ark. (2007), biberiye ve adaçayı uçucu yağlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarında yapmış oldukları öngörü; “özellikle son yıllarda fenolik bileşiklerce zengin adaçayı, kekik, biberiye ve karanfil gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin gıdalarda koruyucu madde olarak kullanımlarına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır ve biberiye'nin antioksidan kapasitesi adaçayından yüksek bulunmuştur. Bunlar arasında biberiye'nin üzerinde yoğun olarak çalışılmış ve günümüzde söz konusu bitki Avrupa ve ABD’de antioksidan olarak kullanıma sunulan tek ticari ürün durumundadır” şeklinde literatürde yerini almıştır.

Wojdylo ve ark. (2007), 32 bitki türünde yapmış oldukları antioksidan aktivitesi araştırmasında toplam antioksidan kapasitesi ABTS⁺, DPPH ve FRAP metodları ile hesaplanmışlar, toplam fenolikler Folin-Ciocalteu deneyini kullanarak ölçmüşlerdir. Başlıca fenoliklerin nitelik ve nicelik analizi ise ters farzlı yüksek performanslı sıvı

kromatografi (RP-HPLC) kullanılmış, Araştırılan bu türlerin birçoğu yüksek seviyede fenol ve antioksidan kapasitesi gözlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite değerleri ABTS, DPPH ve FRAP'a göre sırasıyla; 1,76-346 μm trolox/100g dw, 7,34-2021 μm trolox/100g dw ve 13,8-2133 μm trolox/100g dw olarak bulunurken, biberiye bitkimizin toplam antioksidan kapasite değerleri ise sırasıyla; $38,7\pm0,11$ μm trolox/100g dw $513\pm5,99$ μm trolox/100g dw ve $662\pm4,66$ μm trolox/100g dw olarak bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada bitkiler kendi arasında karşılaştırılınca en yüksek antioksidan kapasite karanfilde olduğu, bunu biberiye'nin izlediğini belirtmişlerdir.

Gachkar ve ark. (2007), yaptıkları çalışmalarla biberiye'nin antibakteriyel, antioksidan, antiviral, bağışıklık sistemini iyileştirici etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Faixová ve Faix (2008), Biberiye'nin yapısında antimikrobiyal etkinlik gösteren karnosik asit, rosmarinik asit, karnosol, rosmarol, epirosmarol gibi fenolik maddeler bulunmaktadır. Bununla birlikte biberiyeden ekstre edilen eterik yağlarda yine antimikrobiyal etkinlik gösteren α -pinen, 1.8- cineol, kamfor, borneol gibi biyoaktif maddeler bulunmaktadır.

Ayrancı ve ark. (2008), biberiye özü ve çörek otu uçucu yağı DPPH ve ABTS⁺ testleri uygulanarak antioksidan kapasitelerinin belirlendiği çalışmada iki testte de biberiye özündeki antioksidan aktivitesinin çörek otu uçucu yağındakinden çok daha yüksek olduğu kanıtlandı. Saf bileşenlerin antioksidan aktivitelerindeki sıra, farklı testlerde değişimler gösterdi bu bileşiklerdeki bireysel yapı farklılıklarına bağlandı. Biberiye özünün ve çörek otu uçucu yağının phenolic içeriği tutarlıdır. Biberiye özünün phenolic içeriği, çörek otu uçucu yağındakinden daha yüksek çıktı. Bu biberiye özünde antioksidan aktivitesinin neden daha yüksek olduğunu açıklamada bize yardımcı ediyor. DPPH, 515 nm'de en yüksek soğurmasını sabit ve radikal şekilde gösterir. Biberiye özünün HPLC analizi %6 Karnosik asit, %8'de Rosmoronic asit içerdiğini gösteriyor. Çörek otu yağında ise timokinonun %12'sini içerdiğini HPLC analizi göstermiştir. En yüksek phenolic içerikte, biberiye özünde 162 mg GAE/g ve çörek otu uçucu yağında 28.2 mg GAE/g dır.

Zu ve ark (2008), toplam antioksidan aktivitesi DPPH tahlili ve β karoten ağartma kombinasyonu ile belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada biberiye bitkisinin uçucu yağı ile 3 ana bileşeninin toplam antioksidan kapasitesi karşılaştırılmıştır. Biberiye'nin toplam antioksidan kapasitesi $62,45\pm3,42$ bulunurken 1.8-cineole, α -

pinene ve β -pinene sırasıyla $\%42,76 \pm 2,5$ $\%45,61 \pm 4,23$ ve $\%46,21 \pm 2,24$ bulunmuştur. Ayrıca çalışmalarında uçucu yağ bileşenlerini α -pinene $\%19,43$ camphene $\%11,52$ β -pinene $\%6,71$ 1.8-cineole $\%27,23$ ve Camphor $\%14,26$ olarak tespit etmişlerdir.

Afolayan ve ark. (2009), su distilasyonu ve serbest solvent mikrodalga ekstraksiyon metotları ile elde edilen biberiye uçucu yağının antibakteriyal etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada su distilasyon yöntemi ve serbest solvent mikrodalga ekstraksiyon yönteminden elde edilen toplam uçucu yağ miktarları sırasıyla $\%0,31$ ve $\%0,39$ olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenleri ise su distilasyon yönteminde α -pinene $\%11,47$ camphene $\%5,70$ 1.8-cineole $\%11,91$ Camphor $\%16,57$ verbonone $\%17,43$ bornyl acetate $\%9,19$ olarak bulunurken serbest solvent mikrodalga ekstraksiyon yönteminde uçucu yağ bileşenleri yönteminde α -pinene $\%8,14$ camphene $\%3,13$ 1.8-cineole $\%10,56$ camphor $\%16,89$ verbonone $\%23,79$ bornyl acetate $\%11,62$ olarak tespit etmişlerdir.

Çoban ve Patır (2010), biberiye gıdalarda antioksidan yada doğal koruyucu olarak kullanılmasının yanı sıra sabun, oda kokusu, deodorant, parfüm ve losyon yapımında da kullanılır. Biberiyenin esansiyel yağı ya da ekstraktları et ürünlerinde, yağ içeren gıdalarda, yağlarda oksidasyona ve ransiditeye karşı kullanılabilir. Antioksidan özelliği, yapısında bulunan karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten kaynaklanmaktadır.

Palamutoğlu ve Sarıçoban (2012), biberiye gibi doğal antioksidanlar lezzetin korunması ve lipit oksidasyonunun geciktirilmesi amacıyla üretilen ürünlerde kullanılabilmektedir. Bununla beraber etteki nitrat/nitrit reaksiyonları üzerine doğrudan etkide bulunmazlar.

Yosr ve ark (2012), *Rosmarinu officinalis* L. Var. typius Batt. gelişme boyunca organlarının uçucu yağ kompozisyonu ve fenolik fraksiyon değişimleri ile antioksidan aktivitelerinin sıklığı üzerine yaptıkları çalışmada yapraktaki uçucu yağ miktarı ($\%1,17$) diğer organlardan (sapta $\%0,0048$ çiçekte $\%0,056$) daha yüksek bulunmuştur. En çok uçucu yağ ($\%1,43$) çiçeklenme döneminde toplanan yapraklardan elde edilmiştir. Vejetatif, çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası dönemlerde birlikte alınan sap ve yaprakta (herba) elde edilen uçucu yağ oranları sırasıyla $\%0,64$ $\%0,71$ ve $\%0,40$ olarak bulunmuştur. Yaprak yağının ana bileşenleri 1.8-cineole $\%35,8$ Camphor $\%14,5$ α -pinene $\%10,6$ ve camphene $\%4,4$ bulunurken sap yağında yüksek karyofilen oksit

%11,4 içeriği ve düşük miktarda 1.8-cineol ve kamfor gözlenmiştir. Çiçeklerde oldukça yüksek karyofilen içeriği %16,68 bornil asetat %9,63 ve kadinen %9,57 olduğu görülmüştür ve borneol içeriğinin özellikle saplardaki borneol içeriğinin vejetatif dönemden %15,8 çiçeklenme dönemine %4,2 doğru bir azalma göstermiştir. Farklı bitki kısımlarında ve farklı dönemlerde yaprak uçucu yağında antioksidan aktivitesi sonuçları ise FRAP metodu ile 17,2–13,8 mM Fe²/g Dw bulunurken, DPHH metodu ile 12,8–7,73 IC₅₀ (mg/ml) bulunmuştur. Ayrıca yapraktan elde edilen ekstraksiyonlarda FRAP metodu ile 40±1–50±3 mM Fe²/g Dw aralığında bulunurken DPHH metodunda 15,2±0,6–30,4±0,5 IC₅₀ (mg/ml) olarak bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Biberiye bitkisinde morfogenetik ve ontogenetik varyabilitenin uçucu yağ üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında yetiştirilen bitkilerden alınan örnekler materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1). Numune olarak kullandığımız bitkilerimiz 2005 yılında deneme alanına dikilmiştir.



Şekil 3.1. Tam çiçeklenme döneminde biberiyenin görünümü

Sonbahar, Çiçeklenme Öncesi ve Tam Çiçeklenme Dönemlerinde hasat edilen biberiye bitkileri analiz öncesi MKÜ Ziraat Fakültesi Tıbbi Aromatik Bitkiler laboratuvarında kurutma dolabında 30 °C de kurutulmuştur. Sonbahar Dönemi hasat Kasım 2012, Çiçeklenme Öncesi hasat Mart 2013 ve Tam Çiçeklenme Dönemi hasat Nisan 2013’de yapılmıştır.

3.2. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Biberiye bitkisinin yetiştirildiği deneme alanına ait toprak analizleri Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yaptırılmıştır. Toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toprak pH’sı 8,41 olarak bulunmuştur. Çizelgeye göre deneme alanı organik maddece zengin sayılmamaktadır. Toprağımızın elektrik iletkenliği 161 $\mu\text{S/m}$ bulunurken kireç oranı %6,22 tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanının toprak özellikleri

Parametreler	Birim	Değer
pH*		8,41
EC*	$\mu\text{S/m}$	161
OM	%	2,35
Kireç		6,22
N		0073
Ca	mg/kg	5500
Mg		2150,25
Na		59,5
K		249,55
P		7,87
Fe		7,42
Mn		9,74
Cu		1,69
Zn		0,30

*pH ve EC parametreleri 1:2.5 toprak su süspansiyonunda belirlenmiştir.

3.3. Yöntem

Denemede üç farklı dönemde; sonbahar dönemi (Kasım 2012), çiçeklenme öncesi dönem (Mart 2013) ve tam çiçeklenme dönemlerinde (Nisan 2013) olmak üzere bitkinin değişik organlarından (herba, yaprak, sap ve çiçek) alınarak örneklerde uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşenleri üç tekrarlamalı olarak belirlenmiştir.

3.3.1. Uçucu Yağ Oranları

Uçucu yağ oranları her üç dönemde (çiçeklenme öncesi dönem, tam çiçeklenme dönemi ve sonbahar dönemi), herba, yaprak, sap ve çiçekte (çiçek açma döneminde) ayrı ayrı yapılmıştır. Şekil 3.2’te de görüldüğü üzere bitkilerden alınan 100’er g kuru bitki numunelerinde su buharı distilasyonu yöntemi ile Clevenger cihazında uçucu yağ oranları % olarak tespit edilmiştir (ml/100g).



Şekil 3.2. Su buharı distilasyonu yöntemi ile uçucu yağ elde edilmesi

3.3.2. Uçucu Yağ Bileşenleri

Uçucu yağ bileşenleri her dönemde elde edilen uçucu yağların GC/MS yardımı ile bileşenleri belirlenmiştir. Bileşenlerin analizi, Thermo-Scientific GC/MS ile (0,25 mm iç çapx60, film kalınlığı 0,25 μ m film kalınlığında, ZB-5 kapiler kolon) kullanılarak ayırma yapılmıştır. 40°C den başlayarak dakikada 3°C artarak 260°C’ye çıkan sıcaklık programı uygulanmış enjeksiyon sıcaklığı 200°C’ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1ml/dak. olan helyum (He) kullanılarak her bileşen, kütle Spektrumlarının Wiley kütüphanesinden karşılaştırma ile tanımlanmıştır. Bileşen miktarı pik alanlarının göreceli bloklarının toplam pik alanına oranlanması yolu ile

bulunmuştur. Uçucu yağ bileşenlerinin tayininde kullanılan GC/MS 'in görünümü Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. GC/MS cihazında uçucu yağ bileşenlerinin analizi

3.3.3. Antioksidan Kapasitesi

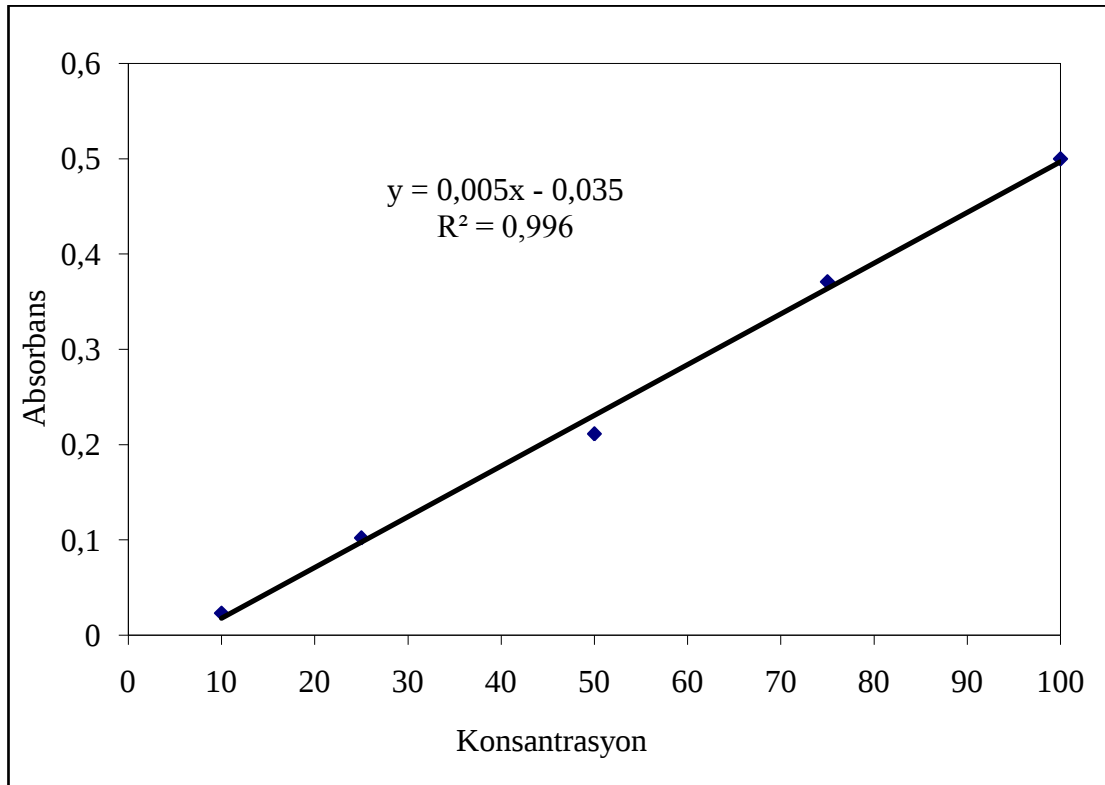
3.3.3.1. İzolasyon Yöntemi

Toplam antioksidan, toplam antosiyanin ve toplam fenol analizleri için meyve örneklerindeki izolasyon işlemi, Beccaro ve ark. (2006)'nın uyguladığı yöntemle ile yapılmıştır. Bu işlemde 1 g kuru biberiye örneği, 50 ml izolasyon çözeltisinde (%80'lik metanol) 24 saat karanlıkta bekletilmiş bu işlem sırasında 2 kez 15 dakikalık çalkalama işlemine tabi tutulmuştur. 24 saat sonra bu örnekler 11.000 devir/hız'da 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkartılan örneğin üst sıvı kısmı alınmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.3.3.2. Toplam Antioksidan Kapasitesi

Genotiplerin antioksidan kapasiteleri FRAP (The Ferric Reducing Ability of Plasma) yöntemine göre (Pellegrini ve ark., 2003) yapılmıştır. Bu yöntemine göre, 250 ml tampon asetat, 25 ml TPTZ (2,4,6, tripiridil-s-triazina) ve 20 ml $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ karışımı ile FRAP ayraç solüsyonu hazırlanmıştır. Son olarak 900 μl saf su, 300 μl ekstrakte edilmiş örnek solüsyonu ve 9000 μl FRAP ayraç solüsyonu ile karıştırılmıştır. Bu karışım, 37 °C’de 10 dk. bekletilmiş ve örnekler 593 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Absorbans değerleri $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (10–100 $\mu\text{mol/L}$)’dan elde edilen kurve faktörü ile hesaplanmış ve sonuçlar $\text{mmol Fe}^{+2}/\text{kg KA}$ (kuru ağırlık) şeklinde sunulmuştur. Kurve faktörü ile hesaplama Çizelge 3.2.’de belirtilmiştir. Burada y değeri toplam absorbans değerini x değeri ise toplam antioksidan kapasitesini ifade etmektedir.

Çizelge 3.2. Kurve faktörü ile toplam antioksidanın hesaplanması





Şekil 3.4. Toplam antioksidan kapasitesi analizinden bir görünüşü

3.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemede elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre MSTAT-C istatistik paket programında varyans analiz testine tabi tutulmuş ve çoklu karşılaştırmalarda LSD testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kuru Ağırlık Oranları (%)

Farklı hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında kuru ağırlık oranları üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan varyans analizi ve varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre hasat dönemi ve bitki kısımlarının kuru ağırlık oranı üzerine ana etkileri istatistiki yönden önemli ($P \leq 0.01$) bulunurken, hasat dönemi ile bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Kuru ağırlık oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Hasat Dönemi	2	12.586	7.6514**
Bitki Kısımları	2	1212.924	737.3494**
HD x BK	4	1.208	0.7342
Hata	18	1.645	
Varyasyon Katsayısı (%)	2.61		

(**) $P \leq 0.01$ Seviyesinde Önemli

Farklı hasat dönemlerinde farklı bitki kısımlarından elde edilen kuru ağırlık oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kuru ağırlık oranları %39,67 ile %63,22 arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değerler %50,26 olarak tam çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerden elde edilirken bunu sırasıyla %49,30 ile çiçeklenme öncesi hasat dönemi ve %47,91 ile sonbahar hasat dönemi izlemiştir.

Bitki kısımları açısından kuru ağırlık oranlarına ilişkin en yüksek değerler bitkinin sap kısmında %62,35 olarak elde edilirken bunu sırasıyla herba ve yaprak kuru ağırlık oranları izlemiştir. Denemede en yüksek kuru ağırlık oranı %63,22 ile tam çiçeklenme döneminde bitkilerin sap kısmından elde edilirken, en düşük kuru ağırlık oranları ise %39,67 ile sonbahar döneminde yapılan hasatlarda bitkilerin yaprak kısmından elde edilmiştir. Ayrıca tam çiçeklenme döneminde çiçek kısmında kuru ağırlık oranı %35,79 olarak tespit edilmiştir.

İlisulu (1992)' de yapmış olduğu çalışmasında 5-7 kg yaş bitkiden 1 kg kuru herba elde ettiğini bildirmiştir. Önal (1992)'de kuru madde miktarını %42,15, Gülbaba ve ark (2002)'de %25,5–43,4 aralığında olduğunu bildirmişler çalışmada bulunan değerler bu çalışmalardan yüksek çıkmıştır. Çetin (1996), Kırıcı ve Çetin (1997) ve Özgüven (1995)'in yapmış olduğu çalışmalarda bulunan sonuçlar çalışma ile uyushmaktadır. Ayrıca Kırpık (1998)'da yapmış olduğu çalışmada kuru madde miktarını %50,75–54,34 olarak bulunmuş, çalışmada bulduğumuz sonuçlar Kırpık (1998)'den küçük çıkmıştır.

Çizelge 4.2. Biberiye bitkisinin kuru ağırlık oranları (%)

Hasat Dönemleri	Bitki Kısımları			Ortalama
	Yaprak	Sap	Herba	
Sonbahar Dönemi	39,67	61,50	42,55	47,91 b
Çiçeklenme Öncesi Dönem	40,67	62,33	44,89	49,30 ab
Tam Çiçeklenme Dönemi	41,22	63,22	46,33	50,26 a
Ortalama	40,52 c	62,35 a	44,59 b	
EGF %0.5	2,20			

*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF' ye göre belirlenmiştir.

4.2. Uçucu Yağ Oranları (%)

Farklı hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında uçucu yağ oranları üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan varyans analizi ve varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre hasat dönemi ve bitki kısımlarının uçucu yağ oranı üzerine ana etkisi ve hasat dönemi x bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistiki yönden önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Biberiye bitkisinin uçucu yağ oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Hasat Dönemi	2	0.100	127.7123**
Bitki Kısımları	2	0.781	994.5853**
HD x BK	4	0.016	19.9033**
Hata	18	0.001	
Varyasyon Katsayısı (%)	8.19		

(**) $P \leq 0.01$ Seviyesinde Önemli

Farklı hasat dönemlerinde farklı bitki kısımlarından elde edilen uçucu yağ oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uçucu yağ oranları %0,78 ile %0,10 arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değerler %0,45 olarak sonbahar döneminde hasat edilen bitkilerden elde edilirken bunu çiçeklenme öncesi hasat dönemi ve tam çiçeklenme hasat dönemi izlemiştir.

Bitki kısımları açısından uçucu yağ oranlarına ilişkin en yüksek değerler bitkinin yaprak kısmında %0,62 olarak elde edilirken bunu sırasıyla herba ve sap uçucu yağ oranları izlemiştir. Denemede en yüksek uçucu yağ oranı %0,78 ile sonbahar döneminde bitkilerin yaprak kısmından elde edilirken, en düşük uçucu yağ oranları ise %0,10 ile sonbahar döneminde yapılan hasatlarda bitkilerin sap kısmından elde edilmiştir. Ayrıca tam çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme öncesi dönemlerinde bitkilerin sap kısmında uçucu yağ tespit edilememiştir. Tam çiçeklenme döneminde çiçek kısmında uçucu yağ oranı ise %0,20 olarak tespit edilmiştir.

Uçucu yağ oranları Wagner ve ark. (1984), Baytop (1984), Alonsa ve ark. (1995), Özgüven (1995) ve Gülbaba ve ark (2002)'nin değerlerinden düşük bulunurken, Boelens (1985) %0,5–2,5 olarak bulmuş bu değişimin bitkinin kullanılan kısmı ve hasat zamanına göre değişebileceğini ortaya koymuştur. Tewari ve Virmani (1987)'de doğal halde yetişen bitkinin yaprak kısmında %2, çiçek kısmında %1.4 kültüre alınmış bitkilerin yaprak kısmında %1,44–2,57 ve yaşlı yaprakta %0,5 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada bulunan uçucu yağ değerleri Yosr ve ark (2012), Afolayan ve ark (2009),

Kırıcı ve İnan (2002), Ceccarini ve ark (2002), Kırıcı ve Çetin (1997), Kırpık (1998) ve Çetin (1996)'in bulmuş olduğu uçucu yağ değerleri ile uyushmaktadır.

Çizelge 4.4. Biberiye bitkisinin uçucu yağ oranlarına ait ortalamalar (%)

Hasat Zamanları	Bitki Kısımları			Ortalama
	Yaprak	Sap	Herba	
Sonbahar Dönemi	0,78 a	0,10 e	0,46 c	0,45 a
Çiçeklenme Öncesi Dönem	0,58 b	0,00 f	0,44 c	0,34 b
Tam Çiçeklenme Dönemi	0,49 c	0,00 f	0,22 d	0,24 c
Ortalama	0,62 a	0,03 c	0,37 b	
EGF %0.5	0,054			

*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF' ye göre belirlenmiştir.

4.3 Uçucu Yağ Bileşenleri

Tüm hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında uçucu yağ etken maddesi üzerine etkisini belirlemek üzere yaptığımız analizler sonucunda etken madde olarak tüm dönemlerde ve bitki kısımlarında Borneol en yüksek çıkarken bunu sırasıyla Camphor, Eucalyptol izlemiştir. Etken madde borneol'de edilen veriler yapılan varyans analizi ve varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre hasat dönemi, bitki kısımları ve hasat dönemi ile bitki kısımlarının ikili interaksyonu etken madde borneol üzerine ana etkisi istatistikî yönden önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Biberiye bitkisinde bulunan borneol miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Hasat Dönemi	2	390.557	131.6253**
Bitki Kısımları	2	217.410	73.2715**
HD x BK	4	371.853	125.3218**
Hata	18	2.967	
Varyasyon Katsayısı (%)	10.22		

(**) $P \leq 0.01$ Seviyesinde Önemli

Farklı hasat dönemlerinde farklı bitki kısımlarından elde edilen uçucu yağ etken maddesi borneol oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.6.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uçucu yağ etken maddesi borneol oranları %18,75 ile %33,64 arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değerler sonbahar döneminde hasat edilen bitkilerden %24,45 olarak elde edilirken bunu tam çiçeklenme hasat dönemi ve çiçeklenme öncesi hasat dönemi izlemiştir.

Bitki kısımları açısından uçucu yağ etken maddesi borneol oranlarına ilişkin en yüksek değerler bitkinin herba kısmında %20,19 olarak elde edilirken bunu sırasıyla yaprak ve sap uçucu yağ etken maddesi borneol oranları izlemiştir. Denemede en yüksek uçucu yağ etken maddesi borneol oranı %33,64 ile sonbahar döneminde bitkilerin sap kısmından elde edilirken, en düşük uçucu yağ etken maddesi borneol oranları ise %18,75 ile çiçeklenme öncesi döneminde yapılan hasatlarda bitkilerin yaprak kısmından elde edilmiştir. Ayrıca tam çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme öncesi dönemlerinde bitkilerin sap kısmında uçucu yağ tespit edilemediğinden etken madde bileşimi de bulunamamıştır. Tam çiçeklenme döneminde çiçek kısmında uçucu yağ etken madde borneol oranı ise %23,52 olarak tespit edilmiştir.

Uçucu yağ bileşeni ile ilgili yapılan çalışmalarda etken madde ve bileşenler çok farklı şekillerde bulunmuştur. Bu çalışmalara örnek olarak Wagner ve ark. (1984), Özer (1987), Ceylan (1987), Baretta ve ark. (1998), Mangene ve Muyima (1998), Pintero ve ark. (2002), Gülbaba ve ark. (2002), Zu ve ark. (2008), Afolayan ve ark. (2009) ve Yosr ve ark. (2012) araştırmalar yapmışlar ve farklı sonuçlar bulmuşlardır. Araştırmacılar bu farklılıkları bitkinin kullanılan kısmına, ekotip farklılığına, bitkinin yaşına, hasat

zamanına ve uçucu yağın elde edilme yöntemine göre değişebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca Cecari ve ark. (2002)'da farklı ekotiplerden yapmış oldukları çalışmada Cenova ekotipi yaprak uçucu yağında 1.8-cineole %7,28–8,66 α -pinene %25,97–30,3 camphene %5,6–7,44 Camphor %9,26–10,06 borneol %5,97–8,21 çiçek uçucu yağında 1.8-cineole %5,87–7,72 α -pinene %6,59–21,8 camphene %2,98–10,59 Camphor %10,12–11,46 borneol %14,66–18,82 ve sap uçucu yağında 1.8-cineole %3,35–6,99 α -pinene %16,18–20,66 camphene %10,98–12,04 Camphor %4,88–8,21 borneol %12,4–29,92 değerlerini bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmada bulunan değerler ile benzerlik göstermektedir.

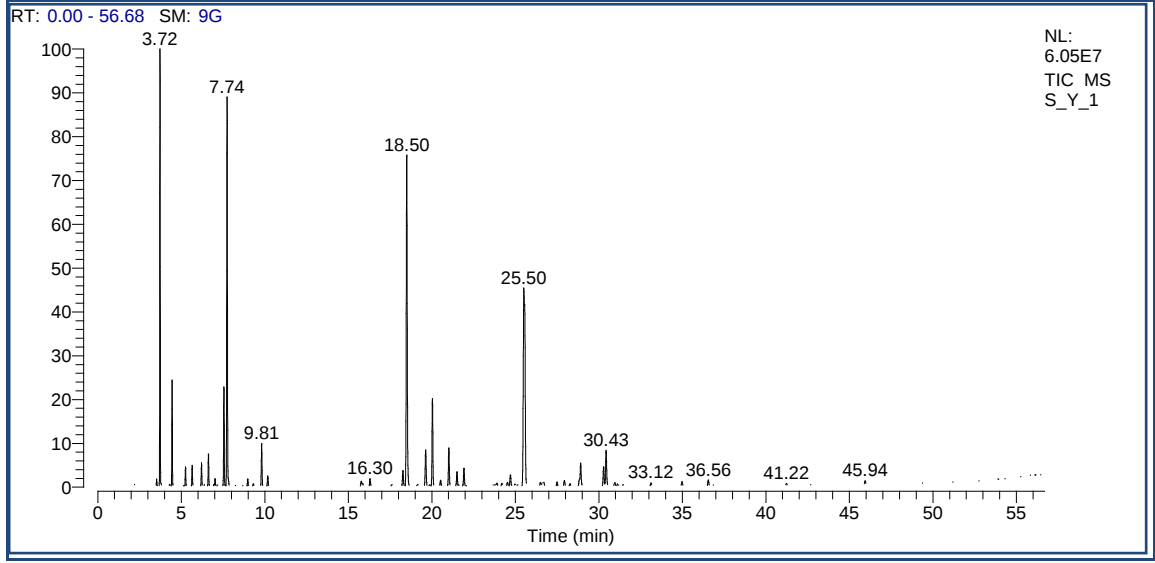
Çizelge 4.6. Biberiye bitkisinde bulunan borneol miktarına ait % ortalamaları

	Bitki Kısımları			
Hasat Zamanları	Yaprak	Sap	Herba	Ortalama
Sonbahar Dönemi	19,26 b	33,64 a	20,45 b	24,45 a
Çiçeklenme Öncesi Dönem	18,75 b	0,00 c	19,19 b	12,65 b
Tam Çiçeklenme Dönemi	19,52 b	0,00 c	20,91 b	13,48 b
Ortalama	19,17 a	11,21 b	20,19 a	
EGF %0.5	2,955			

*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF' ye göre belirlenmiştir.

4.3.1. Sonbahar Dönemi Yaprak Uçucu Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde sonbahar döneminde yaprak kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.1.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.7.) aşağıda verilmiştir. Sonbahar döneminde yaprak kısmında ana bileşen Borneol (%18,35) belirlenmiştir. Bu bileşeni %18,26 ile Camphor ve %16,06 ile Eucalyptol izlemiştir.



Şekil 4.1. Sonbahar Dönemi Yaprak uçucu yağ kromotogramı

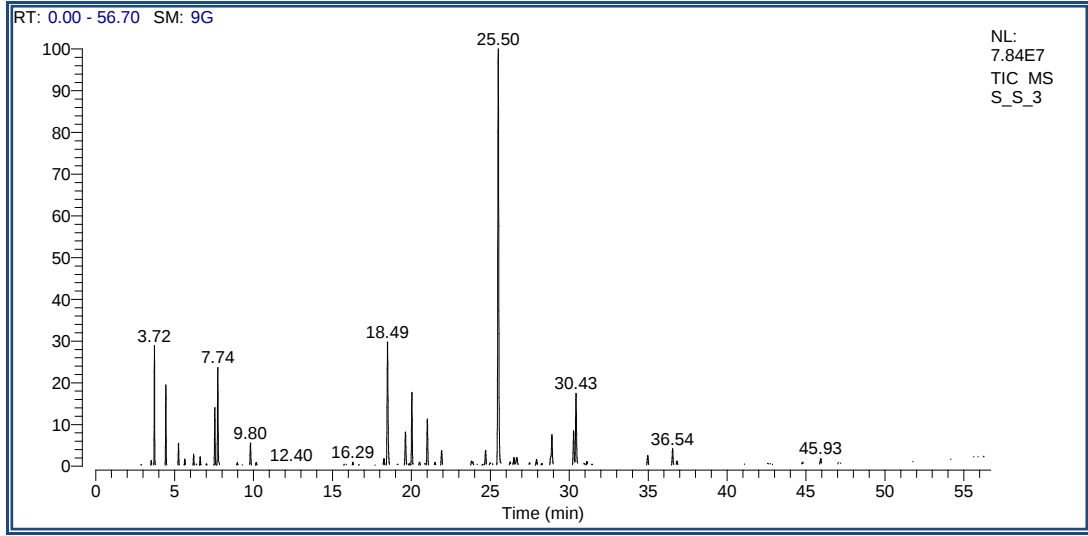
Çizelge 4.7. Sonbahar Dönemi Yaprak uçucu yağ bileşenleri

Sonbahar Dönemi Yaprak Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.50	18,35
Camphor	76-22-2	18.50	18,26
Eucalyptol	470-82-6	7.74	16,06
α -Pinene	80-56-8	3.73	12,67
Linalool	78-70-6	20.03	4,24

*RT: Referans Zamanı,

4.3.2. Sonbahar Dönemi Sap Uçucu Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde sonbahar döneminde sapta kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.2.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.8.) aşağıda verilmiştir. Sonbahar döneminde sapta kısmında ana bileşen Borneol (%34,30) belirlenmiştir. Bu bileşeni %9,96 ile Camphor ve %5,83 ile Eucalyptol izlemiştir. Ayrıca Bicyclo[2.2.1]heptane-2-carboxylic acid ve 3.3-dimethyl-, methyl ester sadece sapta gözlenmiştir.



Şekil 4.2. Sonbahar Dönemi Sap uçucu yağ kromotogramı

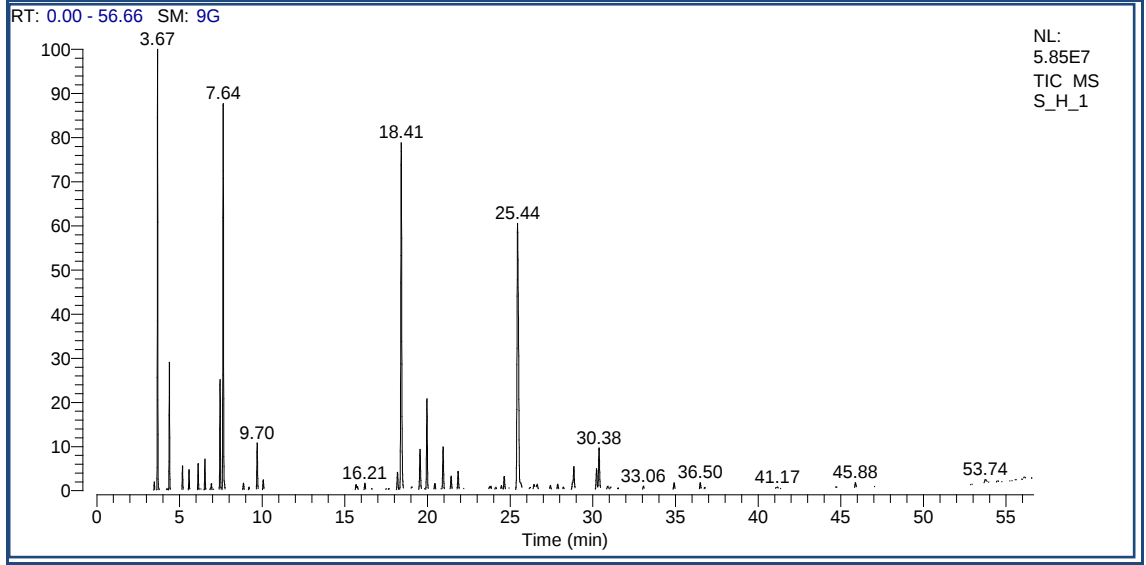
Çizelge 4.8. Sonbahar Dönemi Sap uçucu yağ bileşenleri

Sonbahar Dönemi. Sap Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.50	34,30
Camphor	76-22-2	18.49	9,96
Eucalyptol	470-82-6	7.74	5,83
Cis-Caran-Trans-2-Ol	619-01-2	30.43	5,58
Linalool	78-70-6	20.03	4,98

*RT: Referans Zamanı

4.3.3. Sonbahar Dönemi Herba Uçucu Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde sonbahar döneminde herba kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.3.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.9.) aşağıda verilmiştir. Sonbahar döneminde herba kısmında ana bileşen Borneol (%19,64) belirlenmiştir. Bu bileşeni %18,11 ile Camphor ve %14,92 ile Eucalyptol izlemiştir.



Şekil 4.3. Sonbahar Dönemi Herba uçucu yağ kromotogramı

Çizelge 4.9. Sonbahar Dönemi Herba uçucu yağ bileşenleri

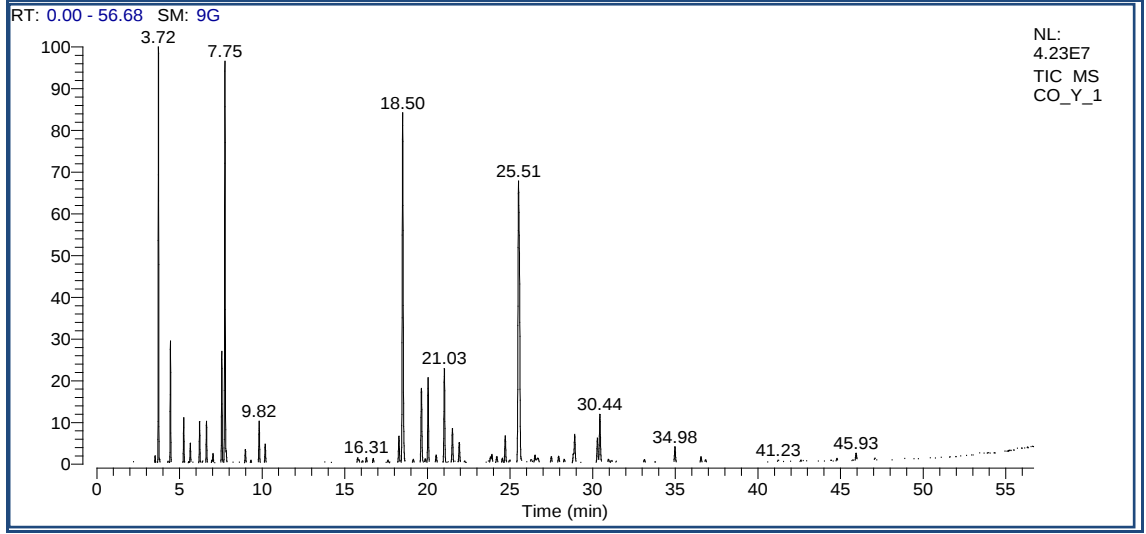
Sonbahar Dönemi Herba Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.44	19,64
Camphor	76-22-2	18.41	18,11
Eucalyptol	470-82-6	7.64	14,92
α -Pinene	80-56-8	3.67	11,74
Linalool	78-70-6	19.97	4,11

*RT: Referans Zamanı

4.3.4. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak Uçucu Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde çiçeklenme öncesi dönemde yaprak kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.4.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.10.) aşağıda verilmiştir.

Çiçeklenme öncesi dönemde yaprak kısmında ana bileşen Borneol (%19,40) belirlenmiştir. Bu bileşeni %16,04 ile Camphor ve %13,84 ile Eucalyptol izlemiştir.



Şekil 4.4. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak uçucu yağ kromotogramı

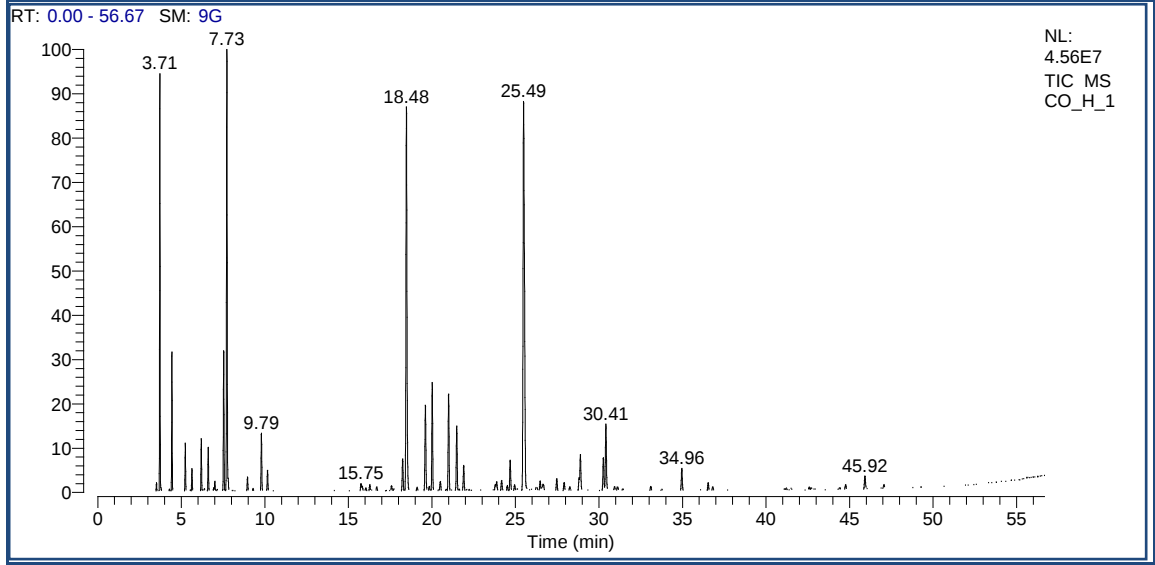
Çizelge 4.10. Çiçeklenme Öncesi Dönem Yaprak uçucu yağ bileşenleri

Çiçeklenme Öncesi D. Yaprak Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.51	19,40
Camphor	76-22-2	18.50	16,04
Eucalyptol	470-82-6	7.75	13,84
α -Pinene	80-56-8	3.72	9,94
Acetic acid	92618-89-8	21.03	4,03

*RT: Referans Zamanı

4.3.5. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba Uçucu Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde çiçeklenme öncesi dönemde yaprak kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.5.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.11.) aşağıda verilmiştir. Çiçeklenme öncesi dönemde herba kısmında ana bileşen Borneol (%20,08) belirlenmiştir. Bu bileşeni %15,21 ile Camphor ve %13,11 ile Eucalyptol izlemiştir.



Şekil 4.5. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba uçucu yağ kromotogramı

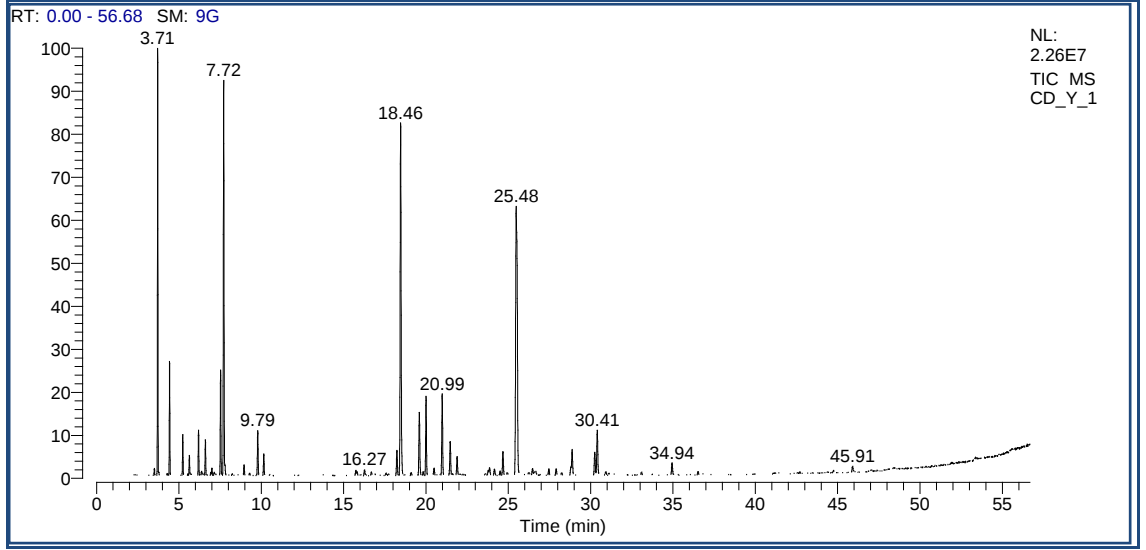
Çizelge 4.11. Çiçeklenme Öncesi Dönem Herba uçucu yağ bileşenleri

Çiçeklenme Öncesi D. Herba Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.49	20,08
Camphor	76-22-2	18.48	15,21
Eucalyptol	470-82-6	7.73	13,11
α -Pinene	80-56-8	3.71	8,46
Limonene	138-86-3	7.54	3,80

*RT: Referans Zamanı

4.3.6. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde tam çiçeklenme dönemi yaprak kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.6.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.12.) aşağıda verilmiştir. Tam çiçeklenme dönemi yaprak kısmında ana bileşen Borneol (%19,67) belirlenmiştir. Bu bileşeni %16,69 ile Camphor ve %14,14 ile Eucalyptol izlemiştir. Tam çiçeklenme döneminde sap kısmında uçucu yağ tespit edilememiştir.



Şekil 4.6. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak uçucu yağ kromotogramı

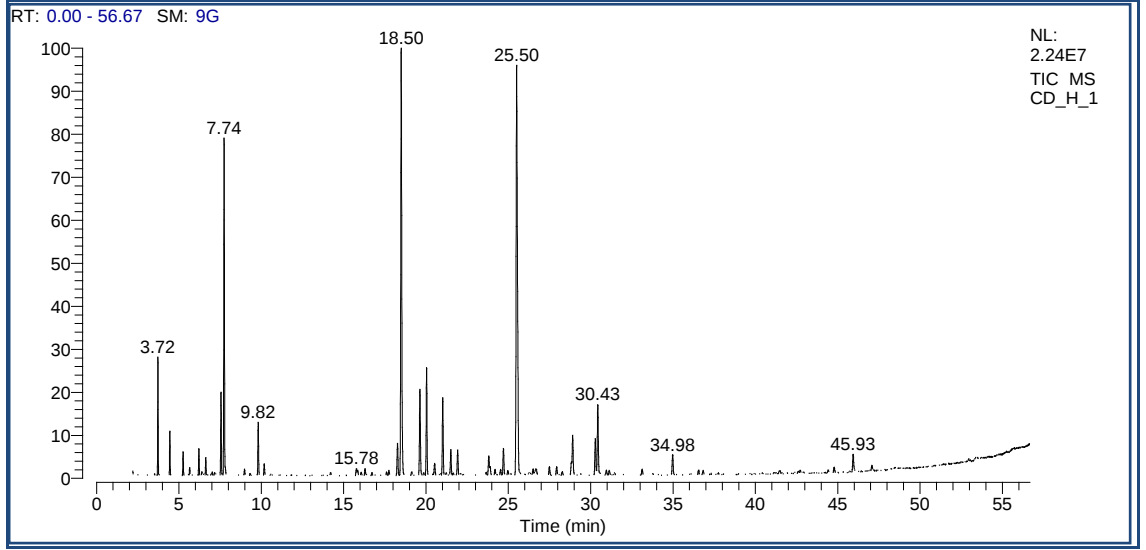
Çizelge 4.12. Tam Çiçeklenme Dönemi Yaprak uçucu yağ bileşenleri

Tam Çiçeklenme D. Yaprak Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.48	19,67
Camphor	76-22-2	18.46	16,69
Eucalyptol	470-82-6	7.72	14,14
α -Pinene	80-56-8	3.71	10,32
Limonene	138-86-3	7.53	3,45

*RT: Referans Zamanı

4.3.7. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde tam çiçeklenme dönemi herba kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.7.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.13.) aşağıda verilmiştir. Tam çiçeklenme dönemi herba kısmında ana bileşen Borneol (%23,92) belirlenmiştir. Bu bileşeni %19,72 ile Camphor ve %11,68 ile Eucalyptol izlemiştir.



Şekil 4.7. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba uçucu yağ kromotogramı

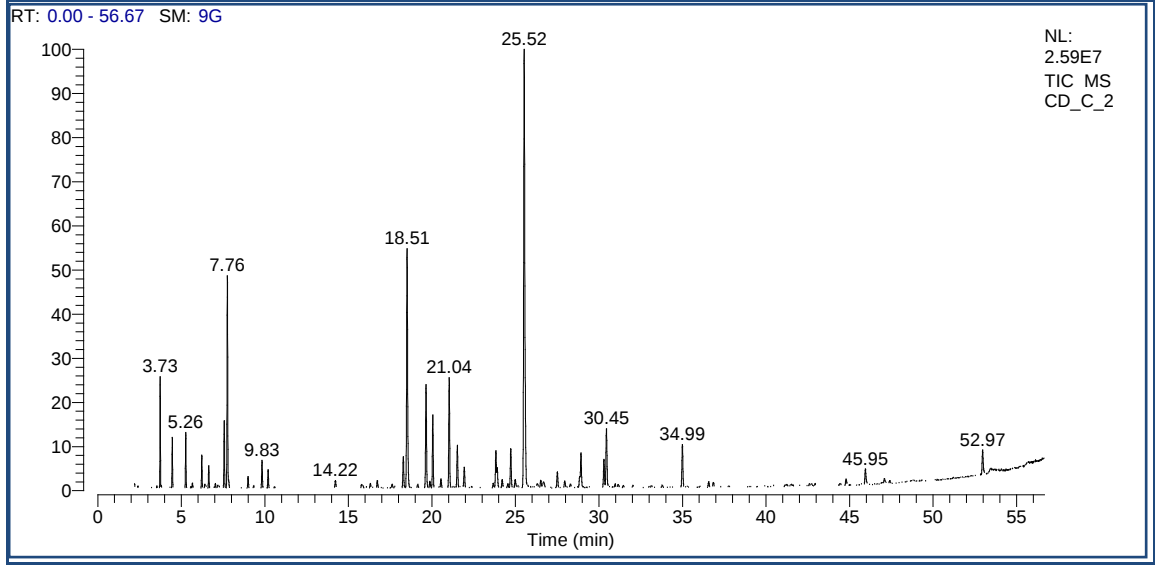
Çizelge 4.13. Tam Çiçeklenme Dönemi Herba uçucu yağ bileşenleri

Tam Çiçeklenme D. Herba Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.50	23,92
Camphor	76-22-2	18.50	19,72
Eucalyptol	470-82-6	7.74	11,68
Linalool	78-70-6	20.04	4,28
Pinocamphone	547-60-4	19.63	3,91

*RT: Referans Zamanı

4.3.8. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek Yağ Bileşenleri

Biberiye bitkisinde tam çiçeklenme dönemi çiçek kısmında yapılan GC/MS analizinde çıkan bileşenlere ait kromotogram (Şekil 4.8.) ve en yüksek 5 bileşen (Çizelge 4.14.) aşağıda verilmiştir. Tam çiçeklenme dönemi (T.Ç.D) çiçek kısmında ana bileşen Borneol (%25,54) belirlenmiştir. Bu bileşeni %12,25 ile Camphor ve %8,21 ile Eucalyptol izlemiştir. Ayrıca Nonanal, Myrtenylacetate, Junipene, 2.2-Dideutero Octadecanal ve 4.4-Dideutero Heptadecanal bileşenleri sadece çiçekte gözlenmiştir.



Şekil 4.8. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek uçucu yağ kromotogramı

Çizelge 4.14. Tam Çiçeklenme Dönemi Çiçek uçucu yağ bileşenleri

Tam Çiçeklenme D. Çiçek Bileşenleri	CAS#	RT*	%
Borneol	10385-78-1	25.52	25,54
Camphor	76-22-2	18.51	12,25
Eucalyptol	470-82-6	7.76	8,21
Acetic acid	92618-89-8	21.04	5,29
Pinocamphone	547-60-4	19.65	5,16

*RT: Referans Zamanı

4.4. Toplam Antioksidan Kapasitesi

Farklı hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkiyi belirlemek üzere elde edilen veriler yapılan varyans analizi ve varyasyon katsayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre bitki kısımları toplam antioksidan kapasitesi ana etkisi istatistikî yönden önemli bulunurken, hasat dönemi ve hasat dönemi ile bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistikî yönden önemsiz bulunmuştur.

Çizelge: 4.15. Biberiyenin toplam antioksidan kapasitesine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Hasat Dönemi	2	6777.935	0.2053
Bitki Kısımları	2	11667.099	73.5029**
HD x BK	4	13838.487	0.8937
Hata	18	61584.268	
Varyasyon Katsayısı (%)	0.98		

(**) $P \leq 0.01$ Seviyesinde Önemli

Farklı hasat dönemlerinde farklı bitki kısımlarından elde edilen toplam antioksidan kapasitesine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.16’da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam antioksidan kapasitesi 237,19 mmol. Fe^{+2}/kg ile 252,85 mmol. Fe^{+2}/kg arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değerler tam çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerden 245,19 mmol. Fe^{+2}/kg olarak elde edilirken bunu sonbahar hasat dönemi ve çiçeklenme öncesi hasat dönemi izlemiştir.

Bitki kısımları açısından toplam antioksidan kapasitesi oranlarına ilişkin en yüksek değerler bitkinin yaprak kısmında 251,86 mmol. Fe^{+2}/kg olarak elde edilirken bunu sırasıyla herba ve sap toplam antioksidan kapasiteleri izlemiştir. Denemede en yüksek toplam antioksidan kapasitesi 252,85 mmol. Fe^{+2}/kg ile sonbahar döneminde bitkilerin yaprak kısmından elde edilirken, en düşük toplam antioksidan kapasitesi ise 237,19 mmol. Fe^{+2}/kg ile çiçeklenme öncesi döneminde yapılan hasatlarda bitkilerin sap kısmından elde edilmiştir. Ayrıca tam çiçeklenme döneminde çiçek kısmında toplam antioksidan kapasitesi 247,25 mmol. Fe^{+2}/kg olarak tespit edilmiştir.

Biberiye bitkisinde toplam antioksidan kapasitesi ile ilgili çalışmalar genellikle farklı yöntemler ve farklı bitkilerle kıyaslanarak yapılmıştır. Tewari ve Virmani (1987), biberiyenin sentetik antioksidanlarla kıyaslanan doğal bir antioksidan olduğunu belirtmekte iken, Nissen ve ark. (2000) ve Rababah ve ark. (2004)’da biberiyeyi farklı materyallere uygulayarak antioksidan kapasitesini araştırmış ve antioksidan aktivitenin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil Çeliktaş ve ark. (2007a), Bozin ve ark. (2007), Ayrancı ve ark. (2008) ve Wojdylo ve ark. (2007)’da biberiye ile farklı bitki türlerini kıyaslamış ve biberiyenin diğer bitkilere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip

olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca Yosr ve ark. (2012)'da FRAP yöntemi ile biberiyenin antioksidan kapasitesini 17,2–13,8 mM Fe⁺²/g Dw bulurken, Wojdylo ve ark. (2007)'da aynı yöntemle 662±4,66 µm.trolox/100g.dw bulmuşlardır.

Çizelge 4.16. Biberiye bitkisinin toplam antioksidan kapasitesi oranları

	Bitki Kısımları			
Hasat Zamanları	Yaprak	Sap	Herba	Ortalama
Sonbahar Dönemi	252,85	237,95	244,59	245,13
Çiçeklenme Öncesi Dönem	252,39	237,19	244,02	244,53
Tam Çiçeklenme Dönemi	250,35	239,19	246,02	245,19
Ortalama	251.86 a	238.11 c	244.88 b	
EGF %0.5	0.98			

*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF' ye göre belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biberiye (*Rosmarinus Officinalis L.*) bitkisinde morfogenetik ve ontogenetik varyabilitenin uçucu yağ üzerine etkileri ve toplam antioksidan kapasitesinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve bu doğrultuda yapılan öneriler aşağıda özet olarak verilmiştir.

Biberiye bitkisinin kuru ağırlık oranlarına ait veriler; sonbahar döneminde, yaprakta %39,67, sapta %61,50, herbada %42,55; çiçeklenme öncesi dönemde, yaprakta %40,67, sapta 62,33, herbada %44,89; tam çiçeklenme döneminde ise; yaprakta %41,22, sapta %63,22, herbada %46,33 ve çiçekte %35,79 olarak bulunmuştur.

Biberiye bitkisinin uçucu yağ oranlarına ait veriler; sonbahar döneminde, yaprakta %0,78, sapta %0,10, herbada %0,46; çiçeklenme öncesi dönemde, yaprakta %0,58, herbada %0,44; tam çiçeklenme döneminde ise; yaprakta %0,49, herbada %0,22 ve çiçekte %0,20 olarak bulunmuştur. Çiçeklenme öncesi ve tam çiçeklenme dönemlerinde sapta uçucu yağ tespit edilememiştir.

Biberiye bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinin GC/MS ile yapılan analizinde ana bileşen tüm dönemlerde ve bitki kısımlarında genel olarak Borneol (%18,35-35,30) en yüksek çıkarken bunu sırasıyla Camphor (%9,96-19,72), Eucalyptol (%5,83-16,06) izlemiştir. Ayrıca Nonanal, Myrtenylacetate, Junipene, 2,2-Dideutero-Octadecanal ve 4.4-Dideutero-Heptadecanal bileşenleri sadece çiçekte bulunurken, Bicyclo[2.2.1]heptane-2-carboxylic acid ve 3.3-dimethyl-, methyl ester sadece bitkinin sap kısmında belirlenmiştir.

Biberiye bitkisinin toplam antioksidan kapasitesi oranlarına ait veriler; Sonbahar Dönemi; yaprakta 252,85 mmol.Fe⁺²/kg, sapta 237,95 mmol.Fe⁺²/kg, herbada 244,59 mmol.Fe⁺²/kg, Çiçeklenme Öncesi Dönemde; yaprakta 252,39 mmol.Fe⁺²/kg, sapta 237,19 mmol.Fe⁺²/kg, herbada 244,02 mmol.Fe⁺²/kg, Tam Çiçeklenme Döneminde ise; yaprakta 250,35 mmol.Fe⁺²/kg, sapta 239,19 mmol.Fe⁺²/kg, herbada 246,02 mmol.Fe⁺²/kg ve çiçekte 247,25 mmol.Fe⁺²/kg olarak bulunmuştur.

Bulunan bu sonuçlar doğrultusunda biberiye bitkisinde kuru herba tarımı yapılacaksa çiçeklenme döneminin en uygun dönem olduğu ve bitki kısmı olarak da yaprak veriminin yüksek olduğu bulunmuştur. Biberiye uçucu yağ için ise sonbahar dönemi önerilirken bitkinin yaprak kısmı uçucu yağ için en verimli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam antioksidan kapasitesi bakımından hasat dönemleri arasında

fark bulunmazken bitki kısmı olarak yapraklarda antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Biberiye üzerine yapılan çalışmalardan kuru madde miktarı, uçucu yağ oranları, uçucu yağ bileşeni ve toplam antioksidan aktivitesi gibi özellikler üzerinde bitkinin kullanılan kısmı, hasat zamanı, bitkinin ekotipi, bitkinin yaşı, uçucu yağ elde edilme yöntemi gibi parametreler önemli bulunmuştur. Konuyla ilgili yapılacak benzer çalışmalarda ilgili parametrelerin dikkate alınması, elde edilecek sonuçlar açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alonsa, M.S.P., Negueruela. A.V., Duru. M.E., Hormanders, M., Estaban, S., 1995. Composition of the Essential Oil of *Ocimum bacilicum* var. *Glabratum* and *Rosmarinus officinalis* L. from Turkey, **J. Essential oil (Rosemary)** 7,73-75 January-February.
- Anonim, 2001. Tarsus, Adana, **Karaisali Orman İşletmesi Müdürlükleri 2001 Yılı Kayıtları.**
- Ayrancı, E., Erkan, N., Ayrancı, G., 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. **Food Chemistry** 110 (2008) 76–82
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Ruberto, G. 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. **Flavour and Fragrance Journal** 13: 235-244.
- Barbut, S., 1988. Effect of Freezing Method and Antioxidants on Lipid Oxidation in Turkey Sausage. **Journal-of-Food-Projection (USA)**. (Nov 1988). 51 (11) p. 878-882.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, D., 2010. “Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları”. **Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi** Bildiriler Kitabı-I, 437–456, 11–15 Ocak, Ankara.
- Baytop, T. 1984. Türkiye’de bitkilerle tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3255, Ecz. Fak. Yayın No:40, İstanbul.
- Beccaro, G., Mellano, M.G., Botta, R., Chiabrando, V., Bounous, G., 2006. Pihenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) cultivars in North Western Italy. **Actahortic.** 715, 553-558.
- Boelens, H., 1985. The Essantial Oil from *Rosmarinus officinalis* L, *Perfumere Flavorist.* v: 10 October/November, 21-37
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Jovin, E. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. **J. Agric. Food Chem.** 55:7879-7885.

- Ceccarini, L., Flaminio, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Macchia, M., 2002. Main Agronomic-Productive Characteristics of Two Ecotypes of *Rosmarinus officinalis* L. and Chemical Composition of Their Essential Oils. 3512 **J. Agric. Food Chem.** 2002, 50, 3512-3517
- Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No. 481
- Chalchat, J.C; Garry, R.P; Michet, A; Benjilal, B; Chabert, J.L., 1993. Essential oils of Rosemary the Chemical Composition of oils of various origins (Morocco, Spain, France) . **J. Essential oil Res.** 5, 613-618 November/December.
- Çetin, Ş., 1996: **Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)’de Farklı Biçim Yüksekliklerinin Verim ve Verim Komponentlerine Etkisi.** Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Çoban, Ö. E., Patır, B., 2010. Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi** Cilt: 5, No: 2, 2010 (7-19)
- Dang, M.N., Takácsová, M., Nguyen, D.V., Kristiánová, K. 2001. Antioxidant activity of essential oils from various spices. **Nahrung/Food** 45(1): 64-66.
- Del Baño, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente- García, O., Del Río, J.A., Ortuño, A., Quirin, K.W., Gerard, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. **J. Agric. Food Chem.** 51: 4247–4253.
- Dumville, C., 1988. The Herb Industry. *Professional Horticulture*, 2, 82-85.
- Faixová, Z., Faix, Š., 2008. Biological effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil (A Review). **Folia Veterinaria** 52, 135-139.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S., 2011 Geçmisten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üni., **Orman Fakültesi Dergisi**, 2011, 11 (1): 52 - 67
- Furnier, G., Habib J., Ruguiguf, A., Safta, F., Guetari, S., 1989. Study of Different Samples of the Essential Oil of Tunisian Rosemary. **Plantes Medicinales at Phytotherapie.** 23 (3) p.180-185.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh, S.A., Rasooli, I. 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. **Food Chemistry** 102:898-904.

- Gülbaba, A.G., Özkurt, N., Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C. 2002. Mersin ve Adana Yöresindeki Doğal Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Populasyonlarının Tespiti ve Uçucu Yağ Verim Ve Bileşimlerinin Belirlenmesi Orman Bakanlığı Yayın No: 193 ISSN: 1300-7912 DOA Yayın No: 25
- Hraš, A.R., Hadolin, M., Knez, Z., Bauman, D. 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. **Food Chemistry** 71: 229-233.
- İlisulu, K., 1992. **İlaç ve baharat bitkileri**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1256 Ders Kitapları 360.
- Kırıcı, S., Çetin, Ş., 1997. Effect of Height of Cutting on Herba and Leaf Yield and Essential Oil Content of *Rosmarinus officinalis* L. Proceeding of the XI. **World Forestry Congresses** 13-22 October 1997, Antalya. Vol: 3, T 15.
- Kırıcı, S. ve İnan, M., 2002, Effect of Different Harvesting Time on the Essential Oil Content of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova Conditions. **In Proceedings of the Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants** (Ed. M. ÖZGÜVEN) May 29- June 01-2001 Adana
- Kırpık, M., 1998: **Farklı Kökenli *Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye) Bitkilerinin Verim ve Uçucu Yağları Üzerinde Araştırmalar**. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kovar, K.A., Gropper, B., Fiess, D., and H.P.T. Ammon., 1987. Blood levels of 1,8-cineole and locomotor activity of mice after inhalation and oral administration of Rosemary oil. **Planta Med** 1987; 53(4): 315-318
- Madhu, J., 1991. In Vitro Production of Essential Oil from Proliferating Shoots of *Rosmarinus officinalis* L. **Planta Medica** (1991). V.57(2) p.122-124.
- Mangena, T., Muyima, N.Y.O., 1999. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. **Letters in Applied Microbiology** 1999, 28, 291-296
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C.S., Vojnov, A.A. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. **Free Radical Research** 40(2): 223-231.

- Munne-Bosch, S., Alegre, L., Schwarz, K. 2000. The formation of phenolic diterpenes in *Rosmarinus officinalis* L. under mediterranean climate. **Eur. Food. Res. Technol.** 210: 263-267.
- Nissen, L.R, Mansson, L., Bertelsen, G., Huynh-Ba, T., Skibsted, L.H. 2000. Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. **J. Agric. Food Chem.** 48: 5548-5556.
- Önal, S., 1992. **Bazı Orman Tali Ürünlerinin Kuru Ağırlıkları**. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Araştırma Bülteni, Sayı:124, Ankara.
- Özer, S. 1987. **Ülkemizdeki Bazı Orman Tali Ürünlerinin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu**. Tarım Orman ve Köyişleri Bak., Yayın No: 659, Seri No: 8.
- Özgüven. M., Kırıcı, S., Tansı, S., Aksungur, P., Yaman, A., 1995. **Tıbbi Bitkiler Araştırma ve Geliştirme Projesi**. Tübitak, Proje No: Toag-990/Dpt. (Temmuz 1995) .
- Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Ekren, S. 2005. Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. **Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi**, Ankara.
- Palamutoğlu, R., Sarıçoban, C., 2012. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrite Alternatif Doğal Kütleleme Maddeleri **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi** Cilt: 7, No: 3, 2012 (46-58)
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F., 2003. Total antioxidant capacity of plant food, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. **J. Nutr.** 133, 2812-2819.
- Pintero, G., Usai, M., Bradesi, P., Juliano, C., Boatto, G., Tomi, F., Chessa, M., Cerri, R., Casanova, J., 2002. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. **Flavour Fragr. J.** 2002; 17: 15–19 DOI: 10.1002/ffj.1022
- Rababah, T. M., Hettiarachchy, N. S., Horax, R. 2004. Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and tert-butylhydroquinone. **J. Agric. Food Chem.** 52: 5183-5186.

- Resurreccion, A.V.A., Reynolds, A.E.J., 1990. Evaluation of Natural Antioxidants in Frankfurters Containing Chicken and Pork. **Journal-of-Food-science-an-Ofiicial-Publication-of-the-Institute-of-Food-Technologists** (USA). (May-Jun. 1990). 55(3) p.629-631,654.
- Reverchon,E., 1992. **Extraction of essential oils using supercritical CO₂**. Effects of some process and pre-process parameters.
- Rojas, M.C., Brewer, M.S. 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. **Journal of Food Quality** 31: 173-188.
- Tewari , R., Virmani, O.P., 1987. **Chemistry of Rosemary Oil**. C.I.M.A.P. India, 9(4), p. 185-198.
- Yanishlieva, N. V. Marinova, E. Pokorny, J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. Eur. **J. Lipid Sci. Technol.** 108: 776-793.
- Yeşil Celiktaş, Ö., Girgin, G., Orhan, H., Wichers, H. J., Bedir, E., Vardar Sukan, F. 2007a. Screening of free radical scavenging capacity and antioxidant activities of Rosmarinus officinalis extracts with focus on location and harvesting times. **Eur. Food Res. Technol.** 224: 443–451.
- Yeşil Çeliktaş, Ö., Hameş Kocabaş, E.E., Bedir, E., Vardar Sukan, F., Özek, T., Başer, K.H.C. 2007b. Antimicrobail activities of methanol extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis, depending on location and seasonal variations. **Food Chemistry** 100: 553-559.
- Yosr, Z., Hnia, C., Rim, T., Mohamed, B., 2012. Changes in essential oil composition and phenolic fraction in Rosmarinus officinalis L. var. typicus Batt. organs during growth and incidence on the antioxidant activity. **Industrial Crops and Products** 43 (2013) 412– 419
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., Schmidt, G. 2002. Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. **Journal of Food Science** 67(2): 582-585.
- Wagner, H., Bladt, S., Zgainski, E.M., 1984. Drug Analysis Springer-Verlag
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R., 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chemistry** 105 (2007) 940-949.

Zu, Y.G., Wang, W., Wu, N., Fu, Y.J. 2008. Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. **Food Chemistry** 108 (2008) 1019–1022

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında, büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yoğun akademik görevlerine rağmen her fırsatta zaman ve ilgisini esirgemeyen, yol gösteren ve bilimsel çalışmamda bana yardımcı olan tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Filiz AYANOĞLU'na en derin saygılarımı ve minnettarlığımı iletmek isterim.

Çalışmamın büyük bir bölümünde hiç yanımdan ayrılmadan, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında, hocadan çok kardeş sevgisiyle ve bitmez tükenmez enerjileriyle bana çalışma azmi veren değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. D. Alpaslan KAYA'ya, Yrd. Doç. Dr. Ahmet MERT'e, Yrd. Doç. Dr. Oğuzhan ÇALIŞKAN'a, Yrd. Doç. Dr. Dilşad B. KONUŞKAN'a, Prof. Dr. Ercüment O. SARIHAN'a ayrıca tez yazımı ve kontrolü aşamasında tecrübelerini benimle paylaşan çok sevgili hocalarım Doç. Dr. Hamit AYANOĞLU ve Arş. Gör. Hüseyin Turan ARAT'a ve istatistik çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ömer KONUŞKAN'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Okul hayatım ve çalışmalarım sırasında gerek maddi gerek manevi her türlü desteğini esirgemeyen, İnşaat Yüksek Mühendisi Sayın Lütfi KAŞIKÇI' ya sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim

Çalışmamın her aşamasında gece-gündüz yanımda olan ve yardımlarını hiç unutmayacağım Ar. Gör. Ahmet DURSUN, Ar. Gör. Yunus Emre ŞEKERLİ Gıda Mühendisliği Bölümü Öğrencileri Mücahit AYDIN, Yahya DAŞTAN, Gıda Mühendisi Furkan AKOSMAN'a Makine Mühendisi Mustafa GÜLER ve Hasan BAYIR'a

Son olarak hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme bu çalışmanın onurunun ve bana ait her türlü hakkın kendilerine ait olduğunu söylemek istiyorum.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Konya'nın Ereğli ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Konya'nın Ereğli ilçesinde tamamladım. Üniversite eğitime Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde 2006 yılında başladım ve 2010 yılında mezun oldum. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Tarla Bitkileri alt programında Tıbbi Bitkiler alanında yüksek lisansa başladım.