

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TIBBİ ADAÇAYI (*Salvia officinalis* L.)'NDA FARKLI HASAT ZAMANLARININ
UÇUCU YAĞ ORANI VE BİLEŞENLERİ İLE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE
TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Müge BAŞYİĞİT

**Danışman
Prof. Dr. Hasan BAYDAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2016 [Müge BAŞYİĞİT]

TEZ ONAYI

Müge BAŞYİĞİT tarafından hazırlanan "**Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda Farklı Hasat Zamanlarının Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri ile Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Hasan BAYDAR
Süleyman Demirel Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Olcay ARABACI
Adnan Menderes Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sabri ERBAŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi

.....

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Müge BAŞYİĞİT

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri.....	16
3.2. Materyal.....	18
3.3. Yöntem.....	18
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Taze Herba Verimi.....	26
4.2. Kuru Herba Verimi.....	28
4.3. Drog Yaprak Verimi.....	31
4.4. Kuru Madde Oranı.....	33
4.5. Uçucu Yağ Oranı ve Uçucu Yağ Verimi.....	35
4.6. Uçucu Yağ Kompozisyonu.....	38
4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	43
4.8. Fenolik Bileşenler.....	44
4.9. Antioksidan Aktivitesi.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TIBBİ ADAÇAYI (*Salvia officinalis* L.)'NDA FARKLI HASAT ZAMANLARININ UÇUCU YAĞ ORANI VE BİLEŞENLERİ İLE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

Müge BAŞYİĞİT

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Bu araştırma, bir yıl süreyle 12 ayı temsil edecek şekilde farklı zamanlarda hasat edilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nin drog herba ve yaprak verimi, uçucu yağ oranı ve kompozisyonu, Folin-Ciocalteu kolorimetrik metot kullanılarak toplam fenolik madde miktarı (Gallik Asit Eşdeğeri üzerinden mg/g olarak), fenolik bileşenler, serbest radikal yakalama aktivitesi (DPPH) ve demir iyonu indirgeme gücü (FRAP) yöntemlerine göre antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tıbbi adaçayında taze herba verimi 500.0-961.0 kg/da, kuru herba verimi 223.4-556.6 kg/da, drog yaprak verimi 129.6-367.2 kg/da, kuru madde oranı %35.9-62.8, uçucu yağ oranı %0.83-3.33, uçucu yağ verimi 1.35-11.36 l/da, toplam fenolik madde miktarı 14.54-30.83 mg/g arasında değişim göstermiştir. Yaz ve güz aylarında hasat edilen bitkilerin drog herba ve yaprak verimleri, uçucu yağ oranları ve verimleri ile toplam fenolik madde miktarları kış ve bahar aylarında hasat edilen bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur. Tıbbi adaçayının uçucu yağ kompozisyonunu oluşturan en önemli bileşenlerin 1,8-sineol (%11.93-31.87), α -tuyon (%15.72-26.26), β -tuyon (%4.51-27.67) ve kafur (%3.65-23.02) olduğu, 1,8-sineol ve kafur oranları ilkbahar aylarında daha düşük oranlarda, α - ve β -tuyon oranları ise ilkbahar aylarında daha yüksek oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Tıbbi adaçayının en önemli fenolik bileşenlerinin ise rosmarinik asit (15.15-100.57 mg/g), naringin (9.59-41.81 mg/g), hesperidin (9.80-53.26 mg/g) ve rutin (0.73-10.04 mg/g) olduğu, en yüksek antioksidan aktivitenin Mayıs ve Haziran aylarında biçilen ve en düşük antioksidan aktivitenin ise Mart ve Nisan aylarında biçilen adaçayı yapraklarında gerçekleştiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi adaçayı, *Salvia officinalis*, hasat zamanı, uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı.

2016, 66 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT HARVESTING TIME ON ESSENTIAL OIL CONTENT AND COMPOUNDS, ANTIOXIDAN ACTIVITY AND TOTAL PHENOLIC CONTENT IN SAGE (*Salvia officinalis* L.)

Müge BAŞYİĞİT

Suleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

This research aimed to determine the effect of different harvest times representing 12 months of a year on the drug herb and leaf yields, essential oil content and composition, total phenols by the Folin-Ciocalteu colorimetric method as mg Gallic Acid Equivalents (GAE)/g, phenolic components, antioxidant activities according to Free radical scavenging activity DPPH and ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) methods in common sage (*Salvia officinalis* L.). Fresh herb yield between 500.0 and 961.0 kg/da, dry herb yield between 223.4 and 556.6 kg/da, drug leaf yield between 129.6 and 367.2 kg/da, dry matter content in the leaf between 35.9 and 62.8%, essential oil content between 0.83 and 3.33%, essential oil yield between 1.35 and 11.36 l/da, total phenolics between 14.54 and 30.83 mg/g were changed in common sage during the harvest periods of growing season. Drug herb and leaf yields, essential oil contents and yields, and total phenolics were found higher in the summer and autumn harvests in comparison to the winter and spring harvests. The main components of common sage essential oil were 1,8-cineole (11.93-31.87 %), α -thujone (15.72-26.26%), β -thujone (4.51-27.67%) and camphor (3.65-23.02%). While the ratios of 1,8-sineol and camphor of the common sage essential oil were the least in spring season, the ratios of α and β -thujone were the highest in the same season. The most important phenolic compounds in the common sage were rosmarinic acid (15.15-100.57 mg/g), naringin (9.59-41.81 mg/g), hesperidin (9.80-53.26 mg/g) and rutin (0.73-10.04 mg/g). The highest antioxidant activities of the leaves were found in the plants harvested in May and June, and the lowest antioxidant activities of the the leaves were found in the plants harvested in March and April.

Keywords: Common sage, *Salvia officinalis*, harvest time, essential oil content and composition, antioxidant activity, total phenolic compounds.

2016, 66 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Prof.Dr. Hasan BAYDAR'a teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını benden esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Sabri ERBAŞ'a, fenolik madde bileşenleri analizlerinde destek olan Prof.Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR'a ve Tunhan DEMİRCİ'ye, ayrıca tarla deneme arazisi çalışmalarında yardımcı olan Ziraat Mühendisi Cengizhan GÜVENÇ'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Müge BAŞYİĞİT
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Tıbbi adaçayı bitkisinin genel görüntüsü	22
Şekil 3.2. Tıbbi adaçayı deneme parsellerinden bir görüntü	22
Şekil 3.3. Tıbbi adaçayının biçimi.....	23
Şekil 3.4. Tıbbi adaçayının kurutulması	23
Şekil 3.5. Tıbbi adaçayı yapraklarının Clevenger cihazında damıtılması	24
Şekil 3.6. GC-MS cihazında uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi.....	24
Şekil 3.7. Adaçayı uçucu yağının en önemli bileşenleri.....	24
Şekil 3.8. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi analizlerinden görüntüler.....	25
Şekil 4.1. Taze herba veriminin aylara göre seyri.....	27
Şekil 4.2. Kuru herba veriminin aylara göre seyri.....	30
Şekil 4.3. Drog yaprak veriminin aylara göre seyri.....	32
Şekil 4.4. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ veriminin aylara göre seyri.....	37
Şekil 4.5. Önemli bazı uçucu yağ bileşenlerinin aylara göre seyri.....	38
Şekil 4.6. Önemli bazı fenolik bileşenlerin aylara göre seyri.....	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Isparta ilinin 2013 ve 2014 yıllarına ilişkin aylık ortalama iklim verileri.....	17
Çizelge 4.1. Taze herba verimine ilişkin varyans analizi	26
Çizelge 4.2. Taze herba verimine ilişkin ortalama değerler	27
Çizelge 4.3. Kuru herba verimine ilişkin varyans analizi.....	29
Çizelge 4.4. Kuru herba verimine ilişkin ortalama değerler.....	30
Çizelge 4.5. Drog yaprak verimine ilişkin varyans analizi.	31
Çizelge 4.6. Drog yaprak verimine ilişkin ortalama değerler	32
Çizelge 4.7. Kuru madde oranına ilişkin varyans analizi.....	33
Çizelge 4.8. Kuru madde oranına ilişkin ortalama değerler	34
Çizelge 4.9. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimine ilişkin varyans analizi.	35
Çizelge 4.10. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimine ilişkin ortalama değerler.....	36
Çizelge 4.11. Uçucu yağ kompozisyonuna ilişkin değerler.....	42
Çizelge 4.12. Toplam fenolik madde miktarına ilişkin varyans analizi	43
Çizelge 4.13. Adaçayında hasat zamanının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisine ilişkin ortalamalar ve oluşan Duncan önemlilik grupları.....	44
Çizelge 4.14. Fenolik bileşenlere ilişkin varyans analizi.....	46
Çizelge 4.15. Fenolik bileşenlere ilişkin ortalama değerler.....	49
Çizelge 4.16. DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite değerlerine ilişkin varyans analizi.	50
Çizelge 4.17. DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivite ortalamaları.....	52
Çizelge 4.18. Adaçayında hasat zamanının FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesinin üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.19. Adaçayında hasat zamanının FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesinin üzerine etkisine ilişkin ortalamalar	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A°	Absorbans
AAC	Antioksidan aktivite kapasitesi
AAE	Askorbik asit eşdeğeri
BHA	Bütillenmiş hidroksitoluen
BHT	Bütillenmiş hidroksianisol
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
CV	Varyasyon katsayısı
Da	Dekar
Dak.	Dakika
DPPH	1,1-difenil-2-pikril-hidrazil
F	F değeri
FeSO ₄	Demirsülfat
FRAP	Demir iyonu indirgeme antioksidan yöntemi
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC/MS	Gaz Kromatografi/Kütle Spektrometri
ha	Hektar
HPLC	Yüksek Basıçlı Sıvı Kromatografi
Kg	Kilogram
KO	Kareler ortalaması
KT	Kareler toplamı
l	Litre
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
mM	Milimolar
M	Molar derişim
ppm	1/1.000.000 (parts per milyon)
SD	Serbestlik derecesi
t	Ton
VK	Varyasyon kaynağı
w/w	Hacimde ağırlıkça yüzde
μ	Mikro
μg	Mikrogram
°	Derece
'	Dakika
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, belki de ilk kültüre alınan bitkiler değildir. Ancak binlerce yıl önce, bugün de olduğu gibi, insanlar doğadan yabani olarak bu bitkileri topluyorlardı. Çünkü sadece beslenmeye, giyinmeye ve barınmaya değil, tedavi olmaya da ihtiyaçları vardı. Zamanla, toplama veya kültür yoluyla ürettikleri tıbbi bitkilerin ticaretine başladılar; bazı basit yöntemlerle içlerinde bitkinin biyoaktif (etken) maddelerini taşıyan ilk ilaçları da elde etmeyi başardılar. Böylece bitkiler insanların hem temel besin ve geçim kaynakları, hem de ilk ilaç kaynakları oldu (Baydar, 2016).

20. yüzyılın başlarında, endüstri devriminin başlaması ile hızlı sanayileşmenin sonucu olarak, doğal kaynaklar hızla kirletilip, ozon tabakasına salınan gazların etkisiyle ozon tabakası incelerek güneş ışınlarının zararlı etkilerini ortaya çıkarmıştır. Kimya sanayinin gelişmesi ile de birçok alanda kullanılan herbisit ve pestisitler, çözücüler, petrokimya ürünleri, ilaçlar gibi ürünler üretilmeye ve tüketilmeye başlanmıştır. Bu da somatik hücreler ve bağışıklık sistemine saldıran ve insanlarda kanser, hızlı yaşlanma, kalp hastalıkları gibi zararlı etkileri olan serbest radikallerin oluşumunu artırarak, günümüzün ciddi sağlık sorunlarını yanında getirmiştir. Bu sorunlar da beraberinde yeni arayışlar ve yan etkisiz tedavi yöntemlerini akla getirmiştir. Son yıllarda modern tıpta kullanılan sentetik ilaçların, tedavilerde istenilen başarıyı gösterememesi ve pek çok olumsuz yan etkiye sahip olmaları tekrardan geleneksel metotlara olan ilgiyi artırmıştır. Şifalı bitkiler, doğal antioksidan moleküller içeriği açısından zenginliği nedeniyle, birçok çalışmanın odak noktası olmuştur (Diken, 2009).

Adaçayı (*Salvia*), Lamiaceae familyasından değerli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Genelde hoş kokulu bitkilerin bulunduğu 45 cins ile temsil edilen *Salvia* cinsinin de içerisinde olduğu Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası üyeleri uçucu ve aromatik yağ içermelerinden dolayı farmokoloji ve parfümeri sanayinde önemlidir (Gürbüz, 2002). Lamiaceae (Labiatae) familyasına bağlı olan *Salvia* cinsinin dünya genelinde yayılış gösteren 900 kadar taksonu bulunup (Tutin vd., 1972), ticari değeri en yüksek olanlar tıbbi adaçayı veya Dalmaçya adaçayı

olarak adlandırılan *Salvia officinalis* L., Yunan veya Anadolu adaçayı olarak adlandırılan *Salvia fruticosa* Mill., (syn. *Salvia triloba* L.), elma adaçayı olarak adlandırılan *Salvia pomifera* L., İspanyol adaçayı olarak adlandırılan *Salvia lavandulaefolia* Vahl. ve misk adaçayı olarak adlandırılan *Salvia sclarea* L.'dir (Sage: The Genus *Salvia*, 2000). Türkiye florasında 97 kadar adaçayı türü doğal olarak yetişir (bunlardan 51'i endemiktir) (İpek ve Gürbüz, 2010). Akdeniz ikliminin etkili olduğu bölgelerimizde "şalba" veya "çalba" olarak adlandırılan *Salvia fruticosa* ve *Salvia tomentosa* türleri doğadan yoğun olarak (yılda 1500 ton kadar) toplanmakta, başta ABD olmak üzere birçok ülkeye ihracat edilmektedir (Baydar, 2016). Türkiye florasında doğal olarak yetişen diğer önemli bir adaçayı türü olan *Salvia sclarea* L. (Misk adaçayı) ise ticari olarak değerlendirilmemektedir. Tıbbi adaçayının ekonomik olarak değerlendirilen kısımları yapraklarıdır. Anadolu'da da çoğu adaçayı türünden kuru yaprak olarak başta çay ve baharat olarak yararlanılmaktadır (Başer, 2000).

Türkiye'de tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) doğal olarak yayılış göstermemekle birlikte ülkemizde başarıyla kültürü yapılabilmektedir (Ceylan vd., 1990; Kırıcı vd., 1995). Örneğin Ege Bölgesi'nde Bornova ekolojik koşullarında adaçayının dekar başına drog herba verimi 750 kg ve drog yaprak verimi 500 kg'ın üzerinde olup, uçucu yağ oranı ortalama %1.7, tuyon oranı ortalama %46.9, 1,8-sineol oranı ortalama %3.6 ve borneol oranı ortalama %7.4 olarak tespit edilmiştir (Ceylan, 1995). Bununla birlikte ülkemizde tıbbi adaçayı kültür plantasyonları son derece sınırlıdır. 2014 yılında Türkiye'de sadece 130 da alanda tıbbi adaçayı üretimi gerçekleştirilmiştir. Tıbbi adaçayı kültürü geliştiğinde hem floramızda yabani olarak ve kontrolsüz bir şekilde toplanan ve bu nedenle yoğunlukları gittikçe azalmaya başlayan diğer adaçayı türleri korunmuş olacak hem de dış ülkelere kaliteli ve pazar değeri yüksek drog ihraç etme imkânı doğacaktır.

Çok yıllık bir bitki olan ve yarı çalimsı bir gövde yapısına sahip tıbbi adaçayı 0.5-1 m arasında boylanır. Toprak üstünden itibaren çok sayıda dallanır ve dallar üzerinde uzunluğu genişliğinin yaklaşık iki katı kadar olan uzun saplı, tüylü ve gri-gümüşü renklerde yapraklar bulunur. Tıbbi adaçayının ekonomik olarak

değerlendirilen kısımları yapraklarıdır (*Folia Salviae*). Yaprak epidermis hücrelerinden sapları tek, başları 1 veya 2 hücreli salgı (*gland*) tüyleri uzanır. Bu tüyler aynı zamanda en önemli uçucu yağ kaynağıdır (Baydar, 2016). Tıbbi adaçayı yapraklarında %0.5-2.5 arasında uçucu yağ bulunur. Tıbbi adaçayı uçucu yağının en önemli bileşenleri α ve β -tuyon, 1,8-sineol ve kafurdur. Uçucu yağında α -tuyon oranı %1-45, β -tuyon oranı %1-40 ve kafur oranı %0.4-44 arasında değişir (Giannouli ve Kintzios, 2005).

Tıbbi adaçayı, nezle ve gripten ileri gelen boğaz rahatsızlıklarında herbal çay olarak tüketilmektedir. *Salvia officinalis* L. türünün uçucu yağında çok bulunan tuyon, antiseptik ve antibiyotik etkisi çok güçlü olan bir uçucu yağ bileşenidir. Bu nedenle özellikle tuyon zengini uçucu yağlar boğaz enfeksiyonları, diş iltihaplanmaları ve ağız yaraları için yapılan ilaçların katkı maddesidir. Ancak tuyon toksik ve kansorejen olduğundan fazla dozda alınmaması önerilmektedir (Zeybek ve Zeybek, 2002). Yine adaçayı yaprakları ve uçucu yağı halk hekimliğinde ve modern tıpta yatıştırıcı, ağrı kesici, ter kesici, balgam söktürücü, kas ağrılarını giderici, midevi ve dezenfaktan başta olmak üzere pek çok amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tıbbi adaçayı, uçucu yağlar ve fenolik maddelerce zengin olması sebebiyle yüksek antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahiptir (Baricevic ve Bartol, 2000).

Antimikrobiyal ve antioksidan etkisi çok güçlü olan adaçayı uçucu yağının bu etkilerinin daha çok 1,8-sineol, α -tuyon, β -tuyon ve kafur gibi bileşenlerden ve antioksidan etkinin ise karnosik asit, karnosol ve rosmarinik asit gibi fenoliklerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Chalchat vd., 1998; Baricevic ve Bartol, 2000; Buhner, 2001; Bent vd., 2004; Hinneburg vd., 2006; Durling vd., 2007). Ancak tuyonların (özellikle de α -tuyonun) insanlarda toksik etkisi olduğu rapor edilmiş olmakla birlikte (Höld vd., 2000), iyi kalitede tıbbi adaçayı yağının olabildiğince yüksek oranlarda α + β -tuyon (> %50) ve olabildiğince düşük oranda kafur (< %20) içermesi gerektiği bildirilmiştir (Raal vd., 2007).

Ticari değeri yüksek tıbbi adaçayı çeşitlerinde en kaliteli yapraklar; gümüş renkte olan, %1.5'ten daha fazla uçucu yağ içeren, uçucu yağında α ve β -

tuyonları yüksek ve kafuru düşük olanlar olarak rapor edilmiştir (Putievsky vd., 1986a,b; 1992).

Gıda, baharat, boya, ilaç, kozmetik ve parfüm olmak üzere bir çok alanda yaygın şekilde kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilgi artarak devam etmektedir. Ancak günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerin pek çoğu doğadan yabani olarak toplanmaktadır. Bu nedenle, bitki gen kaynaklarının korunmasında, doğadan yoğun olarak toplanan ve geniş pazarı olan bitki türlerinin tarımına geçilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Kültüre alarak üretmenin yabani toplamaya göre birçok avantajı vardır; her şeyden önce belirli standartlarda ve kalitede üretim yapılır. Yüksek verim alındığından üretim maliyetleri düşer. Üretimde iklime olan bağımlılık azalır ve üretim miktarı daha stabil olur. Zararlı ve zehirli bitkilerle karışma ihtimali ortadan kalkar. Hasat, kurutma, sterilizasyon, paketlenme, depolama ve pazarlama gibi işlemler daha teknik yapılır ve tüketicilerin isteklerine göre düzenlenebilir. İstenirse organik veya ekolojik tarım yapılarak sertifikalı ürün elde edilebilir ve klasik tarımın neden olduğu olumsuzluklar giderilebilir. Üstelik kültür koşullarında ıslah ve genetik çalışmaları yapılarak etken madde içeriği ve drog verimi daha yüksek çeşitler geliştirilebilir (Baydar, 2016).

Tıbbi ve aromatik bitkiler içerdikleri biyoaktif (etken) maddeler nedeniyle kültürü yapılan bitkilerdir. Biyoaktif maddeler ise bitkinin organlarına, bitkinin hayat devrelerine ve bitkinin biçim zamanlarına göre önemli değişiklikler gösterir. Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitki üreticilerinin her şeyden önce kaynak bitkinin biyoaktif madde değişimini (varyabilitesini) çok iyi bilmesi ve etken maddelerce en zengin olduğu yerde, devrede ve zamanda toplaması, biçmesi, hasat etmesi gerekir. İşte bu yüksek lisans tez çalışmasında, tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı hasat (biçim) zamanlarının yapraklardaki uçucu yağ içeriği ve kompozisyonu ile antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tanker vd. (1976), *Salvia fruticosa* bitkisinden elde ettikleri %1.5 oranındaki uçucu yağın, %34'ünü monoterpenlerin, %66'sını oksijenli monoterpenlerin oluşturduğunu bildirmişlerdir. Monoterpen fraksiyonunun temel bileşenleri α ve β -pinen, kamfen, mirsen ve limonen; oksijenli monoterpenlerin temel bileşenleri ise 1,8-sineol (%32), kafur (%13.6), karyofilen (%5.2) ve tuyon (%3.2) olarak bulunmuştur. Aynı araştırma kapsamında, karşılaştırma yapabilmek için İzmir'de kültür ekimi yapılan *Salvia officinalis* L. incelemeye alınmış ve sonuç olarak; %13.56 1,8-sineol, %32.70 tuyon, %14.38 kafur ve %1.8 oranında karyofilen tespit edilmiştir.

Ceylan (1976), Bornova ekolojik koşullarında tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ile yaptığı çalışmasında, taze herba veriminin 1404-2351 kg/da, taze yaprak veriminin 833-970 kg/da, kuru yaprak veriminin 223-326 kg/da ve taze sap veriminin 433 kg/da, drog sap veriminin 119-176 kg/da arasında değiştiğini belirlemiştir. Taze herba/drog herba oranının %21-36, taze yaprak oranının %66-69, yeşil sap oranının %31-34, drog yaprak oranının %65-67, drog sap oranının %33-35, kuru yapraklarında uçucu yağ oranının %0.75-2.04 ve saplarındaki uçucu yağ oranının ise %0.15-0.60 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Uçucu yağında %2.5 tuyon ve %14 1,8-sineol bulunduğunu, uçucu yağ oranının kurak ve sıcak havalarda daha fazla olduğunu ve genç bitkilerin yaşlı bitkilere göre çok daha yüksek oranda uçucu yağ içerdiğini bildirmiştir.

Ceylan vd. (1979), Bornova ekolojik koşullarında üç yıl süre ile tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) yürüttükleri çalışmada; yeşil herba veriminin 1. yıl 862.4 kg/da, 2. yıl 2141.8 kg/da ve 3. yılda 2334.5 kg/da, drog herba veriminin 1. yıl 277.3 kg/da, 2. yıl 606.0 kg/da ve 3. yılda 529.5 kg/da olduğunu tespit etmişlerdir. Yaprak veriminin ise 1. yıl 215.8 kg/da, 2. yıl 450 kg/da ve 3. yılda 374.2 kg/da olduğunu, uçucu yağ oranının ise %0.85-2.50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Şarer (1982), Ankara ili ve çevresinde doğal olarak yetişen bazı *Salvia* türlerinin (*S. cyanescens*, *S. amasica*, *S. russegeri*, *S. wiedemanni* ve *S. recognita*) uçucu yağ oranlarının %0.42-0.93 arasında değiştiğini, *S. cyanescens* uçucu yağında borneol ve izoborneol (%9.5), *S. russegeri* uçucu yağında borneol (%15.2), *S. wiedemanni* uçucu yağında 1,8-sineol (%16.2), *S. recognita* uçucu yağında kafur (%36.5), *S. amasiaca* uçucu yağında karyofilen (%16.6) ve *S. syriaca* uçucu yağında seskiterpenik alkol (%40.2) yönünden zengin olduğunu belirlemiştir.

Pitarevic vd. (1984), tıbbi adaçayının (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağ verim ve bileşenlerindeki mevsimsel değişimleri saptamak üzere yaptıkları araştırmada tıbbi adaçayı yapraklarını Haziran ayından Aralık ayına kadar aynı yerden toplamışlar ve uçucu yağ oranı ve bileşenlerini tespit ettikleri 7 örnekte tuyon, 1,8-sineol ve kafur içerikleri arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Uçucu yağ oranı ve bileşenlerinde aydan aya değişmelerin olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar yüksek tuyon yüzdesine sahip uçucu yağ elde edebilmek için Ekim ayında yaprak hasadının yapılmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Bayrak ve Akgül (1987) tarafından yapılan bir araştırmada, içlerinde *Salvia fruticosa* ve *Salvia officinalis* L.'in de olduğu Türkiye'de yetişen 5 *Salvia* türü, uçucu yağlarının bileşimi açısından incelemeye alınmıştır. Araştırmada, taze haldeki bütün yapraklardan su buharı distilasyonu ile uçucu yağ elde edilmiştir. *Salvia fruticosa*'nın uçucu yağ verimi %2.8 iken; *Salvia officinalis* L.'in ki %1.6 olarak bulunmuştur.

Yılmaz (1988), *Salvia officinalis* L.'de yaptığı çalışmada yeşil herba verimini 1850.9-2768.5 kg/da, yeşil yaprak verimini 624.7-964.4 kg/da, drog herba verimini 624.4-921.1 kg/da, drog yaprak verimini 241.8-276.2 kg/da arasında; uçucu yağ oranı drog herbada %0.70-0.78, drog yaprakta %1.49-1.69 arasında, uçucu yağ verimi ise drog herbada 4.89-6.53 l/da, drog yaprakta 3.63-4.69 l/da arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Tucker ve Maciarelo (1990) ile Mockute vd. (1990), tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağı oluşturan bileşenlerin miktarlarına göre 5 farklı grup

oluşturmuşlardır: 1. grup, kafur > α -tuyon > 1,8-sineol > β -tuyon; 2. grup, kafur > α -tuyon > β -tuyon > 1,8-sineol; 3. grup, β -tuyon > kafur > 1,8-sineol > α -tuyon; 4. grup, 1,8-sineol > kafur > α -tuyon > β -tuyon ve 5. grup, α -tuyon > kafur > β -tuyon > 1,8-sineol'dur.

Maksimovic vd. (1993) tarafından Sırbistan'da 1991 ve 1992 yıllarında bazı farklı aromatik bitkilerde yürütülen bir çalışmada, sırasıyla ortalama uçucu yağ verimi ve uçucu yağ oranı *Thymus vulgaris*'te 64.6 kg/da ve %1.09, *Salvia officinalis*'te 103.3 kg/da ve %1.10, *Hyssopus officinalis*'te 198.0 kg/da ve %0.30, *Angelica archangelica*'da 263.5 kg/da ve %0.18, *Valeriana officinalis*'te 297.5 kg/da ve %0.62 olarak bildirilmiştir.

Tsankova vd. (1994), Bulgaristan'da kültür ekimi yapılan *Salvia officinalis* L. bitkilerinde yaptıkları araştırmada, *Salvia officinalis* L. uçucu yağındaki oksijenli bileşenlerin oranının (%79) oldukça yüksek olduğu ve bunun içinde en fazla oranda α ve β -tuyon ile kafur (sırasıyla %29.4, %17.4 ve %11.7) bulunduğu tespit edilmiştir. Öte yandan mono ve seskiterpen hidrokarbonların oranı da sırasıyla %13 ve %4 olarak bulunmuştur.

Cuvelier vd. (1994), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve biberiyede (*Rosmarinus officinalis* L.) HPLC ile fenolik bileşenler belirlenmiş, rosmarinik ve karnosik asit ile bunların türevleri olan karnosol, rosmanol izomerleri, rosmadial ve metil karnosat antioksidatif etkiye sahip olan fenolik bileşikler olarak tanımlanmıştır.

Ceylan (1995), Ege Bölgesi Bornova ekolojik koşullarında 12 yıl süreyle tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) üzerinde yaptığı araştırmalara göre; drog herba verimini 768 kg/da, drog yaprak verimini 554 kg/da, ortalama değerler olarak uçucu yağ oranı %1.7, tuyon oranı %46.9, 1,8-sineol oranı %3.6 ve borneol oranı %7.4 olarak tespit etmiştir.

Cuvelier vd. (1996) tarafından yapılan başka bir araştırmada, ticari kaynaklardan toplanan 8 adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve 24 biberiye

(*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktının antioksidatif etkilerini incelemişler ve bu ekstraktlarda, HPLC/MS'de yapılan analiz sonucunda; fenolik asitler, karnosol türevleri ve flavonoidleri içeren 22 bileşen tanımlanmıştır. Bunlar arasında etkili bileşenlerin sırasıyla karnosol, rosmarinik asit, kafeik asit, rosmanol, rosmadial, genkwanin ve sirsimatirin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ekstraktların bileşimlerdeki farklılıkların; bitkinin kalitesine, yetiştirildiği coğrafi bölgeye, iklim koşullarına, hasat zamanına, depolamaya, ekstraksiyon parametrelerine ve ekstraktın sıvı veya toz oluşuna bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir.

Bir uçucu yağın karakteristik kokusunu, kendisini meydana getiren koku moleküllerinin kompozisyonu belirler. GC-FID/MS'de tıbbi adaçayı uçucu yağını meydana getiren onlarca farklı koku molekülünün varlığı tespit edilebilmekte, ancak miktar olarak bunlardan sadece bir kısmı daha yüksek oranlarda bulunmaktadır. ISO 9909 (1997)'a göre *Salvia officinalis* L. uçucu yağındaki bileşenlerin α -tuyon %18.0-43.0, β -tuyon %3.0-8.5, kafur %4.5-24.5, 1,8-sineol %5.5-13, kamfen %1.5-7.0, limonen %0.5-3.0, α -humulen < %12.0, α -pinen %1.0-6.5, bornil asetat < %2.5 ve linalol+linalil asetat < %1.0 değerlerinde bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Piccaglia vd. (1997) tarafından İtalya'da tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) dikim sıklığı ve hasat zamanının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı yetiştirme periyotlarında hasat edilen tıbbi adaçayında 29 uçucu yağ bileşeni tespit edilmiş ve uçucu yağ bileşenlerinin ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde hasat edilen bitkilerde farklılık gösterdiği, bitki sıklığının verime ve uçucu yağ bileşenlerine etkisinin az olduğu, yüksek tuyon içeriğinin ise sonbaharda hasat edilen bitkilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Wise vd. (1998), tıbbi adaçayı uçucu yağının başlıca asiklik, monosiklik ve bisiklik karbon iskeletlerinden oluşan monoterpenlerden oluştuğunu, (+)-sabinen sentaz ile sabinen üzerinden alfa ve beta tuyonlar ve 1,8-sineol sentaz ile doğrudan 1,8-sineol sentezlendiğini, diğer yandan (+)-bornil difosfat sentaz

tarafından üretilen bornil difosfat hidrolize edilerek borneol ve sonra okside edilerek kafur sentezlendiğini rapor etmişlerdir.

Chalchat vd. (1998), Fransa, Macaristan, Portekiz, Romanya ve Çek Cumhuriyeti'nden topladıkları tıbbi adaçaylarını Fransa'da yetiştirmişler ve drog yaprakta ortalama %2.0-3.0 arasında uçucu yağ elde etmişlerdir. Ana bileşenler olan α -tuyon ve β -tuyonun orijinler arasında farklılık göstererek %0.03-17.33 arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Perry vd. (1999), 9 farklı ülke orijinli tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) genotipinde uçucu yağ oranının %0.4-2.2 arasında, α -tuyon oranının %1.0-50.0, β -tuyon oranının %1.0-32.0 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Miladinovic ve Miladinovic (2000), *Salvia officinalis* L. bitkisinde uçucu yağ oranı ve bileşimi üzerine iklim, toprak gibi ekolojik faktörlerin etkili olduğunu, uçucu yağın ana bileşenlerinin α -tuyon (%24.88), kafur (%16.03) ve 1,8-sineol (%9.79)'den oluştuğunu bildirmişlerdir.

Salameh ve Dordevic (2000), Ürdün orijinli *Salvia officinalis* L. türünün uçucu yağ bileşiminde 29 bileşen tespit etmişlerdir. Ana bileşenlerin α -tuyon (%29.9), β -tuyon (%13.68), kafur (%15.74) ve 1,8-sineol (%12.31) olduğunu saptamışlardır.

Sagareishvili vd. (2000), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağında 11 farklı bileşen belirlemişler, ana bileşenler olarak α -tuyon (%31.56), β -tuyon (%17.55), kafur (%16.48) ve 1,8-sineol (%17.53) olarak tespit etmişlerdir.

Triantophyllou vd. (2001), Lamiacea familyasına ait bazı türler üzerine yaptıkları bir araştırmada *Salvia officinalis* L. ve *Sideritis* türlerinden elde edilen su ekstraktlarında fenol içeriğini sırasıyla 0.20 ve 0.08 g kafeik asit/100 ml, antioksidan aktivitesini sırasıyla 595 ve 335 AAC; toplam fenol içeriğini ise sırasıyla 27.4 ve 12.5 w/w olarak tespit etmişlerdir.

Baydar vd. (2001), Isparta ilinde *Salvia* cinsinin 8'i endemik olmak üzere 26 türünün doğal olarak yetiştiğini, kültür koşullarında yetiştirilen *Salvia officinalis* L. türünde yeşil herba veriminin toplam 1076.7 kg/da (1. biçim 668.1, 2. biçim 408.6 kg/da), drog herba veriminin toplam 392.7 kg/da (1. biçim 155.8, 2. biçim 236.9 kg/da), uçucu yağ oranının ortalama %1.16 (1. biçim %1.32, 2. biçim %1.00) ve uçucu yağ veriminin ise toplam 4.40 l/da (1. biçim 2.06 l/da, 2. biçim 2.34 l/da) olduğunu kaydetmişlerdir.

Pizzale vd. (2002) tarafından 12 adet *Salvia officinalis* L. ve 15 adet *Salvia fruticosa* çeşitlerinde antioksidan aktivitelerini inceledikleri çalışmada 5 g kuru örneği 100 ml saf metanol içerisinde karanlık koşullarda bir gece bekleterek ekstraksiyon yapmışlar ve kuru ekstrakt elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; *Salvia officinalis* L. ve *Salvia fruticosa* türlerinin ekstrakt verimleri sırasıyla %18.7-21.8 ve %22.9-27.9 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada *Salvia officinalis* L. çeşitlerinde HPCL sonuçlarına göre, toplam fenolik madde miktarı 46.4-107.4 g/kg ekstrakt olarak belirlenirken, rosmarinik asit içeriği 21.9-81.8 g/kg, karnosol içeriği 1.1-9.0 g/kg, karnosik asit içeriği 0.2-7.1 g/kg metil karnosat içeriği 2.2-13.0 g/kg arasında ve diğer fenollerin ise 9.6-26.3 g/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çeşitlerin antioksidan aktiviteleri ise ransimat testine göre 1 g/kg konsantrasyonunda 3.9-18.1 arasında değişim göstermiştir.

Büyükkaya (2002), tıbbi adaçayının (*Salvia officinalis* L.) hasat edileceği dönemde, çiçeklenme evresinin başında uçucu yağ miktarının en yüksek düzeye ulaştığını, tohumların oluştuğu döneme doğru ise uçucu yağ miktarının hızla azaldığını bildirmiştir.

Giannouli ve Kintzios (2005), tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) iklim, toprak ve yetiştirme koşullarına, yaş ve biçim sayısına bağlı olarak uçucu yağ veriminin 10-20 l/da arasında, uçucu yağda α -tuyon oranının %1-45, β -tuyon oranının %1-40 ve kafur oranının %0.4-44 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Matkowski ve Piotrowska (2006), Lamiaceae familyasına ait bazı tıbbi bitkilerin antioksidan aktivite ve serbest radikal yakalama kapasiteleri hakkında yaptıkları çalışmalarında, kuru herba ve kuru herbalardan metanol ekstraksiyonu ile elde ettikleri ekstraktları örnek olarak kullanmışlardır. *Salvia officinalis* L.'in kuru herba ve ekstraktında toplam fenolik madde içeriğinin sırasıyla 15.6 ve 132.0 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir.

Wojdylo vd. (2007), Polonya'da 32 farklı bitkinin antioksidan aktivite ve fenolik bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada; antioksidan özelliklerin ve toplam polifenol içeriğinin belirlenmesi aşamasında 1 g kuru örneği %80'lik su-metanol çözeltisi ile oda sıcaklığında 24 saat bekleterek ekstraksiyon yapmışlar ve elde ettikleri supernatantları numune olarak kullanmışlardır. İnceledikleri sonuçlara göre; *Salvia officinalis*'in DPPH ve FRAP yöntemlerine göre antioksidan kapasiteleri sırasıyla 41.2 ve 167 μ M trolox/100 g kuru ağırlık olarak; Labiatae familyasına ait *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Melisa officinalis*, *Thymus vulgaris* DPPH ve FRAP yöntemlerine göre antioksidan aktiviteleri sırasıyla 79.6-405, 513-662, 36.1-61.8, 295-693 μ M trolox/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik içerikleri ise *Salvia officinalis* L.'te 8.25, *O. vulgare*'de 0.15, *R. officinalis*'te 1.71, *M. officinalis*'de 13.2 ve *T. vulgaris*'te 0.58 mg GAE/100 g kuru ağırlık olarak bulunurken, fenolik bileşenlerin bazıları *Salvia officinalis* L.'te sırasıyla kafeik asit 296, neoklorogenik asit 53.1, *p*-kumarik asit 10.3, kuarsetin 178, ferulik asit 13.5 mg/100 g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir.

Tepe vd. (2007), *S. verticillata* subsp. *verticillata* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca* türlerinin metanol ekstraktlarında rosmarinik asit miktarlarını sırasıyla 28.7 μ g/mg ve 24.1 μ g/mg olarak belirlemişlerdir. Antioksidan aktiviteleri *S. verticillata* subsp. *verticillata* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca* türlerinde sırasıyla DPPH yönteminde 14.5 ve 15.0 μ g/mg olarak, β -keroten/linoleik asit yönteminde ise %74.4 ve %62.1 olarak tespit etmişlerdir.

Erbaş ve Baydar (2007), tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı kurutma sıcaklıklarının uçucu yağ içeriği ve kompozisyonu üzerine etkisini belirlemek

amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, çiçeklenme öncesinde hasat edilen bitkilerin sap ve yapraklarını ayırmışlardır ve ayrılan yapraklar 30, 40, 50, 60 °C'de etüvde ve oda sıcaklığında %10 nem oranı kalıncaya kadar kurutulmuştur. Gölgede yapılan kurutmada uçucu yağ oranı %1.82 olarak belirlenirken önemli uçucu yağ bileşenlerinden kafur %20.39, 1,8-sineol, %19.57, β -tuyon %15.49 ve α -tuyon %14.36 olarak saptanmıştır. 30, 40, 50 ve 60 °C'de kurutma dolabında kurutulduğunda sırasıyla %1.5, %0.8, %0.7 ve %0.4 oranlarında uçucu yağ içermiştir. Kurutma sıcaklığı artışına paralel olarak uçucu yağda tuyon ve 1,8-sineol oranları azalırken, kafur ve borneol oranları artmıştır.

Baydar vd. (2007), tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) hasat zamanının (Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) uçucu yağ verimi ve kompozisyonu ile antioksidan özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada uçucu yağ oranı en yüksek Temmuz ayında (%3.24), en düşük ise Haziran ayında (%1.43) belirlenmiştir. Hasat dönemleri boyunca uçucu yağı oluşturan kafur %20.73-26.07, α -tuyon %13.84-21.96, 1,8-sineol %13.94-20.40 ve β -karyofilen %2.28-9.19 arasında değişmiştir. Tıbbi adaçayı yapraklarında fenolik madde için ekstraktlar metanol:aseton:su:asetik asit (55:40:4.5:0.5) çözeltisi kullanılarak elde edilmiştir. Toplam fenolik madde Haziran ayında 85.33, Temmuz ayında 110.52, Ağustos ayında 105.62 ve Eylül ayında 108.32 mg GAE/g ekstrakt olarak belirlenmiştir.

Kelen ve Tepe (2008), Türkiye florasında yetişen üç farklı *Salvia* türünün (*S. aucheri* var. *aucheri*, *S. aramiensis* ve *S. pilifera*) kimyasal kompozisyonu, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında *S. aucheri* var. *aucheri* türü için ana bileşenler olarak kafur (%21.3) ve borneol (%8.5), *S. aramiensis* türü için 1,8-sineol (%46.0) ve kafur (%8.7), *S. pilifera* türü için ise α -tuyon (%36.1) ve α -pinen (%13.8) olarak belirlemişlerdir.

Tulukçu vd. (2009) tarafından farklı zamanlarda toplanan misk adaçayı (*Salvia sclarea*) üzerine yapılan bir araştırmada, misk adaçayı kuru ekstrelerinin toplam fenolik madde içeriği 38.34 ve 97.84 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Misk adaçayının kuru metanol ekstralarında antioksidan aktivitenin ise 11.66-217.11 mg AAE/g arasında belirlemişlerdir.

Tosun vd. (2009) tarafından Türkiye’de 8 farklı *Salvia* türü üzerinde yapılan bir çalışmada; DPPH yöntemine göre yapılan antioksidan aktivitenin 8 farklı türde (*S. aethiopsis*, *S. candidissima*, *S. limbata*, *S. microstegia*, *S. nemorosa*, *S. pachystachys*, *S. verticillata*, *S. virgata*) ortalama %42.6 ve toplam fenolik madde miktarının ise ortalama 93.0 mg GAE/g olarak belirlenmiştir.

Tuncel ve Yılmaz (2010) tarafından Kaz Dağlarından toplanan *Salvia tomentosa* türünün ekstraktlarında HPLC ile fenolik bileşenleri tespit edilmiş, gallik asit 1.22 mg/100 g, vanilik asit 5.01 mg/100 g, kafeik asit 15.07 mg/100 g, klorogenik asit 43.05 mg/100 g, sirinjik asit 5.86 mg/100 g, *p*-kumarik asit 4.31 mg/100 g, *o*-kumarik asit 1.21 mg/100 g, rosmarinik asit 1069.20 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Özkan vd. (2010) tarafından İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)’nde Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yapılan farklı hasat zamanlarının uçucu yağ oranı ve bileşenleri, fenolik madde miktarı ve bileşenleri ile antioksidan aktiviteleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yapmış oldukları araştırmada, en yüksek uçucu yağ oranı Temmuz ayında ve en yüksek antioksidan aktivite Haziran ayında biçilen bitkilerin yapraklarında tespit edilmiştir. Bu araştırmada ayrıca İzmir kekiği yaprak ekstraktlarında bulunan en önemli fenolik bileşenlerin rosmarinik asit ve asasetin olduğu ve bu fenolik bileşiklerin en fazla Temmuz ayında biçilen bitki yapraklarında bulunduğu rapor edilmiştir.

Gohari vd. (2011) tarafından İran’da farklı bölgelerden Haziran ve Temmuz aylarında tam çiçeklenme döneminde toplanan bazı *Salvia* türlerinden metanol ve etil asetat solventleri kullanılarak elde edilen kuru ekstraktlarda FRAP yöntemi ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. *Salvia limbata*’nın ve *Salvia hypoleuca*’nın metanol ekstraktlarında sırasıyla ortalama 43.89 ve 65.48 g/100 g iken, etil asetat ekstraktında ortalama 72.67 ve 23.33 g/100 g FeSO₄ olarak saptanmıştır.

Baranauskiene vd. (2011) tarafından Litvanya’da yapılan bir araştırmada; tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde (vejetatif büyüme, çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme dönemi) hasat edilen bitkiler 40 °C’de kurutulmuştur. Bu araştırmada taze herba veriminin 3-10 t/ha, kuru herba veriminin 0.5-2.3 t/ha, taze örneklerde uçucu yağ veriminin 0.1-0.3 cm³ 100/g ve kurutulmuş örneklerde ise uçucu yağ veriminin 0.4-1.0 cm³ 100/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Thagreed (2012), *Salvia bicolor* ekstraktlarının kimyasal bileşimi ve biyolojik aktivitesi ile ilgili yürüttüğü çalışmasında metanol ekstraktının toplam fenolik içeriğini 326.76 mg GAE/g kuru örnek olarak rapor etmiştir. Kuru metanol ekstraktında HPLC analizi sonucu 14 fenolik asit ve 5 flavanoid bileşen tespit etmiş, protokateşik asit (75.22 mg/g), *p*-kumarik asit (70.27 mg/g), gallik asit (68.26 mg/g) ve siringik asitin (54.38 mg/g) en önemli fenolik bileşikler ve luteolin-7-*O*-glukosit (120.25 mg/100 g) ve apigeninin (88.48 mg/100 g) ise en önemli flavanoid bileşenler olduğunu belirlemiştir.

Lakušić vd. (2013) tarafından *Salvia officinalis* L.’in farklı gelişme dönemlerine ait uçucu yağ verimi ve kompozisyonu üzerine yapılan bir araştırmada, 2008 ve 2009 yılları bir yıllık yetişme periyodunun toplam 10 ayında (Şubat ve Temmuz hariç) iki farklı orijinli (Sırbistan ve Hırvatistan) tıbbi adaçayı bitkilerinden örnekler alınmış ve 49 farklı uçucu yağ bileşeninden 46 tanesi tanımlanmıştır. Tek bir örnekte toplam yağ içeriğinin %5’ten fazlasını temsil eden 11 temel bileşenin kafur (%1.9-32.7), *cis*-tuyon (%6.7-28.5), α -humulen (%3.4-33.3), viridiflorol (%2.9-12.4), manool (%1.4-14.5), kamfen (%0.2-8.6), 1,8-sineol (%1.2-19.4), limonen (%0.5-9.1), β -pinen (%0.3-13.5), *trans*-tuyon (%0.7-14.5) ve α -pinen (%0.4-5.2) olduğu tespit edilmiştir.

Sellami vd. (2013), tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı kurutma yöntemlerinin toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan aktivite üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında, metanol ekstraksiyonu ile elde ettikleri ekstraktlarda, toplam fenolik madde içeriğinin 0.399-2.337 mg GAE/g kuru

örnek arasında değiştiğini, normal şartlarda kurumaya bırakılan numunelerin toplam fenolik içeriğini 0.990 mg GAE/g kuru örnek, DPPH yöntemine göre yaptıkları antioksidan kapasite tayinini ise 29.33 µg/ml olarak bildirmişlerdir.

Arıduru ve Arabacı (2013) tarafından tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, *Salvia officinalis* L. bitkisi 45 °C’de kurutulduktan sonra öğütülmüş ve etanol, metanol, aseton ve etil asetat çözücülerini ile ekstraktları elde edilmiştir. Ekstrelerin toplam fenolik madde miktarları en iyi olarak etanol ekstraktında 18.29 mg GAE/g, daha sonra sırasıyla metanol (23.62 mg GAE/g), etil asetat (18.29 mg GAE/g) ve aseton (11.58 mg GAE/g) ekstraktlarında olduğu belirlenmiştir. DPPH serbest radikal yakalama aktiviteleri ise sırasıyla metanol ekstraktında %90.89, etil asetat ekstraktında %90.48, etanol ekstraktında %86.31 ve aseton ekstraktında %84.78 değerlerinde kaydedilmiştir.

Karakuş (2014), 2011 ve 2012 yılları arasında yürüttüğü tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) populasyonunda seçilmiş klon hatlarının drog verimleri ve kalite özelliklerini incelediği araştırmasında, 2011 yılında taze herba veriminin 835.6-3619.6 kg/da, drog herba veriminin 192.5-842.4 kg/da, drog yaprak veriminin 45.6-188.4 kg/da ve uçucu yağ oranının %0.60-1.90 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bu özelliklerin ise 2012 yılında sırasıyla 184.0-2479.1 kg/da, 46.9-1075.9 kg/da, 26.4-638.0 kg/da ve %1.11-2.53 arasında olduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacı adaçayı klonlarında uçucu yağ bileşenlerini oluşturan en önemli bileşenlerin α ve β -tuyon, 1,8-sineol ve kafur olduğunu ifade etmiştir. 2011 yılında α ve β -tuyon oranlarının %0.81-29.50 ve %0.74-29.13 arasında 1,8-sineol oranının %0.98-30.53 arasında ve kafur oranının %0.41-19.10 arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. 2012 yılında ise bu bileşenlerin sırasıyla %0.98-53.21, %2.18-54.73, %2.76-34.03 ve %6.36-29.15 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Bu yüksek lisans tezinin tarla denemesi 2013 ve 2014 yıllarında Isparta ili (37° 50' K ve 30° 32' D, 1008 m) Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Aromatik Bitkiler Deneme Arazisinde, laboratuvar analizleri Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Endüstri Bitkileri Laboratuvarı ile Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Isparta ili Göller yöresinde Akdeniz iklimi ile karasal iklimin kesişme noktasında Batı Geçit Kuşağında yer almakta, kışları nispeten serin ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak bir iklim yaşanmaktadır. Akdeniz'e yakın olan güney bölgesinde Akdeniz ikliminin özelliği yaşanırken, kuzeydoğuya doğru gidildikçe karasal iklim özellikleri kendini göstermektedir. Özellikle Eğirdir, Beyşehir ve Kovada gibi birçok gölün etkisiyle değişik mikro-klima bölgelerine sahiptir. Topoğrafik yapısının çeşitliliği nedeniyle hem ova hem de yayla özellikleri taşımaktadır.

Uzun yıllara ilişkin iklim verilerine göre Isparta ilinin en soğuk ayı Ocak ve en sıcak ayı Temmuz'dur (yıllık ortalama sıcaklığı 12.1 °C'dir). Nisan ayı ortalarına kadar don olayı görülebilmektedir (yıllık ortalama donlu günler sayısı 69.5 gündür). Yağış en çok kış ve bahar aylarında, en az yaz aylarında alınmaktadır (yıllık ortalama yağış miktarı 581 mm'dir). Aralık ayı en yağışlı, Ağustos ayı ise en kurak aydır (yağışlı günler sayısı ortalama 104 gündür). Bağıl nem oranı kış aylarında yüksek, yaz aylarında ise düşük seviyelerdedir (ortalama bağıl nem %61'dir). Ortalama günlük güneşlenme müddeti 6.6 saat olup, ilde açık günler sayısı (bulutluluk ortalaması 2/10'dan az olan günler) ortalama 146.4'tür.

Araştırmanın tarla denemesinin yürütüldüğü 2013-2014 yıllarına ait iklim verileri incelendiğinde tipik bir Akdeniz bitkisi olan tıbbi adaçayının normal

büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek sıcaklıklar yaşanmamış, ihtiyaç duyduğu su genel olarak yağışlarla karşılandığından sadece kurak geçen yaz aylarında (Temmuz-Ağustos) deneme alanında damla sulama yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü 2013-2014 yıllarına ait bazı önemli iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Isparta ilinin 2013 ve 2014 yıllarına ilişkin aylık ortalama iklim verileri*

Aylar	Nispi Nem (%)*		Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Ocak	72.5	76.7	2.8	3.7	58.6	61.3
Şubat	70.6	60.8	4.9	5.2	101.9	23.4
Mart	59.7	63.3	7.3	7.3	25.1	78.6
Nisan	56.5	59.5	12.1	11.7	59.9	44.8
Mayıs	50.4	60.3	18.0	15.1	66.5	107.0
Haziran	47.4	49.8	21.0	20.0	34.4	42.8
Temmuz	41.5	43.5	23.5	24.5	88.2	0.8
Ağustos	39.1	44.2	24.1	24.9	15.4	10.2
Eylül	43.3	58.6	18.9	18.4	3.0	99.2
Ekim	54.0	64.7	10.7	12.9	104.0	57.1
Kasım	65.5	69.2	8.7	6.8	67.6	37.0
Aralık	64.2	75.2	1.0	6.0	29.4	108.6

*Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları

Deneme tarlası toprağı; tekstür bakımından killi-kalkerli, alkali (pH 8.1), katyon değişim kapasitesi %36 ve toplam tuz içeriğı %0.025 olan, kireççe zengin (%25.5), alınabilir fosfor (3.55 kg/da P₂O₅) bakımından fakir, potasyum bakımından zengin (75.4 kg/da K₂O) ve organik madde bakımından fakir (%1.34) olup yarıyışlı nem (%8.35) bakımından da yetersiz bir topraktır. Tıbbi adaçayı bitkisi özellikle kireççe zengin, alkali yapılı topraklarda çok iyi geliştiğinden deneme alanı toprağı adaçayı tarımı için uygundur.

3.2. Materyal

Çalışmada materyal olarak tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) kullanılmıştır (Şekil 3.1).

3.3. Yöntem

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Deneme Tarlasında *Salvia officinalis* L. türüne ait köklü sürgün çelikleri her biri 6 m uzunluğunda olan 12 parsele 1 m sıra arası ve 50 cm sıra üzeri mesafede 23 Nisan 2010 tarihinde dikim yapılmıştır. Her bir deneme parseli kenar tesiri dışında 12 bitki ile temsil edilmiştir. Deneme arazisi oldukça homojen yapıda olup, tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirmeye uygun özellikler taşımaktadır. Deneme parselindeki bitkilerin tamamı klonal olarak çoğaltıldığı için genetik olarak saftırlar. Tesis yılından itibaren her yıl dekara 10 kg saf N ve 10 kg P₂O₅ düşecek şekilde gübre uygulanmış, mekanik yöntemlerle yabancı ot mücadelesi ve kurak geçen yaz mevsiminde damla sulama şeklinde sulama yapılmıştır.

Çalışmada, her bir deneme parseli bir hasat dönemini temsil edecek şekilde, tıbbi adaçayı bitkileri bir yıl boyunca 12 farklı dönemde Aralık (2013) ayından Kasım (2014) ayına kadar her ayın ortasında toprak seviyesinden 15 cm yukarıdan biçilerek hasat edilmişlerdir. Tıbbi adaçayı parselleri 25-28 Mayıs 2014 tarihinde çiçeklenmişlerdir. Her bir hasat döneminde her bir deneme parselinde ardışık olarak yan yana yetişen 12 bitki rastgele 3 tekerrürlü olarak tasnif edilmiştir (Şekil 3.2; 3.3). Her bir tekerrürü temsil eden bitkiler oda koşullarında kurutma rafları üzerinde gölgede kurutulmuştur (Şekil 3.4). Kurutulan bitkilerde yapraklar saplarından ayrılmış ve elde edilen kuru yaprak örnekleri analiz yapılncaya kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Hasat edilen parsellerde aşağıdaki gözlemler alınmıştır (Karakuş, 2014):

Taze herba verimi (kg/da): Her hasat döneminde tıbbi adaçayı parsellerinde, kenar tesiri dışında kalan 12 bitki toprak seviyesinden 15 cm yükseklikten biçilmiş, taze ağırlığı tartılmış ve kg/da olarak taze herba verimi belirlenmiştir.

Kuru herba verimi (kg/da): Her hasat döneminde tıbbi adaçayı parsellerinde 12 bitkinin taze herbalarından rastgele alınan 500 g'lık numuneler (her bir dönem için 3 tekerrür x 500 g = 1.5 kg) oda koşullarında tel raflar üzerinde kurutulmuş ve kuru ağırlık üzerinden kg/da olarak kuru herba verimi belirlenmiştir.

Drog yaprak verimi (kg/da): Drog herba verimini belirlemek için kullanılan kuru herba numunelerinin yaprakları elle sıyrılarak ayrılmış ve tartılarak kg/da olarak drog yaprak verimi belirlenmiştir.

Kuru madde oranı (%): 100 g taze adaçayı yaprağı sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C'de kurutulmuş ve kuru madde oranı aşağıdaki formülle belirlenmiştir:

$$\text{Kuru madde oranı (\%)} = (\text{kuru ağırlık} / \text{taze ağırlık}) \times 100$$

Uçucu yağların elde edilmesi (%): Hasat edilen adaçayı yaprakları kurutulduktan sonra uçucu yağ oranları belirlenmiştir (Şekil 3.5). Uçucu yağlar Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında 3 saat süreyle damıtılmış, elde edilen uçucu yağların miktarları ml olarak ölçülmüş ve % oranları (w/w) belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağların bileşenleri GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında yapılmıştır (Şekil 3.6).

Uçucu yağ kompozisyonlarının belirlenmesi (%): GC/MS analizi belirtilen koşullara göre yapılmıştır: Kolon olarak CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm; film thickness = 0.25 µm) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı programı: 60 °C'den 220 °C'ye dakikada 10 °C'de artırılarak çıkartılmış ve 220 °C' de 10 dakika bekletilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C, Dedektör sıcaklığı 250 °C, Dedektör enerji akışı 70 eV, İyonlaştırma türü: El, Kullanılan gaz: Helyum (20 ml/dak.), Akış hızı

10 psi, kütüphaneler Wiley, Nist, Tutor, numune hazırlık: 7.5 mikrolitre uçucu yağ üzerine 1500 mikrolitre diklorometan katılmıştır. Şekil 3.7’de tıbbi adaçayı uçucu yağının en önemli dört bileşeninin kimyasal yapısı gösterilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi (mg/g): Fenolik maddelerin miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metot kullanılarak, Singleton ve Rossi (1965)’ye göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okunarak toplam fenolik madde miktarları gallik asit (GAE) eşdeğeri olarak aşağıdaki eşitlikle mg/g cinsinde hesaplanmıştır (Şekil 3.8):

$$y = 24.648 x + 0.0312$$

Fenolik bileşenlerin belirlenmesi (mg/g): Fenolik bileşenler, Shimadzu marka Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) ile Caponio vd. (1999) tarafından açıklanan yöntem modifiye edilerek analiz edilmiştir. Ekstraktlar ve fenolik madde standartları 0.45 µm’lik membran filtreden süzildükten sonra fenolik bileşenler ve miktarları µg/ml olarak belirlenmiştir. HPLC cihazı: Shimadzu, Dedektör: SPD-M20 A DAD dedektör ($\lambda_{max}=800$), Pump: LC-20AD, Degasser: DGU-20A, Column oven: CTO-10 AS vp, Kolon: Alltech-C18 (250x4.60 mm, 5 µm), Mobil faz : A : Asetik asit-Ultra saf su (2:98), B: Metanol, Akış hızı: 0.8 ml dak, Kolon sıcaklığı: 40 °C.

Solvent gradient programı

Zaman (dk)	0	12	13	33	48	53	68	70	90	105	107	112	117
A (%)	100	88	80	72	70	62	60	60	50	40	0	0	100
B (%)	0	12	20	28	30	38	40	40	50	60	100	100	0

A (solvent): asetik asit:ultra saf su (2:98); B (solvent): metanol

Antioksidan aktivite analizleri: Tıbbi adaçayı örneklerinin antioksidan aktiviteleri DDPH (1,1-difenil-2-pikril-hidrazil) ve demir iyonu indirgeme yöntemine göre yapılmıştır (Şekil 3.8).

DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitesinin belirlenmesi: Adaçayı yapraklarının serbest radikal yakalama aktivitesi DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) yöntemiyle BHT (Butylated hydroxytoluene), BHA (Butylated hydroxyanisole) ve Trolox [(±)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid] gibi sentetik antoksidanlarla karşılaştırılarak Shimada vd. (1992)'na göre yapılmıştır. Örnekler 25, 50 ve 100 ppm olacak şekilde 1 ml metanolde hazırlanmış ve üzerine 1 ml 0.2 mM DPPH ilave edilmiştir. Vortekslenlenen örnekler 30 dakika karanlık oda sıcaklığında bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçümü yapılmıştır (PG Instruments T70 Plus Dual Beam Spectrophotometer, Arlington, MA, USA). Adaçayı yapraklarının serbest radikal yakalama aktivitesi aşağıdaki formülle belirlenmiştir:

$$\text{Antioksidan aktivite (\%)} = [(\text{kontrol abs} - \text{örnek abs}) / \text{kontrol abs}] \times 100$$

FRAP yöntemiyle (demir iyonu indirgeme gücü) antioksidan aktivitesinin belirlenmesi: Örneklerin demir indirgenme gücü Oyaizu (1986) tarafından metoda göre belirlenmiştir. Süpernatantların absorbans değerleri sentetik antioksidanlarla (BHA, BHT ve Trolox) karşılaştırılarak 700 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak varyans analizi yapılmış ve incelenen özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Tıbbi adaçayı bitkisinin genel görüntüsü



Şekil 3.2. Tıbbi adaçayı deneme parsellerinden bir görüntü



Şekil 3.3. Tıbbi adaçayının biçimi



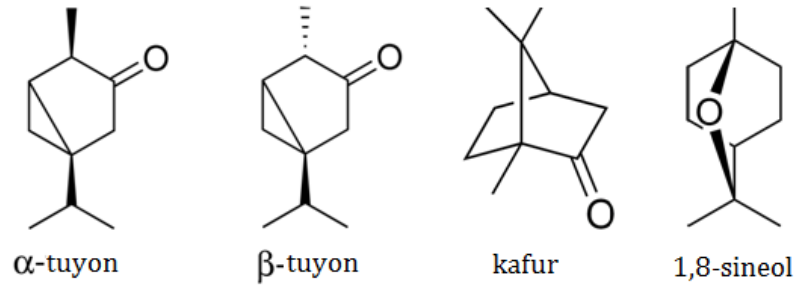
Şekil 3.4. Tıbbi adaçayının kurutulması



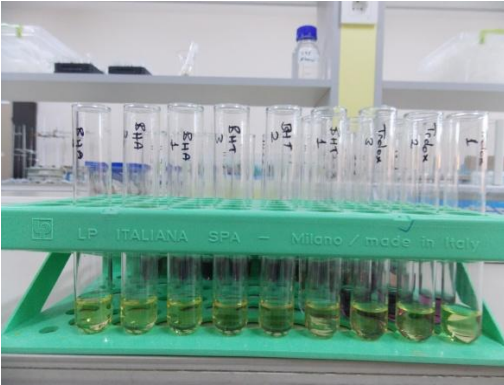
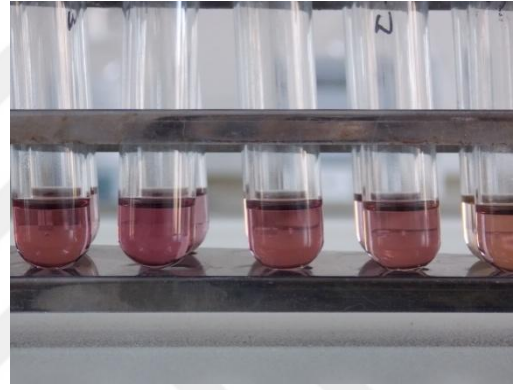
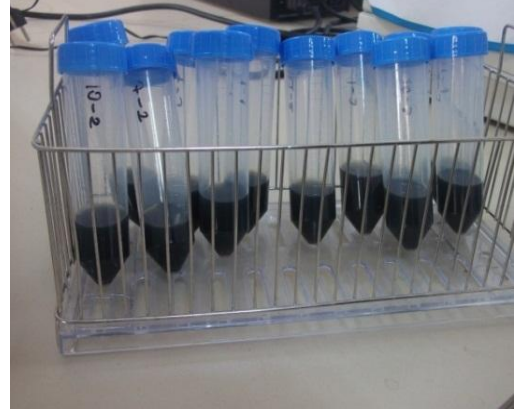
Şekil 3.5. Tıbbi adaçayı yapraklarının Clevenger cihazında damıtılması



Şekil 3.6. GC-MS cihazında uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi



Şekil 3.7. Adaçayı uçucu yağının en önemli bileşenleri



Şekil 3.8. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi analizlerinden görüntüler

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Taze Herba Verimi

Adaçayında hasat zamanının taze herba verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Ayrıca aylara göre taze herba veriminde elde edilen ortalama değerlerin seyri Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre tıbbi adaçayı bitkisinin aylara göre taze herba verimi istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Taze herba verimine ilişkin varyans analizi

VK	SD	Taze herba verimi (kg/da)		
		KT	KO	F
Aylar	11	1009874.1	91806.7	613.6**
Hata	24	3590.7	149.6	
Genel	35	1013464.8		
CV (%)		1.7		

** P<0.01

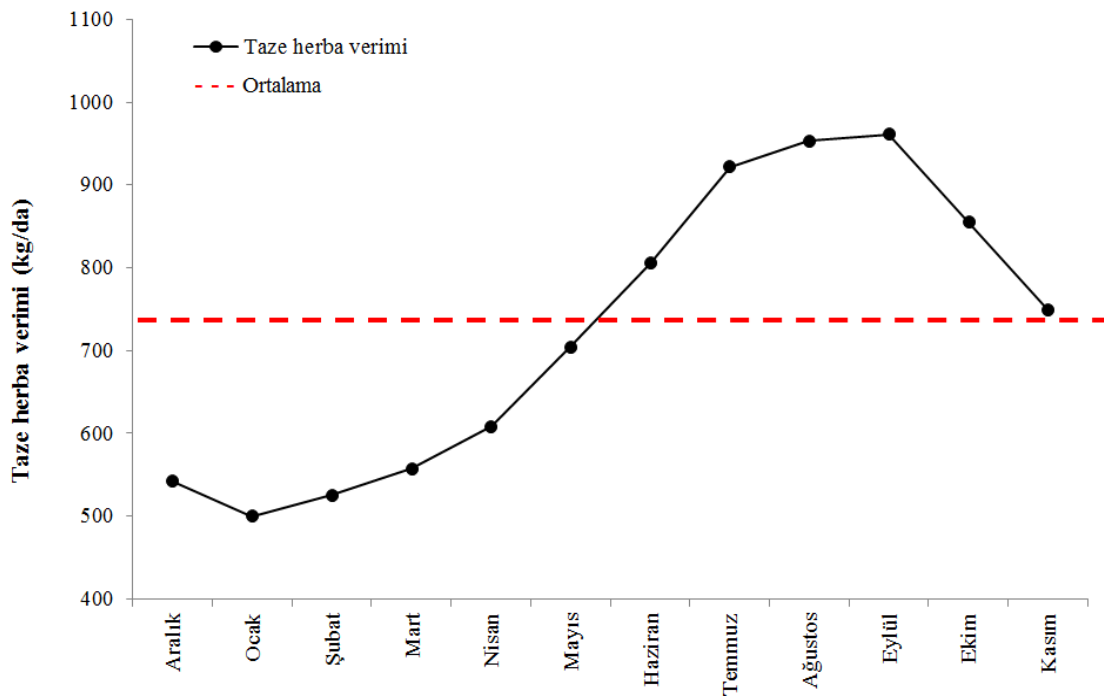
Hasat dönemleri boyunca tıbbi adaçayından ortalama 723.4 kg/da taze herba verimi alınmıştır (Şekil 4.1). En düşük taze herba verimi Ocak ayında belirlenirken (500.0 kg/da), bu dönemden sonra Eylül ayına kadar artış (961.0 kg/da) göstermiştir. Ancak hava sıcaklıklarının düşmeye başlaması ve bitkilerin kışa hazırlık dönemine girmesi ile birlikte son hasat döneminde (Kasım) taze herba veriminin 749.0 kg/da’a düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Sonuç olarak, ilk hasat tarihinden itibaren Mayıs ayı hasat dönemine kadar tıbbi adaçayı taze herba verimlerinin ortalama verimin altında, bu aydan sonra ise ortalama verimin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Taze herba veriminin kış mevsiminde düşük, buna karşın özellikle yaz ve güz mevsimlerinde yüksek olması, büyüme ve gelişme üzerine etki eden sıcaklık,

yağış, nem ve ışıqlanma gibi iklim faktörleri ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 4.2. Taze herba verimine ilişkin ortalama değerler

Aylar	Taze herba verimi (kg/da)
Aralık	542.0 hi*
Ocak	500.0 j
Şubat	525.0 i
Mart	557.0 h
Nisan	608.0 g
Mayıs	704.3 f
Haziran	805.3 d
Temmuz	921.7 b
Ağustos	953.0 a
Eylül	961.0 a
Ekim	854.7 c
Kasım	749.0 e

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 4.1. Taze herba veriminin aylara göre seyri

Ceylan vd. (1979), tarafından İzmir ekolojik koşullarında üç yıl süre ile tıbbi adaçayı üzerinde yapılan çalışmada; birinci yıl 862.4 kg/da, ikinci yıl 2141.8 kg/da, üçüncü yıl 2334.5 kg/da arasında yeşil herba verimi elde edilmiştir. Tıbbi adaçayında yeşil herba verimini Yılmaz (1988) 1850.0-2768.5 kg/da; Kırıcı vd. (1995) 404.0-1428.0 kg/da; Gürbüz vd. (1999) 750.0-1416.7 kg/da; İpek (2007) 682.2-973.9 kg/da ve Şenkal vd. (2012) 184.6-2001.9 kg/da arasında tespit etmişlerdir. Karakuş (2014), 2011 ve 2012 yılları arasında yürüttüğü araştırmasında, 2011 yılında taze herba veriminin 835.6-3619.6 kg/da, 2012 yılında ise 184.0-2479.1 kg/da olduğunu bildirmiştir.

Baranauskiene vd. (2011), tıbbi adaçayında taze herba veriminin bahar mevsiminden yaz mevsimine doğru sürekli artış gösterdiğini, en yüksek taze herba veriminin tam çiçeklenme devresinde elde edildiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı, taze herbanın kurutulması durumunda nem kaybından dolayı 3-6 kat ağırlık azalışı olduğunu açıklamıştır. Çalışmamızda da taze herba verimi bahar aylarından yaz aylarına doğru artış göstermesi bakımından Baranauskiene vd. (2011)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ancak en yüksek taze herba verimi Ağustos ve Eylül aylarında belirlenmiş, bu aylar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

4.2. Kuru Herba Verimi

Tıbbi adaçayında hasat zamanının kuru herba verimi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir. Ayrıca aylara göre kuru herba veriminde elde edilen ortalama değerlerin seyri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Adaçayında farklı hasat zamanlarına göre kuru herba verimi arasında %1 seviyesinde farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Hasat zamanları boyunca kuru herba veriminin ortalama 382.5 kg/da olduğu hesaplanmıştır. İlk hasat zamanında adaçayının kuru herba verimi 273.5 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). İlk hasat zamanına göre kış aylarından (Ocak-Şubat) bahar aylarına (Mart-Nisan) kadar genel olarak kuru herba veriminin azaldığı

gözlenmiştir ve bu aylardaki kuru herba verimleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (Ocak-Nisan).

Çizelge 4.3. Kuru herba verimine ilişkin varyans analizi

VK	SD	Kuru herba verimi (kg/da)		
		KT	KO	F
Aylar	11	575138.3	52285.3	257.1**
Hata	24	4880.9	203.4	
Genel	35	580019.2		
CV (%)		3.7		

** P<0.01

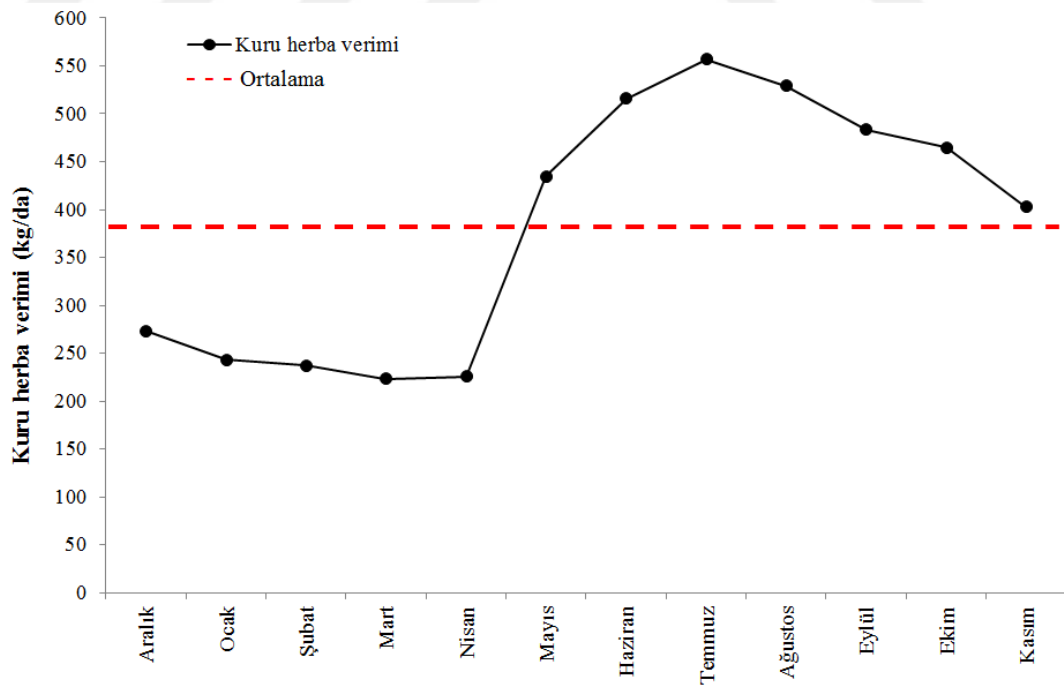
Mayıs ayından Temmuz ayına kadar kuru herba veriminde artışlar meydana gelmiştir ve adaçayında en yüksek kuru herba verimi Temmuz ayında 556.6 kg/da, Eylül ayında 528.9 kg/da olarak tespit edilmiştir. Aralık-Nisan ayları hasat dönemlerinin kuru herba verimleri ortalama verimin altında iken Mayıs-Kasım aylarının kuru herba verimleri ortalama verimin üzerinde belirlenmiştir. Farklı hasat zamanlarında kuru herba ve taze herba verimlerinin aylık seyri incelendiğinde (Şekil 4.1 ve 4.2) genel olarak taze herba verimi ile kuru herba verimi arasında benzer bir değişim olduğu görülmektedir.

Tıbbi adaçayında kuru herba verimini Ceylan vd. (1979) birinci yıl 277.3 kg/da, ikinci yıl 606.0 kg/da, üçüncü yıl 529.5 kg/da; Yılmaz (1988) 624.4-921.1 kg/da; Gürbüz vd. (1999) 221.7-410.8 kg/da arasında; Şenkal vd. (2012) 36.6-1293.6 kg/da; Karakuş (2014) birinci yıl 192.5-842.4 kg/da, ikinci yıl 46.9-1075.9 kg/da arasında tespit etmişlerdir. Bulgularımız, Ceylan vd. (1979), Gürbüz vd. (1999), Şenkal vd. (2012) ve Karakuş (2014)'un bulduğu sonuçlarla uyumluluk göstermektedir. Putievsky vd. (1986a,b) tıbbi adaçayında en yüksek taze herba veriminin bahar mevsiminde, en yüksek drog herba veriminin ise yaz mevsiminde biçilen ürünlerden elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda da, kuru herba veriminin en yüksek yaz döneminde hasat edilen bitkilerden elde edilmesi Putievsky vd. (1986a,b)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Kuru herba verimine ilişkin ortalama değerler

Aylar	Kuru herba verimi (kg/da)
Aralık	273.5 f*
Ocak	243.3 g
Şubat	237.4 g
Mart	223.4 g
Nisan	225.9 g
Mayıs	434.5 d
Haziran	515.8 b
Temmuz	556.6 a
Ağustos	528.9 b
Eylül	483.4 c
Ekim	464.7 c
Kasım	402.7 e

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 4.2. Kuru herba veriminin aylara göre seyri

4.3. Drog Yaprak Verimi

Tıbbi adaçayının ekonomik olarak değer ifade eden en önemli organı yapraklarıdır. Bu nedenle taze ve kuru herba verimlerinden ziyade drog yaprak verimini artırıcı tarımsal uygulamalar daha büyük önem taşımaktadır. Tıbbi adaçayında hasat zamanının drog yaprak verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Ayrıca aylara göre drog yaprak veriminde elde edilen ortalama değerlerin seyri Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Aylara göre tıbbi adaçayı bitkisinin drog yaprak verimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 4.5). 12 ay boyunca drog yaprak verimi 129.6-367.2 kg/da arasında değişmiş ve ortalama drog yaprak verimi 244.3 kg/da olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Tıbbi adaçayında en düşük drog yaprak verimleri Ocak-Nisan ayları arasında yapılan biçimlerden elde edilmiştir. En yüksek drog yaprak verimi ise Ağustos ayında (367.2 kg/da) yapılan biçimde tespit edilirken, bunu 357.9 kg/da ile Temmuz ve 340.7 kg/da ile Eylül ayı izlemiştir. Ancak her üç ayda elde edilen drog yaprak verimleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.6). Sonuç olarak, Isparta ilinin iklim ve toprak koşullarında tıbbi adaçayında yüksek drog yaprak verimi elde etmek için Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında biçim yapılması gerektiği anlaşılmıştır (Şekil 4.3).

Çizelge 4.5. Drog yaprak verimine ilişkin varyans analizi

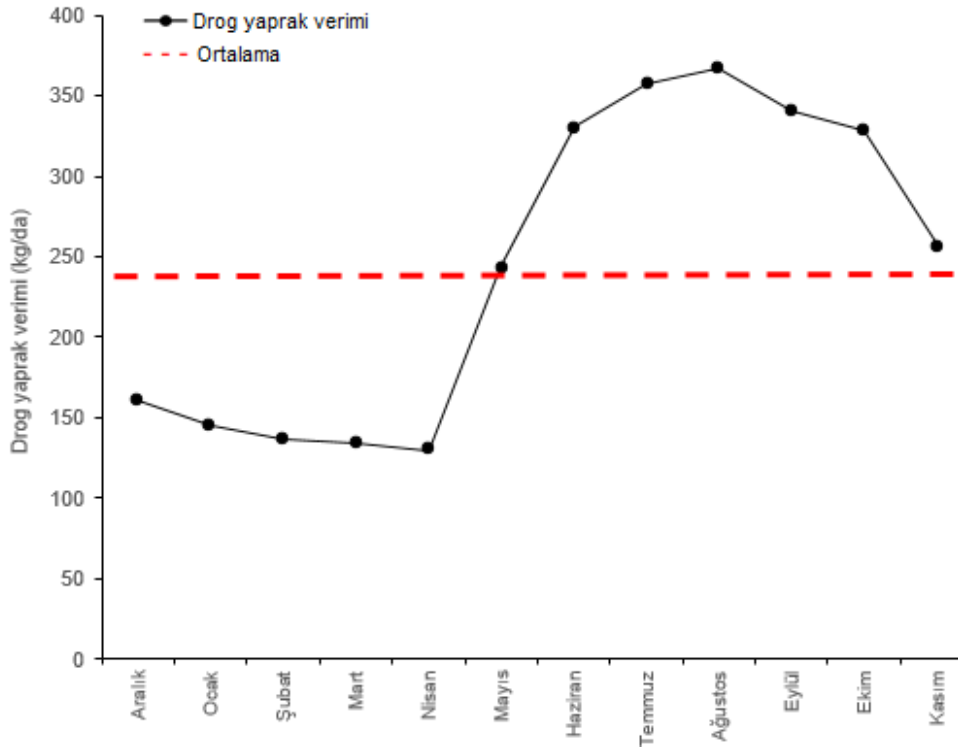
VK	SD	Drog yaprak verimi (kg/da)		
		KT	KO	F
Aylar	11	316437.8	28767.1	110.3**
Hata	24	6262.5	260.9	
Genel	35	322700.3		
CV (%)		6.6		

** $P<0.01$

Çizelge 4.6. Drog yaprak verimine ilişkin ortalama değerler

Aylar	Drog yaprak verimi (kg/da)
Aralık	160.5 e*
Ocak	145.5 ef
Şubat	136.7 ef
Mart	134.6 ef
Nisan	129.6 f
Mayıs	243.6 d
Haziran	330.3 bc
Temmuz	357.9 ab
Ağustos	367.2 a
Eylül	340.7 ac
Ekim	328.3 c
Kasım	257.2 d

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 4.3. Drog yaprak veriminin aylara göre seyri

Tıbbi adaçayında taze herba verimi, kuru herba verimi ve drog yaprak verimi üzerine bitkinin türü, genotipi ve yaşı, rakım, iklim ve toprak özellikleri, ekim/dikim zamanı ve yöntemi, gübreleme, sulama, hasat zamanı gibi birçok faktör etkili olabilmektedir (Marzi, 1987; Ceylan, 1990; Kırıcı vd., 1995; Zutic vd., 2003; İpek, 2007; Karakuş, 2014; Sönmez, 2015).

Tıbbi adaçayı üzerinde yapılan çalışmalarda, Yılmaz (1988) drog yaprak veriminin 241.8-276.2 kg/da arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bunun yanında İpek (2007) ilk yıl biçiminde drog yaprak veriminin 170.2-181.9 kg/da ve ikinci yıl biçiminde 141.9-187.5 kg/da, Şenkal vd. (2012) ise drog yaprak veriminin 29.2-436.8 kg/da arasında ve Karakuş (2014) tıbbi adaçayında drog yaprak veriminin 2011 yılı biçiminde 45.6-188.4 kg/da ve 2012 yılı biçiminde ise 46.9-1075.9 kg/da arasında değişim gösterdiğini kaydetmişlerdir. Bulduğumuz sonuçlar, Yılmaz (1988), İpek (2007), Şenkal vd. (2012) ve Karakuş (2014)'un sonuçlarıyla uyum sağlamaktadır.

4.4. Kuru Madde Oranı

Tıbbi adaçayında hasat zamanının yaprak kuru madde oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Aylara göre kuru madde oranındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 4.7. Kuru madde oranına ilişkin varyans analizi

VK	SD	Kuru madde oranı (%)		
		KT	KO	F
Aylar	11	2248.9	204.4	51.4**
Hata	24	95.5	4.0	
Genel	35	2344.4		
CV (%)		4.1		

** $P<0.01$

Çizelge 4.8. Kuru madde oranına ilişkin ortalama değerler

Aylar	Kuru madde oranı (%)
Aralık	49.5 cd*
Ocak	51.4 c
Şubat	54.8 b
Mart	59.9 a
Nisan	62.8 a
Mayıs	38.3 fg
Haziran	35.9 g
Temmuz	39.6 f
Ağustos	44.9 e
Eylül	49.3 cd
Ekim	45.6 e
Kasım	46.2 de

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Tıbbi adaçayında yaprak kuru madde oranı en yüksek Mart ve Nisan aylarında gözlenirken (sırasıyla %59.9 ve %62.8), en düşük ise Haziran ayında (%35.9) tespit edilmiştir. Adaçayı yapraklarının ilk hasat döneminde %49.5 olarak belirlenen kuru madde oranı, Nisan ayında en yüksek seviyesine ulaşmış, daha sonra Haziran ayına kadar hızlı bir şekilde azalmıştır. Bu dönemden sonra tekrar artmaya başlamış ve son hasat döneminde %46.2'ye yükselmiştir (Çizelge 4.8). Corell vd. (2012), tıbbi adaçayında su kısıtlamasına gidildikçe kuru madde oranının artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kırıcı vd. (1995), tıbbi adaçayında kuru madde oranının %26.2-30.5 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Sönmez (2015) ise tıbbi adaçayında kuru madde oranının 2012 yılında ilk biçimde %22.01-27.45, ikinci biçimde %25.46-39.45; 2013 yılında ise ilk biçimde %26.78-37.44 ve ikinci biçimde %26.29-44.53 arasında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Araştırmamızda kuru madde oranına ait elde edilen bulgular Kırıcı vd. (1995) ve Sönmez (2015)'in bulduğu sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

4.5. Uçucu Yağ Oranı ve Uçucu Yağ Verimi

Tıbbi adaçayında hasat zamanının uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Ayrıca aylara göre uçucu yağ oranı ve uçucu yağ veriminde elde edilen ortalama değerlerin seyri Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimine ilişkin varyans analizi

VK	SD	Uçucu yağ oranı (%)			Uçucu yağ verimi (l/da)		
		KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	19.66	1.79	31.9**	414.4	37.7	75.4**
Hata	24	1.34	0.06		12.0	0.5	
Genel	35	21.00			426.4		
CV (%)		13.8			15.2		

** P<0.01

Farklı hasat zamanının tıbbi adaçayında uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 4.9). Tıbbi adaçayında uçucu yağ oranı en düşük %0.83 ile Kasım ayında ve en fazla %3.33 ile Ağustos ayında yapılan biçimlerde gerçekleşmiştir. Uçucu yağ verimi ise 1.35-1.40 l/da ile en düşük Mart ve Nisan biçimlerinde, 11.36 l/da ile en yüksek Ağustos ayı biçiminde saptanmıştır. Aylara göre uçucu yağ oranı seyri incelendiğinde (Şekil 4.4), Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yapılan biçimlerde en düşük (%1.00-1.17), buna karşın Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan biçimlerde en yüksek (%2.42-3.33) uçucu yağ oranları elde edilmiştir. Drog yaprak verimi ve uçucu yağ oranı değerlerinden gidilerek hesaplanan uçucu yağ verimi ise Temmuz-Ekim ayları arasında yüksek (7.44-11.36 l/da), Mart ve Nisan aylarında ise düşük (1.35-1.40 l/da) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.4). Bu sonuçlar, Isparta ekolojik koşullarında tıbbi adaçayından yüksek uçucu yağ oranı ve verimi elde etmek için en uygun biçim zamanının Ağustos ayı olduğunu göstermektedir. Alman farmakopisine (DAB 8) göre *Salvia officinalis*

L. uçucu yağ oranının %1.0-2.5 aralığında (ortalama %1.5) olması istenmektedir. Araştırmamızda, bahar aylarında (Mart, Nisan ve Mayıs) ile Kasım ve Aralık aylarında hasat edilen tıbbi adaçayı bitkilerinin kuru yapraklarında %1.5'ten daha az oranlarda uçucu yağ elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimine ilişkin ortalama değerler

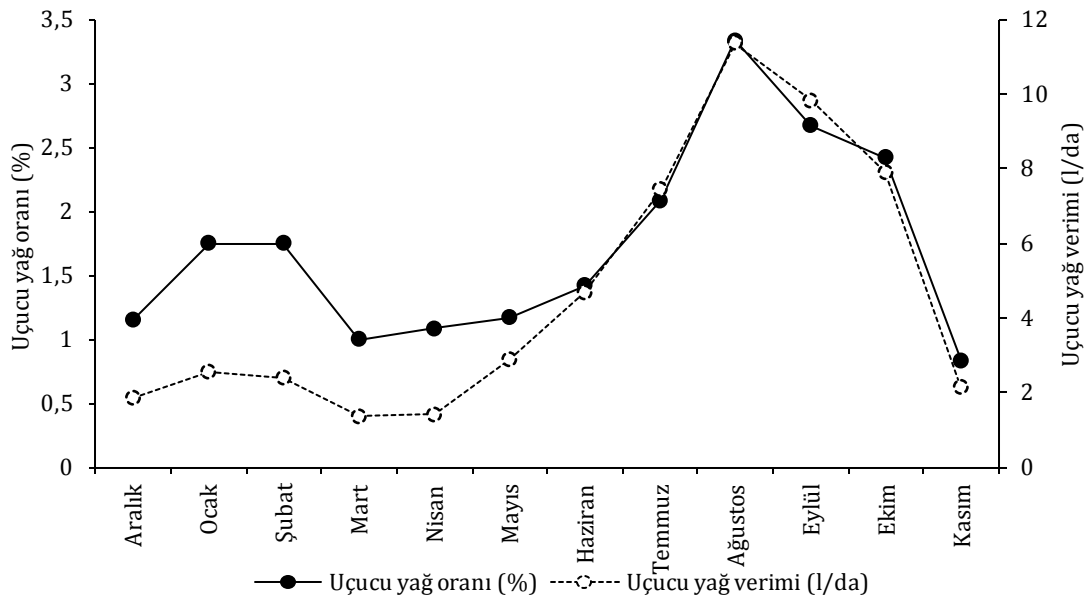
Aylar	Uçucu yağ oranı (%)	Uçucu yağ verimi (l/da)
Aralık	1.15 fg*	1.85 ef*
Ocak	1.75 de	2.55 ef
Şubat	1.75 de	2.39 ef
Mart	1.00 fg	1.35 f
Nisan	1.08 fg	1.40 f
Mayıs	1.17 fg	2.88 e
Haziran	1.42 ef	4.67 d
Temmuz	2.08 cd	7.44 c
Ağustos	3.33 a	11.36 a
Eylül	2.67 b	9.81 b
Ekim	2.42 bc	7.89 c
Kasım	0.83 g	2.14 ef

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Bazı araştırmacılar, *Salvia officinalis* L. bitkisinde uçucu yağın %0.85-2.23 (Ceylan vd., 1979); %1.5-2.5 (Bernath vd., 1991); %0.83-1.63 (Yenikalaycı ve Özgüven, 2001); %1.0-3.0 (Bayram ve Sönmez, 2006); %1.5-1.7 ortalama %1.56 (Haban, 2007) oranlarında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ceylan (1976), Bornova ekolojik koşullarında tıbbi adaçayı kuru yapraklarında uçucu yağ oranının %0.75-2.04 arasında değiştiğini kaydetmiştir. Aynı araştırmacı, uçucu yağ oranının kurak ve sıcak havalarda daha fazla olduğunu ve genç bitkilerin yaşlı bitkilere göre çok daha yüksek oranda uçucu yağ içerdiğini bildirmiştir. Yılmaz (1988), tıbbi adaçayı uçucu yağ oranının drog herbada %0.70-0.78, drog yaprakta %1.49-1.69 arasında, uçucu yağ verimin ise drog herbada 4.89-6.53 l/da, drog yaprakta 3.63-4.69 l/da arasında değiştiğini tespit etmiştir. Baydar vd. (2001), kültür koşullarında tıbbi adaçayında uçucu yağ oranının ortalama

%1.16 (1. biçim %1.32, 2. biçim %1.00) ve uçucu yağ veriminin ise toplam 4.40 l/da (1. biçim 2.06 l/da, 2. biçim 2.34 l/da) olduğunu kaydetmişlerdir. Karakuş (2014), tıbbi adaçayının ilk biçim yılında uçucu yağ oranının %0.60-1.90 ve ikinci biçim yılında %1.11-2.53 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Erbaş ve Baydar (2007) ayrıca tıbbi adaçayında hasat sonrası kurutma işlemlerinin de uçucu yağ oranını önemli şekilde etkilediğini, tıbbi adaçayı yaprakları oda koşullarında kurutulduğunda %1.82 oranında uçucu yağ içerirken, 30, 40, 50 ve 60 °C'de kurutma dolabında kurutulduğunda sırasıyla %1.5, %0.8, %0.7 ve %0.4 oranlarında uçucu yağ içerdiğini bildirmişlerdir.

Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi ile ilgili bulgularımız yukarıdaki araştırmacıların bulmuş olduğu sonuçlarla uyumluluk göstermekle birlikte çalışmamızda bulunan uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi üst sınırlarının yüksek olması genetik ve çevresel faktörlere (Perry vd., 1999; Stefkov vd., 2011), iklimsel ve rakımsal konumuna (Kargiolaki vd., 1994), yetiştirme şartlarına, farklı büyüme ve gelişme devreleri ve bitki kısımları ile biçim dönemlerine (Putievsky vd., 1986a,b; 1992), hasat ve kurutma şekil ve yöntemlerine (Erbaş ve Baydar, 2007) göre değişim göstermiş olabilir.



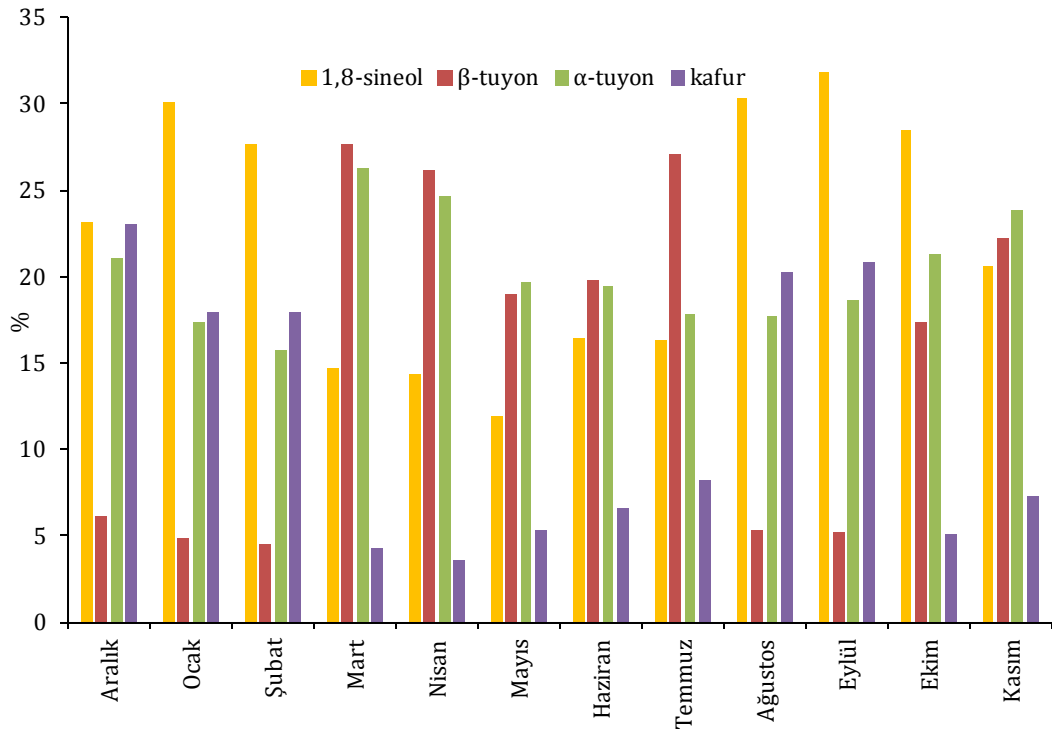
Şekil 4.4. Uçucu yağ oranı ve uçucu yağ veriminin aylara göre seyri

4.6. Uçucu Yağ Kompozisyonu

Diğer aromatik bitkilerde olduğu gibi, tıbbi adaçayında da uçucu yağ kalitesi üzerine etki eden en önemli faktör uçucu yağı meydana getiren bileşenler ve bu bileşenlerin kompozisyonudur. Tıbbi adaçayı yağının antimikrobiyal ve antioksidan etkisinin daha çok uçucu yağdaki 1,8-sineol, α -tuyon, β -tuyon ve kafur bileşenlerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Radulescu vd., 2004; Longaray Delamare vd., 2007).

Bu araştırmada, tıbbi adaçayında hasat zamanının uçucu yağ kompozisyonu üzerine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.5'te ise farklı hasat zamanlarında uçucu yağ bileşenlerinin aylık seyri gösterilmiştir. Tıbbi adaçayında farklı hasat zamanlarına bağlı olarak uçucu yağ kompozisyonunun değiştiği tespit edilmiştir. Hasat zamanına bağlı olarak toplam 24 adet uçucu yağ bileşeni tespit edilmiş olmakla birlikte, oransal olarak en önemli uçucu yağ bileşenlerinin 1,8-sineol, α -tuyon, β -tuyon ve kafur olduğu belirlenmiştir.

12 aylık hasat periyodu boyunca 1,8-sineol %11.93-31.87, α -tuyon %15.72-



Şekil 4.5. Önemli bazı uçucu yağ bileşenlerinin aylara göre seyri

26.26, β -tuyon %4.51-27.67 ve kafur %3.65-23.02 arasında değişmiştir. Genel olarak 1,8-sineol ve kafur oranları ilkbahar aylarında daha düşük oranlarda, α - ve β -tuyon oranları ise ilkbahar aylarında daha yüksek oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir. 1,8-sineol oranı kış dönemi boyunca %23.14-30.10 arasında değişim göstermiş, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında %11.93-14.72 arasında düşük, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında ise %28.53-31.87 arasında yüksek oranlarda tespit edilmiştir.

Ocak ve Şubat aylarında α -tuyon oranında hızlı bir azalma meydana gelmiş ve bu kış aylarında en düşük α -tuyon oranı sırasıyla %17.34 ve %15.72 olarak belirlenmiştir. İlkbaharda havaların ısınmaya ve günlerin uzamaya başlamasıyla birlikte α -tuyon oranında artış olmuş, Mart ve Nisan aylarında sırasıyla %26.26 ve %24.71 oranlarına ulaşmış, yaz aylarında düşüşe geçtikten sonra güz aylarında yeniden artmaya başlayarak nihayet Kasım ayında %23.87 olarak tespit edilmiştir. β -tuyon ise α -tuyon gibi kış aylarında en düşük oranlarda (Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla %4.83 ve %4.51), ilkbahar aylarında ise yüksek oranlarda (Mart ve Nisan aylarında sırasıyla %27.67 ve %26.2), ilerleyen yaz ve güz ayı başlarında yine düşük oranlarda (Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla %5.28 ve %5.24) tespit edilmiştir. Pitarevic vd. (1984) ise tıbbi adaçayında yüksek tuyon içeren uçucu yağ elde edebilmek için Ekim ayında biçim yapılmasını önermişlerdir. Raal vd. (2007) iyi kalitede tıbbi adaçayı yağının olabildiğince yüksek oranlarda α + β -tuyon (> %50) ve olabildiğince düşük oranda kafur (< %20) içermesi gerektiğini rapor etmişlerdir. Ancak tuyonların insanlarda hem beyin hem de ciğer hücreleri üzerinde toksik etkisi olabileceği, özellikle α -tuyonun, β -tuyona göre daha toksik olduğu bildirilmiştir (Höld vd., 2000).

Tıbbi adaçayı uçucu yağının diğer önemli bir uçucu yağ bileşeni olan kafur ise Mart-Temmuz ayları arasında düşük oranlarda (%4.25-8.24) ve Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise yüksek oranlarda (%17.94-23.02) belirlenmiştir. Uçucu yağ kompozisyonunu oluşturan ana bileşenlerin yanında bazı minor bileşenler olan α -pinen ve β -pinen sırasıyla %1.85-6.63 ve %1.37-4.08 arasında; α -terpinen, γ -terpinen ve terpinen-4-ol sırasıyla %0.11-0.63, %0.19-1.04 ve %0.21-1.26

arasında; borneol ve bornil asetat sırasıyla %0.29-3.69 ve %0.31-7.35 arasında; karyofilen ve karyofilen oksit bileşenleri sırasıyla %0.19-6.04 ve %0.15-1.23 arasında; viridiflorol ve manool ise sırasıyla %1.13-6.88 ve %0.06-4.02 arasında değişim göstermiştir.

Karakuş (2014), tıbbi adaçayı klonlarında uçucu yağ bileşenlerini oluşturan en önemli bileşenlerin α ve β -tuyon, 1,8-sineol ve kafur olduğunu ifade etmiştir. 2011 yılında α ve β -tuyon oranlarının %0.81-29.50 ve %0.74-29.13 arasında 1,8-sineol oranının %0.98-30.53 arasında ve kafur oranının %0.41-19.10 arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. 2012 yılında ise bu bileşenlerin sırasıyla %0.98-53.21, %2.18-54.73, %2.76-34.03 ve %6.36-29.15 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

ISO 9909 (1997)'a göre ise *Salvia officinalis* L.'in uçucu yağındaki bileşenlerin α -tuyon %18.0-43.0, β -tuyon %3.0-8.5, kafur %4.5-24.5, 1,8-sineol %5.5-13.0, kamfen %1.5-7.0, limonen %0.5-3.0, α -humulen < %12.0, α -pinen %1.0-6.5, bornil asetat < %2.5 ve linalol+linalil asetat < %1.0 değerlerinde bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.11'de verilen 12 farklı hasat döneminden elde edilen tıbbi adaçayı uçucu yağların büyük ölçüde ISO 9909 standardına uyum sağladığı, ilgili standartta yer alan 10 uçucu yağ bileşeni için belirlenen alt ve üst sınırlar dikkate alındığında bütün aylara ait uçucu yağlarda 6-9 bileşenin bu sınırlar arasında bulunduğu tespit edilmiştir.

Tucker ve Maciarello (1990) ile Mockute vd. (1990), uçucu yağı oluşturan bileşenlerin miktarlarına göre tıbbi adaçayında 5 farklı grup oluşturmuşlardır: 1. grup, kafur > α -tuyon > 1,8-sineol > β -tuyon; 2. grup, kafur > α -tuyon > β -tuyon > 1,8-sineol; 3. grup, β -tuyon > kafur > 1,8-sineol > α -tuyon; 4. grup, 1,8-sineol > kafur > α -tuyon > β -tuyon ve 5. grup, α -tuyon > kafur > β -tuyon > 1,8-sineol. Santos-Gomes ve Fernandes-Ferreira (2001) sayılan bu dört önemli monoterpenik bileşen dışında ayrıca seskiterpenik bir alkol olan viridiflorol'un de önemli olduğunu söylemişlerdir.

Tıbbi adaçaylarında farklı uçucu yağ bileşenlerine göre farklı kemotipler ortaya çıkabilmektedir. Örneğin Stefkov vd. (2011), Makedonya'da tıbbi adaçayı populasyonlarında monoterpenlerden kafur (%13.15-25.91), α -tuyon (%19.25-26.33), β -tuyon (%2.03-5.28), 1,8-sineol (%6.51-13.60), α -pinen (%0.93-1.47), borneol (%1.07-4.67), seskiterpenlerden karyofilen, (%1.72-5.33), α -humulen (%2.89-7.99), viridiflorol (%4.27-7.99) ve diterpenlerden manool (%2.13-3.79) bakımından geniş bir varyasyon olduğunu, bazı populasyonların kafur, bazılarının ise tuyon tipi kemotipler barındırdığını rapor etmişlerdir.

Tıbbi adaçayının uçucu yağ bileşenleri genetik ve çevresel faktörlerin etkisine bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir; kaynak bitkinin genetik yapısına, çeşidine, türüne, kökenine, yaşına, organına, yetiştiği iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Karamanos, 2000; Farhat vd., 2009). Uçucu yağ kompozisyonu üzerine sadece genetik ve çevresel faktörler değil, kurutma ve damıtma işlemleri de büyük etki göstermektedir. Örneğin Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*)'nın damıtılması sürecinde damıtma süresi arttıkça 1,8-sineol oranı sürekli azalırken, β -karyofilen oranı sürekli yükselmiştir (Başer, 2000). *Salvia officinalis* L. yaprakları kurutma sıcaklığı artışına (30 °C'den 60 °C'ye) paralel olarak tuyon ve 1,8-sineol oranları azalırken, kafur ve borneol oranları artmıştır (Erbaş ve Baydar, 2007).

Çizelge 4.11. Uçucu yağ kompozisyonuna ilişkin değerler

Bileşenler	Rt**	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
α-pinen	6.55	1.85	2.62	3.60	3.88	5.15	1.94	2.71	3.17	3.10	3.03	2.69	6.63
Kamfen	7.12	3.15	4.21	5.12	1.35	1.90	1.44	4.18	6.17	5.09	4.93	4.43	3.38
β-pinen	8.15	2.98	4.08	3.18	1.53	1.87	1.37	2.28	2.54	3.61	3.34	3.31	2.55
β-mirsen	8.59	1.65	2.06	1.91	0.81	0.92	0.72	3.77	3.12	2.19	2.04	1.94	1.48
α-terpinen	9.80	0.16	0.11	0.16	0.12	0.14	0.25	0.63	0.57	0.23	0.17	0.15	0.14
Simen	10.14	0.44	0.29	0.61	1.18	1.68	0.71	0.63	0.49	0.35	0.56	0.58	1.20
Limonen	10.39	1.71	1.55	1.67	1.25	1.51	1.08	1.52	2.20	1.55	1.63	1.75	1.89
1,8-sineol	10.52	23.14	30.10	27.64	14.72	14.36	11.93	16.47	16.30	30.35	31.87	28.53	20.57
γ-terpinen	11.82	0.41	0.25	0.19	0.25	0.32	0.59	1.04	0.97	0.40	0.21	0.27	0.28
α-tuyon	14.41	21.08	17.34	15.72	26.26	24.71	19.69	19.50	17.79	17.75	18.61	21.30	23.87
β-tuyon	15.02	6.16	4.83	4.51	27.67	26.20	18.97	19.83	27.08	5.28	5.24	17.32	22.18
Cis-sabinol	16.35	0.74	0.61	0.36	0.24	0.18	0.25	0.40	0.42	0.53	0.46	0.38	0.33
Kafur	16.72	23.02	18.01	17.94	4.25	3.65	5.29	6.57	8.24	20.24	20.89	5.09	7.25
Pinokamfen	17.51	0.29	0.27	0.25	-	-	0.35	0.45	0.28	0.25	0.27	0.23	-
Borneol	18.23	3.09	2.23	2.33	2.34	2.20	0.55	1.04	0.29	1.78	1.94	2.47	3.69
Terpinen-4-ol	18.80	0.64	0.28	0.36	0.33	0.42	0.21	0.37	1.26	0.50	0.38	0.41	0.39
Mirtenol	19.76	0.33	0.21	0.23	-	0.16	0.19	0.77	0.54	0.31	0.22	0.29	0.21
Kuminaldehit	22.67	-	-	0.58	0.55	0.66	0.65	0.35	1.05	0.02	0.02	0.04	-
Bornil asetat	25.51	0.44	0.31	5.13	6.52	7.35	6.81	4.38	3.26	2.04	1.42	1.60	1.25
Karyofilen	34.14	2.89	3.74	1.88	0.31	0.19	6.04	5.92	3.00	1.59	0.95	1.85	0.67
α-humulen	36.38	0.69	1.05	0.62	0.22	0.10	6.43	2.90	1.56	0.44	0.25	0.52	0.30
Karyofilen oksit	44.06	1.22	1.15	1.23	0.56	0.62	0.51	0.25	0.15	0.46	0.40	1.12	0.33
Viridiflorol	44.83	3.22	3.46	3.82	4.93	4.72	6.88	3.74	2.07	1.67	1.13	3.08	1.28
Manool	69.28	0.68	1.24	0.97	0.73	1.01	4.02	0.40	0.29	0.30	0.06	0.72	0.10
ISO 9909'a uygun bileşen sayısı***		9	8	7	6	6	8	7	6	8	9	8	7

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir. **Rt: Geliş zamanı, ***Bileşen sayısına linalol+linalil ilave edilmiştir.

4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolikler, doğal antioksidanların en önemli aktif molekülleridir. Bu araştırmada, tıbbi adaçayında hasat zamanının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de, Folin-Ciocalteu kolorimetrik metot kullanılarak elde edilen ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.13’te sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre tıbbi adaçayının aylara göre toplam fenolik madde miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek toplam fenolik madde miktarı Ekim ve Aralık aylarında sırasıyla 30.83 ve 29.86 mg/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12. Toplam fenolik madde miktarına ilişkin varyans analizi

VK	SD	Toplam fenolik madde miktarı (mg/g)		
		KT	KO	F
Aylar	11	883.2	80.3	9.9**
Hata	24	194.7	8.1	
Genel	35	1077.8		
CV (%)		12.0		

** $P<0.01$

Pizzale vd. (2002), tıbbi adaçayı çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarının 46.4-107.4 g/kg ekstrakt olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Matkowski ve Piotrowska (2006), tıbbi adaçayının kuru herba ve ekstraktında toplam fenolik madde içeriğinin sırasıyla 15.6 ve 132.0 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Baydar vd. (2007), tıbbi adaçayının toplam fenolik madde içeriğini Haziran ayında 85.33, Temmuz ayında 110.52, Ağustos ayında 105.62 ve Eylül ayında 108.32 mg GAE/g ekstrakt olarak belirlemişlerdir. Wojdylo vd. (2007), tıbbi adaçayının toplam fenolik madde içeriğini 8.25 mg GAE/100 g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Arıdur ve Arabacı (2013), tıbbi adaçayı ekstrelerinin

toplam fenolik madde miktarlarının en iyi olarak etanol ekstraktında 18.29 mg GAE/g, daha sonra sırasıyla metanol (23.62 mg GAE/g), etil asetat (18.29 mg GAE/g) ve aseton (11.58 mg GAE/g) ekstraktlarında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda toplam fenolik madde miktarına ilişkin bulgular Wojdylo vd. (2007), Matkowski ve Piotrowska (2006), Arıdur ve Arabacı (2013)'nın bulguları ile uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 4.13. Adaçayında hasat zamanının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisine ilişkin ortalamalar ve oluşan Duncan önemlilik grupları

Aylar	Toplam fenolik madde miktarı (mg/g)
Aralık	29.86 a*
Ocak	23.47 c-e
Şubat	19.93 ef
Mart	17.39 fg
Nisan	14.54 g
Mayıs	20.48 d-f
Haziran	24.25 b-e
Temmuz	21.46 d-f
Ağustos	25.55 a-d
Eylül	27.75 a-c
Ekim	30.83 a
Kasım	29.36 ab

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

4.8. Fenolik Bileşenler

Bitkilerin antioksidan aktivitesi ve serbest radikal tutma aktivitesi en başta taşıdıkları fenolik bileşenlerin toplam miktarına ve kompozisyonuna göre değişmektedir. Bu araştırmada, tıbbi adaçayında hasat zamanının fenolik bileşenler üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları Çizelge 4.15'te, bazı önemli fenolik bileşenlerin aylara göre seyri ise Şekil 4.6'da sunulmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre adaçayı bitkisinin fenolik bileşenler üzerine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Farklı hasat zamanlarına bağlı olarak tıbbi adaçayı bitkisinde fenolik asit bileşenlerinden biri olan kafeik asit miktarı ilk hasat zamanında en düşük 0.109 mg/g olarak en yüksek ise son hasat zamanında 0.379 mg/g olarak tespit edilmiştir. Kafeik asitin bir esteri olan klorogenik asit miktarı aylar itibariyle 0.138-0.557 mg/g arasında değişim göstermiştir. Ferulik asit bileşeni incelendiğinde en yüksek Ekim ayı hasatında 0.475 mg/g olarak en düşük ise Mart, Haziran ve Temmuz aylarında sırasıyla 0.054, 0.032 ve 0.032 mg/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Tıbbi adaçayı bitkisinin en önemli fenolik bileşenlerinden birisi de rosmarinik asittir. Farklı hasat zamanlarına bağlı olarak rosmarinik asit miktarı aylar bazında önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek rosmarinik asit miktarı Haziran ayında 100.57 mg/g en düşük rosmarinik asit miktarı Nisan ayında 15.15 mg/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.15).

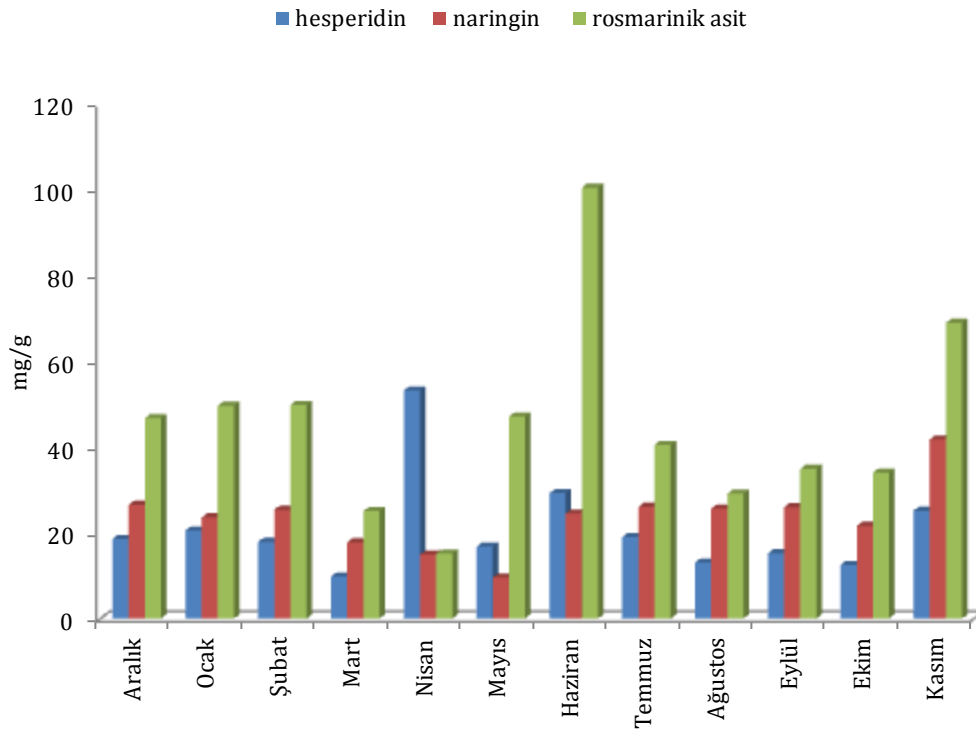
Flavonoidlerin en yaygın sınıfı flavonollerdir ve en önemli bileşikler kuarsetin, kuarsetin glikoziti rutin, kamferol ve mirisetindir (Yıldız, 2007). Farklı hasat zamanlarına bağlı olarak kuarsetin bileşeni istatistiki açıdan önemli farklılıklar göstermiştir. Kış dönemi hasat zamanlarında (Aralık-Şubat) kuarsetin miktarı en yüksek seviyeye ulaşmış ve sırasıyla 0.663, 0.654 ve 0.668 mg/g olarak tespit edilmiştir. Havaların ısınmaya başladığı bahar aylarında kuarsetin miktarı düşmeye başlamış ve en düşük kuarsetin miktarı Mayıs ayında 0.212 mg/g olarak belirlenmiştir. Kış periyodu boyunca (Kasım-Şubat) rutin miktarları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. En yüksek rutin miktarları Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla 9.24 ve 10.04 mg/g olarak, en düşük ise Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 1.16, 0.95, 0.73 ve 1.91 mg/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14. Fenolik bileşenlere ilişkin varyans analizi

VK	Gallik asit (mg/g)				Kafeik asit (mg/g)		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	0.0085	0.0007	16.9**	0.172	0.016	32.1**
Hata	24	0.0011	0.00004		0.012	0.0005	
Genel	35	0.0096			0.184		
CV (%)		18.6			12.4		
VK	Klorogenik asit (mg/g)				Ferulik asit (mg/g)		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	0.578	0.052	84.6**	0.807	0.073	227.0**
Hata	24	0.014	0.0006		0.008	0.0003	
Genel	35	0.593			0.815		
CV (%)		7.6			9.5		
VK	Rosmarinik asit (mg/g)				p-kumarik asit (mg/g)		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	16487.98	1498.91	19.27**	0.006	0.0005	8.6**
Hata	24	1866.67	77.78		0.001	0.00006	
Genel	35	18354.64			0.007		
CV (%)		19.5			15.3		
VK	Kuarsetin (mg/g)				Rutin (mg/g)		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	0.79	0.072	13.2**	314.61	28.60	66.0**
Hata	24	0.13	0.005		10.40	0.43	
Genel	35	0.92			325.02		
CV (%)		16.1			14.1		
VK	Naringin (mg/g)				Hesperidin (mg/g)		
	SD	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	11	2008.66	182.60	12.3**	4368.28	397.12	47.3**
Hata	24	355.27	14.80		201.69	8.40	
Genel	35	2363.93			4569.97		
CV (%)		16.3			13.8		

** P<0.01

Flavonoidlerin başka bir önemli grubu ise flavanonlardır ve en önemli bileşikler naringin ve hesperidin (Yıldız, 2007). Aylar itibariyle naringin miktarı 9.59 (Mayıs) ve 41.81 (Kasım) mg/g arasında değişmiş, kış ve yaz ayları boyunca hasat edilen tıbbi adaçayı bitkilerinde naringin miktarı birbirlerine yakın seviyelerde tespit edilmiştir. Hesperidin miktarı ise en yüksek Nisan ayı biçiminde 53.26 mg/g olarak ve en düşük Mart ayı biçiminde 9.80 mg/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.15).



Şekil 4.6. Önemli bazı fenolik bileşenlerin aylara göre seyri

Cuvelier vd. (1994), biberiye ve adaçayında rosmarinik ve karnosik asit ile bunların türevleri olan karnosol, rosmanol, rosmadial ve metil karnosat antioksidatif etkiye sahip olan fenolik bileşikler olarak rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, 8 tıbbi adaçayı ve 24 biberiye çeşidinde fenolik asitler, karnosol türevleri ve flavonoidleri içeren 22 bileşen tanımlamışlardır. Bunlar arasında en etkili bileşenlerin sırasıyla karnosol, rosmarinik asit, kafeik asit, rosmanol, rosmadial, genkvanin ve sirsimatirin olduğunu tespit etmişlerdir. Pizzale vd. (2002), 12 tıbbi adaçayı çeşidinde rosmarinik asidin 21.9-81.8 g/kg, karnosolün 1.1-9.0 g/kg, karnosik asidin 0.2-7.1 g/kg ve metil karnosatın 2.2-13.0 g/kg

arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Wojdylo vd. (2007) ise tıbbi adaçayında fenoliklerden kafeik asidi 296, neoklorogenik asidi 53.1, *p*-kumarik asidi 10.3, kuarsetini 178 ve ferulik asidi 13.5 mg/100 g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir. Cuvelier vd. (1996) tıbbi adaçayında fenolik bileşenlerin farklılık göstermesinin bitkinin kalitesine, yetiştirildiği coğrafi bۆlgeye, iklim koşullarına, hasat zamanına, depolamaya, ekstraksiyon parametrelerine ve ekstraktın sıvı veya toz oluşuna bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, tıbbi adaçayı yaprak ekstraktlarında ise en önemli fenolik bileşenlerinin rosmarinik asit (15.15-100.57 mg/g), naringin (9.59-41.81 mg/g), hesperidin (9.80-53.26 mg/g) ve rutin (0.73-10.04 mg/g) olduğu belirlenmiştir. Tıbbi adaçayının en önemli fenolik bileşeni olan rosmarinik asit Kasım ve şubat ayları arasında biçilen bitkilerde daha yۆksek, Mart ve Nisan aylarında biçilen bitkilerde ise daha dۆřۆk miktarlarda bulunduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.15. Fenolik bileşenlere ilişkin ortalama değerler

Bileşenler(mg/g)	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Gallik asit	0.037 c-e*	0.046 bc	0.030 de	0.050 b	0.052 ab	0.00 f	0.032 de	0.027 e	0.041 b-d	0.037 c-e	0.025 e	0.063 a
Kafeik asit	0.109 f	0.158 cd	0.156 cd	0.152 c-e	0.120 d-f	0.114 ef	0.192 bc	0.218 b	0.203 b	0.181 bc	0.151 c-e	0.379 a
Klorogenik asit	0.480 b	0.482 b	0.557 a	0.164 e	0.138 e	0.167 e	0.342 c	0.327 c	0.267 d	0.328 c	0.354 c	0.336 c
Ferulik asit	0.276 d	0.160 e	0.175 e	0.054 g	0.090 f	0.097 f	0.032 g	0.032 g	0.359 c	0.421 c	0.475 a	0.089 f
Rosmarinik asit	46.80 c	49.67 c	49.83 c	25.10 de	15.15 e	47.15 c	100.57 a	40.49 cd	29.22 de	34.96 cd	34.05 cd	69.03 b
<i>p</i> -kumarik asit	0.059 b	0.053 bc	0.057 b	0.045 b-d	0.040 d	0.033 d	0.047 b-d	0.045 b-d	0.054 bc	0.052 bc	0.056 b	0.088 a
Kuarsetin	0.663 a	0.654 a	0.668 a	0.384 c-e	0.350 de	0.212 f	0.436 b-d	0.458 b-d	0.569 ab	0.510 bc	0.373 c-e	0.257 ef
Rutin	4.99 c	4.54 c	4.94 c	1.16 d	0.95 d	0.73 d	1.91 d	6.12 b	9.24 a	10.04 a	6.56 b	4.72 c
Naringin	26.55 b	23.63 bc	25.40 b	17.80 cd	14.93 de	9.59 e	24.55 bc	26.10 b	25.66 b	25.97 b	21.66 b-d	41.81 a
Hesperidin	18.59 d	20.53 cd	17.92 de	9.80 g	53.26 a	16.83 d-f	29.27 b	19.06 d	13.10 e-g	15.24 d-f	12.51 fg	25.16 bc

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

4.9. Antioksidan Aktivitesi

Endüstriyel proseslerde besinlerin saklama süresini uzatmak için esas olarak sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak pek çok araştırmacı uzun zamandır besin prosesleştirmesinde kullanılan bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) ve bütilllenmiş hidroksi toluen (BHT) gibi bazı sentetik antioksidanların canlı organizmalarda karsinojik etki gösterdiğine dikkat çekmektedirler (Tunalier vd., 2002). Bu sebeple son yıllarda yeni, daha güvenli ve ucuz antioksidan maddelerin bulunması için doğal ürünlerin üzerinde yaygın çalışmalar yapılmaktadır (Boyraz ve Sürel, 2004). Adaçayı, son yıllarda fenolik antioksidanlara sahip olması sebebiyle birçok araştırmaya konu olmuştur. Yiyecekler ve bazı doğal gıdaları koruyarak ve bozunmalarını önleyerek raf ömrünü uzatmak için adaçayı antioksidanları bu konuda iyi bilinen biberiye antioksidanlarına alternatif oluşturmuştur (Durling vd., 2007).

Bu araştırmada, tıbbi adaçayında hasat zamanının DPPH yöntemine göre antioksidan aktivitesinin etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.17'de sunulmuştur. Aylara göre adaçayı bitkisinin DPPH yöntemine göre serbest radikal yakalama aktivitesi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. DPPH yöntemine göre antioksidan aktivite değerlerine ilişkin varyans analizi

VK	SD	DPPH (25 ppm)			DPPH (50 ppm)			DPPH (100 ppm)		
		KT	KO	F	KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	14	18401.9	1314.4	371.0**	10818.3	772.7	131.4**	3471.1	247.9	94.9**
Hata	30	106.3	3.5		176.5	5.9		78.4	2.6	
Genel	44	18508.2			10994.8			3549.6		
CV (%)		4.3			3.8			1.9		

** $P<0.01$

DPPH 25 ppm konsantrasyonunda serbest radikal yakalama aktivitesi Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla %44.60 ve %42.73 ile en yüksek, Nisan ayında ise %30 ile en düşük bulunmuştur (Çizelge 4.17). Sentetik antioksidanlar olan BHT, BHA ve Trolox %55.77, %89.53 ve %96.43 oranında tespit edilmiştir. Mayıs ayına ait antioksidan aktivitenin BHA'ya yakın düzeyde olduğu saptanmıştır.

DPPH 50 ppm konsantrasyonunda da en yüksek serbest radikal yakalama aktivitesi Mayıs ve Haziran aylarında (sırasıyla %69.33 ve %68.30), en düşük aktivite ise Mart ve Nisan aylarında (sırasıyla %47.43 ve %45.43) tespit edilmiştir. Aylar itibariyle antioksidan aktivite oranları sentetik antioksidanların altında seyretse de, Mayıs ve Haziran aylarında BHT'ye yaklaşıldığı görülmüştür (Çizelge 4.17).

DPPH 100 ppm konsantrasyonunda, Mayıs ve Haziran aylarında hasat edilen adaçayları sırasıyla %96.27 ve %96.23 ile en yüksek serbest radikal yakalama aktivitesine sahip olurken, aynı konsantrasyonda en düşük aktiviteyi %63.50 ile Nisan ayında hasat edilen tıbbi adaçayı göstermiştir. Mayıs ve Haziran hasat zamanlarına ait antioksidan aktivitenin BHT ve BHA'yı geçtiği, Trolox'a çok yaklaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Triantophyllou vd. (2001), *Salvia officinalis* L. ve bazı *Sideritis* türlerinden elde edilen su ekstraktlarında antioksidan aktiviteyi sırasıyla 595 ve 335 AAC (antioksidant aktivite katsayısı) olarak tespit etmişlerdir. Wojdylo vd. (2007), tıbbi adaçayının DPPH yöntemine göre antioksidan kapasitesinin 41.2 µM trolox/100 g kuru ağırlık olduğunu belirlemişlerdir. Arıdur ve Arabacı (2013), tıbbi adaçayında DPPH serbest radikal yakalama aktivitesinin sırasıyla metanol ekstraktında %90.89, etil asetat ekstraktında %90.48, etanol ekstraktında %86.31 ve aseton ekstraktında %84.78 olduğunu belirlemişlerdir. Sellami vd. (2013), tıbbi adaçayında DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite değerini 29.33 µg/ml olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.17. DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivite ortalamaları

Aylar	DPPH (%)		
	25 ppm	50 ppm	100 ppm
Aralık	32.43 g-i*	54.53 f	77.73 e
Ocak	34.03 f-h	58.93 de	84.50 cd
Şubat	33.07 f-i	58.83 de	82.80 d
Mart	31.27 g-i	47.43 g	76.33 e
Nisan	30.00 i	45.43 g	63.50 f
Mayıs	44.60 d	69.33 c	96.27 a
Haziran	42.73 d	68.30 c	96.23 a
Temmuz	37.93 e	60.60 d	89.63 b
Ağustos	34.10 f-h	54.23 f	84.73 cd
Eylül	34.40 fg	55.90 ef	85.67 cd
Ekim	36.50 ef	59.57 de	90.57 b
Kasım	30.67 hi	54.17 f	86.90 c
BHT	55.77 c	85.40 b	91.67 b
BHA	89.53 b	94.90 a	95.03 a
TROLOX	96.43 a	97.13 a	97.00 a

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Tıbbi adaçayında demir iyonu indirgeme gücü (FRAP) yöntemi ile elde edilen değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de, ortalama değerler ve oluşan Duncan önemlilik grupları ise Çizelge 4.19’da sunulmuştur. FRAP yöntemine göre 50 ve 250 ppm konsantrasyonlarında belirlenen antioksidan aktivite aylara göre istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemlilik göstermiştir (Çizelge 4.18). 50 ppm konsantrasyonunda en yüksek antioksidan aktivite değerleri Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 2.50 ve 2.57 olarak, en düşük antioksidan aktivite değerleri ise Aralık, Şubat, Mart ve Nisan aylarında sırasıyla 1.70, 1.70, 1.73 ve 1.73 olarak (aralarında istatistiksel olarak fark yoktur) ölçülmüştür. Bu konsantrasyonda sentetik antioksidanlar arasında Trolox en yüksek (6.33) ve BHT en düşük (3.33) değer göstermiştir.

Çizelge 4.18. Adaçayında hasat zamanının FRAP yöntemine göre antioksidan aktivite üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	FRAP (50 ppm)			FRAP (250 ppm)		
		KT	KO	F	KT	KO	F
Aylar	14	61.3	4.4	518.7**	886.1	63.3	169.8**
Hata	30	0.3	0.008		11.2	11.2	
Genel	44	61.6			897.3		
CV (%)		3.7			5.9		

** P<0.01

Çizelge 4.19. Adaçayında hasat zamanının FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesinin üzerine etkisine ilişkin ortalamalar

Aylar	FRAP (A° 700 nm)	
	50 ppm	250 ppm
Aralık	1.70 i	7.93 gh
Ocak	1.90 gh	9.07 e-g
Şubat	1.70 i	8.43 f-h
Mart	1.73 i	7.80 h
Nisan	1.73 i	6.17 i
Mayıs	2.50 d	10.20 cd
Haziran	2.57 d	9.83 de
Temmuz	2.20 e	9.23 d-f
Ağustos	2.03 fg	8.07 gh
Eylül	2.16 ef	8.53 f-h
Ekim	2.30 e	9.36 d-f
Kasım	1.80 hi	8.33 f-h
BHT	3.33 c	10.93 c
BHA	3.63 b	23.67 a
TROLOX	6.33 a	18.57 b

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

FRAP 250 ppm konsantrasyonunda ise farklı hasat zamanlarına baēlı olarak en yüksek antioksidan aktivite Mayıs ayında 10.20 olarak, en düşük antioksidan aktivite ise Nisan ayında 6.17 olarak llmştr. Sentetik antioksidanlardan BHA bu konsantrasyonda en yüksek aktiviteye (23.67) ve BHT en düşük aktiviteye (10.93) sahip olmuştur. 250 ppm FRAP deēerleri arasında sadece Mayıs ayı hasadında BHT'ye yakın bir deēer (10.20) elde edilmiştir.

Sonuç olarak bu araştırmada DPPH ve FRAP antioksidan aktivite deēerleri birlikte deēerlendirildiēinde, tıbbi adaçayında en yüksek antioksidan aktivite aynı zamanda çiçeklenme devresi olan Mayıs ve Haziran aylarında biçilen ve en düşük antioksidan aktivite ise kış mevsiminden sonra Mart ve Nisan aylarında biçilen adaçayı yapraklarında gerekleřtiēi bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tıbbi ve aromatik bitkiler yetiştiriciliğinde drog veriminin nasıl artırılacağından ziyade drog kalitesinin nasıl yükseltileceği üzerinde daha fazla durulmaktadır (Baydar, 2016). Çünkü tıbbi ve aromatik bitkiler en önemli sekonder metabolit kaynaklarıdır ve başlıca üretim amaçları da kendilerinden sekonder metabolitlerce zengin drog üretmektir. Bu nedenle belirli biyoaktif etken maddeler bakımından istenilen standartlara uygun olmaları gerekmektedir. Örneğin tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nın en önemli ticari kısmı olan yaprakların mümkünse gümüşü renkte olması, uçucu yağ oranının %1.5'ten fazla olması, uçucu yağında tuyonların yüksek, kafurun ise düşük olması arzulanmaktadır (Putievsky vd. 1986a,b). Diğer taraftan tıbbi adaçayı uçucu yağında ISO 9909 (1997) standartlarına α -tuyon %18.0-43.0, β -tuyon %3.0-8.5, kafur %4.5-24.5, 1,8-sineol %5.5-13.0, kamfen %1.5-7.0, limonen %0.5-3.0, α -humulen < %12.0, α -pinen %1.0-6.5, bornil asetat < %2.5 ve linalol+linalil asetat < %1.0 değerlerinde olması gerektiği rapor edilmiştir. Ayrıca yüksek antimikrobiyal ve antioksidan aktivite için tıbbi adaçayının uçucu yağlar ve fenolik maddelerce zengin olması istenmektedir (Baricevic ve Bartol, 2000).

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, hem dünya hem de Türkiye için çok değerli bir tıbbi ve aromatik bitki olan tıbbi adaçayında en yüksek verimlilikte ve kalitede drog üretimi için en ideal hasat zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, tıbbi adaçayının normal kültür şartları altında bütün bir yıl boyunca biçilebilir vejetatif aksam bulundurduğu göz önüne alınarak, bir yıl süreyle 12 ayı temsil edecek şekilde farklı zamanlarda hasat (biçim) işlemi gerçekleştirilmiştir. Biçilen ürünlerde, verim ve kalite özellikleri olarak drog herba ve yaprak verimi, uçucu yağ oranı ve kompozisyonu, Folin-Ciocalteu kolorimetrik metot kullanılarak toplam fenolik madde miktarı (Gallik Asit Eşdeğeri üzerinden mg/g olarak), fenolik bileşenler, serbest radikal yakalama aktivitesi (DPPH) ve demir iyonu indirgeme gücü (FRAP) yöntemlerine göre antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar özet olarak aşağıda verilmiştir:

Tıbbi adaçayında taze herba veriminin 500.0-961.0 kg/da, kuru herba veriminin 223.4-556.6 kg/da, drog yaprak veriminin 129.6-367.2 kg/da ve kuru madde oranının %35.9-62.8 arasında değişim göstermiş, taze herba verimi en fazla Ağustos ve Eylül aylarında, kuru herba verimi en fazla Temmuz ayında, drog yaprak verimi en fazla Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, kuru madde oranı ise en fazla Mart ve Nisan aylarında biçilen adaçaylarından elde edilmiştir. Yaz ve güz aylarında hasat edilen bitkilerin drog herba ve yaprak verimleri, uçucu yağ oranları ve verimleri ile toplam fenolik madde miktarları kış ve bahar aylarında hasat edilen bitkilere göre daha yüksek bulunmuştur.

Tıbbi adaçayında uçucu yağ oranı en düşük %0.83 ile Kasım ayında ve en fazla %3.33 ile Ağustos ayında biçilen adaçaylarında gerçekleşmiştir. Uçucu yağ verimi ise 1.35-1.40 l/da ile en düşük Mart ve Nisan biçimlerinde, 11.36 l/da ile en yüksek Ağustos ayı biçiminde saptanmıştır. Her biçim döneminde de uçucu yağ kompozisyonunu oluşturan en önemli bileşenlerin 1,8-sineol (%11.93-31.87), α -tuyon (%15.72-26.26), β -tuyon (%4.51-27.67) ve kafur (%3.65-23.02) olduğu, genel olarak 1,8-sineol ve kafur oranları ilkbahar aylarında daha düşük oranlarda α ve β -tuyon oranları ise ilkbahar aylarında daha yüksek oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Tıbbi adaçayında, toplam fenolik madde miktarının 14.54-30.83 mg/g arasında değişim gösterdiği, Şubat, Mart ve Nisan aylarında yapılan biçimlerde düşük (14.54-19.93 mg/g), Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yapılan biçimlerde ise yüksek (29.36-30.83 mg/g) değerler tespit edilmiştir.

Tıbbi adaçayı yaprak ekstraktlarında ise en önemli fenolik bileşenlerinin rosmarinik asit (15.15-100.57 mg/g), naringin (9.59-41.81 mg/g), hesperidin (9.80-53.26 mg/g) ve rutin (0.73-10.04 mg/g) olduğu belirlenmiştir. Tıbbi adaçayının en önemli fenolik bileşeni olan rosmarinik asit Kasım ve Şubat ayları arasında biçilen bitkilerde daha yüksek, Mart ve Nisan aylarında biçilen bitkilerde ise daha düşük miktarlarda bulunduğu saptanmıştır.

Tıbbi adaçayında toplam fenolik madde miktarı ile yüksek antioksidan aktivite arasında olumlu bir ilişki olduğu, en yüksek antioksidan aktivitenin aynı zamanda çiçeklenme devresi olan Mayıs ve Haziran aylarında biçilen ve en düşük antioksidan aktivitenin ise kış mevsiminden sonra Mart ve Nisan aylarında biçilen adaçayı yapraklarında gerçekleştiği bulunmuştur.

Sonuç olarak, adaçayında verim ve kaliteden beklenen hedeflere bağlı olarak hasat zamanının optimize edilebileceği ve ortaya çıkan varyabiliteler dikkate alınarak en yüksek verim ve kalitede drog elde edilecek dönemlerde hasat işleminin yapılması gerektiği anlaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- Arıdurur, R., Arabacı G., 2013. Ciğertaze Otu (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinin Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17 (2), 241-246.
- Baranauskiene, R., Dambrauskiene, E., Venskutonis, P.R., Viskelis, P., 2011. Influence of Harvesting Time on the Yield and Chemical Composition of Sage (*Salvia officinalis* L.). Foodbalt Proceedings, 2011.
- Baricevic, D., Bartol, T., 2000. The Biological/Pharmacological Activiy of the *Salvia* Genus. In: Sage. Published by License under the Harwood Academic Publishers Imprint, part of the Gordon and Breach Publishing Group. Harwood Academic Publishers, 143-184.
- Başer, H.C., 2000. Production of *Salvia* Oil in Mediterranean Countries. In: Sage (Edited by S.E. Kintzios). Taylor & Francis Group, Harwood Academic Publishers, 263-268.
- Baydar, H., Karadoğan, T., Çarkçı, K., 2001. Isparta Bölgesinde Kültüre Alınan Aromatik Bitkilerin Drog ve Uçucu Yağ Verimlerinin Belirlenmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5, 60-71.
- Baydar, H., Özkan G., Erbaş S., Altındal D., 2007. Yield, Chemical Composition and Antioxidant Properties of Extracts and Essential Oils of Sage and Rosemary Depending on Seasonal Variations. International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs 826, 383-390.
- Baydar, H., 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No: 51.
- Bayrak, A., Akgül, A., 1987. Composition of Essential Oils from Turkish *Salvia* Species. Phytochemistry, 26(3), 846-847.
- Bayram, E., Sönmez, Ç., 2006. Adaçayı Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni No:48, İzmir.
- Bent, S., Ko, R., 2004. Commonly Used Herbal Medicines in The United States: A Review. The American Journal of Medicine, 116, 478-485.
- Bernath, J., Danos, B., Hethelyi, E., 1991. Variation of Essential Oil Spectrum of *Salvia* Species Affected by Environment. In: Herba Hungarica, 30, 35-48.
- Boyras, N., Sürel, B., 2004. Bitki Hastalıklarına Dayanıklılıkta Fenoliklerin Roller, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18, 56-69.
- Buhner, S.H., 2001. Herbal Antibiotics, Natural Alternatives for Treaning Drug-Resistant Bacteria Yayınları, İstanbul.

- Büyükkaya, F., 2002. *Sideritis trojana* L. (Tüylü Çay, Sarıkız Çayı, Adaçayı, Dağ Çayı) Bitkisinin Kimyasal Analizi ve Bileşenlerinin Yapılarının Aydınlatılması. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T., 1999. Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil: Influence of Paste Preparation Techniques. Food Chemistry, 64, 203-209.
- Ceylan, A., 1976. *Salvia officinalis* L. Üzerinde Bir Çalışma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13, 283-288.
- Ceylan, A., Yurtseven, M., Ozansoy, Y., 1979. *Salvia officinalis* L.'nin Agronomik ve Teknolojik Özelliklerine Azotlu Gübrelemenin Etkisi Üzerine Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(3), 83-95.
- Ceylan, A., Kaya, N., Çelik, N., 1990. Tıbbi Adaçayının (*Salvia officinalis* L.) Kültürü Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26, 127-141.
- Ceylan, A., 1995. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üzerinde Yapılan Agronomik Çalışmalar. Workshop Tıbbi ve Aromatik Bitkiler 25-26 Mayıs, İzmir.
- Chalchat, J. C., Michet, A., Pasquier, B., 1998. Study of Clones of *Salvia officinalis* L. Yields and Chemical Composition of Essential Oil. Flavour and Fragrance Journal, 13(1), 67-70.
- Corell, M., Garcia, M.C., Contreras, J.I., Segura, M.L., Cermeno, P., 2012. Effect of Water Stress on *Salvia officinalis* L. Bioproductivity and Its Bioelement Concentrations, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43, 419-425.
- Cuvelier, M. E., Berset, C., Richard, H., 1994. Separation of Major Antioxidants in Sage by High Performance Liquid Chromatography, Sciences des Aliments, 14, 811-815.
- Cuvelier, M. E., Richard, H., Berset, C., 1996. Antioxidative Activity and Phenolic Composition of Pilot and Commercial Extracts of Sage and Rosemary, Journal of the American Oil Chemists Society, 73 (5), 645-652.
- Diken, M.E., 2009. Bazı Şifalı Bitkilerin Antioksidan İçerikleri. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s, Balıkesir.
- Durling, N. E., Catchpole, O. J., Grey, J. B., Webby, R. F., Mitchell, K. A., Foo, L. Y., Perry, N. B., 2007. Extraction of Phenolics and Essential Oil From Dried Sage (*Salvia officinalis* L.) Using Ethanol-Water Mixtures. Food Chemistry, 1417-1424.

- Erbaş S., Baydar H., 2007. Adaçayında (*Salvia officinalis* L.) Farklı Kurutma Sıcaklıklarının Uçucu Yağ İçeriğı ve Kompozisyonu Üzerine Etkisi. Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum, 403-406.
- Farhat, M.B., Jordán, M. J., Chaouech-Hamada, R., Landoulsi, A., Sotomayor, J. A., 2009. Variations in Essential Oil, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Tunisian Cultivated *Salvia officinalis* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(21), 10349-10356.
- Giannouli, A.L., Kintzios, S.E., 2005. Sage: The Genus *Salvia*. Harwood Academic Publishers, 69-79.
- Gohari, A. R., Hajimehdipoor H., Saeidnia S., Ajani Y., Hadjiakhoondi A., 2011. Antioxidant Activity of Some Medicinal Species Using FRAP Assay. Journal of Medicinal Plants, 37, 54-60.
- Gürbüz, B., Bayrak, A., Arslan, A., Gümüşçü, A., 1999. Research on Yield, Essential Oil Composition of Sage (*Salvia officinalis* L.) lines. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen, 4, 177-188.
- Gürbüz, B. 2002. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı ve Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Ders Notları, Ankara.
- Haban, P. Otepka., 2007. Organically Cultivated Medicinal Plants and Their Quality Analysis. Proceeding of Conference, Organic Farming, 6-7 February.
- Hinneburg, I., HJ., Damien D., Raimo H., 2006. Antioxidant Activities of Extracts from Selected Culinary Herbs and Spices. Food Chemistry, 97, 122-129.
- Höld, K. M., Sirisoma, N. S., Ikeda, T., Narahashi, T., Casida, J. E., 2000. α -thujone. Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America, 97(8), 3826-3831.
- ISO 9909, 1997. Oil of Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.), American National Standards Institute (ANSI), New York, NY, USA.
- İpek, A., 2007. Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Hatlarında Azotlu Gübrelemenin Herba Verimi ve Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s, Ankara.
- İpek, A., Gürbüz, B., 2010. Türkiye Florasında Bulunan *Salvia* Türleri ve Tehlike Durumları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19(1-2), 30-35.
- Karakuş, M., 2014. Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Populasyonundan Seçilmiş Klon Hatlarının Drog Verimleri ve Kalite Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 92s, Isparta.

- Karamanos, A.J., 2000. The Cultivation of Sage. In: Sage. Published by License Under the Harwood Academic Publishers Imprint, Part of the Gordon and Breach Publishing Group. Harwood Academic Publishers, 93-108.
- Kargiolaki, H., Fournaraki, C., Kazakis, G., Skoula, M., 1994. Seasonal Differentiation in Essential Oil Composition of *Salvia fruticosa* L. Progress Report of the EEC CAMAR-Programme No. 8001-CT91-0104, August 1993-January 1994.
- Kelen, M., Tepe, B., 2008. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Essential Oils of Three *Salvia* Species from Turkish Flora. *Bioresource Technology*, 99, 4096-4104.
- Kırıcı, S., Özgüven, M., Yenikalaycı, A., 1995. Çukurova Bölgesi'nde Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Üzerinde Araştırmalar. Workshop Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, 25-26 Mayıs, İzmir, 39-40.
- Lakušić, Branislava S., Mihailo S. Ristić, Violeta N. Slavkovska, Danilo Lj. Stojanović, Dmtar V. Lakušić, 2013. Variations in Essential Oil Yields and Compositions of *Salvia officinalis* (Lamiaceae) at Different Developmental Stages. *Botanica Serbica*, 37(2), 127-139.
- Longaray Delamare, A.P., Moschen-Pistorello, I.T., Artico, L. Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S., 2007. Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. Cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, 100 (2), 603-608.
- Maksimovic, S., Antic-Runjajic, D., Sckesan, V. J., 1993. Possibilities of Growing Medicinal and Aromatic Plants in Mountainous Region of Schara. *Acta Horticulturae*, 344, 585-588.
- Marzi, V., 1987. Un quinquennio di sperimentazione sulla *Salvia officinalis* L. In Atti Convegno sulla Coltivazione delle Piante Officinali (Trento, 9-10 Ottobre, 1986), Italia, Ministero di Agricoltura e delle Foreste, pp. 17-117.
- Matkowski, A., Piotrowska, M., 2006. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Some Medicinal Plants from The Lamiaceae. *Fitoterapia*, 77, 346-353.
- Miladinovic, D., Lj. Miladinovic., 2000. Antimicrobial Activity of Essential oil of Sage from Serbia. *Physics, Chemistry and Technology*, 2(2), 97-100.
- Mockute, D., Nivinskiene, O., Bernotiene, G., Butkiene, R., 1990. The Cisthujone Chemotype of *Salvia officinalis* L. Essential Oils. *Chemija*, 14, 216-219.
- Oyaizu, M., 1986. Studies on Products of Browning Reaction: Antioxidative Activities of Products of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307-315.

- Özkan, G., Baydar, H., Erbaş, S., 2010. The Influence of Harvest Time on Essential Oil Composition, Phenolic Constituents and Antioxidant Properties of Turkish Oregano (*Origanum onites* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 90, 205-209.
- Perry, B.N., Anderson, R.E., Brennan, R. J., 1999. Essential Oils from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): Variations Among Individuals, Plant Parts, Seasons, and Sites. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 47, 2048-2054.
- Piccaglia, R., Marotti, M., Dellacecca, V., 1997. Effect of Planting Density and Harvest Date on Yield and Chemical Composition of Sage Oil. Journal of Essential Oil Research, 9(2), 187-191.
- Pitarevic, I., Kuftinec, J., Blazevic, N., Kustrak, D., 1984. Seasonal Variation of Essential Oil Yield and Composition of Dalmatian Sage, *Salvia officinalis* L. Journal of Natural Product, 47(3), 409-412.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E., S Conte, L., 2002. Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L. and *Salvia fruticosa*) and Oregano (*Origanum onites* L. and *Origanum onites* L.) Extracts Related to Their Phenolic Compound Content. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 1645-1651.
- Putievsky, E., Ravid, U., Dudai, N., 1986a. The Influence of Season and Harvest Frequency on Essential Oil and Herbal Yields from a Pure Clone of Sage (*Salvia officinalis* L.) Grown under Cultivated Conditions. Journal of Natural Products, 49, 326-329.
- Putievsky, E., Ravid, U., Dudai, N., 1986b. The Essential Oil and Yield Components from Various Plant Parts of *Salvia fruticosa* L. Journal of Natural Products, 49, 1015-1017.
- Putievsky, E., Ravid, U., Sanderovich, D., 1992. Morphological Observations and Essential Oils of Sage under Cultivation. Journal of Essential Oil Research, 4, 291.
- Raal, A., Orav, A., Arak, E., 2007. Composition of the Essential Oil of *Salvia officinalis* L. from Various European Countries. Natural Products Research, 21, 406-411.
- Radulescu, V., Chiliment, S., Opera, E., 2004. Capillary Gas Chromatography-Mass Spectrometry of Volatile and Semi-Volatile Compounds of *Salvia officinalis* L. Journal of Chromatography A, 1027, 121-126.
- Sagareishvili, T. G., B.L. Grigolava, N. E., Gelashvili, E.P., Kemertelidze., 2000. Composition of Essential Oil from *Salvia officinalis* L. Cultivated in Georgia. Chemistry of Natural Compounds, 36(4), 360-361.
- Sage: The Genus *Salvia* (Edited by Spiridon E. Kintzios). Harwood Academic Publishers, The Netherlands, 2000.

- Salameh A., S. Dordevic., 2000. The Investigation of the Quality of Sage (*Salvia officinalis* L.) from Jordan, UDC 582-824. University of Niš The Scientific Journal Facta Universitatis, Series:Working and Living Environmental Protection, 1,5, 103-108.
- Santos-Gomes, P.C., Fernandes-Ferreira, M. 2001. Organ and Season dependent Variation in the Essential Oil Composition of *Salvia officinalis* L. Cultivated in Two Different Sites. Journal of Agricultural and Food Chemistry., 49, 2908-2916.
- Sellami I.H., Rahali F. Z., 2013. Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) Plants as Affected by Different Drying Methods. Food And Bioprocess Technology, 6, 806-817.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T., 1992. Antioxidative Properties of Xanthan on the Autoxidation of Soybean Oil in Cyc lodextrin Emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 945-948.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics With phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.
- Stefkov, G., Cvetkovikj, I., Karapandzova, M., Kulevanova, S., 2011. Essential Oil Composition of Wild Growing Sage from R. Macedonia. Macedonian Pharmaceutical Bulletin, 57(1-2), 71-76.
- Sönmez, Ç., 2015. Bitki-Su İlişkilerinin Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nın Verim, Uçucu Yağ Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri: Biyometrik ve Fizyolojik İncelemeler. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 123s, İzmir.
- Şarer, E., 1982. Anadolu'da Yetişen Bazı *Salvia* (Labiatae) Türlerinin Uçucu Yağları Üzerinde Araştırmalar. I. Ankara Çevresi *Salvia* Türleri. A.Ü. IV. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Eskişehir, 27-29 Mayıs, 149s.
- Şenkal, B.C., İpek, A., Gürbüz, B., Türker, A., Bingöl, M.Ü. 2012. Bolu Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen *Salvia officinalis* L. ve *Salvia tomentosa* L. Türlerin Bazı Önemli Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5 (2), 38-42.
- Tanker, M., Şarer, E., Tanker, N., 1976. *Salvia triloba* L. Bitkisinin Uçucu Yağı Üzerinde Gaz Kromatografisi ile Araştırmalar, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 6, 198-206.
- Thagreed A. I., 2012. Chemical Composition and Biological Activity of Extracts from *Salvia bicolor* Desf. Growing in Egypt. Molecules, 17, 11315-11334.

- Tepe, B., Eminağaoğlu Ö., Aşkın Akpulat H., Aydın E., 2007. Antioxidant Potentials and Rosmarinic Acid Levels of The Methanolic Extracts of *Salvia verticillata* (L.) subsp. *verticillata* and *Salvia verticillata* (L.) subsp. *amasiaca* (Freyn & Bornm.) Bornm. Food Chemistry, 100, 985-989.
- Tosun, M., Ercişli, S., Şengül, M., Özer, H., Polat, T., Öztürk, E., 2009. Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of Eight *Salvia* Species from Turkey. Biological Research, 42, 175-181.
- Triantaphyllou, K., Blekas, G., Boskou, D., 2001. Antioxidative Properties of Water Extracts obtained from Herbs of The Species Lamiaceae. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 52, 313-317.
- Tsankova, E.T., Konaktchiev, A.N., Genova, E.M., 1994. Constituents of Essential Oils from Three *Salvia* Species, Journal of Essential Oil Research, 6, 375-378.
- Tucker, A. O., Marciarello, M. J. 1990. Essential Oils of Cultivars of Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of Essential Oil Research, 2, 139-144.
- Tulukçu, E., Sağdıç, O., Albayrak, S., Ekici, L., Yetim, H., 2009. Effect of Collection Time on Biological Activity of Clary Sage (*Salvia sclarea* L.). Journal of Applied Botany and Food Quality, 83, 44-49.
- Tunalier, Z., Öztürk, N., Koşar, M., Başer, K.H.C., Duman, H., Kırimer, N., 2002. Bazı *Sideritis* Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yönünden İncelenmesi, ISBN, 975-94077-2-8.
- Tuncel, N.B., Yılmaz N., 2010. Kaz Dağlarından Toplanan Bazı Bitkilerin Fenolik Asit Kompozisyonlarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Belirlenmesi. Akademik Gıda, 8(3), 18-23.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., (eds) 1972. Flora Europaea, 3, Cambridge University Press.
- Wise, M.L., Savage, T.J. Katahira, E., Croteau, R., 1998. Monoterpene Synthases from Common Sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of Biological Chemistry, 273(24), 14891-14899.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R., 2007. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in 32 Selected Herbs. Food Chemistry, 105, 940-949.
- Yenikalaycı A., Özgüven, M., 2001. Çukurova Bölgesi'nde Farklı Ekolojilerde Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nın Verim ve Verim Komponentlerinin Araştırılması. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ.

- Yıldız, L., 2007. Bazı Bitki Örneklerinde Antioksidan Kapasitenin Spektrofotometrik ve Kromatografik Tayini. Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 110s, İstanbul.
- Yılmaz, H., 1988. Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda Ekolojik ve Morfogenetik Varyabilite. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Zeybek, U., Zeybek, N., 2002. Farmasötik Botanik [Kapalı Tohumlu Bitkiler (Angiospermae) Sistematigi ve Önemli Maddeleri], Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 3, Bornova- İzmir, 380s.
- Zutic, I., Putievsky, E., Dudai, N., 2003. Influence of Harvest Dynamics and Cut Height on Yield Components of Sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of Herbs, Spice & Medicinal Plants. Haworth Herbal Press. Binghamton., USA, 10(4), 49-61.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Müge BAŞYİĞİT

Doğum Yeri ve Yılı : Selendi, 1988

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : mugebasyigit@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Selimpaşa Atatürk Lisesi, 2005

Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 2012