



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**24-EPİBRASSİNOLİDE HORMONUNUN BAZI NANE  
(*Mentha* spp.) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE  
FİZYOLOJİK PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**YALÇIN KAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2017**

T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**24-EPIBRASSİNOLİDE HORMONUNUN BAZI NANE  
(*Mentha* spp.) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE  
FİZYOLOJİK PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**YALÇIN KAYA**

**Bu tez,  
Biyoloji Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS  
derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2017**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Yalçın KAYA** tarafından hazırlanan “**24-EPİBRASSİNOLİDE HORMONUNUN BAZI NANE (*Mentha spp.*) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**” adlı bu tez, jürimiz tarafından 20/11/2017 tarihinde oy birliği ile Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şengül KARAMAN (DANIŞMAN) .....

Biyoloji Bölümü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Emel DIRAZ YILDIRIM (ÜYE) .....

Biyoloji Bölümü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bekir Bülent ARPACI (ÜYE) .....

Ziraat Fakültesi

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

**Yalçın KAYA**



Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

Proje No: TAGEM/17/A07/P06/04

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

**24-EPIBRASSİNOLİDE HORMONUNUN BAZI NANE (*Mentha spp.*)  
TÜRLERİNİN MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK PARAMETRELERİNE  
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ  
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**YALÇIN KAYA**

**ÖZET**

Çalışmada brassinosteroid hormonunun iki nane türünün (*Mentha arvensis* ve *Mentha piperita*) morfolojik ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Sera şartlarında yetiştirilen fidelere yapraktan püskürtme yoluyla 5 farklı dozda (0,  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$  ve  $10^{-5}$  M) 24-epibrassinosteroid (EBL) uygulanmıştır.

İncelenen parametreler EBL uygulamalarından etkilenmiştir. Her iki tür içinde en uzun bitki boyu, en yüksek yaş, kuru herba ve kuru yaprak verimi, toplam yaprak alanı, klorofil miktarları ve uçucu yağ verimi  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilmiştir. Nane türlerinde yaş ve kuru kök ağırlıkları EBL uygulamasından etkilenmemiştir.  $10^{-6}$  M EBL uygulaması *Mentha arvensis* türünde toplam fenolik madde ve uçucu yağ oranı; *Mentha piperita* türünde ise DPPH radikalini süpürücü etki (IC<sub>50</sub>) bakımından en başarılı uygulama olmuştur.  $10^{-7}$  M EBL dozu ise *Mentha arvensis* türü nanelerde IC<sub>50</sub> miktarı bakımından, *Mentha piperita* türünde ise toplam fenolik madde ve uçucu yağ oranı bakımından öne çıkmıştır.

Uçucu yağ içeriğinde *Mentha arvensis*'te toplam 38 bileşen tespit edilmiş olup pulegon, isomenton, paramenton ve 1-octen-3-ol ana bileşenler olarak belirlenmiştir. *Mentha piperita*'da ise toplam 33 bileşen tanımlanmış, ana bileşenler olarak mentol, mentofuran ve menton belirlenmiştir. EBL dozu arttıkça *Mentha arvensis* yağındaki menton oranları düşmüş, diğer ana bileşenler etkilenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nane, brassinosteroid, verim, uçucu yağ, mentol

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Kasım / 2017

Danışman: Prof. Dr. Şengül KARAMAN

Sayfa sayısı: 95

**DETERMINING EFFECTS OF 24-EPİBRASSİNOLİDE HORMONE ON  
MORPHOLOGICAL AND PHYSİOLOGICAL PARAMETERS OF SOME MİNT  
(*Mentha* spp.) SPECİES  
(M.Sc. THESIS)**

**YALÇIN KAYA**

**ABSTRACT**

The effect of brassinosteroid hormone on the morphological and physiological parameters of two mint species (*Mentha arvensis* and *Mentha piperita*) was investigated in the study. 24-epibrassinosteroid (EBL) was applied in 5 different doses (0,  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$  ve  $10^{-5}$  M) by spraying to the seedlings grown in greenhouse conditions.

The parameters examined were influenced by EBL applications. The highest plant height, maximum fresh, dried herb and dried leaf yield, total leaf area, chlorophyll content and amount of essential oil were obtained from  $10^{-6}$  M EBL application in both species. Fresh and dry root weights of mint species were not affected by EBL application.  $10^{-6}$  M EBL application has been the most successful application for total phenolic and volatile oil content in the *Mentha arvensis* and for the radical scavenging activity (IC 50) according to the elimination of DPPH radicals in *Mentha piperita*. *Mentha arvensis* came into prominence for IC 50 value and *Mentha piperita* came forward for total phenolic content and volatile oil related with  $10^{-7}$  M EBL dose.

In essential oil content, 38 components were detected in *Mentha arvensis* and pulegone, iso-mentone, para-menthone and 1-octen-3-ol were determined as main components. A total of 33 components were identified in *Mentha piperita*, and menthol, menthofuran, and menthone were identified as main components. As the EBL dose increased, the menthol ratios in *Mentha arvensis* decreased, while the other main components were not affected.

**Key words:** Mint, brassinosteroid, yield, essential oil, menthol

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Biology, November / 2017

Supervisor: Prof. Dr. Sengul KARAMAN

Page Numbers: 95

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve bu çalışmaya kattığı bilimsel katkılardan dolayı Prof. Dr. Şengül KARAMAN'a,

Tez jürisinde bulunup çalışmaya önemli katkılar sağlayan Yrd. Doç. Dr. Emel DIRAZ YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr. Bekir Bülent ARPACI hocalarıma,

Bitkilerin teşhisini yapan Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümünün değerli akademisyenlerine

Yapılan çalışma ve analizlerde yardım ve tecrübelerini esirgemeyen Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü personellerinden başta kurum müdürü Dr. Yılmaz BOZ, Zir. Yük. Müh. Ahmet Bircan TINMAZ, Müh. Yusuf SARI, Dr. Erdiñ UYSAL, Kim. Yük. Müh. Seda KAYAHAN, Dr. Gülşah ÜĞLÜ, Zir. Yük. Müh. Mustafa BIYIKLI, Zir. Yük. Müh. Aysun ÖZTÜRK, Dr. Seçil ERDOĞAN ve Zir. Yük. Müh. Abdülbaki ŞEN olmak üzere tüm memur, işçi ve stajyer kurum personeline,

Çalışma öncesi ve esnasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Şahane ARSLANOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Yonca SURGUN'a, Dr. Ünal KARİK'a ve Ekrem EGEMEN'e

Çalışmayı maddi açıdan destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne

Beni bu günlere kadar getiren ve bugüne kadar verdiğim her kararı onaylayan anne ve babama,

Çalışma süreci boyunca tezin bitmesini benden daha fazla isteyen ve anlayışından taviz vermeyen eşim Nurhan ATABEY KAYA' ya ve oğlum Kerem KAYA' ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Yalçın KAYA

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
EK ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler .....	1
1.1.1. Nane ( <i>Mentha</i> spp.) Hakkında Genel Bilgiler .....	4
1.2. Bitki Büyüme Düzenleyiciler .....	5
1.2.1. Brassinosteroidler .....	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	11
3. MATERYAL VE METOD .....	27
3.1. Materyal .....	27
3.1.1. <i>Mentha piperita</i> L. ....	27
3.1.2. <i>Mentha arvensis</i> L. ....	28
3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Cihazlar .....	28
3.2. Metod .....	29
3.2.1. EBL uygulaması .....	30
3.2.2. Morfolojik parametreler .....	31
3.2.2.1. Bitki boyu (cm) .....	31
3.2.2.2. Yaş herba verimi (gr/bitki) .....	31
3.2.2.3. Kuru herba verimi (gr/bitki) .....	32
3.2.2.4. Kuru yaprak verimi (gr/bitki) .....	32
3.2.2.5. Yaş kök ağırlığı (gr/bitki) .....	32
3.2.2.6. Kuru kök ağırlığı (gr/bitki) .....	32
3.2.2.7. Toplam Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> / bitki) .....	32
3.2.3. Fizyolojik parametreler .....	32
3.2.3.1. Uçucu Yağ Miktar Tayini (%) .....	32
3.2.3.2. Uçucu yağ verimi (ml/bitki): .....	32
3.2.3.3. Uçucu yağ bileşen analizleri .....	33



3.2.3.4. Klorofil miktar analizi (mg/ gr yaprak).....	33
3.2.3.5. Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ gr).....	34
3.2.3.6. Antioksidan aktivite analizi.....	35
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	37
4.1. Bitki Boyu (cm).....	37
4.2. Yaş Herba Verimi (gr/bitki).....	39
4.3. Kuru Herba Verimi (gr/bitki).....	41
4.4. Kuru Yaprak Verimi (gr/bitki).....	42
4.5. Yaş Kök Ağırlığı (gr/bitki).....	44
4.6. Kuru Kök Ağırlığı (gr/bitki).....	45
4.7. Toplam Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> /bitki).....	47
4.8. Klorofil Miktarı (mg/gr doku).....	49
4.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ gr).....	52
4.10. Antioksidan Aktivite IC <sub>50</sub> (mg/ml).....	54
4.11. Uçucu Yağ Oranı (%).....	56
4.12. Uçucu Yağ Verimi (ml/bitki).....	58
4.13. Uçucu Yağ Bileşenleri (%).....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	95

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1.1. Brassinosteroidlerin biyosentez basamakları.....	8
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan nane türleri <i>Mentha piperita</i> (a) ve <i>Mentha arvensis</i> (b) ..	28
Şekil 3.2. Rizomların temini (a) ve viyollerde yerleşim şekli (b) .....	30
Şekil 3.3. EBL uygulaması.....	31
Şekil 3.4. Gallik asit standart eğrisi .....	35



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Çizelge 1.2. Brassinosteroidlerin bazı fizyolojik etkileri .....	7
Çizelge 3.1. Mentha cinsine ait taksonomik sınıflandırma .....	27
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan saksı harcının analiz sonuçları.....	29
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan seranın ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	30
Çizelge 3.4. EBL uygulama tarihleri .....	31
Çizelge 3.5. GC/MS çalışma koşulları.....	33
Çizelge 4.1. EBL dozlarına göre nane türlerinin boy değerleri (ort ± SH).....	37
Çizelge 4.2. EBL dozlarına göre nane türlerinin yaş herba verim değerleri (ort ± SH) .....	39
Çizelge 4.3. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru herba verim değerleri (ort ± SH) ....	41
Çizelge 4.4. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru yaprak verim değerleri (ort ± SH) ..	42
Çizelge 4.5. EBL dozlarına göre nane türlerinin yaş kök ağırlık değerleri (ort ± SH).....	44
Çizelge 4.6. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru kök ağırlık değerleri (ort ± SH).....	46
Çizelge 4.7. EBL dozlarına göre nane türlerinin toplam yaprak alan değerleri (ort ± SH) ..	47
Çizelge 4.8. EBL dozlarına göre <i>Mentha arvensis</i> klorofil miktarları (ort ± SH).....	49
Çizelge 4.9. EBL dozlarına göre <i>Mentha piperita</i> klorofil miktarları (ort ± SH) .....	51
Çizelge 4.10. EBL dozlarına göre nane türlerinin toplam fenolik madde mik. (ort ± SH) ..	52
Çizelge 4.11. EBL dozlarına göre nane türlerinin IC <sub>50</sub> değerleri (ort ± SH) .....	54
Çizelge 4.12. EBL dozlarına göre nane türlerinin uçucu yağ oranları (ort ± SH).....	56
Çizelge 4.13. EBL dozlarına göre nane türlerinin uçucu yağ verimleri (ort ± SH).....	58
Çizelge 4.14. EBL dozlarına göre <i>Mentha arvensis</i> uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH).....	60
Çizelge 4.15. EBL dozlarına göre <i>Mentha piperita</i> uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH) .....	61
Çizelge 4.16. % 1 ve üzeri <i>Mentha arvensis</i> uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH).....	62
Çizelge 4.17. % 5 ve üzeri <i>Mentha piperita</i> uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH) .....	64

## EK ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
EK Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü seranın uydu görüntüsü .....	92
EK Şekil 2. Çalışmadan genel görünüm .....	92
EK Şekil 3. EBL dozlarına göre <i>Mentha arvensis</i> görünümleri.....	93
EK Şekil 4. EBL dozlarına göre <i>Mentha piperita</i> görünümleri .....	93
EK Şekil 5. Su distilasyon düzeneği (a); Uçucu yağ elde edilmesi (b); Yaprakların ekstraksiyonu (c); Antioksidan aktivite tayini (d); Yaprak alan ölçümü (e); Klorofil tayinine ait görünümler (f).....	94



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>BRS</b>	: Brassinosteroid
<b>EBL</b>	: 24- Epibrassinolide
<b>HBR</b>	: 28- Homobrassinolide
<b>BL</b>	: Brassinolide
<b>M</b>	: Molar
<b>µM</b>	: Mikromolar
<b>UV/VIS</b>	: Ultraviyole-Visible Spektrofotometre
<b>BBD</b>	: Bitki büyüme düzenleyicileri
<b>GA<sub>3</sub></b>	: Gibberellik asit
<b>DPPH</b>	: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
<b>IAA</b>	: Indol Asetik Asit
<b>NAA</b>	: Naftalin asetik asit
<b>2,4-D</b>	: 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid
<b>SA</b>	: Salisilik asit
<b>TRIA</b>	: Triakontanol
<b>GAE</b>	: Gallik asit eşdeğeri

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

İnsanların temel besin kaynağı olan bitkilerin tedavi amaçlı kullanımı eski zamanlardan günümüze kadar uzanmıştır. Özellikle son yıllarda modern tıpta kullanılan sentetik ilaçların ciddi yan etkilerinin ortaya çıkması insanların tedavi şekline bakış açısını değiştirmiş ve günümüzde bitkilerle tedavi tekrar güncel hale gelmiştir. Son 30 yılda doğal kaynaklı ürünlere olan talep başta ilaç ve kozmetik sanayisi olmak üzere diğer ilgili sanayilerin hızla gelişmesini sağlamıştır. Günümüzde kullanılan ilaçların yaklaşık % 25'i bitkisel kaynaklı olup, yapılan bazı araştırmalar, fitoterapi uygulamalarının bazen modern tıp metotlarına denk veya daha üstün olabileceğini de göstermiştir (Yücel, 2010; Hasdemir, 2015).

Tıbbi bitkiler, genellikle hastalıkların tedavisinde ve ilaç yapımında kullanılırken; aromatik bitkiler ise koku ve tatlarından dolayı gıda ve meşrubatlarda katkı olarak kullanılır. Hem koku ve tat özellikleri olan, hem de tedavi edici özelliklerinden dolayı ilaç olarak değerlendirilen bitkilere tıbbi ve aromatik bitkiler denilmektedir (Bayram ve ark., 2010). Birleşmiş Milletler ise tıbbi ve aromatik bitkileri, hastalıkları önlemek, sağlığı korumak ve rahatsızlıkları tedavi etmek amacıyla insanlara ilaç sağlayan bitkiler olarak tanımlamıştır (Marshall, 2011).

Biyçeşitlilik bakımından oldukça zengin bir floraaya sahip olan Türkiye aynı zamanda birçok bitkinin de gen merkezi konumundadır. Türkiye doğal florasında yaklaşık 12.000 bitki taksonu bulunmakta olup endemizm oranı % 31,82 dir (Şenol, 2014). Farklı iklimlerin etkisiyle zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olan Türkiye florası aynı zamanda çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkiyi de bünyesinde barındırmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, bugün kayıtlı olan bitkisel drog sayısı yaklaşık 20.000 olup, henüz kayıt altına alınmayan bitkiler ile bu rakamın gerçekte 100.000 civarlarında olduğu öngörülmektedir (Anonim, 2015). Dünyada 4.000 drog yaygın şekilde kullanılırken yaklaşık 2.000 bitkinin ticareti yapılmaktadır (Gölükcü, 2012). Dünyada ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin yarısı gıda sektöründe diğer yarısı ise kozmetik ve ilaç sektöründe kullanılmakta olup (Bahtiyarca Bağdat, 2006), yıllık pazar değeri yaklaşık 60 milyar dolardır (Kumar, 2017). Bu rakamın 2017 yılı itibariyle 107 milyar \$'a yaklaşması beklenmektedir (Kırıcı, 2015).

Türkiye’de kullanılan ve değerlendirilen tıbbi ve aromatik bitkilerin tamamına yakını doğal olarak yetişmekte ve doğadan toplanmaktadır. Ancak bunun yanında ülkemizde bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin tarımı (çay, gül, anason, nane, kimyon, rezene, defne yaprağı, keçiboynuzu, lavanta, haşhaş, kekik ) yapılmakla beraber bazı bitkilerin de (*Tilia sp.*, *Ecalyptus sp.*, *Melissa officinalis*, *Origanum* ve *Thymus sp.*, *Matricaria recutita*, *Hedera helix*, *Primula veris*, *Ruscus aculeatus*, *Valeriana sp.*, *Mentha piperita*, *Mentha arvensis*) toplama ve yetiştirme çalışmalarının yapılması gerektiği belirtilmiştir (Sezik, 2014). İnsanların bu tür bitkilere ulaşmasına çoğunlukla aracılık eden meslek grubu olan aktarlarda satılan bitki sayısı 300 civarında olup (Gölükcü, 2012); yaklaşık 1000 kadar bitki türü halk tıbbında kullanılmaktadır (Başer, 2014).

Kullanım alanı oldukça geniş olan tıbbi ve aromatik bitkiler taze ve kuru olarak kullanıldığı gibi; kullanılan kısımların herba olarak adlandırıldığı (yaprak, çiçek, kök, tohum vb) toprak üstü bitki parçaları, bunların işlenmiş hâlleri veya farklı formasyonlarda hazırlanmış ekstraktları gibi çok değişik kullanım şekilleri bulunmaktadır (Toker ve ark., 2015).

Bitkiler çok yönlü sentez reaksiyonlarına dahil olmaları sonucunda farklı yapılarla sahip çoklu miktarda bileşen oluştururlar. Organizmada değişime uğrayan bu bileşenler 1891 yılında Albrecht Kossel tarafından birincil (primer) ve ikincil (sekonder) metabolitler olarak adlandırılmıştır. Buna göre primer metabolitler tüm hücrelerde bulunmasına rağmen sekonder metabolitler tüm hücrelerde bulunmaz ve bitkilerin yaşamında primer metabolitler kadar önemli fonksiyona sahip değildir. Daha sonra yapılan çalışmalar neticesinde sekonder metabolitlerin, primer metabolitler gibi bitkilerin yaşamsal fonksiyonları ile doğrudan ilişkili olmayan ancak onlar kadar öneme sahip bileşenler olduğu kabul edilmiştir (Mammadov, 2014).

Tıbbi ve Aromatik bitkiler içerdikleri sekonder metabolitlere göre farklı sektörlerde ve halk tıbbında değerlendirilir. Bu sekonder metabolitlere genel olarak “etken madde” de denilmektedir. Bu etken maddelerden olan uçucu yağlar daha çok terpenoit yapıda olup bitki sekonder metabolitlerinin bir bölümü olarak tanımlanırlar. Yabani veya kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerden genel olarak distilasyon yolu ile elde edilen bu bileşikler gıda, ilaç ve kozmetik sanayisinin aranılan hammaddeleridir. Uçucu yağlar bitki bünyesinde genellikle salgı tüylerinde, salgı ceplerinde, salgı kanallarında veya salgı hücrelerinde üretilmekte olup bu üretim merkezleri bitkilerin farklı organlarında (çiçek, yaprak, meyve, kök vb.) lokalize olmuşlardır. Bitkilerden distillenen uçucu yağ oranları ve

uçucu yağı oluşturan bileşenler bitkiden bitkiye değişebildiği gibi, bitkinin genetik yapısına, yetiştirme şartlarına ve ekolojik faktörlere göre de değişebilir. Bu tür bileşiklerin günümüzde ticari olarak üretilmesine olanak sağlayan yöntemler bulunmakla beraber daha çok bitki materyalinden sağlanmaktadır. Dolayısıyla uçucu yağ açısından zengin olan bitkilerin yetiştiriciliği büyük önem taşımaktadır. Uçucu yağların % 65'lik bir bölümü çalıodunsu, çok yıllık bitki türlerine (yasemin, gül, turuncgiller vb.) ait olmakla birlikte, otsu bitkiler arasında uçucu yağları elde edilen nane, ilk sıradadır (Ellialtıoğlu ve ark., 2007; Taiz ve Zeiger, 2008; Figueiredo ve ark., 2008).

Büyük bir kısmını sekonder metabolitlerin oluşturduğu fenolik bileşenler, yapısında aromatik halkanın karbon atomları ile birleşmiş olan bir veya birkaç hidroksil grubu bulunduran doğal bileşenlerdir. Aromatik halkaya bağlı olan hidroksil grubu sayısı bir ise bu madde fenol, iki veya daha fazla ise polifenol olarak isimlendirilir. Metabolizmada çok önemli fonksiyonlar üstlenen fenolik bileşenlerin bitki hücresinde toplanması bitki hayatında önemli bir olaydır (Mammadov, 2014). Fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılan fenolik bileşikler doğal antioksidan madde özelliği göstermekle beraber pek çok gıdanın tat ve aromasına acılık ve burukluk gibi katkıda bulunabilirler. Fenolik bileşiklerin bir grubunu oluşturan flavonoidler ise meyve ve sebzelerde bulunan polifenolik antioksidan bileşiklerdir. Aynı zamanda flavonoidler arasında bulunan antosiyaninler doğal renk maddeleri olup birçok meyve ve sebzenin renklerinden sorumludur (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010).

Vücudun normal metabolik faaliyetleri sonucunda serbest radikaller adı verilen moleküller oluşur. Serbest radikaller sağlıklı hücrelere saldırarak onların yapı ve işlevlerini kaybetmelerine sebep olur. Serbest radikaller tarafından hücrelere verilen bu zarar yaşlanma sürecinde ve hastalıkların ilerlemesinde merkezi bir rol oynar (Percival, 1998). Antioksidanlar ise serbest radikalleri kendilerine bağlayarak veya onları hareketsiz hale getirerek olası zararlanmaları en aza indirirler. Beta karoten, C, E vitaminleri, likopen, koenzim Q-10, selenyum, çinko ve manganez gibi organik ve inorganik maddeler günümüzde en çok kullanılan antioksidanlardır (Baydar, 2007). Antioksidanlar radyasyon, toksik maddeler, stres ve hava kirliliği gibi birçok etkenlerden dolayı oluşan serbest radikalleri yok edici etki göstererek, bunların neden olduğu hücre ölümleri, kanser, kalp rahatsızlıkları gibi birçok hastalığı engellerler. Aynı zamanda gıdaların bozulmasını engelleyerek raf ömrünü arttırmada kullanılırlar (Altıok ve ark., 2006).



Sekonder metabolitlerce zengin tıbbi ve aromatik bitkilerin büyük bir çoğunluğu antioksidan aktiviteye sahip çok sayıda fitokimyasal bileşik içerir. Nane, biberiye, kekik ve adaçayının da dahil olduğu Lamiaceae familyası yüksek derecede antioksidan aktivite gösteren birçok bitkiyi bünyesinde barındırır (Lee ve Shibamoto, 2002; Baydar, 2007). Tıbbi ve Aromatik bitkilerde antioksidan etki; fenolik maddelerin serbest radikalleri tutmaları, metal iyonlarla bileşik oluşturma ve lipoksigenaz enzimini inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (Arslan ve Kırca, 2006).

Gıdalarda bozulmayı önlemek amacıyla kullanılan sentetik antioksidanların kanserojen ve toksik özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle gıdalarda sağlık açısından güvenli olan doğal antioksidanların kullanımı son zamanlarda önem kazanmıştır. Baharat ve bazı yabancı otların yüksek kapasiteli antioksidanlar içermesinden dolayı kullanımları yaygınlaşmaktadır (Altıok ve ark., 2006).

### **1.1.1. Nane (*Mentha* spp.) Hakkında Genel Bilgiler**

Lamiaceae familyasının değerli bir üyesi olan ve nane olarak adlandırılan *Mentha* cinsine ait dünyada yayılış gösteren 18 adet tür, 11 adet türler arası hibrit tür, alt tür ve varyete bulunmaktadır (Tucker ve Naczi, 2007). Ülkemizde ise 7 farklı *Mentha* türü tespit edilmiştir (Baytop, 1999). Doğal melezlenebilen nane bitkilerinin morfolojik olarak birbirinden farklı tipleri bulunmakla beraber kimyasal varyabiliteside oldukça yüksektir (Ceylan, 1983).

Nane, dünyada baharat olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Osmanlı ve Türk tıbbında ise fazla kullanılan bir tür olup, hastalıkların tedavisinde başvurulmuş bir bitki olarak görülmektedir (Keçeci, 2013). Eczacılıkta, antiseptik, anastezik, serinletici, ferahlatıcı, yatıştırıcı, gaz söktürücü, bulantı kesici, ishal önleyici ilaçların yapımında sıklıkla kullanılmaktadır. (Baydar, 2007).

Dünyada ağırlıklı olarak *Mentha piperita* (ingiliz nanesi), *Mentha arvensis* (japon nanesi) ve *Mentha spicata* (bahçe nanesi) bitkilerinin kültürü yapılmaktadır. *Mentha arvensis* uçucu yağ ve mentol içeriği açısından zengin olma özelliği ile bazı ülkelerde mentol amaçlı üretimi yapılırken, uçucu yağından en fazla yararlanan bir tür olması nedeniyle *Mentha piperita'* nın dünyada geniş şekilde tarımı yapılmaktadır. (Baydar, 2007; Arslan ve ark., 2010; Soltanbeigi, 2014). Distilasyon sonucu elde edilen nane uçucu yağı, dünya uçucu yağ ticaretinde ilk sıralarda yer almaktadır (Başer, 1993; Telci ve ark., 2004). Ülkemizde ise hemen hemen bütün bölgelerde küçük çaplarda yetiştiriciliğinin

yapılmasına karşılık Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerimizde ticari olarak üretimi yapılmaktadır (Doymaz, 2006; Kocacıyık ve Demirtürk, 2008).

Yapraklarından faydalanılan nane türlerinin uçucu yağ oranı % 4'e kadar çıkabilmektedir. *Mentha piperita* ve *Mentha arvensis* türü nanelerden elde edilen uçucu yağların önemli bileşenleri mentol ve menton olmakla beraber, *Mentha spicata* uçucu yağı ise genel olarak karvon içermektedir. Nane uçucu yağında mentol oranı önemli bir kalite kriteridir ve mentol fazlalığı nane yağının kalitesini artırmaktadır. Mentol/menton içeren uçucu yağda mentol oranının % 50' nin altında olmaması ve menton oranının ise %10-20 arasında olması istenmektedir (Mahmoud ve Croteau 2003; Baydar 2007).

Tıbbi ve Aromatik bitkilerde üretim ve pazarlama olanaklarının artması için bu ürünlerin tüketici ve konu ile ilgili sanayici taleplerini karşılayacak miktar ve kalitede olması gerekir. Standart ürün temini için ıslah edilmiş çeşitlerin geliştirilmesi yanında, bitkilerin tarımı için uygun koşulların belirlenmesi ve hasat sonu işlemler ile işleme teknolojilerinin belirlenmesi gerekmektedir (Bayram ve ark., 2010).

## **1.2. Bitki Büyüme Düzenleyiciler**

Çok hücreli organizmaların biçim ve işlevlerinin oluşumu hücreler, dokular ve organlar arasında etkin bir iletişim gerektirir. Yüksek bitkilerde büyüme ve metabolizma arasındaki eş güdüm genellikle bir yanından diğer yanına iletilen kimyasal sinyallere dayanır. 19. Yüzyılda Alman botanikçi Julius Von Sachs'a (1832–1897) ait olan bu düşünce daha sonra yapılan çalışmalara yol gösterici olmuştur. Günümüzde bitkilerdeki içsel ilişkilerle ilgili pek çok kavram hayvanlardaki benzer çalışmalardan köken almıştır (Taiz ve Zeiger, 2008).

Bitkideki büyüme ve gelişmeyi düzenleyen temel iç faktörler kimyasal özelliktedir. Bitki büyümesi; bitkiler tarafından oluşturulan veya bitkiye dışarıdan verilen maddelerle sağlanır. Bu maddeler çok düşük miktarlarda bitkideki büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına ya da birlikte olumlu veya olumsuz yönde etkilerler. Bunlar sentez edildikleri dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki kısımlarına da taşınabilen ve bu etkinliği diğer organlarda da gösterebilen organik maddelerdir. Bitkiler büyüme, gelişme ve değişime uğramaları için ihtiyaçları olan bu temel maddeleri kendileri üretirler. Bitki bünyesinde oluşup, büyüme ve gelişmeyi (fizyolojik olayları) düzenleyen bu maddelere hormonlar ya da fitohormonlar adı verilmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Kültür bitkilerinde birim alandan elde edilen verim, bitkinin genotipine, çevre faktörlerine ve agronomik uygulamalara bağlıdır. Agronomik uygulamalardan olan bitki büyüme düzenleyicilerinin (BBD) kullanılması özellikle verim ve kalite üzerine önemli etkilere sahiptir. Son yıllarda bazı büyüme düzenleyicilerinin bitki ürün kalitesinin geliştirilmesi ve verime etkileri konusunda birçok araştırma yapılmış olup bu konuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. BBD'ler günümüzde yaygın olarak kullanılmakla beraber doğru zamanlama ve uygun oranlarda kullanılması gerekmektedir. Yanlış zamanlarda ve aşırı dozlarla yapılan uygulamaların ürünlerde şekil bozukluklarına ve tahribatlara yol açmaktadırlar (Morsünbül ve ark., 2010).

Bitki fizyologları tarafından geleneksel olarak kabul edilen beş BBD (oksinler, gibberelinler, sitokininler, absisik asitler ve etilenler) dışında, son yıllarda brassinosteroidler (BRS) ile bitkilerdeki dallanma üzerine etkili olduğu bildirilen strigolakton da fitohormon sınıfına dahil edilmiştir. Ayrıca, bitki dayanıklılık mekanizması üzerinde etkili olduğu bilinen jasmonik asit, salisilik asit (SA), poliaminler, tuberonik asit ve peptit sistemin gibi bazı maddeler de fitohormon olarak değerlendirilmektedir (Atay ve Koyuncu, 2013; Baktır, 2015). Günümüzde bitkiler üzerinde çok ayrıntılı çalışmalar yapılmaktadır. İlerleyen yıllarda bitki büyüme ve gelişmesine yardım eden başka kimyasal maddelerin varlığının tespit edilmesi kaçınılmazdır.

### **1.2.1. Brassinosteroidler**

Yeni nesil bitkisel hormonlardan olan Brassinosteroidler bitkinin normal büyümesi ve gelişimi için gerekli olan endojen polihidroksisteroidlerin bir sınıfıdır. İlk kez 1979 yılında, araştırmacılar tarafından 227 kg kolza (*Brassica napus* L.) poleninden 4 mg en aktif olan brassin bileşiğini izole etmiş ve bunu brassinolid olarak isimlendirmişlerdir. X-ışını analizi ve spektrofotometrik çalışmalar sonucu, kimyasal yapısı ortaya çıkarılmıştır. Yapısal olarak hayvan ve böcek steroid hormonlarıyla ilişkilidir (Bajguz, 2011; Bhardwaj ve ark., 2012; Surgun ve ark., 2012)

Bitki büyüme ve gelişmesine birçok katkısı olan brassinosteroidlerin yeni bir hormon sınıfı olarak kabul edilmesi 1990'lı yıllarda *Arabidopsis*'te yapılan çalışmalara dayanır. Bu çalışmalarda brassinosteroidlerin diğer bitkisel hormonlarla bitki gelişimini düzenlediği, tohum çimlenmesinde vasküler farklılaşma ve kök-gövde gelişiminde etkili oldukları ortaya konulmuştur. Fasülye ve çeltik bitkilerine uygulanan brassinosteroidlerin düşük konsantrasyonlarda uzamayı teşvik ettiği yüksek konsantrasyonlarda ise gövdede kalınlaşma ve eğilmeye sebep oldukları saptanmıştır (Surgun ve ark., 2012).

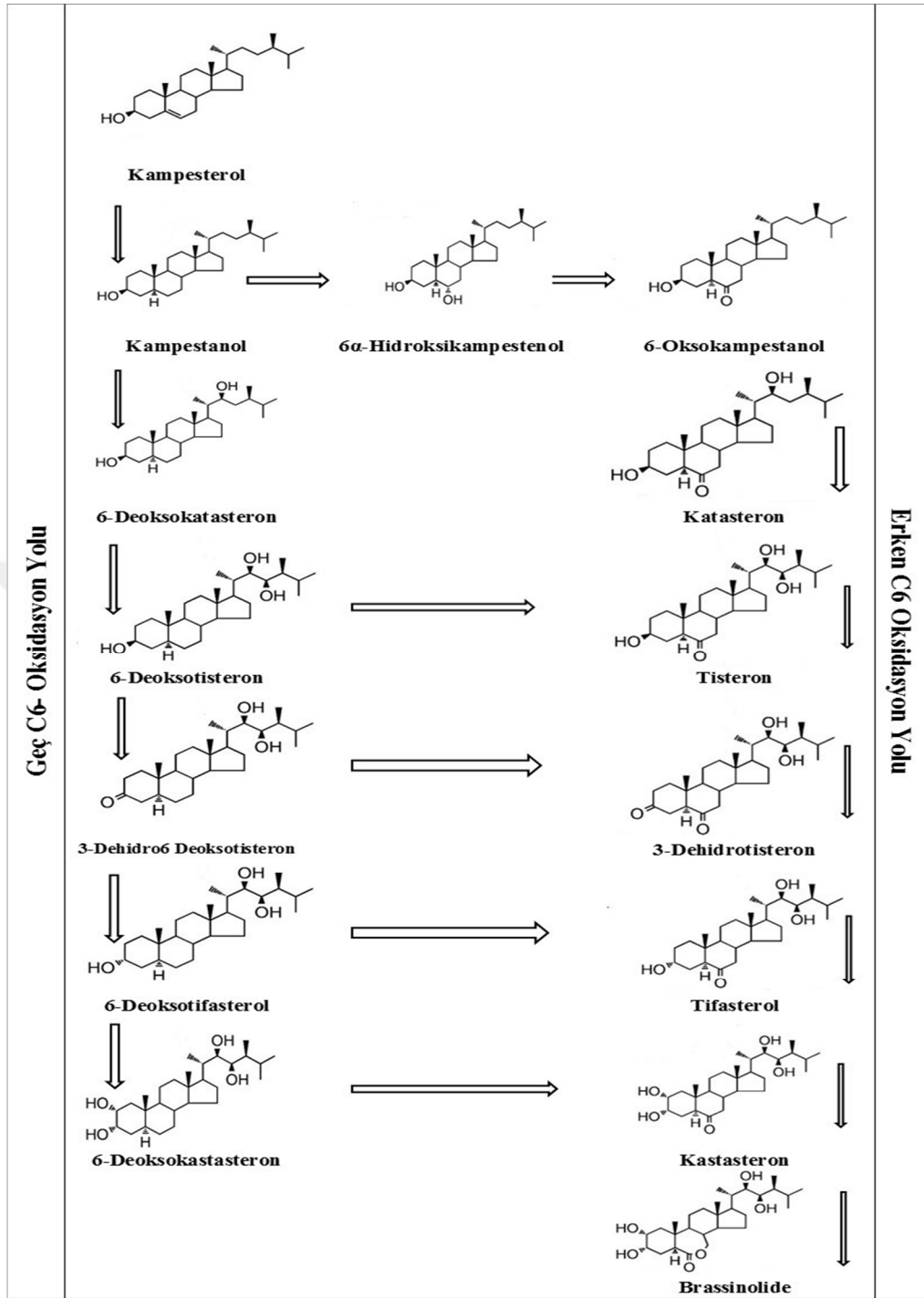
Doğal olarak meydana gelen polihidroksi steroidlerin bir grubu olan brassinosteroidler, ortak bir 5 $\alpha$ -kolestan iskeletine sahiptir (Rao ve ark., 2002). Bu nedenle kolestroiden türevlenen hayvan steroid hormonlarıyla kimyasal yapı olarak benzerlik gösteren BRS'ler yan zincirlerindeki alkil gruplarının şekillerine göre C<sub>27</sub>, C<sub>28</sub> ve C<sub>29</sub> olarak sınıflandırılırlar (Yokota, 1997). BRS'lerin hepsi biyolojik olarak aktif olmamakla beraber Brassinolide (BL), 24-Epibrassinolide (EBL) ve 28-Homobrassinolide (HBR) biyolojik olarak aktif BRS olarak fizyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılır (Rao ve ark., 2002). BRS'ler mevalonik asit sentez yolundan oluşan terpen grubu bileşiklerdir. Farnesyl pirofosfattan türevlenen kampesterol brassinosteroidlerin öncü maddesidir. Brassinolide kampesterolden erken ve geç C-6 oksidasyon yolağı olmak üzere 2 farklı yoldan sentezlenmektedir (Şekil 1.1). BL sentezindeki ilk basamak, kampestanolün sentezlenmesidir. Bu iki yol daha sonra BL'nin öncüsü olan kastasteronda birleşir ve kastasterondan oksidasyon yoluyla BL sentezlenir (Bishop ve Yokota, 2001).

BRS'lerin 1979 yılındaki keşfinden sonra 64 bitki türünden 69 BRS izole edilmiştir. 53 angiosperm (12 monokotil, 41 dikotil), 6 gymnosperm, 1 eğrelti, 1 yosun ve 3 alg türünden izole edilmiş ve tanımlanmıştır (Bajguz, 2011).

Yüksek ve ilkel yapıları bitkilerde yaygın olarak bulunan BRS'lerin bitkide bulunma düzeyleri organ tipine, dokunun yaşına ve bitki türüne göre değişmekte ve bitkilerin gelişme ve büyümesi üzerine diğer bitkisel hormonlar kadar öneme sahiptir (Clouse ve Sasse, 1998; Bajguz, 2011). BRS'lerin hücre ve bitki düzeyinde göstermiş oldukları bazı fizyolojik etkiler Çizelge 1.2' de özetlenmiştir.

Çizelge 1.2. Brassinosteroidlerin bazı fizyolojik etkileri (Khrıpatch ve ark., 2000)

Hücre düzeyinde	Bitki düzeyinde
Uzama ve bölünmenin aktive edilmesi	Büyümenin teşvik edilmesi
Hormonal dengeye etkisi	Döllenme başarısının arttırılması
Enzim aktivitesine ve H <sup>+</sup> pompasının aktivasyonu üzerine etkisi	Vejetatif büyüme periyodunun etkisi
Protein ve nükleik asit sentezinin aktive edilmesi	Meyve büyüklüğü, miktarı ve kalitenin arttırılması
Proteinlerin aminoasit kompozisyonu üzerine etkisi	Meyvenin besleyici bileşenlere etkisi
Yağ asidi bileşimi ve zarların özellikleri üzerine etkisi	Stres koşullarına direncin arttırılması
Fotosentetik kapasitenin teşvik edilmesi	Ürün miktarının arttırılması



Şekil 1.1. Brassinosteroidlerin biyosentez basamakları (Bishop ve Konz, 2002' den sadeleştirilerek)

Yapılan fizyolojik çalışmalarda brassinosteroidlerin hareket yerlerine yakın yerlerde sentez edildiği ve diğer bitki hormonları gibi uzak mesafelere taşınmadığı saptanmıştır. Ancak Indol Asetik Asitin (IAA) taşınması üzerine olan etkisi sebebiyle uzak mesafelere sinyal iletiminde dolaylı yollardan etkili olabileceği düşünülmektedir. Hücre içinde sentezlenen brassinosteroidlerin hücre dış yüzeyinde algılandığı ve kısa mesafelere taşındığı bildirilmektedir (Bishop ve Yokota, 2001; Symons ve ark., 2008).

Brassinosteroidlerin taşınım yollarının aydınlatılması amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. Hıyar, domates ve buğday köklerine radyoaktif ( $^{14}\text{C}$ ) olarak işaretlenmiş EBL uygulaması yapıldığında radyoaktivitenin kökten gövdeye taşındığı saptanmıştır (Schlagnhaufer ve Arteca, 1991; Yokota ve ark., 1992; Nishikawa ve ark., 1994).

Radyoaktif ( $^{14}\text{C}$ ) olarak işaretlenen EBL genç hıyar yapraklarının üst yüzeyine ekzojen olarak uygulandığında, yaprak tarafından hemen alındığı ama yaprak dışında diğer kısımlara yavaş taşındığı saptanmıştır. Uygulanan  $^{14}\text{C}$  - EBL'den sadece % 6,3 'lük kısmının daha genç yapraklara taşındığı tespit edilmiştir. Kökler tarafından alınan EBL'in gövdeye ksilem akışı ile hareket ettiği varsayılmaktadır. Ksilem akışının tek yönlü olmasından dolayı, yapraklara ekzojen uygulanan EBL'nin yapraktan diğer yapraklara sadece floem yoluyla taşındığı belirtilmektedir (Nishikawa ve ark., 1994).

Brassinosteroidler bitkilerde gövde ve kök uzaması, tohum gelişimi, vasküler farklılaşma ve apikal dormansi gibi fizyolojik süreçlerde rol oynarlar. Bu süreçlerin aynı zamanda oksin tarafından da kontrol edilmesi bu iki hormon arasında bir etkileşim olduğunu düşündürmektedir (Halliday, 2004). Brassinosteroidler tek başına veya diğer bitki hormonlarıyla olan etkileşimleri sebebiyle bitki büyümesini ve gelişmesini etkilerler. Bitki gelişiminin doğru aşamasında ve uygun dozda kullanılması durumunda immuno-modülatör gibi hareket ederek bitkiyi strese karşı koruduğu bildirilen brassinosteroidler doğal, toksik olmayan, tehlikesiz ve çevre dostu bitki ürünleri olarak tarımsal uygulamalarda ilişkilendirilmiştir (Gomes, 2011; Bhardwaj ve ark., 2012). Brassinosteroidlerin 21. yy 'da ürün verimini artıracak, biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç sağlama ve ekolojik açıdan güvenli olmasından dolayı tarımsal alanda popüler ve yararlı olmasının beklendiğini bildirmişlerdir (Ankudo, 2004).

Hormonların kimyasal yapılarının ve bitki üzerine olan fizyolojik etkilerinin bilinmesiyle bitkilerin büyüme ve gelişmesindeki esaslar değiştirilebilir, yavaşlatılabilir veya hızlandırılabilir. Bu nedenle bitkisel hormonlar çeşitli amaçlarla tarımda kullanılmaktadır (Öktüren ve Sönmez, 2005). Ülkemizde nane ile yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu agronomik çalışmalar olup tarımsal ve kalite özellikleri üzerinedir. Nane bitkisinin fizyolojisi üzerine özellikle uçucu yağı artırmaya yönelik hormon ve BBD kullanıldığı çalışmalar sınırlıdır. Tarım alanlarının giderek azaldığı ülkemizde bitkilerimizden mümkün olduğunca daha etkin şekilde yararlanmak ve maksimum düzeyde verim alabilmek için agronomik, morfolojik ve fizyolojik çalışmaların devam etmesi gerekmektedir.

Nane gibi bazı tıbbi aromatik bitkiler ülkemizde yetiştirilebilmesine rağmen ülkemizin nane yağı ihtiyacı ithalat yoluyla karşılanmaktadır (Özgüven ve Kırıcı, 1999). 2016 yılı verilerine göre Türkiye 277 ton nane bitkisel materyal ihraç ederken buna karşılık 27 ton ithal etmiştir. İhracattaki bu fazlalık; başta gıda, eczacılık, kozmetik ve tıbbi amaçlarla kullanılan nane uçucu yağı değerlerine yansımamıştır. Aynı yıl 4.236 kg nane yağı ihracatından 159.483 dolar döviz girdisi sağlanırken, 91.417 kg nane yağı ithalatından dolayı 3.028.300 dolar döviz kaybı yaşanmış ve ülkemiz nane yağı için net ithalatçı konumunu sürdürmüştür (TÜİK, 2017).

Nane ile ilgili ithalat ve ihracat rakamları göz önüne alındığında nane tarımı ve özellikle uçucu yağ ticareti açısından bir sorun olduğu ortaya çıkmaktadır. Çalışmada bu sorunun çözümüne katkı sağlayabilecek veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada yeni nesil bitkisel hormonlardan olan brassinosteroidlerin farklı dozlarının bazı nane (*Mentha arvensis* ve *Mentha piperita*) türleri üzerine morfolojik, fizyolojik ve verim yönünden etkileri araştırılmış ve istenilen özellikler açısından verimli bitkiler elde edilmeye çalışılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Farooqi ve Sharma (1988) tarafından yapılan bir çalışmada farklı bitki büyüme geciktiricileri Japon nanesine (*Mentha arvensis*) uygulanmış ve etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar Chlormequat Chloride ( $C_5H_{13}Cl_2N$ ) uygulamasının büyüme bir dereceye kadar inhibe ettiğini buna karşın uçucu yağ içeriğini artırdığını bildirirken; diğer bir uygulama olan Etheptonun ( $C_2H_6ClO_3P$ ) % 0,06 konsantrasyonu bitkilerde büyüme önemli ölçüde düşürdüğünü ancak yağ içeriğine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada menton içeriği üzerine etheptonun % 0,06 konsantrasyon uygulaması etkili bulunurken diğer büyüme inhibe ediciler önemsiz bulunmuş, uçucu yağ oranları ise % 0,67–0,77 arasında değişen değerler elde edilmiştir.

Kukreja ve ark. (1991) japon nanesinde (*Mentha arvensis* var *piperascens* Holmes) yapmış oldukları çalışmalar sonucu bitki boylarının 32-92 cm; uçucu yağ içeriğinin % 0,32-1,10; bitki başına uçucu yağ verimlerinin ise 0,66-5,22 ml arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada uçucu yağın bileşen analiz sonuçlarına göre ise mentol oranı % 65,2- 94,77; menton oranı %1,40-20,89; izomenton % 0,96-5,14 ve metil asetat oranı ise % 0,75-8,52 arasında değerler aldıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bitki boyu ile herba verimi ve yağ verimi arasında pozitif korelasyonun bulunduğunu ve herba verimi ile uçucu yağ içeriği arasında ise negatif bir korelasyon saptadıklarını bildirmişlerdir.

Reddy ve Reddy (1992)' ye göre bitki yaprak alanı, bitki üzerindeki yaprak sayısına, ortalama tek yaprak alanına ve yaprakların fotosentez yönünden fonksiyonel kalma sürelerine bağlıdır. Bu üç özelliğin, yaprak alanı üzerine olan etkileri, çeşidin genetik yapısına ve çevre koşullarına göre değişebilmektedir.

Maffei ve ark. (1999) tarafından Ultraviyole-A ışını uygulamasının yapıldığı çalışmada nanenin (*Mentha piperita*) toplam fenol miktarı, yaprak alanı ve terpenoid sentezini artırdığını ancak bununla beraber mentofuran oranında artış gösterdiğini ve bunun istenmeyen bir durum olduğu için nane yağının ekonomik değerini düşürdüğü bildirilmiştir.

Özgüven ve Kırıcı (1999) tarafından Adana ve Pozantı koşullarında yetiştirilen nane tür ve çeşitlerinin (*Mentha arvensis*, *Mentha aquatica*, *Mentha spicata*, *Mentha piperita*) uçucu yağ verimi ile uçucu yağ bileşenleri araştırılmıştır. Çalışmada uçucu yağ oranlarının % 1,57 - 6,29 arasında değiştiğini ve *Mentha piperita* çeşitlerinin % 6,23 – 40,47; *Mentha arvensis* ise % 66,20-72,29 oranlarında mentol taşıdıklarını bildirmişlerdir.



Karakaya ve ark. (1999) çalışmalarında içlerinde ıhlamur ve nane bitkilerinin de bulunduğu Türkiye’de yaygın olarak tüketilen bitkilerdeki toplam fenol ve toplam antioksidan aktivitesini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar örneklerindeki toplam fenolün 68-4162 mg/l aralığında değişiklik gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Hayat ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada 30 günlük hardal (*Brassica juncea* L.) fidelerine ekzojen olarak 4 farklı dozda ( $10^{-0}$ ,  $10^{-10}$ ,  $10^{-8}$  ve  $10^{-6}$  M) HBR uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda alınan verilerde kontrol bitkilerine göre azami büyüme, yaş ve kuru ağırlık, fotosentez hızı ve karbonik anhidaz enzim aktivitesi bakımından  $10^{-8}$  M HBR uygulamasının ön plana çıktığı bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-6}$  M EBL uygulamasının ise verim üzerinde etki yapmadığı belirtilmiştir.

Arteca ve Arteca (2001) tarafından yapılan çalışmada *Arabidopsis thaliana* bitkilerine farklı dozlarda EBL, BL, GA<sub>3</sub>, IAA, NAA ve 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) uygulamaları yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre BL ve EBL nin 0,1 µM dozlarının bitki büyüme ve gelişimi üzerine daha etkin oldukları belirlenmiştir. 0,1 µM BL ile indüklenen aşırı büyüme, 1000 kat daha yüksek dozlarda GA<sub>3</sub>, IAA, NAA veya 2,4-D (100 uM) ile işleme tabi tutulan bitkilerde gözlenmediğini bildiren araştırmacılar *Arabidopsis thaliana* bitkilerinin BRS 'ye bağlı abartılı büyümesinin, gibberellinler, oksinler ve etilenden bağımsız olduğunu belirtmişlerdir.

Telci (2001) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’nin değişik yerlerinden toplanan 35 farklı nane klonunun, morfolojik ve verim özellikleri Tokat koşullarında belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda en yüksek bitki boyları 13 (98,7 cm), 23 (87,1 cm) ve 27 (87,7 ) nolu klonlardan alınmıştır. Uçucu yağ oranlarının ise *Mentha spicata* (% 0,80-3,76); *Mentha longifolia* (%1,03-3,76); *Mentha villosa-nervata* (% 0,97-2,80); *Mentha dumetorum* (%1,47-2,83) ve *Mentha aquatica* (%1,23-2,10)’ da arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Müssig ve ark. (2003) BRS uygulamalarının *Arabidopsis* üzerine etkilerini araştırmış, bitkilerdeki kök büyümesinin uygulanan BRS dozuna bağlı olarak değiştiğini, düşük dozların yabancı bitkilerde kök gelişimini artırırken yüksek dozların kök büyümesini inhibe ettiğini bildirmiştir. Araştırmacılar BRS’lerin eşik seviyesinin doza ve uygulama yapılan bitkiye göre değişebileceğini belirtmiştir.

Baydar ve Erdal (2004), İzmir kekiğinin (*Origanum onites*) yaprak kalitesi üzerine BBD'lerin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; BBD'lerin kekiğin yağ içeriği, yağda karvakrol ve timol içeriği üzerine etkisinin önemli bulunduğunu, uçucu yağ oranı % 3,1 ile en yüksek benzilaminopürin (BAP) uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar özel hedefler doğrultusunda BBD'lerden tarımsal amaçlı olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Yu ve ark. (2004), sera koşullarında yetiştirilen hıyar bitkisinde sprej şeklinde 0,1 mg/L konsantrasyonunda uygulanan EBL' nin, gaz değişimi, klorofil içeriği, Rubisko aktivitesi ve karbonhidrat metabolizması üzerine etkilerini incelemişlerdir. EBL uygulamasının 3. saatinden 7. gününe kadar net CO<sub>2</sub> asimilasyon oranının önemli ölçüde arttığı ve bunun nedeni olarak EBL uygulamasının Rubisko aktivitesini teşvik etmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Capecka ve ark. (2005), melisa, nane ve kekik bitkilerinde yaş ve kuru olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşikleri belirlemişlerdir. Serbest radikal giderme aktivitesinde melisa, nane ve kekik bitkilerinin yüksek aktivite (> % 90) ve toplam fenolik madde içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Altıok ve ark. (2006), sumak ve nanenin içerdikleri yüksek fenolik bileşik miktarları ve yüksek antioksidan kapasitelerinden dolayı fonksiyonel gıda üretimi için potansiyel bir kaynak olduklarını ve baharat olarak kullanılan bitkilerin gıdalarla birlikte tüketimi halinde, kanser, kalp rahatsızlıkları gibi pek çok hastalığın önlenmesinde önemli rol oynayabileceğini bildirmiştir.

Marcum ve Hanson (2006), farklı sulama ve hasat zamanlarının nane uçucu yağ verimi ve içeriğine etkisini araştırmışlardır. *Mentha piperita* L. black mitcham çeşidinin farklı hasat zamanlarına göre uçucu yağ oranının % 0,33-1,53; mentol içeriğinin % 41,64 - 44.23 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Swamy ve Rao (2006) tarafından ıtır (*Pelargonium graveolens*) çeliklerinin köklenmesi, kök gelişimi, sürgün gelişimi, yaprak sayısı ve yaprak alanı üzerine EBL ve HBR uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan bütün dozlar kontrol grubuna göre incelenen parametreleri artırdığı bildirilmiştir.

Symons ve ark. (2006); Janeczko ve ark. (2010), Gomes, (2011); İşci ve Gökbayrak (2014) brassinosteroid hormonlarının tipi, uygulanan bitki materyali, organı ve gelişim aşaması, kullanılan dozu, uygulama zamanı ve şeklinin ayrıca kolay parçalanması

ve taşınımının sınırlı olmasının sonuçları etkileyebileceği ve bu nedenle tekrarlı uygulamaların daha etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Sweetie ve ark., (2007) Hindistan mutfağında yaygın bir şekilde kullanılan nane yaprağında toplam fenol ve flavonoid miktarını ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Nane ekstraktlarının iyi derecede toplam fenol ve flavonoid içerdiğini tespit etmişlerdir

Sağlam-Çağ (2007) buğday yapraklarında senesens üzerine brassinosteroidlerin etkisini belirlemek amacıyla 3 farklı dozda EBL (0,001–0,1–10 µM) buğday yapraklarına uygulamıştır. Çalışma sonuçlarına göre klorofil ve protein içeriğinin 10 µM EBL uygulaması ile azaldığını bildiren araştırmacılar EBL' nin yüksek konsantrasyonlarının senesensi teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Ellialtıoğlu ve ark. (2007) tarafından nane tarımının yaygınlaştırılması amacıyla Şanlıurfa koşullarında nane (*Mentha piperita*) bitkisi yetiştirilmiştir. Çalışmada çiçeklenme öncesinde ve tam çiçeklenme döneminde alınan örneklerde uçucu yağları elde etmişler ve uçucu yağ bileşenlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar tespit ettikleri mentol içeriğinin Avrupa Birliği standartları aralığında olduğunu, ancak alt sınır olan % 30'lara yakın seyrettiğini ve ticari açıdan önem taşıyabileceğini bildirmişlerdir.

Swamy ve Rao (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, ıtır (*Pelargonium graveolens*) bitkisine 3 farklı dozda (0,5–1–3 µM) HBR uygulaması yapılmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre artan HBR dozuna paralel olarak bitki boyu, yaş-kuru sürgün ve kök ağırlıkları, bitki başı yaprak sayısı, toplam yaprak alanı, klorofil miktarları ve uçucu yağ oranında artışlar sağladıklarını bildirmişlerdir.

Salmasi ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada farklı dikim sıklığı ve mikroelement uygulamalarının nane (*Mentha piperita*) nin verim ve bazı parametrelerine etkisi belirlenmiştir. Araştırmacılar toplam yaprak alan değerlerinin 1368-2012 cm<sup>2</sup> ve uçucu yağ oranlarının ise % 1,60-2,73 arasında değiştiğini, mikroelementlerin yapraktan uygulanmasının, bitkilerin taze ve kuru madde miktarları ve yaprak alanlarını arttırdığını bildirmişlerdir.

Karaman ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada farklı konsantrasyonlarda (0.25, 0,5, 1, 10 mM) spermin, spermidin ve putresin fesleğen (*Ocimum basilicum*) tohumlarına uygulanmış ve çalışma sonunda elde edilen uçucu yağların bileşenleri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar uçucu yağda ana bileşen olarak linalool ve 1,8-cineole

bulduğunu bildirmiş olup sperminin bütün dozlarının linalol içeriğini artırdığını ve spermidin uygulamasından ise yüksek 1,8-sineol içeriği belirlediklerini bildirmişlerdir.

Nickavar ve ark., (2008) tarafından yapılan 5 farklı nane türünün değişik metotlarla antioksidan özelliklerini değerlendirdikleri çalışmada, *Mentha* cinsinin serbest radikal temizleme özelliğinin yanı sıra, serbest radikallerle reaksiyona girebilecek, biyolojik ve gıda sistemlerine ROS saldırısını sınırlayabilecek birincil antioksidanlar olduğunu bildirmişlerdir

Swamy ve Rao (2009), parfüm bitkilerinden olan itıra (*Pelargonium graveolens*) EBL uygulaması ile bitkinin çeşitli büyüme parametrelerini ve sekonder metabolit üretimini incelemişlerdir. Bu amaçla bitkiye 3 farklı konsantrasyonda (0,5-1-3 µM) EBL uygulamışlardır. Araştırma sonucunda EBL'nin en düşük konsantrasyonunda dahi bitki gelişiminin olduğunu bildirmişlerdir.

Talaat ve Abdallah (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada Sakha 1 ve Giza 40 isimli iki bakla (*Vicia faba* L.) çeşidine farklı EBL (0,01-0,05-0,1 ppm) ve HBR (0,25 - 0,50-1 ppm) dozları uygulanarak verim, büyüme ve kimyasal tepkimeleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre 0,1 ppm EBL uygulaması her iki çeşitte de büyüme karakterleri ve verimini kontrol grubuna göre artırdığı bildirilmiştir.

Trendafilova ve ark. (2010) tarafından organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin toplam fenolik içeriklerinin belirlenmeye çalışıldığı bir çalışmada araştırmacılar oğul otu (*Melissia officinalis*) ve nanenin (*Mentha piperita*) çalışmada kullanılan adaçayı (*Salvia officinalis* L.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.) rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ye göre toplam fenolik içeriklerinin daha fazla olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada toplam fenolik madde yönünden organik olarak yetiştirilen bitkiler daha yüksek bulunmuş ve oğulotu ve nanenin toplam fenolik madde miktarlarının ise 800-1200 (mg GAE/L) arasında değiştiği belirtilmiştir.

Rowshan ve ark. (2010) ülkemizde çöl şalbası olarak bilinen *Salvia macrosiphon* bitkisine SA'nın 0, 200 ve 400 ppm dozlarını uyguladıkları çalışmada uçucu yağda yaklaşık 17 bileşen tanımladıklarını, uçucu yağ oranı ve linalool oranı üzerine 400 ppm SA uygulamasını başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Kızıl ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, *Mentha piperita* ve *Mentha spicata* türlerine ait uçucu yağların bileşen analiz sonuçlarına göre sırasıyla 22 ve 34 adet kimyasal bileşen tespit edilmiştir. *Mentha piperita* uçucu yağının ana bileşenlerinin

menthol (% 35,64), neomenthol ( % 6,73) ve cineole (% 3,62) olduğunu, *Mentha spicata* uçucu yağ bileşenlerinin ise karvon (% 50,33) ve D-Limonene (% 16,47) olduğunu tespit etmişlerdir.

Prins ve ark. (2010) mevalonat ve metileritürol fosfattan biyosentezlenen uçucu yağ üretiminin sadece genetik faktörlere ve bitkilerin gelişim durumlarına bağlı olmadığı aynı zamanda çevresel faktörlerin bitkide biyokimyasal ve fizyolojik etkileri sonucu uçucu yağların miktar ve kalitesini değiştirebileceğini belirtmiştir.

Arslan ve ark. (2010) tarafından Ankara ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada üç farklı biçim zamanının (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başlangıcı ve % 40–60 çiçeklenme) Japon nanesi (*Mentha arvensis* L.) uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Uçucu yağ oranı % 0.80-1.77 arasında değişirken, kuru herba/yaş herba oranı % 22.67-38.67 arasında değişmiştir. Uçucu yağın en önemli bileşeni olan L-mentol biçim zamanlarına göre % 44,27-47,90 arasında değişmiştir. Çalışmada uçucu yağ, uçucu yağ bileşeni ve kuru herba/yaş herba oranının bitkinin farklı gelişim dönemlerinde hasat edilmesinden etkilendiği görülmekle beraber en yüksek uçucu yağ oranı, % 40–60 çiçeklenme döneminde yapılan hasattan alındığı bildirilmiştir.

Atanassova ve ark. (2011) tarafından bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin biyolojik aktiviteleri belirlenmeye çalışılmış ve metanol kullanılarak yapılan ekstraktların içerdiği toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır. Buna göre araştırmacılar *Mentha piperita* için 45,25 mg GAE/ 100 gr toplam fenolik madde içeriği bulunduğunu belirlemişlerdir.

Naeem ve ark. (2011) japon nanesinin (*Mentha arvensis*) verim ve kalite özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla Triakontanol (TRIA) uygulamasını yaptıkları çalışmada  $10^{-6}$  M TRIA uygulamasının verim değerlerini önemli ölçüde etkilediğini, ayrıca toplam klorofil, net fotosentez hızı, toplam fenol gibi fizyolojik özelliklerinin yapılan uygulamalar ile arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar TRIA uygulamasının nane türlerinde içsel genetik potansiyeli artırarak bitkilerin uçucu yağ üretimini yükseltebileceğini belirtmişlerdir.

Eskandari (2011) tarafından yapılan çalışmada, 3 farklı kuraklık stresi uygulanan *Satureja hortensis* bitkilerine ekzojen HBR uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Araştırmacı kuraklık stresi altında bitki gelişiminin azaldığını ancak HBR uygulamalarının stresin oluşturduğu etkileri azaltabileceğini, kullanılan dozlar arasında  $10^{-8}$  M HBR uygulaması

bitki biyokütlesinde artışa neden olurken kuru kök ağırlığı, dal sayısı ve bitki boyu üzerine de değişiklikler yaptığını bildirmiştir.

Swamy ve Rao (2011) tarafından yürütülen çalışmada kolyos (*Coleus forskohlii*) bitkisine HBR ve EBL uygulanmış ve büyüme parametreleri incelenmiştir. Bu amaçla bitkilerin dikiminden sonraki 20, 50 ve 80. günlerinde 0.5 -1- 3  $\mu$ M EBL ve HBR ekzojen olarak yapraktan uygulanmıştır. Çalışma sonunda alınan verilerde 3  $\mu$ M HBR uygulaması bitki boyu, kuru kök ağırlığı, klorofil miktarı, yaprak sayısı, yaprak alanı, sürgünlerin ve yaprakların kuru ağırlığı açısından diğer uygulamalara oranla daha etkili bulunmuştur. Aynı çalışmada 3  $\mu$ M EBL ve HBR uygulamalarının forskolin miktarını artırdığı bildirilmiştir.

Kavina ve ark. (2011) tarafından yapılan farklı BBD ve fungusit uygulamalarının *Mentha piperita* bitkilerindeki büyüme üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Difenozole ve ABA uygulamalarının sürgün boyunu azalttığı, toplam klorofil, aminoasit içeriği, kök büyümesi ve bitki yaş-kuru ağırlığını artırdığı  $GA_3$  uygulamalarının ise sürgün boyunu artırdığı bildirilmiştir.

Abbas ve El-Saeid (2012) tarafından sırasıyla limon çimi ve bazı nane türlerinin uçucu yağ oranına ve herba verimine etkisini belirleyebilmek için  $GA_3$  ve Indol butrik asit (IBA) uygulamaları yapılmış; herba verimi ile uçucu yağ oranı üzerinde bu uygulamaların olumlu bir etkisinin bulunmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Stanisavljevic ve ark. (2012) farklı metotlar ile kuruttukları *Mentha longifolia* bitkisinin etanol ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriklerini inceledikleri çalışmada 3,68 - 113,8 mg GAE/gr arasında değişen değerler bildirmiş, kuru herbaların yağ herbalardan daha fazla fenolik madde içerdiklerini ve doğal kurutmaya aldıkları bitkilerin toplam fenolik madde miktarının diğer uygulamalara göre yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Kumar ve ark. (2012) yaz ve kış sezonlarında yetiştirdikleri *Mentha piperita* bitkilerine  $GA_3$  uyguladıkları çalışmalarında kış ve yaz sezonu için en uzun bitki boyunu sırasıyla ( 78,51 – 81,25 cm) 100 ppm  $GA_3$  uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada en yüksek mentol verimi % 1,94 değeri ile yaz sezonunda yetiştirilen bitkilere uygulanan 75 ppm  $GA_3$  uygulamasından elde edilmiştir.

Naeem ve ark. (2012) tarafından 28-homobrassinolide (HBR) uygulamasının *Mentha arvensis*' in verim özellikleri, aktif bileşenleri ve uçucu yağ üretimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında,  $10^{-7}$  M konsantrasyonundaki uygulamanın diğer

uygulamalara göre çok daha başarılı olduğunu ve bütün uygulamaların kontrol grubuna göre önemli ölçüde bitkinin verim özellikleri ve uçucu yağ miktarı üzerine katkı yaptığını belirtmişlerdir.

Koca (2013) 0,5 mM metil jasmonat, farklı konsantrasyonlarda spermin (0,1 mM; 1,0 mM), brassinosteroid (0,5 mM; 2,0 mM) ve fenilalanin (0,05 mM; 0,5 mM) öncülü ile birlikte fesleğen tohumlarına uygulanmıştır. Bitkiler çiçeklenme öncesi hasat edilerek çeşitli morfolojik ve verim ile ilgili özellikleri incelenmiş, uçucu yağ oranı ve bileşenleri, toplam fenolik, toplam flavonoid miktarı, DPPH üzerinden serbest radikal süpürücü etkisi belirlenmiştir. Uygulamaların morfolojik verim özelliklerine önemli bir etkisi olmamakla birlikte, uçucu yağ oranı, toplam fenolik, toplam flavonoid miktarları ve DPPH radikal süpürme etkisi bakımından EBL+MeJA ve Spm+MeJA uygulamaları başarılı bulunmuştur.

Orphanides ve ark. (2013) tarafından farklı kurutma metotlarının uygulandığı bahçe nanesinde (*Mentha spicata*) en yüksek toplam fenol miktarı (34,6 mg GAE/gr) dondurularak kurutulmuş materyalde yapılan analizlerde belirlenmiştir.

Eskandari ve Eskandari (2013) tarafından zahter (*Satureja khuzestanica*) bitkisine HBR uygulaması yapılmış, bitki büyüme parametreleri ile bazı kalite değerleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre incelenen özellikler uygulamalardan etkilenmiştir. Araştırmacılar en yüksek bitki boyu, bitki yaş-kuru ağırlık, toplam yaprak alanı, bitki başı yaprak sayısı, korofil miktarları ve uçucu yağ oranlarının çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-6}$  M HBR uygulamasından elde edildiğini bildirirken aynı zamanda brassinosteroidleri tarım için umut vaadeden bileşikler olarak düşündüklerini belirtmişlerdir.

Gharib ve Teixeira da Silva (2013) tarafından yapılan çalışmada iki farklı nane türünün toplam fenolik madde ve bitki başına uçucu yağ verimleri değerlendirilmiş; uçucu yağların toplam fenolik madde miktarları *Mentha piperita* da 0,163 mg GAE/100  $\mu$ L; *Mentha spicata*'da ise 0,071 mg GAE/100  $\mu$ L saptandığı, bitki başına uçucu yağ verimlerinin ise 0,12-0,15 ml arasında değiştiği bildirilmiştir.

Costa ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada organik gübre uygulamalarının (sığır ve kanatlı hayvan gübresi) nane (*Mentha piperita*) üzerine etkileri araştırılmıştır. Ortalama yaprak alanı, kanatlı hayvan gübresi uygulamasından 3,507 cm<sup>2</sup>, sığır gübresi uygulamasından ise 2,534 cm<sup>2</sup> elde edilmiştir. Çalışmada yapılan uygulamaların nanenin uçucu yağ oranı ve verimi üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Araştırmacılar ortalama

olarak uçucu yağ oranını % 1,10; uçucu yağ verimini ise bitki başına 0,0109 ml olarak bildirmiştir.

Ahmed ve ark. (2013) tarafından domates (*Solanum lycopersicum* L.) 'da fenantren (PHE) stresinin iyileştirilmesinde EBL (0,1 µM) nin rolü araştırılmıştır. Sadece EBL uygulanan bitkilerin kontrol grubu ile karşılaştırılmasında klorofil a, b ve karotenoid değerlerinde bir farklılık bulunmamıştır. Ancak EBL uygulamalarının fenol içerikleri, flavanoidler, sürgün ve kök uzunluklarında, sürgün ve kök ağırlıklarında ve antioksidan aktivite (%) yönünden başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca EBL'nin domatesteki sekonder metabolizmayı düzenlediğini ve bunun da PHE' ye toleransı artırabileceğini belirtmişlerdir.

Santoro ve ark. (2013), BBD'lerin in vitro ortamda yetiştirilen nane (*Mentha piperita*) bitkilerinin büyüme ve sekonder metabolit üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarında, ortama konulan BAP ilavesinin bitkilerde kök uzunluğu, kök ağırlığı ve yaprak sayılarını artırdığı, IBA ve IBA+BAP uygulamalarının ise taze sürgün ağırlık üzerine %50 oranında artış sağladıklarını belirtmişlerdir. Bitki uçucu yağ veriminin sadece sitokinin ilavesiyle yaklaşık olarak % 40 oranında arttığı belirlenmiştir.

Perez ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada, nane (*Mentha piperita*) yapraklarına SA (0,5-1-2 mM) ve Hidrojen peroksit (0,05-0,1-0,5 mM) uygulanarak bitki büyüme parametreleri ve antioksidan kapasitesi incelenmiştir. 2 mM SA uygulaması bitki büyüme parametrelerini ve metabolit profilini (karbonhidratlar ve amino asitler) iyileştirirken, 0.5 ve 1 mM SA uygulamaları fenolik bileşik konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmiştir. Araştırmacılar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamaları ile ilgili olarak, bitki büyüme parametrelerinde, metabolit profilinde veya antioksidan kapasitede herhangi bir fark bulunmadığını bildirirken, biyoaktif bileşenlerin ve antioksidan kapasitesinin iyileştirilmesi için nane bitkilerine SA uygulamasını önermektedirler.

Amirnia ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada farklı gübre kaynakları ve hasat zamanlarının nane (*Mentha piperita*) nin bazı bitkisel özelliklerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada 5 farklı gübre çeşidi (kimyasal gübre, ahır gübre, biyolojik gübre, ahır gübre ve biyolojik gübre karışımı ve kontrol) uygulanan bitkiler 3 farklı zamanda (çiçeklenme öncesi çiçeklenme zamanı ve çiçeklenmeden sonra) hasat edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre en yüksek bitki ağırlığı (44,6 gr) ve taze yaprak ağırlığı (27,8 gr) biyolojik gübre ile ahır gübresini karışımı ve çiçeklenme öncesi



hasat edilen bitkilerden, en yüksek kuru yaprak ağırlığı (9,17 gr) ahır gübresi ve çiçeklenme sonrası hasattan elde edilirken, en yüksek kuru kök ağırlığı (21,89 gr) biyolojik gübre ile ahır gübresi karışımından elde edildiği bildirilmiştir.

İşci ve Gökbayrak (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada sofralık bir üzüm çeşidi olan 'Trakya ilkeren' in verim ve kalite özellikleri üzerine bir brassiosteroid analogu ( 22S, 23S- homobrassinolid) uygulanmıştır. Uygulanan dozların sadece tane sapı kopma kuvveti üzerine etkili olduğu tespit edilmiş olup 'Trakya İlkeren' çeşidinin diğer verim ve kalite özellikleri üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir.

Akram ve ark. (2014) tarafından Yasemin çiçeğine (*Jasminum sambac*) 1, 2, 3 ve 4 µM konsantrasyonlarında ekzojen olarak EBL uygulamaları yapılmış ve çalışma sonuçlarına göre en yüksek bitki boyu, yaş-kuru herba verimleri 3 µM EBL uygulamalarından elde edilirken, en yüksek yaprak alanı ve uçucu yağ oranı ise 2 µM EBL uygulamalarından elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar EBL uygulamalarının modern tarımda kaliteli ürün üretimi için kullanılabileceğini belirtmiştir.

Naeem ve ark. (2014) tarafından Japon nanesinin (*Mentha arvensis*) bazı verim değerleri, uçucu yağ ve aktif bileşenlerin artırılmasına yönelik yapılan çalışmada sodyum algenat, TRIA ve HBR uygulanmıştır. Bitkilerde boy (cm), yaprak verimi (gr/bitki), taze ve kuru ağırlık (gr/bitki), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki), uçucu yağ oranı (%), uçucu yağ verimi (ml/bitki) değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre araştırmacılar sodyum algenat + TRIA+HBR kombinasyon uygulamasının bu parametrelerde en yüksek sonucu verdiğini ve kullandıkları kombinasyonun diğer tıbbi ve aromatik bitkilerde de güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Novakova ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada orman bitkisi olan çam ağacı fidelerine EBL uygulamalarının bitki boyu, biyokütle hacmi ve mortalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre çamların yükseklik artışı ve radyal büyümesi kontrol grubuna göre anlamlı derecede düştüğü, uygulama yapılan bitkilerin ölüm oranlarının ise kontrol grubuna göre yüksek olduğu bildirilmiştir. Biyokütle hacmi ile ilgili olarak, EBL muamelesi ile kontrol arasında fark bulunmamıştır. Araştırmacılar brassinosteroid uygulamalarının her zaman pozitif etkisi olmadığını ve en uygun dozu bulmak için çalışmaların yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Çalışkan (2014), Adana koşullarında Japon nanesinin (*Mentha arvensis*) ontogenetik varyabilitesini belirlemek için yürüttüğü 2 yıllık bir çalışmada bitki boyu

değerlerini 38,36-80,67 cm arasında bulmuşlardır. Aynı çalışmada uçucu yağ oranları %5,63-8,55 arasında belirlenmiş olup; araştırmacı çalışmasının 2. yılında çiçeklenme döneminde incelediği bitkilerin en yüksek uçucu yağ oranına sahip olduğunu belirtmiştir.

Kaçar ve ark. (2014) tarafından Bursa koşullarında toplam 15 adet farklı nane (*Mentha* spp.) klonlarının kalite özellikleri belirlenmiştir. Klonların mentol ve menton bakımından zengin, pulegon ve piperiton bakımından zengin ve karvon bakımından zengin olmak üzere kimyasal kompozisyon bakımından üç ana gruba ayrıldığı bildirilmiştir.

Shabrangi ve Beigijazi (2014) yaptıkları çalışmada farklı SA (50 ve 100 µM) dozlarını nane (*Mentha piperita*) bitkilerine uygulamışlardır. Çalışma sonunda en yüksek toplam fenolik madde miktarı 382,7 mg GAE/gr ve uçucu yağ oranı (% 1,2) 100 µM SA uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Araştırmacılar incelenen özellikler açısından yapılan uygulamaların önemli olduğunu bildirmiştir.

Saharkhiz ve Goudarzi (2014), İran'da yaptıkları bir tarla çalışmasında farklı salisik asit dozlarını (0, 75, 150, 300, 450 mg l<sup>-1</sup>) nane (*Mentha piperita*) bitkisine uygulamışlardır. 3 farklı zamanda yapılan uygulama sonuçlarına göre araştırmacılar uçucu yağ oranlarının yapılan uygulamalardan anlamlı etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışmada kontrol grubu başta olmak üzere sırasıyla % 2,32 - % 2,33 - % 2,55 - % 2,44 ve % 2,21 oranlarında uçucu yağ elde edilmiştir.

Çoban (2014) nane bitkilerini (*Mentha piperita*) farklı tuz seviyeleri altında yetiştirilmiş ve EBL 'nin farklı konsantrasyonları ekzojen olarak uygulamıştır. Büyüme, biyokimyasal özellikler ile sekonder metabolit birikimi üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada tuz içermeyen ortamlarda EBL uygulamalarının bitki büyüme ve gelişmesine katkıda bulunduğu ve 0,5 ppm EBL uygulamasının uçucu yağ miktarını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir.

Chawla ve Thakur (2014) farklı ön işlemlerin (soldurma ve kaynatma) nane (*Mentha piperita*) yapraklarına uygulandığı bir çalışmada, toplam fenolik madde miktarlarına bakmıştır. Yapraklardaki polifenol ve fenolik bileşiklerin ısı ile bozulduğunu belirten araştırmacılar ön işlem uygulanmayan taze nane yapraklarının en yüksek toplam fenol madde içeriğine sahip olduğunu (115,81 mg GAE/gr) ve nandeden tıbbi yönden maksimum yararlanmak için nanenin taze olarak tüketilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Ismail ve ark. (2014) farklı çözücülerde hazırladıkları eksaraktların bazı nane türlerinde toplam fenolik madde miktarlarına bakıldığı çalışmada araştırmacılar 20-215 mg

GAE/ kg arasında değişen veriler elde etmişler ve en yüksek toplam fenol madde miktarı değerlerine metonolde hazırlanmış ekstraktlarda ulaşıldığını bildirmişlerdir.

Sadeghi ve Shekafandeh (2014) tarafından, tuz stresi altında yetiştirilen Malta eriğine (*Eriobotrya japonica*) 3 farklı EBL (0, 0.25, 0.5 ve 0.75 mg l<sup>-1</sup>) uygulaması yapılmıştır. Tuz stresi altında, bitki büyüme parametreleri ve klorofil içeriği azalmış olup buna karşın toplam çözünebilir şekerler ve prolin içeriği önemli ölçüde artmıştır. Araştırmacılar EBL uygulaması ile tuzluluğun bitki üzerindeki olumsuz etkisini azaltarak bitki büyümesini iyileştirdiğini bildirmiştir. Çalışmada tuz içermeyen ortamlara EBL uygulamalarının yapıldığı bitkilerde yaş-kuru sürgün ve kök ağırlıkları bakımından en yüksek değerlerin 0,5 mg l<sup>-1</sup> uygulamasından elde edildiğini ve bu konsantrasyondan sonra verilerin düşüşe geçtiğini, yaprak alanı bakımından 0,25 mg l<sup>-1</sup> uygulamasının, klorofil miktarı bakımından ise 0,75 mg l<sup>-1</sup> uygulamasının ön plana çıktığı belirtilmiştir.

Asha ve Lingakumar (2015) siyah mercimek (*Vigna mungo* L.) bitkilerine ekzojen olarak EBL' nin 4 farklı dozu (0-0,5-1-1,5 ve 2 µM) uygulayıp vejetatif büyüme, fotosentetik pigmentler ve biyokimyasal yapısına etkisi aydınlatılmaya çalışmıştır. Araştırmacılar 1,0 µM EBL uygulamasını bitkinin büyüme yanıtlarını tetiklediğini ve EBL nin ekzojen uygulamasını vejetatif büyümenin iyileştirilmesinde, biyokimyasal ve fizyolojik açıdan da etkili bulunduğunu bildirmişlerdir.

Straumite ve ark. (2015) tarafından Letonya'da toplanan 9 farklı nane varyetesinde yapılan klorofil miktar analizlerine göre Klorofil a miktarı 0,32 - 0,84 mg/gr, klorofil b miktarları 0,06-0,7 mg/gr, toplam klorofil miktarları ise 0,39- 0,73 mg/ gr arasında değiştiiği bildirilmiştir.

Izhar ve ark. (2015) tarafından azotlu gübre uygulamalarının Japon nanesindeki (*Mentha arvensis*) bazı kalite ölçütlerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 7 farklı azotlu gübre uygulaması yapılan bitkilerde; bitki boyu (cm), herba verimi (t ha<sup>-1</sup>), yağ verimi (kg/ha), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) yaprak sayısı, mentol içeriği (%) değerlendirilmiştir. Maksimum bitki boyuna (42,5 cm) T7 (N, P, K 225:60:60 kg/ha) uygulaması ile maksimum yaprak sayısı (181 ad/bitki), yaprak alanı (12,4 cm<sup>2</sup>), yağ verimi (169,08 kg/ha), herba verimine (20,87 t ha<sup>-1</sup>) T5 uygulaması ile (N, P, K 150:45:45 kg/ha ve FYM 8 t/ha ) ve maksimum mentol içeriğine ise (% 5,95) T6 ( N, P, K 175:50:50 kg/ha ve FYM 6 t/ha) uygulaması ile ulaşıldığını bildirmişlerdir.

Farazi ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, 6 yapraklı aşamadaki farklı genotiplerde fıstık (*Pistacia vera*) fidelerine 0,  $10^{-10}$ ,  $10^{-8}$  ve  $10^{-6}$  M EBL ekzojen olarak uygulanmış ve 6 hafta sonra bazı değerler incelenmiştir. Çalışmadaki verilere göre  $10^{-10}$  M EBL uygulaması  $G_1$  genotipini maksimum yaprak alan indeksi değerine ulaştırırken, minimum yaprak alan indeksi  $G_5$  genotipi ve kontrol grubu bitkilerinden sağlanmıştır. Maksimum yaş bitki ağırlığı  $10^{-10}$  M EBL uygulamasından sağlanırken en düşük yaş bitki ağırlığı  $10^{-6}$  M EBL ve kontrol grubu bitkilerinden alınmıştır. Araştırmacılar kullanılan doza bağlı olarak bitki büyüme parametrelerinde artışlar sağlandığını ve bunun ekonomik olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Alam ve ark. (2016) tarafından beş farklı EBL dozunun (0 M,  $10^{-8}$  M,  $10^{-7}$  M,  $10^{-6}$  M ve  $10^{-5}$  M) pervane çiçeği (*Catharanthus roseus* L) üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bitki başı yaprak sayısı, ortalama yaprak alanı, kuru yaprak ağırlığı, kuru kök ağırlığı, toplam klorofil miktarları incelenmiştir. Araştırmacılar incelenen bu özellikler açısından en yüksek değerlerin alındığı uygulamayı  $10^{-7}$  M EBL olarak belirlemişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada yaprak ve köklerdeki alkoloit içeriği ve verimide incelenmiş  $10^{-7}$  M EBL uygulamasının yapraklardaki alkoloit oranı ve verimini artırırken kök bölgesindeki oran ve verimine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada uygulanan en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M EBL kontrol grubuna yakın değerler almıştır. Araştırmacılar EBL uygulamalarının pervane çiçeğinde alkoloit üretimi de dahil olmak üzere bitki verimi açısından kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Benabdallah ve ark. (2016) yürüttükleri çalışmada *Mentha* cinsine ait 6 farklı türün metanol ekstratlarının 14,66-43,21 mg GAE/ gr aralığında toplam fenolik madde miktarı içerdiğini bildirilmiştir.

Li ve ark. (2016) tarafından Çin' de yürütülen bir çalışmada çay bitkilerine (*Camellia sinensis*) uygulanan brassinosteroidlerin çayın kalitesinin yükseltilmesinde potansiyel bir rol oynayabileceği bildirilmiştir.

Çoban ve Göktürk Baydar (2016) tarafından yapılan çalışmada, 3 farklı dozda (0,5–1,5–2,5 ppm) EBL nane (*Mentha piperita*) bitkilerine uygulanarak bitki yaş-kuru ağırlıkları, klorofil miktarları ve bitki başına uçucu yağ verimleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bitki yaş ve kuru ağırlıklarının artan EBL konsantrasyonuna paralel olarak arttığı, klorofil miktarı, uçucu yağ ve mentol oranı olarak 0,5 ppm EBL

uygulamasının başarılı olduğunu bildirdikleri çalışmalarında EBL nin nane tarımı için umut verici bileşikler olduğunu belirtmişlerdir.

Raghu ve Ram Rao (2016) tarafından guduchi bitkisinin (*Tinospora cordifolia*) yaprak, kök ve gövdedeki alkaloid ve antioksidan içerikleri üzerine EBL ve HBR uygulamalarının etkisini görmek için yapılan çalışmada araştırmacılar kullanılan doza bağlı olarak inceledikleri 3 bitki bölümünde de fenolik bileşiklerde doza bağlı olarak ciddi artışlar olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek fenol içeriğinin yapraktan yapılan 1 µM HBR uygulamasından elde edildiğini; DPPH radikal süpürme etkisinin (%) ise 2 µM HBR uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmada en düşük değerler kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir.

Jasrotia ve Ohri (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada domateste (*Solanum lycopersicum* Mill.) kök ur nematodlarına karşı brassinosteroidlerin performansı izlenmiştir. Çalışmada domates tohumlarına farklı EBL dozlarıyla ( $10^{-11}$  M,  $10^{-9}$  M ve  $10^{-7}$  M) muamele edilip tohumlar çimlendikten sonra fidelere kök ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) inokule edilmiştir. Uygulamadan 5 gün sonra, uygulanan EBL dozlarına bağlı olarak nematodun zarar şiddeti baskılanmıştır. Çalışmada en düşük gal sayısı  $10^{-7}$  M EBL uygulaması yapılan bitkilerden elde edilmiştir. Araştırmacılar EBL uygulanan bitkilerdeki artan antioksidan aktivitelerinin brassinosteroidlerin stres koruyucu özelliklerinin bir göstergesi olduğunu ve nematod ile enfekte olmuş bitkileri koruduğunu bildirmişlerdir.

Asghari ve Zahedipour (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada hidroponik ortamda yetiştirilen çilek fidelerine yapraktan iki farklı dozda EBL (1 ve 4 µM) uygulaması yapılarak fotosentezle ilgili fizyolojik özellikler ve strese bağlı enzim aktivitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre 1 µM EBL uygulaması yaprak fotosentetik pigmentleri, gaz alışverişi, net fotosentez hızını, çözünebilir şeker ve nişasta içeriğini önemli ölçüde artırırken, stomatal direnci ve hücre içi CO<sub>2</sub> içeriğini azaltmıştır. 4 µM EBL uygulamasının ise fotosentez üzerine bir etkisi olmamıştır. EBL, konsantrasyona bağlı olarak fenilalanin amonyak-lyaz, polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitesini arttırmıştır. Araştırmacılar EBL nin düşük konsantrasyonunun büyümeyi teşvik edici ve nispeten strese aracılık eden bir madde olarak hareket ettiğini ve yüksek dozların stres direncini kuvvetli bir şekilde arttırdığını bildirmişlerdir.

Gao ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, dünyada zengin bir besin deposu olması sebebiyle tüketilen lotus köküne (*Nelumbo nucifera*) EBL uygulamalarının

etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla taze kesilmiş lotus kök dilimleri 80 nM EBL ile muamele edilmiş ve 8 gün süreyle 4 derecede saklanarak yüzey renginin kahverengileşmesindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre peroksidaz, katalaz ve oksidaz aktivitesi uyarılırken askorbik asit kaybını geciktirdiği ve yüzey kahverengileşmesini azalttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar EBL nin lotus köklerindeki renk değişimlerini kontrol etmek için umut verici olduğunu belirtmişlerdir.

Aras Aşçı ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise 4 farklı dozda (0, 0.75, 1.5 ve 2.25 mg l<sup>-1</sup>) EBL önemli aromatik bitkilerden olan lavantaya (*Lavandula intermedia*) uygulanmış, büyüme ve sekonder metabolit birikimi incelenmiştir. Çalışmada taze-kuru çiçek ağırlığı ile uçucu yağ ve toplam fenolik içeriklerinin kontrol grubu bitkilerine kıyasla arttığı bildirilmiştir. Yapılan uçucu yağ bileşen analiz sonuçlarına göre EBL uygulamaları linalil asetat ve 1,8 sineol miktarlarını artırırken linalool miktarı üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Que ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise havuç bitkilerine her iki günde bir uygulama olmak üzere toplam 5 kez EBL uygulaması yapılmıştır. 4 farklı EBL dozunun (0, 0.1, 0.5 ve 1 mg/L) kullanıldığı bu çalışmada son uygulamadan 20 gün sonra hasat edilen bitkilerde morfolojik değişiklikler incelenmiştir. Kontrol grubu bitkileri ile karşılaştırıldığında EBL muamelesi yapılan havuç bitkilerinin daha yüksek bitki boyuna, daha fazla yaprak sap sayısına ve daha ağır toprak üstü aksama sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmacılar brassinosteroidlerin havuç büyümesi ve gelişmesi sırasında potansiyel rol oynadıklarını bildirmişlerdir.

Chumpookam ve ark. (2017) tarafından brassinosteroidler (BRS) ile 1-naftalin asetik asitin (NAA) tropikal bir meyve olan ananasın (*Ananas comosus* L.) meyve kalitesi ve özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada bitkilere çiçeklenmeden sonraki 30-60 ve 90. günlerde 4 farklı uygulama (Kontrol grubu, 2 ppm BRs, 200 ppm NAA ve 2 ppm BRs + 200 ppm NAA ) yapılmıştır. Çalışmada en yüksek taç ağırlığına, meyve ağırlığına, meyve çap ve uzunluğuna 2 ppm BRs + 200 ppm NAA uygulaması ile elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar 2 ppm BRs + 200 ppm NAA uygulamasının 'Pattawia' ananas çeşidinin meyve kalitesini artırmada yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Huang ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada kesme çiçekçilikte önemli bir yeri olan Gerbera bitkisinin yaprak büyümesi üzerine Brassinosteroidlerin etkisi

araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan 10  $\mu$ M brassinolide (BL); yaprakların orta ve bazal bölgelerindeki hücrelerin uzamasını sağlayarak yaprak büyümesini teşvik ettiğini ve bu etkinin gibberellin (GA) 'den daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Yalova’ da özel faaliyet gösteren bir Tıbbi ve Aromatik Bitkiler koleksiyon bahçesinden alınan *Mentha piperita* ile özel bir firma tarafından Amerika’ dan getirtilen ve kuruma ait ısıtmasız cam serada saksılarda yetiştirilen *Mentha arvensis* türlerine ait naneler kullanılmıştır.

Bitkilerin tür teşhisleri tarafımızdan ve Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü tarafından yapılmıştır. Bitkinin ekonomik ve tıbbi önemlerinin yanı sıra son yıllarda birçok sektörde de artan bir ilgiye sahip olması; materyal olarak bu bitkilerin tercih edilmesine sebep olmuştur. *Mentha* cinsinin bitki sistematigindeki yeri çizelge 3.1. de gösterilmiştir

Çizelge 3.1. *Mentha* cinsine ait taksonomik sınıflandırma

---

<b>Kingdom:</b> Plantae
<b>Subkingdom:</b> Tracheobionta
<b>Division:</b> Magnoliophyta
<b>Class:</b> Magnoliopsida
<b>Subclass:</b> Asteridae
<b>Order:</b> Lamiales
<b>Family:</b> Lamiaceae
<b>Genus:</b> <i>Mentha</i>

---

##### 3.1.1. *Mentha piperita* L.

Çok yıllık bir kültür bitkisi olan *Mentha piperita*, *Mentha aquatica* ile *Mentha spicata* türlerinin melezidir. Bitki spikası ile *Mentha spicata*’ya, yaprak sapı bulundurması ile *Mentha aquatica*’ya benzemektedir (Şekil 3.1.a). Bitki boyları 30-90 cm yükseklikte olup kuvvetli kokuludur. Gövde ve dalları genellikle kırmızımtırak renklidir. Yapraklar basit, karşılıklı, lanseolat veya oblong lanseolat (11-31 x 3-13 mm) sitüpülsüz, kısa saplı, kenarlar dişli ve sık salgı tüylüdür. Çiçekler erguvani renkli olup dalların ucunda bir arada toplanmıştır. Haziran-Eylül aylarında çiçeklenirler. Melez bir bitki olduğu için tohum vermez ancak toprak üstü rizomları ile kolayca üretilebilir. *Mentha piperita*’nın kuru yapraklarında % 1,5-3,5 arasında uçucu yağ bulunur. Bu yağ % 45-70 oranında menthol ve % 8-24 oranında menton içermekle beraber spasmolitik, antiseptik, anestezi etkisi vardır (Davis, 1965; Baytop, A.,1996; Baytop, T., 1999 ; Eroğlu, 2003).



### 3.1.2. *Mentha arvensis* L.

Çok veya tek yıllık, 60 cm kadar boylanan, tüylü ve dik gelişen bitkilerdir (Şekil 3.1.b). Adventif kök yapısına sahip olup rizomlar toprağın derinliklerinde yer alır. Yapraklar basit (15-70x10-40 mm), oblong – lanseolat veya ovat, karşılıklı, kısa saplı, stipülsüz, kenarlar serrat dişlidir. Brakteler yaprak benzeridir. Çiçeklenme dönemi Temmuz-Eylül aylarıdır. *Mentha arvensis* L. subsp. *haplocalix* Briguët. var. *piperascens* Holmes ıslah edilmiş bir varyete olup, yüksek mentol oranından dolayı, dünyada en fazla kültürü yapılan nane türüdür (Telci, 2001; Eroğlu, 2003).

*Mentha arvensis*. var. *piperascens*' den elde edilen uçucu yağ % 80 oranında mentol içerir. Mentol dünyada sıklıkla kullanılan aroma maddelerinden biridir. Uçucu yağı oluşturan başlıca bileşenler; L-mentol, menton, limonen, mentil asetat, piperiton, mentol ve menton izomerleri, mentofuran, pulegon ve monoterpenlerdir (Tanker ve Tanker 1990; Akgül, 1993; Rajeswara Rao 1999).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan nane türleri *Mentha piperita* (a) ve *Mentha arvensis* (b)

### 3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Cihazlar

- 24-epibrassinolid ( $\geq$  % 85) Sigma, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA
- Torf (pH 5.5-6.5)
- Etanol absolute CHROMASOLV® for HPLC, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA
- Aseton, Tween 20,
- Metanol CHROMASOLV® ,gradient grade, for HPLC, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA

- Folin& Ciocalteu's phenol reagent (FCR), Sigma-Aldrich, St. Louis, USA
- Gallik asit, (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), Trolox,
- Sodyum karbonat, ACS reagent, anhydrous, ( $\geq$  % 99,5), granular, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA
- DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), % 95, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA
- Santrifüj, Spektrofotometre, Kurutma fırını,
- Hassas terazi, Çalkalayıcı
- GC cihazı, GC-MS ve FID Dedektör, Agilent

### 3.2. Metod

Çalışma 2016–2017 yıllarında Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait ısıtmasız sera ve laboratuvarları ile Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki ile kurulmuştur. Çalışmada 5 hormon dozu kullanılmıştır. Her tür için 200 adet olmak üzere toplam 400 bitki ile çalışılmıştır.

Çalışmada saksı harcı olarak elenmiş bahçe toprağı ve torf kullanılmıştır. Elenmiş toprak ve torf 3:1 oranında karıştırılmıştır. Hazırlanan saksı harcının toprak analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3.2' de belirtilmiştir. Drenajın daha iyi sağlanması için saksı tabanından yaklaşık 2 cm yüksekliğine kadar çakıl taşları ile doldurulmuş ve hazırlanan saksı harcı 20 x 20 cm ebatlarındaki plastik saksılara hacmi ölçüsünde doldurulmuştur. Deneme kuruluncaya kadar üstü kapalı bir alanda muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan saksı harcının analiz sonuçları

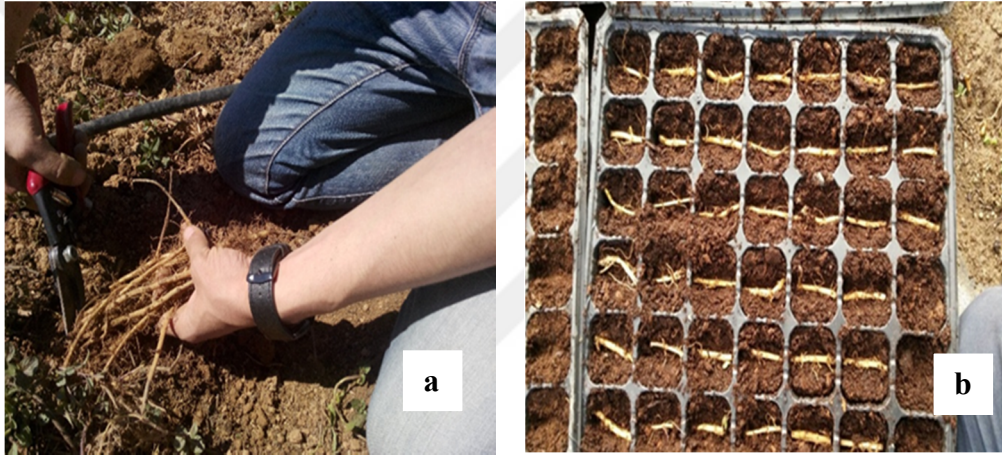
İşba %	PH 1:2,5 toprak: su	EC $\mu$ hos/cm 1:2,5 toprak: su	Kireç %	Organik madde %	Fosfor mg/kg	Potasyum mg/kg
48	7,42	396	0,61	3,29	21	270
Tınlı	Hafif alkalin	Tuzsuz	Çok az	Yüksek	Yüksek	Yüksek

Çalışmada kullanılacak nane türlerinin vegetatif olarak çoğaltılması amacıyla nisan ayında topraktan sökülen (Şekil 3.2.a), sağlıklı görülen ve homojen yapıda olan nane rizomları, üzerlerinde en az iki göz olacak şekilde kesilerek viyollere yerleştirilmiş (Şekil

3.2.b) ve üzerleri yine torf ile kapatılmıştır. Daha sonra can suyu verilerek nemlendirilmeleri sağlanmıştır. Viyollerde köklenen ve sağlıklı görülen fidelerden yaklaşık aynı boy ve morfolojik görünüm olarak aynı olanlar Mayıs ayında her saksıda tek bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Şaşırtılan bitkiler daha sonra ısıtmasız serada tesadüf parselleri deneme desenine göre yerleştirilmiştir. Deneme boyunca ısıtmasız seranın sıcaklık değerleri kaydedilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan seranın ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Yıl	Ay	Ortalama sıcaklık (°C)
2016	Nisan	15,31
	Mayıs	19,88
	Haziran	22,13
	Temmuz	25,93



Şekil 3.2. Rizomların temini (a) ve viyollerde yerleşim şekli (b)

### 3.2.1. EBL uygulaması

Uygulanacak hormon dozlarının belirlenmesinde literatürden faydalanılmış ve etkili olduğu belirtilen dozlar dikkate alınarak konsantrasyonlar belirlenmiştir (Naeem ve ark., 2012; Çoban, 2014). Çalışmada; 0 M (Kontrol) ,  $10^{-8}$  M,  $10^{-7}$  M,  $10^{-6}$  M,  $10^{-5}$  M EBL olmak üzere toplam 5 doz uygulanmıştır. Hormonlar stok çözelti olarak hazırlanıp seyreltme formülü yardımıyla konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Kontrol dozunda ise saf su kullanılmıştır. Hazırlanan bütün konsantrasyonlara yapılan uygulamaların yaprakta fazla tutunmasını sağlamak için her 100 ml'sine 1 damla Tween-20 damlatılmıştır.



Şekil 3.3. EBL uygulaması

Uygulamalar fidelerdeki ilk yapraklar gelişimlerini tamamladığı zaman başlanmış ve 10 gün arayla toplam 5 uygulama yapılmıştır (Naeem ve ark., 2012). Uygulama tarihleri Çizelge 3.4’ de verilmiştir. Uygulama el spreyi yardımıyla yapraklara püskürtme şeklinde (Şekil 3.3) ve yapraklardan damlama oluncaya kadar yapılmış olup uygulamalar esnasında olası bulaşmaları engellemek için saksılar arasında karton levhalar kullanılmıştır. Uygulamalar buharlaşmanın az olduğu sabah saatlerinde yapılmıştır. Çalışma boyunca yabancı ot temizliği elle yapılmış olup bitkilerde önemli bir hastalık ve zararlı gözlenmemiştir. Bitkiler çiçeklenme başlangıç aşamasında iken hasat edilerek çalışmanın sera aşaması sonlandırılmıştır. *Mentha arvensis* 11.07.2016 tarihinde, *Mentha piperita* ise 19.07.2016 tarihinde hasat edilmiştir.

Çizelge 3.4. EBL uygulama tarihleri

1.Uygulama	20.05.2016
2.Uygulama	30.05.2016
3.Uygulama	09.06.2016
4.Uygulama	19.06.2016
5.Uygulama	29.06.2016

### 3.2.2. Morfolojik parametreler

#### 3.2.2.1. Bitki boyu (cm)

Uygulamalardaki tüm bitkilerin toprak seviyesinden itibaren en yüksek noktasına kadar olan kısmı cm olarak ölçülüp, ortalaması alınarak saptanmıştır

#### 3.2.2.2. Yaş herba verimi (gr/bitki)

Her tekerrüre ait 7 bitki toprak seviyesinden itibaren hasat edilip tartılmış, değerler gr/ bitki olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.2.3. Kuru herba verimi (gr/bitki)**

Yaş herba verimleri tartılan bitkiler kese kağıtları içine konarak 35°C' de 48 saat boyunca kurutulmuş, tartılmış ve alınan değerler gr/bitki olarak ifade edilmiştir

### **3.2.2.4. Kuru yaprak verimi (gr/bitki)**

Kuru herbalarda yaprak sap ayrımı yapıldıktan sonra yapraklar tartılmış ve alınan değerler gr/bitki olarak ifade edilmiştir

### **3.2.2.5. Yaş kök ağırlığı (gr/bitki)**

Hasadı yapılan bitkilerin kökleri çıkarılıp topraklarından yıkama yoluyla arındırılıp anında tartılmıştır.

### **3.2.2.6. Kuru kök ağırlığı (gr/bitki)**

Yaş ağırlıkları alınan kökler oda sıcaklığında kurutulup tartılmıştır.

### **3.2.2.7. Toplam Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/ bitki)**

Her tekerrürden seçilen 3 bitkinin yaprakları sayılarak % 10 oranına karşılık gelen sayı kadar yaprak alınıp bilgisayar programı yardımıyla (Leaf Area Measurement Software) alanları ölçülmüştür. Elde edilen % 10 luk yaprağa denk gelen alanlar daha sonra toplam yaprak sayısı ile oranlanarak bitki başına toplam yaprak alanları hesaplanmış ve sonuçlar cm<sup>2</sup>/ bitki olarak ifade edilmiştir (Mitchell, 1970).

## **3.2.3. Fizyolojik parametreler**

### **3.2.3.1. Uçucu Yağ Miktar Tayini (%)**

Kuru yapraklardan 20'şer gr tartılıp 1000 ml' lik balon içersine konarak üzerine 200 ml saf su eklenmiştir. Clavenger aparatı ile 3 saat süresince su distilasyonuna tabi tutulmuştur. Distilasyon sonunda elde edilen uçucu yağ clevenger aparatındaki dereceli bölmeden ml cinsinden okunup aşağıdaki formülde yerine konarak sonuçlar % olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra musluk yardımıyla alınan uçucu yağ amber renkli şişelere konulmuş olup, bileşen analizleri yapılmaya kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza altına alınmıştır (Europen Pharmacopoeia, 1975).

$$\text{Uçucu Yağ Oranı (\%)} = \frac{\text{Uçucu yağ oranı (ml)}}{\text{Örnek miktarı (gr)}} \times 100$$

### **3.2.3.2. Uçucu yağ verimi (ml/bitki):**

Uçucu yağ oranı ile kuru yaprak veriminden yararlanılarak bitki başına uçucu yağ verimleri hesaplanmış ve ml/bitki olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.3.3. Uçucu yağ bileşen analizleri

Yapraktaki uçucu bileşenlerin analizleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan GC-MS (Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometrisi) ve Alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ bileşen analizleri 3 tekrarlı yapılmış olup MS ve FID detektörünün verileri kullanılmıştır. Bileşenlerin tanımlanması Flavour, NIST ve Wiley kütüphanelerine göre yapılmıştır (Kızıl ve ark., 2015). Çalışmada kullanılan GC-MS/FID cihazının çalışma koşulları Çizelge 3.5' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.5. GC/MS çalışma koşulları

Sistem	Agilent GC-6890II GC ve Agilent 5975C MS
GC kapillar kolonu	HP-88 (100mx250 m x 0.20 µm film kalınlıkta)
Taşıyıcı gaz	He, akış hızı 1mL/dk
GC fırın başlangıç sıcaklığı	70°C (1 dk), dk'da 5°C artarak 220°C'de 10 dk ve dk'da 10°C artarak 230°C 'de 10 dk
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	250°C
Kütle Spektrofotometresi	El Mode 70 eV
Split oranı	2:1
Kütle oranı	35-400m/z
Tarama hızı	(amu/s):100

### 3.2.3.4. Klorofil miktar analizi (mg/ gr yaprak)

Alınan yaprak örneklerindeki klorofil analizi Witham ve ark. (1971)'na göre yapılmıştır. Klorofil analizleri için her tekerrürdeki 10 bitkinin orta kat ve aynı taraflarından gelişmesini tamamlamış yaprak örnekleri alınmıştır (Doğu, 1999). Bu amaçla 0,25 gr taze yaprak örneği alınıp porselen havanlara koyulmuş ve % 80' lik aseton ile homojenize edilmiştir. Filtre kâğıdı yardımıyla 50 ml' lik balon jöjelere süzölmüş ve son hacim yine % 80' lik asetonla 50 ml' ye tamamlanmıştır. UV spektrofotometrede klorofil- a için 663 nm, klorofil- b için 645 nm ve toplam klorofil için 652 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır. Okumalar sonucu elde edilen absorbans değerleri daha sonra aşağıdaki eşitlikte yerine konarak bitki yaprak dokusunun 1 gramında bulunan klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları mg / gr doku olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil a mg/g doku} = [12,7 (D663) - 2,69 (D645)].(V/1000.A)$$

$$\text{Klorofil b mg/g doku} = [22,9 (D645) - 4,68 (D663)].(V/1000.A)$$

$$\text{Toplam klorofil mg/g doku} = [27,8 (D652)].(V/1000A)$$

D: Bitki ekstraktının belirtilen dalga boyundaki absorbans değeri,

V: % 80' lik asetonun son hacmi,

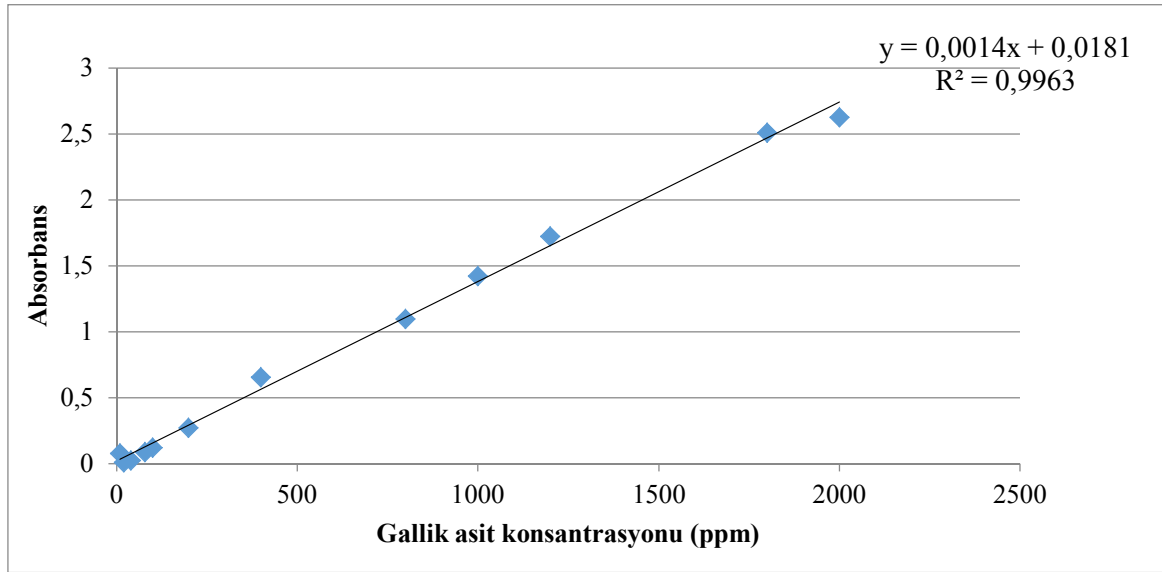
A: Ekstrakte edilen yaprak dokusunun taze ağırlığı (gr)

### 3.2.3.5. Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ gr)

Farklı uygulamalardan alınan ve kurutulan yaprak örneklerinde toplam fenolik madde miktarı Spanos ve Wrolstad (1990)' a göre yapılmıştır. Ekstraksiyon işleminde 0,5 gr kurutulmuş yaprak örneği alınıp üzerine 9,5 ml. % 80 lik metanol eklenmiş ve üzeri örtülerek 1 saat boyunca çalkalayıcıda homojenize edilmiştir. Daha sonra 5000 rpm de 5 dk. santrifüj işlemine tabi tutulup süre sonunda üstte kalan berrak sıvı pipet yardımıyla alınmıştır. Aynı işlem 2 kere daha yapıp ekstraktlar birleştirilerek toplam hacim 30 ml' ye metanol ile tamamlanmıştır. Ağzuları parafilm ile kapatılan örnekler analizleri yapılabilmeye kadar -20 °C muhafaza altına alınmıştır.

Ekstraksiyon işleminden sonra hazırlanan metanol ekstraktlarından 0,1 ml alınıp üzerine 0,9 ml distile su eklenmiş ve sırasıyla 5 ml 0,2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ile 4 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi (75g/l) ilave edilmiştir. Tüpler vorteks ile iyice karıştırılıp 2 saat oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletildikten sonra 765 nm dalga boyunda metanole karşı okumalar yapılmış ve absorbans değerleri elde edilmiştir.

Gallik asitin toplam fenolik madde miktarı Spanos ve Wrolstad (1990)' a göre belirlenmiştir. Bunun için Gallik asitten stok çözelti oluşturulup, 10-2000 ppm aralığında çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilerden 0,1 ml alınıp üzerine sırasıyla 0,9 ml distile su, 5 ml 0,2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ile 4 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi (75g/l) ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırılan tüpler daha sonra 2 saat oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletildikten sonra UV spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okumalar yapılmış, elde edilen absorbans değerlerine göre grafik oluşturulmuş ve bu değerlerden faydalanılarak bir standart eğrisi elde edilmiştir (Şekil 3.4). Uygulamalara ait örneklerin absorbans değerleri, gallik asit standart eğrisindeki formülde yerine konulup ( $y = 0,0014x + 0,0181$ ), çıkan sonucun seyreltme miktarı da hesaba katılarak toplam fenolik madde miktarı belirlenmiş ve sonuçlar (mg GAE/g kuru yaprak) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4. Gallik asit standart eğrisi

### 3.2.3.6. Antioksidan aktivite analizi

Örneklerin antioksidan aktivite değerleri, ekstrelerin 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) üzerindeki serbest radikalleri temizleyici etkileri belirlenerek hesaplanmıştır (Lafka ve ark., 2007). Ölçümlerde stabil radikal DPPH solüsyonu ile standart olarak askorbik asit kullanılmıştır. Toplam fenolik madde analizinde belirtilen ekstraksiyon yöntemi ile hazırlanan ekstraktan yine %80 metanol çözeltisi kullanarak farklı konsantrasyonlarda örnek ekstraktları hazırlanmıştır. Aynı işlem askorbik asit için de tekrar edilmiştir. Bu örneklerden 0,1 mL alınarak üzerine yine metanolde hazırlanmış (25 mg/L) DPPH çözeltisinden 3,9 mL ilave edilmiş ve vortekste 30 saniye karıştırılarak oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra, örneklerin absorbansı UV-Vis spektrofotometre'de 515 nm'de metanole karşı ölçülmüştür. Örneklerin serbest radikalleri temizleyici etkileri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Örnek}}) / A_{\text{Kontrol}}] \times 100$$

$A_{\text{kontrol}}$ : 0.1 mL metanol + 3.9 mL DPPH çözeltisinin metanole karşı okunan absorbans değeri

$A_{\text{örnek}}$ : Örneklerin 30 dk sonunda metanole karşı okunan absorbans değeri

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan örneklerden elde edilen % inhibisyon değerleri ile konsantrasyon değerleri grafiğe geçirilerek her bir örnek için DPPH'nin etkisini %50 azaltan etkili konsantrasyon ( $IC_{50}$ ) hesaplanmıştır. Bu metod bir serbest radikal olan DPPH radikalinin antioksidan madde tarafından yakalanarak mor renginin açılmasının spektrofotometrede ölçülerek tayin edilmesine dayanır. Radikalın sahip olduğu mor rengin



açılması antioksidan aktivitenin varlığını belirtmekle beraber düşük  $IC_{50}$  değeri yüksek antioksidan aktiviteye işaret etmektedir.

#### **3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi**

Çalışmada 5 EBL dozu kullanılmış olup 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonunda elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalara ait ortalama değerler LSD testine göre gruplandırılmıştır. Tüm istatistiki hesaplamalar bilgisayarda JUMP (8.0) programı kullanılarak yapılmıştır.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türlerine ait nanelerin bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerine yeni nesil bitkisel hormonlardan olan brassinosteroidin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla bitki boyu (cm), yaş herba verimi (gr/bitki), kuru herba verimi (gr/bitki), kuru yaprak verimi (gr/bitki), toplam yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki), yaş – kuru kök ağırlığı (gr/bitki), uçucu yağ oranı (%), uçucu yağ bileşenleri, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite (DPPH) ve klorofil miktarları değerlendirilmiştir. EBL; 0, 10<sup>-8</sup>, 10<sup>-7</sup>, 10<sup>-6</sup> ve 10<sup>-5</sup> M dozlarında bitkilere yapraktan uygulanmıştır.

##### 4.1. Bitki Boyu (cm)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin boyu üzerine göstermiş oldukları etki istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (P<0.05; P<0.01).

*Mentha arvensis* bitkilerinde en yüksek bitki boyu (59,92 cm) 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından elde edilirken en düşük bitki boy değeri (52,38 cm) kontrol grubundan alınmıştır. 10<sup>-6</sup> ve 10<sup>-7</sup> M EBL uygulamaları *Mentha arvensis* türü nanelerin bitki boylarını anlamlı derecede artırırken diğer uygulamalar arasında istatistik anlamda bir fark bulunmamıştır. *Mentha piperita* da ise 10<sup>-6</sup> M EBL dozu bitki boyunu anlamlı bir şekilde artırırken (78,93 cm) en düşük bitki boyu ise kontrol grubu bitkilerinden (71,83 cm/bitki) sağlanmıştır.

Çizelge 4.1. EBL dozlarına göre nane türlerinin boy değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
Kontrol	52,38 ± 1,02 <sup>b</sup>	71,83 ± 1,16 <sup>c</sup>
10 <sup>-8</sup> M	54,15 ± 0,95 <sup>b</sup>	76,12 ± 0,84 <sup>ab</sup>
10 <sup>-7</sup> M	57,45 ± 0,79 <sup>a</sup>	76,40 ± 0,65 <sup>ab</sup>
10 <sup>-6</sup> M	59,92 ± 0,52 <sup>a</sup>	78,93 ± 2,10 <sup>a</sup>
10 <sup>-5</sup> M	53,20 ± 1,03 <sup>b</sup>	72,78 ± 1,49 <sup>bc</sup>
P	**	*
CV	3,10	3,48

\* p<0.05 seviyesinde önemli ; \*\* p<0.01 seviyesinde önemli  
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çalışmada *Mentha arvensis* türü bitkilerin boyları ortalama 52,38–59,92 cm arasında değişen değerler almıştır. Izhar ve ark. (2015) çalışma konularında Japon nanesi

bitki boylarının 36,2–42,5 cm arasında; Kukreja ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada *Mentha arvensis* bitki boyu değerlerinin 32–92 cm arasında, Çalışkan (2014) ise 38,36–80,67 cm arasında değiştiğini bildirirken; Telci (2001) ise bu bitkilerin 60 cm' ye kadar boylanabildiğini belirtmiştir. Çalışmada elde edilen *Mentha arvensis* türü nanelerin bitki boy değerleri genel olarak literatür bilgileriyle uygunluk gösterirken Fazili ve ark. (2017) tarafından bildirilen 77,12-114 cm değerlerinden düşük elde edilmiştir.

Çalışmada *Mentha piperita*'da ortalama bitki boyları 71,83–78,93 cm arasında değişmiştir. Ceylan (1997) *Mentha piperita*'nın normal şartlarda 40–70 cm bitki boyuna sahip olduğunu ve çok iyi şartlarda ise 100 cm' ye kadar yükselebileceğini belirtmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda ise Valmorbidia ve Boaro (2007) tarafından 79,6 - 137,27 cm; Kumar ve ark. (2012) tarafından 35,50–81,25 cm arasında bitki boy değerleri alındığı bildirilmiştir. Çalışmadan elde edilen her iki türe ait bitki boyu değerleri literatür bilgileriyle genel olarak paralellik göstermektedir.

Brassinosteroid uygulamaları bazı tıbbi ve aromatik bitkilere uygulanmış ve bitki boylarına olan etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmacılar çalışma konuları olan Japon nanesi (*Mentha arvensis*), ıtır (*Pelargonium graveolens* L.), zahter (*Satureja khuzestanica*), yasemin çiçeği (*Jasminum sambac* L.) ve havuçta (*Daucus carota* L.) kullanılan hormon dozlarına bağlı olarak bitki boylarında artış sağladıklarını bildirmişlerdir (Naeem ve ark., 2012; Akram ve ark., 2014; Eskandari ve Eskandari, 2013; Swamy ve Rao, 2008; Que ve ark., 2017). Çalışmada uygulanan farklı EBL dozlarından her iki türün de etkilendiği belirlenmiş olup doz yükselmesine paralel olarak artış gösteren bitki boyları  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından sonra düşme eğilimine girmiştir. Bu sonuçlar literatür bilgileri ile paralellik göstermekte olup bitki boylarındaki artış brassinosteroidlerin hücre uzaması ve hücre bölünmesini aktive ettiğini belirtilen çalışmalarla desteklenmektedir (Khrıpatch ve ark., 2000). Ancak yüksek oranda kullanılan EBL uygulamasının ( $10^{-5}$  M) çalışmada bitki boyu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Brassinosteroidlerin maksimum oranda etki ettiği bir eşik düzeyi bulunmaktadır. Bu düzey aşıldığı takdirde hücre bölünmesi üzerine etkisinin azaldığı ve hatta önleyerek ket vurucu özellik gösterdiği belirtilmiştir (Hu ve ark., 2000; Müssig ve ark., 2003). Çalışmada elde edilen sonuçlar bu bilgileri destekler niteliktedir.

#### 4.2. Yaş Herba Verimi (gr/bitki)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına yaş herba verimleri üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* L. ve *Mentha piperita* bitkilerinin yaş herba verimleri üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.2. EBL dozlarına göre nane türlerinin yaş herba verim değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	61,63 ± 0,89 <sup>c</sup>	74,56 ± 0,87 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	65,40 ± 0,86 <sup>b</sup>	81,75 ± 0,88 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	67,88 ± 0,25 <sup>b</sup>	85,62 ± 1,18 <sup>ab</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	70,86 ± 0,79 <sup>a</sup>	88,18 ± 1,41 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	59,56 ± 0,89 <sup>c</sup>	81,98 ± 1,55 <sup>bc</sup>
P	**	**
CV	2,56	3,13

\*\*  $p<0.01$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

*Mentha arvensis*’ te yaş herba verimi en yüksek 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından (70,86 gr/bitki) elde edilirken bunu 10<sup>-7</sup> M ve 10<sup>-8</sup> EBL uygulaması sırasıyla (67,88 – 65,40 gr/bitki) takip etmiştir. Çalışmada kullanılan en yüksek doz olan 10<sup>-5</sup> M uygulamasının ise herba verimine önemli bir etkisi olmamış ve kontrol bitkileri ile aynı grupta yer almıştır. *Mentha piperita* türüne ait nanelerde ise yapılan bütün uygulamalar bitki yaş herba verimlerini anlamlı derecede artırırken en yüksek yaş herba verimi 10<sup>-6</sup> M EBL (88,18 gr/bitki) ve 10<sup>-7</sup> M EBL (85,62 gr/bitki) uygulamalarından, en düşük yaş herba verimi ise kontrol bitkilerinden (74,56 gr/bitki) elde edilmiştir.

Çalışmada *Mentha arvensis* türüne ait nanelerde yaş herba verim değerleri 59,56–70,86 gr/bitki arasında değişmiştir. TRIA uygulamalarının Japon nanesinde (*Mentha arvensis*) verim ve kalite değerlerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bir araştırmada uygulamaların konsantrasyonlarına göre bitki başına yaş herba değerlerinin 50,93 – 96,52 gr/bitki arasında değiştiği (Naeem ve ark., 2011), farklı bir çalışmada ise 49,52-75,12 gr/bitki arasında olduğu bildirilmiş olup (Fazili ve ark., 2017), çalışmaya ait verilerle kısmen uyum içeresindedir.

Diğer bir çalışma konusu olan *Mentha piperita* türüne ait nanelerden ise bitki başına yaş herba değerleri olarak 88,18-74,56 gr/bitki arasında değişen veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler; Mahboobeh ve ark. (2014), tarafından bildirilen (20–40 gr/bitki) ; Gharib ve Teixeira da Silva (2013) tarafından bildirilen 41,56 gr /bitki;

Khorasaninejad ve ark. (2011) tarafından bildirilen 63 gr/bitki ve Amirmoradi ve ark. (2012) tarafından bildirilen 55,13-73,07 gr/bitki değer aralığından yüksektir. Bu farklılıkların çalışmalarda kullanılan nane (*Mentha piperita*) genotipinden ve çalışma konularından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M uygulaması *Mentha arvensis* için 59,56 gr/bitki değeri ile kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almış olup en düşük doz olan  $10^{-8}$  M EBL uygulaması 65,40 gr / bitki değeri ile kontrol grubuna yakın bir gelişim göstermiştir. *Mentha piperita* denemesinde ise uygulanan en yüksek ve en düşük dozlar olan  $10^{-5}$  ve  $10^{-8}$  M konsantrasyonları hemen hemen birbirlerine yakın değerler alırken kontrol grubunun üstünde yer almışlardır. Her iki tür için de orta dozlardan biri olan  $10^{-6}$  M EBL konsantrasyonu yaş herba verimi açısından en yüksek değer alınmış uygulamadır.

Brassinosteroid uygulamaları bazı tıbbi ve aromatik bitkilere uygulanmış ve bitki yaş herba ağırlıklarına olan etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Eskandari ve Eskandari, (2013); zahter (*Satureja khuzestanica*) bitkisine HBR uygulamalarının bitki yaş ağırlık değerlerinde artışlar sağladığı ve en yüksek yaş ağırlık değerinin çalışmada kullanılan  $10^{-6}$  M HBR uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Swamy ve Rao (2008; 2009) tarafından yapılan iki farklı çalışmada ise ıtır (*Pelargonium graveolens*) bitkisinde en yüksek sürgün yaş ağırlığı 3  $\mu$ M HBR ve 3  $\mu$ M EBL uygulamasından elde edildiğini, Naeem ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise en yüksek yaş herba veriminin  $10^{-7}$  M HBR uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde iki mısır çeşidine uygulanan EBL sonucu bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarının arttığı rapor edilmiştir (Altaş, 2016). Araştırmacılar bitkiye uygulanan brassinosteroidlerin bitki büyüme parametrelerini uyardığı ve bitkilerdeki yaş ağırlık değerlerinin uygulanan brassinosteroidlerin konsantrasyonuna bağlı olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmalarda belirtilen yaş herba verimlerinin doza bağlı artış veya azalışları literatür verileri ile uyum içersindedir. Çalışmalar incelendiğinde farklı dozlardaki brassinosteroidlerin en yüksek yaş herba verim değerlerine ulaşılan uygulamalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da en yüksek verim her iki tür içinde  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilmiştir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan bitki materyali ve uygulanan organdan ileri gelebileceği gibi, kullanılan brassinosteroidlerin tipi, kullanım dozu, uygulama zamanı ve şeklinden de kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Symons ve ark., 2006; Janeczko ve ark., 2010; Gomes, 2011; İşçi ve Gökbayrak, 2014).

### 4.3. Kuru Herba Verimi (gr/bitki)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına kuru herba verimleri üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.3' te verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin kuru herba verimleri üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.3. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru herba verim değerleri (ort  $\pm$  SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	14,82 $\pm$ 0,42 <sup>c</sup>	16,19 $\pm$ 0,49 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	16,04 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	18,00 $\pm$ 0,54 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	20,32 $\pm$ 0,58 <sup>b</sup>	20,07 $\pm$ 0,60 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	21,79 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	22,33 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	15,44 $\pm$ 0,41 <sup>c</sup>	18,19 $\pm$ 0,56 <sup>c</sup>
P	**	**
CV	5,05	5,46

\*\* $p<0.01$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

*Mentha arvensis* türüne ait nanelerin bitki başına kuru herba verimleri incelendiğinde en yüksek değerler (21,79 gr/bitki) 10<sup>-6</sup> M EBL ve 10<sup>-7</sup> M EBL (20,32 gr/bitki) uygulamalarından elde edilmiş olup bu dozlar herba verimlerini önemli derecede artırmıştır. Diğer uygulamalar arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Çizelge 4.3 incelendiğinde kontrol grubundan başlayarak yükselme eğiliminde olan kuru herba verimleri en yüksek değere 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasıyla ulaştığı ve bu uygulamadan sonra düştüğü görülmektedir.

Çalışmada *Mentha arvensis* türüne ait nanelerden 14,82-21,79 gr/bitki aralığında değişen kuru herba verimleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler Naeem ve ark. (2011) tarafından bildirilen 11,76 – 23,98 gr/bitki değerleri ve Fazili ve ark. (2017) tarafından bildirilen 9,50-16,00 gr/bitki verileri ile kısmen paralellik göstermekle beraber Pandey (2000) tarafından bildirilen 10,40-41,90 gr/bitki aralığındadır.

*Mentha piperita* türüne ait nanelerin bitki başına kuru herba verim değerleri incelendiğinde ise yapılan EBL uygulamalarının hepsi kuru herba verimlerini önemli derecede arttırmıştır. En yüksek kuru herba verimi 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından (22,33 gr/bitki) elde edilmiş ve en başarılı uygulama olmuştur. Çalışmada kullanılan en düşük ve en yüksek dozlar olan 10<sup>-8</sup> ve 10<sup>-5</sup> M EBL uygulamaları arasında istatistik olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır. *Mentha piperita* bitkilerinde en düşük kuru herba verimleri EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubuna ait bitkilerden (16,19 gr/bitki) elde edilmiştir.

Çalışmada *Mentha piperita* türü bitkilerinden 16,19–22,33 gr/bitki arasında değişen bitki başına kuru herba verim değerleri elde edilmiştir. Mahboobeh ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada organik ve kimyasal gübre uygulamalarının nanenin (*Mentha piperita*) kalite ve verim parametrelerine bakıldığı araştırmanın sonuçlara göre kuru herba verimlerinin 4–8 gr/bitki arasında değiştiği bildirilmiştir. Nane (*Mentha piperita*) bitkisinin ağır metal uygulamalarından etkilendiği belirtilen bir çalışmada ise kuru herba veriminin 23,04–37,78 gr/bitki olduğu rapor edilmiştir (Amirmoradi ve ark., 2012). Gharib ve Teixeira da Silva (2013) ise yaptıkları çalışmada kuru herba değerini 19,10 gr/bitki olarak bildirmiştir. Çalışmada elde edilen değerler literatür bilgileriyle kısmen paralellik göstermektedir.

Çalışmada uygulanan EBL dozlarına bağlı olarak *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin kuru herba verimlerinin etkilendiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar brassinosteroid analoglarının nanelerde kuru herba verimini artırdığı bildirilen bazı çalışmalarla (Naeem ve ark.,2014; Çoban ve Göktürk Baydar, 2016) paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Swamy ve Rao (2006; 2008; 2009; 2011); Eskandari ve Eskandari (2013) Sadeghi ve Shekafandeh (2014); Altaş (2016) farklı bitkilerde yapmış oldukları çalışmalarda doza bağlı olarak kuru herba/sürgün verim değerlerinde değişik sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir. Literatürde verilen çalışmalar incelendiğinde genel olarak yaş herba verim değerleriyle orantılı olarak kuru herba verimleri de yükselmiştir. Belirtilen durum bu çalışmada da aynı yönde yükselmiş olup paralellik göstermektedir. Bu durum Farazi ve ark., (2015) tarafından brassinosteroidlerin bitkilerde büyüme parametrelerini uyararak kuru maddelerini artırmalarını sağladıkları şeklinde açıklanmıştır.

#### **4.4. Kuru Yaprak Verimi (gr/bitki)**

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına kuru yaprak verimleri üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* L. ve *Mentha piperita* bitkilerinin kuru yaprak verimleri üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

*Mentha arvensis* türüne ait nanelerin bitki başına kuru yaprak verimleri incelendiğinde en yüksek değer (12,34 gr/bitki) önemli derecede kuru yaprak verimini artıran  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilmiştir. Bu değeri  $10^{-7}$  M EBL uygulamasının (11,20 gr/bitki) takip ettiği görülmektedir. Çalışmada uygulanan diğer dozlar olan Kontrol,  $10^{-8}$  ve  $10^{-5}$  M EBL uygulamalarından sırasıyla 7,88; 8,58 ve 8,31 (gr/bitki), bitki başına

kuru yaprak verimi elde edildiği görülmekle beraber bu uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli bir fark oluşmamıştır.

Çizelge 4.4. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru yaprak verim değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	7,88 ± 0,24 <sup>c</sup>	8,96 ± 0,27 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	8,58 ± 0,14 <sup>c</sup>	10,00 ± 0,26 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	11,20 ± 0,49 <sup>b</sup>	11,16 ± 0,30 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	12,34 ± 0,24 <sup>a</sup>	12,87 ± 0,19 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	8,31 ± 0,15 <sup>c</sup>	9,75 ± 0,28 <sup>cd</sup>
P	**	**
CV	5,00	5,42

\*\* p<0.01 seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

*Mentha arvensis* türüne ait nanelerde bitki başına kuru yaprak verimleri 7,88–12,34 gr/bitki arasında değişen değerler almıştır. Elde edilen bu değerler Jezler ve ark. (2015) tarafından bildirilen 8,27–9,03 gr/bitki değerleri ile kısmen paralellik göstermektedir.

*Mentha piperita* türü nanelere ait bitkilerde kuru yaprak verimleri incelendiğinde yapılan uygulamaların hepsi kuru yaprak verimlerini anlamlı derecede yükselttiği görülmektedir. En yüksek değerler 10<sup>-6</sup> ve 10<sup>-7</sup> M EBL uygulamalarından sırasıyla 12,87 ve 11,16 gr / bitki olarak elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan en düşük ve en yüksek EBL dozları olan 10<sup>-8</sup> ve 10<sup>-5</sup> M uygulamalarından sırasıyla 10,00 ve 9,75 gr/bitki verim değerleri alınmış olup en düşük değer uygulama yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden (8,96 gr/bitki) elde edilmiştir.

Çalışmada *Mentha piperita*'dan elde edilen bitki başına kuru yaprak verimleri; farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının *Mentha piperita* nın büyüme, gelişme ve verim parametrelerine olan etkisinin belirlendiği çalışmada belirtilen 1,38–4,80 gr/bitki değerlerinden (Eren, 2012) ve farklı gübre kaynakları ve hasat zamanlarının değerlendirildiği çalışmadan (Amirnia ve ark., 2014) elde edilen 2,89-9,17 gr verimden yüksek görülmektedir. Costa ve ark. (2013) tarafından bildirilen 7,6–12,4 gr/bitki değerleri ise bu çalışma verileri ile paralellik göstermektedir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan *Mentha piperita* genotipinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

*Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türlerinin yapılan EBL uygulamalarından etkilendiği görülmektedir. Her iki tür için de en yüksek kuru yaprak verimlerinin alındığı uygulama 10<sup>-6</sup> M EBL uygulaması olmuştur. Bu uygulamadan sonra her iki tür de kuru yaprak verim değerlerinde düşme görülmektedir. Bu durum Müssig ve ark. (2003)



tarafından brassinosteroidlerin etkilerinin bir eşik düzeyi olduğu şeklinde açıklanmıştır. *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türüne ait nanelerde en düşük kuru yaprak verimleri uygulama yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Tuzlu ve tuzsuz ortamlarda yetiştirilen biber bitkilerine uygulanan EBL'nin bitki yaprak ağırlıklarını kontrol ve tuz içeren ortamlarda yetişen bitkilere göre yüksek olduğu bildirilmiştir (Houimli ve ark., 2010). Aynı şekilde Swamy ve Rao, (2011) Kolyos bitkisinde yapmış olduğu çalışmalarda 3 µM EBL ve HBR uygulamalarının kuru yaprak değeri olarak en yüksek verimlerin alındığı uygulama olduğunu, en düşük değerlerin ise uygulama yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden alındığını bildirmiştir. Alam ve ark (2016) tarafından yapılan çalışmada ise Pervane çiçeği (*Catharanthus roseus*) bitkisinde bitki başına en yüksek kuru yaprak verimini  $10^{-7}$  M EBL uygulamasından elde ettiğini bildirmiştir. Çalışmalar incelendiğinde değerlendirilen parametrelerin uygulamalardan farklı oranlarda etkilendiği görülmektedir. Bu çalışmada da en düşük veriler kontrol grubundan elde edilmiş, yapılan uygulama dozlarından kuru yaprak verimlerinin farklı şekillerde etkilendiği görülmüş olup elde edilen bulgular literatürle paralellik göstermektedir.

#### 4.5. Yaş Kök Ağırlığı (gr/bitki)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına yaş kök ağırlıkları üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.5' te verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin yaş kök ağırlıkları üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.5. EBL dozlarına göre nane türlerinin yaş kök ağırlık değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	62,71 ± 0,66	74,34 ± 0,52
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	64,10 ± 0,92	75,64 ± 1,10
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	64,86 ± 1,05	76,72 ± 1,05
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	66,62 ± 1,22	77,65 ± 1,24
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	62,92 ± 0,77	74,95 ± 1,08
P	Ö.D	Ö.D
CV	3,08	2,75

Ö.D: Önemli değildir

Çizelge 4.5 incelendiğinde *Mentha arvensis* grubu bitkilerinde yaş kök ağırlık değerleri 62,71–66,62 gr arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek yaş ağırlık değeri  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilirken en düşük değerler kontrol grubu bitkilerinden elde

edilmiştir. *Mentha piperita* grubu bitkileri yaş kök ağırlık değerleri incelendiğinde en yüksek kök ağırlık değeri  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilirken (77,65 gr/bitki) en düşük değer EBL uygulaması yapılmayan bitkilerinden (74,34 gr/bitki) elde edilmiştir. Her iki türe ait nanelerin yaş kök ağırlıkları yapılan EBL uygulamasından etkilenmemiştir.

Çalışmadan elde edilen yaş kök ağırlık değerleri, *Mentha piperita* için Khorasaninejad ve ark. (2011) tarafından bildirilen 29,66 gr/bitki ve Eren (2012) tarafından bildirilen 25,80-56,59 gr/bitki değerlerinden yüksek görülmektedir. Bu farklılık çalışmalarda kullanılan bitkinin genotipten ve çalışma konularından kaynaklanmış olabilir.

Yapılan bazı çalışmalarda brassinosteroidlerin kök büyümesini artırdığı belirtilmiştir. Swamy ve Rao (2008); ıtır (*Pelargonium graveolens*) bitkisine 3  $\mu$ M HBR uygulamasının kök ağırlığını kontrol grubuna göre yaklaşık 2 katı kadar artırdığını diğer uygulamaların ise kontrol bitkileri ile aynı grupta kaldığını belirtmişleridir. Yine aynı şekilde *Pinus radiata* fidelerine ve *Satureja khuzestanica* ve domates bitkilerine brassinosteroid uygulamaları yapılmış ve kök büyümesini artırdıkları bildirilmiştir. (Sasse ve Sands, 1992; Ahammed ve ark., 2013; Eskandri ve Eskandri,2013).

Brassinosteroid uygulamaları sonucu köklerde biyokütlenin artması; genç yapraklarda invertaz asidin etkinliğinin artışı sonucu bitkilerin daha fazla asimilasyon yapmasına bağlıdır. Dolayısıyla daha büyük kökler meydana gelmektedir (Schilling ve ark., 1991). Çalışmadan elde edilen değerlerde kullanılan hormon dozuna bağlı olarak artışlar sağlanması literatür bilgileriyle paralellik göstermiş olsa da veriler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bu durum ekzojen olarak uygulanan hormonun taşınımı ile alakalı olabilir. Çünkü EBL köklere uygulandığında kolayca alınmakta ve yapraklara taşınmaktadır. Buna karşı, yapraklara uygulandığında taşınması köklerden taşınmasına göre daha yavaş olduğu bildirilmiştir (Nishikawa ve ark., 1994). Nitekim tuz içeren ve içermeyen ortamlarda yetiştirilen biber bitkilerine uygulanan EBL 'nin kök gelişimi üzerine bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir (Houimli ve ark., 2010).

#### **4.6. Kuru Kök Ağırlığı (gr/bitki)**

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına kuru kök ağırlıkları üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin kuru kök ağırlıkları üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.6. EBL dozlarına göre nane türlerinin kuru kök ağırlık değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	9,00 ± 0,26	14,47 ± 0,33
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	9,14 ± 0,18	15,15 ± 0,44
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	9,17 ± 0,12	15,70 ± 0,56
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	9,49 ± 0,08	15,81 ± 0,45
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	9,11 ± 0,11	14,26 ± 0,86
P	Ö.D	Ö.D
CV	3,83	6,18

Ö.D: Önemli değildir

Çizelge 4.6 incelendiğinde *Mentha arvensis* bitkilerinde kuru kök ağırlık değerlerinin 9,00-9,49 gr/bitki arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek kuru ağırlık değeri 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından elde edilirken en düşük değerler kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler Pandey (2000) tarafından bildirilen 5,20-17,20 gr/bitki değerleri arasında olup literatüre paralellik göstermektedir.

*Mentha piperita* bitkileri kuru kök ağırlık değerleri incelendiğinde en yüksek kuru kök ağırlık değeri 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından (15,81 gr/bitki) elde edilirken en düşük değer 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından (14,26 gr/bitki) elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen kuru kök ağırlık değerleri; Khorasaninejad ve ark. (2011) tarafından bildirilen 9,23 gr/bitki ve Eren (2012) tarafından bildirilen 5,30-10,17 gr/bitki değerlerinden yüksek; Amirnia ve ark. (2014) tarafından bildirilen 17,35-21,89 gr değerinden ise düşük görülmektedir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan nane (*Mentha piperita*) genotipinden ve çalışma konularından meydana geldiği düşünülmektedir.

*Geranium sp.* ve *Satureja khuzestanica* bitkilerinde yapılan çalışmalarda araştırmacılar kullandıkları brassinosteroid hormonunun yaş ve kuru kök ağırlık değerlerine olumlu etki yaptıklarını belirtmişlerdir. HBR nin 3 farklı konsantrasyonunun (0,5-1,0 ve 3 µM EBL) uygulandığı *Pelargonium graveolens* bitkilerinde çalışılan bütün konsantrasyonların kontrol grubuna göre kuru kök değerlerini artırdığı bildirilmiştir (Swamy ve Rao, 2008). Yine aynı şekilde *Satureja khuzestanica* bitkisine 3 farklı zamanda uygulanan HBR hormonunun 3 farklı konsantrasyonu (10<sup>-10</sup>, 10<sup>-8</sup> ve 10<sup>-6</sup> M EBL) zahter bitkilerinde kuru kök ağırlıklarını artırdığı bildirilmiştir (Eskandri ve Eskandri, 2013). Alam ve ark. (2016) tarafından pervane çiçeğinde (*Catharanthus roseus*) yapılan çalışmada ise en yüksek kuru kök ağırlıklarının 10<sup>-7</sup> M EBL uygulamasından elde edildiği ve bu uygulamadan sonra değerlerin düştüğü bildirilmiştir. Elde edilen bulgular bu çalışmalarla kısmen paralellik göstermektedir.

Çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M EBL uygulaması her iki tür içinde kuru kök ağırlıkları üzerine önemli bir etkisi olmamakla beraber *Mentha piperita* türüne ait nanelerde kontrol grubu bitkilerinden daha düşük veriler elde edilmiştir. Bu durum Müssig ve ark. (2003) ve Howell ve ark. (2007) tarafından yüksek dozda kullanılan brassinosteroidlerin kök büyümesini inhibe ettiği şeklinde açıklanmıştır.

#### 4.7. Toplam Yaprak Alanı (cm<sup>2</sup>/bitki)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına toplam yaprak alanı üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin toplam yaprak alanları üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

Çizelge 4.7. EBL dozlarına göre nane türlerinin toplam yaprak alan değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	1012,72 ± 41,07 <sup>c</sup>	1164,04 ± 26,21 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	1218,33 ± 74,25 <sup>b</sup>	1346,82 ± 66,46 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	1434,01 ± 79,01 <sup>a</sup>	1607,32 ± 70,77 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	1556,43 ± 89,01 <sup>a</sup>	1778,73 ± 17,20 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	1187,11 ± 61,26 <sup>bc</sup>	1268,85 ± 40,92 <sup>cd</sup>
P	**	**
CV	9,47	6,13

\*\*  $p < 0.01$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

*Mentha arvensis* bitkilerinde en yüksek toplam yaprak alanı;  $10^{-6}$  ve  $10^{-7}$  M EBL (1556,43 cm<sup>2</sup> ve 1434,01 cm<sup>2</sup>) uygulamasından elde edilmiş olup bu uygulamaların bitki yaprak alanı üzerine etkisi anlamlı olmuştur. Çalışmada kullanılan en düşük ( $10^{-8}$  M) ve en yüksek dozlardan ( $10^{-5}$  M) sırasıyla 1218,33 cm<sup>2</sup> – 1187,11 cm<sup>2</sup> değerler alınırken en küçük toplam yaprak alanı kontrol grubu bitkilerinden (1012,72 cm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

*Mentha piperita* türünde ise uygulamalardan yaprak alanı değerleri anlamlı derecede etkilenmiştir. En yüksek bitki başına toplam yaprak alanı değeri (1778,73 cm<sup>2</sup>)  $10^{-6}$  M EBL uygulamasında saptanmış olup bu uygulama en başarılı uygulama olmuştur. Bu değeri  $10^{-7}$  M EBL (1607,32 cm<sup>2</sup>) uygulaması takip etmiştir. Çalışmada kullanılan en düşük ( $10^{-8}$  M) ve en yüksek dozlardan ( $10^{-5}$  M) sırasıyla 1346,82 cm<sup>2</sup> – 1268,85 cm<sup>2</sup> yaprak alanı değerleri alınırken en düşük değerler kontrol grubu bitkilerinden (1164,04 cm<sup>2</sup>) sağlanmıştır.

*Mentha* cinsine ait türlerde yapılan farklı çalışmalarla bitkilerin yaprak alan değerleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Naeem ve ark. (2011) farklı konsantrasyonlardaki TRIA uygulamalarının Japon nanesi (*Mentha arvensis*) bitkilerine olan etkilerini görmek için yapmış oldukları çalışmada bitkiye verilen konsantasyona bağlı olarak dikimden 100 gün sonra alınan verilerde 2950 – 4119 cm<sup>2</sup> / bitki arasında değişen yaprak alanı değerleri alırken dikimden 120 gün sonra alınan verilerde ise 4684 – 6862 cm<sup>2</sup>/bitki arasında değerler aldıklarını bildirmişlerdir.

*Mentha piperita* 'nın yaz ve kış olmak üzere iki farklı sezonda yetiştirildiği ve GA<sub>3</sub> uygulaması yapılan bir çalışmada toplam yaprak alan değerleri 2798,81 - 6885,40 cm<sup>2</sup> değerler alındığı bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2012). Farklı tuzluluk düzeylerinin *Mentha piperita* bitkilerine etkisinin bakıldığı başka bir çalışmada ise bitkilerin ortalama toplam yaprak alan değerleri 112,46 ile 760,04 cm<sup>2</sup> arasında değiştiğini bildirilmiştir (Eren, 2012). Farklı dikim sıklığı ve mikroelement uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada ise nane (*Mentha piperita*) yaprak alan değerlerinin 1368–2012 cm<sup>2</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Salmasi ve ark., 2008). Çalışmadan elde edilen *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türü nanelere ait yaprak alan değerleri literatür bilgileriyle kısmen benzerlik göstermektedir.

Brassinosteroid uygulamalarının bitki yaprak alan değerlerine olan etkisi yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ekzojen olarak EBL ve HBR uygulamalarının yapıldığı çalışmaların sonuçlarına göre ıtır (*Pelargonium graveolens*) bitkilerinde 3 µM olarak kullanılan analog brassinosteroidlerin kontrol grubuna göre en geniş yaprak alan değerlerini verirken doz artışına bağlı olarak yaprak alanlarında artış olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Swamy ve Rao, 2008;2009). Siyah mercimekte (*Vigna mungo* L.) EBL uygulamalarının bazı büyüme parametrelerine etkisinin bakıldığı çalışmada en geniş yaprak alanlarının 20 günlük fidelerde 1 ve 1,5 µM EBL uygulamalarından alındığı bildirilmiştir (Asha ve Lingakumar, 2015). 2014 yılında yapılan bir çalışmada ise *Mentha arvensis* bitkilerine 10<sup>-7</sup> M HBR uygulanmasının bitki başına yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada kontrol grubuna ait bitkilerin ortalama toplam yaprak alanı 2970 cm<sup>2</sup> bulunurken HBR uygulanan bitkilerde bu değer 4296 cm<sup>2</sup> olduğunu bildirmişlerdir (Naeem ve ark., 2014). Benzer şekilde zahter bitkisinde yapılan bir çalışmada 10<sup>-6</sup> M HBR uygulamasının bitki başı toplam yaprak alanı ve yaprak sayısının kontrol grubuna göre anlamlı derecede arttığı ve en düşük değer kontrol grubu bitkilerinden elde edildiği bildirmiştir (Eskandari ve Eskandari 2013). Aynı şekilde hıyar

(*Cucumis sativus*) bitkilerine 0,1 ppm EBL uygulaması bitki toplam yaprak alanını kontrol grubuna göre yaklaşık % 55 oranında artırdığı bildirilmiştir (Yu ve ark., 2004).

Brassinosteroidlerin hücre bölünmesini ve dolayısıyla yaprak boyutunu, yaprak anatomisini etkilediği yönünde çalışmalar mevcuttur (Hu ve ark., 2000; Arteca ve Arteca, 2001; Yu ve ark., 2004). El-Khall ve ark. (2009) brassinosteroid uygulamalarının bitki yaprak alanındaki artışı tetiklediği bununda bitkinin daha iyi büyümesini sağlayarak yaş ve kuru sürgün ağırlıklarına yansıttığını bildirmişlerdir. Çalışmada da hem buna benzer veriler elde edilmiş hem de doza bağlı olarak artışlar sağlanmış olup elde edilen veriler literatürlere paralellik göstermektedir. Ancak çalışmada kontrol grubundan başlayarak doz artışına paralel olarak yükselen yaprak alan değerleri en yüksek doz olarak kullanılan  $10^{-5}$  M EBL uygulamasında düşme eğilimi göstermiştir. Bu durum Müssig ve ark. (2003) tarafından brassinosteroidlerin etkilerinin bir eşik düzeyi olduğunu ve bu düzeyin aşılması durumunda brassinosteroidlerin ket vurucu etki yaptığı şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca çalışmada elde edilen yaprak alan değerleri de dahil olmak üzere literatür bilgilerinde birbirlerinden çok farklı değerlerde yaprak alan değerleri mevcuttur. Bu durum Ceylan (1983) tarafından *Mentha* cinsine ait türlerde birbirinden çok farklı morfolojik yapıya sahip tiplerin bulunması şeklinde açıklanmıştır.

#### 4.8. Klorofil Miktarı (mg/gr doku)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının Klorofil-a, Klorofil b ve Toplam klorofil miktarları üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları *Mentha arvensis* için Çizelge 4.8' de *Mentha piperita* için ise Çizelge 4.9' da verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* L. ve *Mentha piperita* bitkilerinin klorofil miktarı üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ).

Çizelge 4.8. EBL dozlarına göre *Mentha arvensis* klorofil miktarları (ort ± SH)

<i>Mentha arvensis</i>			
EBL Dozları	Klorofil a	Klorofil b	Toplam Klorofil
Kontrol	0,76 ± 0,011 <sup>c</sup>	0,27 ± 0,012 <sup>c</sup>	1,04 ± 0,01 <sup>c</sup>
10 <sup>-8</sup> M	0,79 ± 0,017 <sup>bc</sup>	0,29 ± 0,006 <sup>ab</sup>	1,10 ± 0,01 <sup>b</sup>
10 <sup>-7</sup> M	0,83 ± 0,015 <sup>ab</sup>	0,30 ± 0,008 <sup>ab</sup>	1,15 ± 0,02 <sup>ab</sup>
10 <sup>-6</sup> M	0,86 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,01 <sup>a</sup>
10 <sup>-5</sup> M	0,80 ± 0,027 <sup>bc</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>bc</sup>	1,10 ± 0,02 <sup>b</sup>
P	*	*	*
CV	4,13	5,62	3,17

\*  $p<0.05$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

Çizelge 4.8 incelendiğinde *Mentha arvensis* türüne ait nanelerde EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden en az klorofil-a değeri elde edilirken (0,76 mg/gr doku) diğer uygulamaların hepsinde klorofil a değeri önemli derecede artırmış ve  $10^{-6}$  M EBL dozu en başarılı uygulama olmuştur. Klorofil a değeri kontrol grubundan başlayarak  $10^{-6}$  M EBL uygulamasına kadar yükseliş göstermekle beraber; çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M EBL uygulamasında düşmüştür. Aynı durum klorofil b miktarı için de geçerli olmakla beraber klorofil b miktarları 0,27–0,31 mg/gr arasında doza bağlı olarak değişen değerler aldığı görülmüş ve en başarılı uygulama olarak bu değeri anlamlı derecede artıran  $10^{-6}$  M EBL dozu saptanmıştır. Diğer uygulamaların klorofil b miktarını kontrol bitkilerine kıyasla önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Toplam klorofil değerleri incelendiğinde en yüksek değer (1,18 mg/gr doku)  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından sağlanırken çalışmada kullanılan diğer dozların hepsinden kontrol gurubu nane bitkilerine kıyasla daha yüksek toplam klorofil miktarları saptanmıştır. En düşük değer (1,04 mg/gr doku) kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir.

Çalışmada elde edilen *Mentha arvensis* türüne ait klorofil a, b ve toplam klorofil miktarları; Thakur (2014) tarafından bildirilen klorofil a, b ve toplam klorofil miktarları sırasıyla 1,05-0,97-2,02 mg/gr değerleri ile Manikandan ve ark. (2015) tarafından bildirilen 1,57-0,58-2,15 mg/gr değerlerinden düşük görülmektedir. Ancak Garg ve ark. (2012) tarafından bildirilen 0,0064- 0,0052- 0,0096 gr/L değerleri ile Charan ve ark. (2013) tarafından bildirilen toplam klorofil için 0,037 mg/gr değerinden yüksek görülen veriler Fazili ve ark. (2017) tarafından bildirilen toplam klorofil için 1,01-1,36 mg/gr değerleri ile paralellik göstermektedir. Çalışmadan elde edilen klorofil pigmentleri miktarlarının literatür verilerinden düşük veya yüksek çıkması çalışmalarda kullanılan genotipten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

*Mentha piperita* türü klorofil değerleri incelendiğinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarları olarak en yüksek değerler  $10^{-6}$  M uygulamasından elde edilmiş olup bu uygulama *Mentha piperita* türüne ait nanelerin incelenen klorofil miktarlarını anlamlı derecede artırmıştır (Çizelge 4. 9). Klorofil b miktarları bakımından  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$  ve  $10^{-5}$  M EBL dozları ile toplam klorofil miktarları bakımından ise çalışmada kullanılan en yüksek ve en düşük EBL dozları arasında ( $10^{-5}$  ve  $10^{-8}$  M ) istatistiki anlamda bir fark gözlenmemiştir. Kontrol grubu bitkilerinden ise incelenen her 3 parametrede de en düşük değerler alınmıştır. Çalışmada klorofil a değerleri 0,7–0,99 mg/gr; klorofil b değerleri

0,28–0,40 mg/gr ve toplam klorofil değerleri ise 1,02–1,43 mg/gr arasında doza bağlı olarak değişen veriler elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. EBL dozlarına göre *Mentha piperita* klorofil miktarları (ort ± SH)

<i>Mentha piperita</i>			
EBL Dozları	Klorofil a	Klorofil b	Toplam Klorofil
<b>Kontrol</b>	0,73 ± 0,02 <sup>d</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,02 ± 0,02 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	0,80 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,16 ± 0,02 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	0,89 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,26 ± 0,03 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	0,99 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	0,78 ± 0,01 <sup>cd</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,12 ± 0,02 <sup>c</sup>
P	**	**	**
CV	4,9	7,70	4,62

\*\*p<0.01 seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

Çalışmadan elde edilen *Mentha piperita* türüne ait klorofil a, b ve toplam klorofil miktarları; Straumite ve ark. (2015) tarafından farklı *Mentha piperita* çeşitleri ile yapılan çalışmalarda belirlenen Klorofil a (0,32 – 0,84 mg/gr) klorofil b (0,06 – 0,17 mg/gr) ve toplam klorofil (0,39 – 1,02 mg/gr) değerlerinden kısmen yüksek bulunmuştur. Grzeszczuk ve Jadczyk (2009) tarafından farklı *Mentha piperita* varyetelerinde yapılan analizlerde belirlenen klorofil a (1,22 – 1,57 mg/gr), klorofil b (0,32 – 0,47 mg/gr) ve toplam klorofil (1,73 – 2,29 mg/gr) ile Maffei ve Scannerini (2000) tarafından bildirilen klorofil a (2,26 mg/gr) klorofil b (0,78 mg/gr) ve toplam klorofil (3,04 mg/gr) değerlerinden ise çalışmadan elde edilen veriler düşük bulunmuştur. Skrzypek ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise klorofil a (1,47 mg/gr), klorofil b (0,32 mg/gr) ve klorofil a+b (1,80 mg/gr) değerleri bildirilmiştir. Literatürlerde bildirilen değerler ile çalışmadan elde edilen değerler arasındaki farklılıkların çalışmalarda kullanılan genotiplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bazı çalışmalar sonucu bitkilerdeki klorofil miktarlarının çevresel faktörlerin yanında (Doğu, 1999; Sevik ve ark., 2014; Dai ve ark., 2009) genetik yapıya bağlı olarak da değişebildiği (Ekinci ve ark., 2008) bildirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre yapılan uygulamaların klorofil miktarları üzerine etkisi olumlu olmuştur. Brassinosteroid uygulamalarının klorofil miktarları üzerine etkisi yapılan bazı çalışmalar ile ortaya konulmuştur. EBL ve HBR uygulamalarının kolyos (*Coleus forskohlii*) bitkisinin performansı üzerine etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı üzerine doz artışına paralel olarak artışlar sağlandığı ve en yüksek değerlere 3 µM EBL ve HBR uygulamaları sonucu erişildiği



bildirilmiştir (Swamy ve Rao, 2011). Farklı EBL dozlarının uygulandığı ve büyüme parametrelerinin çalışıldığı pervane çiçeğinin (*Catharanthus roseus*) toplam klorofil miktarı üzerine en etkili doz olarak  $10^{-7}$  M EBL uygulamasının belirlendiği, uygulanan diğer dozların ise kontrol grubu bitkilerine göre yüksek değerler alındığı bildirilmiştir (Alam ve ark., 2016). Tuz stresi altında yetiştirilen bezelye bitkilerine (*Pisum sativum*) EBL uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada ise klorofil miktarlarının arttığı bildirilmiştir (Shahid ve ark., 2011). Benzer şekilde iki farklı buğday (*Triticum aestivum* L) çeşidine uygulanan 0,05 ve 0,1 ppm EBL dozları ise klorofil a ve b miktarlarını doz artışına paralel olarak artırmıştır (Talaat ve Shawky, 2012).

Çalışmada elde edilen verilere göre incelenen parametreler üzerine EBL uygulamalarında doza bağlı artışlar sağlanmış olup literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir. Çalışmada elde edilen yaş-kuru herba, kuru yaprak verimi ve klorofil miktarlarında en yüksek değerler  $10^{-6}$  M EBL uygulamalarından sağlanmıştır. Nitekim Tort ve Dereboylu (2003), biberde (*Capsicum annum* L.) yapmış oldukları çalışmalarda klorofil miktarlarındaki değişimlerin fotosentez düzeyinde artış veya azalışlara neden olabileceği ve bunun da dolaylı olarak bitki gelişimini ve sonuçta ürünü etkileyebileceğini bildirirken, (Gomes, 2011) brassinosteroidlerin fotosentez sürecini geliştirerek antioksidan enzim aktivitelerini ve bitki verimini artırdıklarını bildirmişlerdir.

#### 4.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ gr)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının toplam fenolik madde miktarları üzerine olan etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.10' da verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin toplam fenolik madde miktarları üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ).

Çizelge 4.10. EBL dozlarına göre nane türlerinin toplam fenolik madde mik. (ort  $\pm$  SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	34,82 $\pm$ 0,64 <sup>c</sup>	54,14 $\pm$ 1,37 <sup>d</sup>
<b><math>10^{-8}</math> M</b>	36,54 $\pm$ 1,10 <sup>bc</sup>	63,71 $\pm$ 0,98 <sup>c</sup>
<b><math>10^{-7}</math> M</b>	38,50 $\pm$ 0,31 <sup>ab</sup>	72,50 $\pm$ 2,38 <sup>a</sup>
<b><math>10^{-6}</math> M</b>	40,04 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>	68,30 $\pm$ 0,60 <sup>b</sup>
<b><math>10^{-5}</math> M</b>	36,03 $\pm$ 0,52 <sup>c</sup>	65,77 $\pm$ 1,21 <sup>c</sup>
P	**	**
CV	4,04	4,08

\*\* $p < 0.01$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

Çizelge 4.10 incelendiğinde *Mentha arvensis* türü nanelerde en yüksek toplam fenolik madde miktarı (40,04 mg GAE / gr)  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edildiği ve bu değeri bir düşük doz olan  $10^{-7}$  M EBL uygulamasının (38,50 mg GAE / gr) takip ettiği görülmektedir. Çalışmada en düşük toplam fenolik madde miktarı (34,82 mg GAE / gr) EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiş olup en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M EBL uygulaması (36,03 mg GAE / gr) ile arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. *Mentha piperita* türünde ise yapılan EBL uygulamalarından önemli derecede etkilendiği gözlenen toplam fenolik madde miktarlarında en yüksek değere (72,50 mg GAE / gr)  $10^{-7}$  M EBL uygulamasıyla ulaşılmış ve bu değeri  $10^{-6}$  M EBL (68,30 mg GAE / gr) takip etmiştir. Çalışmada kullanılan en yüksek ve en düşük dozlar arasında sayısal farklılıklar olmasına rağmen istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Kontrol grubu bitkilerinden ise en düşük (54,14 mg/GAE gr) toplam fenolik madde miktarı elde edilmiştir.

Nane türlerinin toplam fenolik madde miktarları daha önce yapılan birçok çalışmaya konu olmuştur. Buna göre çalışmadan elde edilen veriler; Chawla ve Thakur (2014) tarafından bildirilen değerden (115,81 mg GAE/ gr) düşük, Atanassova ve ark. (2011) ve Ismail ve ark. (2014) tarafından bildirilen sırasıyla (0,45 mg GAE/gr – 0,02-0,215 mg GAE/gr) değerden yüksek, Benabdallah ve ark. (2016) tarafından bildirilen 14,63-43,21 mg GAE/ gr; Orphanides ve ark. (2013) tarafından bildirilen 34,6 mg GAE/gr ve Arabsashi ve ark. (2005) tarafından bildirilen 43 mg GAE/gr değerleri ile kısmen paralellik göstermekte olup, Stanisavljevic ve ark. (2012) tarafından bildirilen 3,68-113,8 mg GAE/gr ve Shabrangi ve Beigijazi (2014) tarafından bildirilen 19,52–382,7 mg GAE/gr değerleri arasındadır.

Literatür taramalarında brassinosteroid uygulamalarının bitkilerdeki toplam fenolik madde miktarları üzerine göstermiş oldukları etkilere ait sınırlı çalışmaya rastlanmıştır. HBR uygulamalarının yapıldığı japon nanesinde (*Mentha arvensis*) toplam fenolik madde miktarlarının uygulanan dozlardan etkilendiği bildirilmiştir. Çalışmada 1,4 -1,8 mg/ gr arasında veriler elde edilmiş ve çalışmada en düşük doz HBR uygulaması yapılmayan kontrol bitkilerden elde edilmiştir (Naeem ve ark., 2012). Çalışmada da toplam fenolik madde miktarları uygulanan dozlardan etkilenmiş ve en düşük toplam fenolik madde miktarları kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Ayrıca fesleğen bitkilerine tohumdan yapılan EBL uygulamalarının kontrol grubuna göre daha yüksek miktarlarda toplam fenolik madde miktarına sahip oldukları bildirilmiştir (Koca, 2013). Aynı şekilde domates,

hindiba ve guduchi bitkilerine uygulanan analog brassinosteroidlerin bitkilerin toplam fenol miktarlarını artırdığı belirtilen raporlar mevcuttur (Ahammed ve ark., 2013; Serna ve ark., 2013; Raghu ve Ram Rao, 2016). Bu sonuçlar çalışmayı destekler niteliktedir.

#### 4.10. Antioksidan Aktivite IC<sub>50</sub> (mg/ml)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının nane bitkilerindeki antioksidan aktivite değerleri üzerine olan etkisine ilişkin analiz sonuçları ile standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asitin IC<sub>50</sub> değerleri Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* L. ve *Mentha piperita* bitkilerinin antioksidan aktivite değerleri (IC<sub>50</sub>) üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Çizelge 4.11. EBL dozlarına göre nane türlerinin IC<sub>50</sub> değerleri (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	3,53 ± 0,01 <sup>d</sup>	1,70 ± 0,04 <sup>c</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	3,41 ± 0,03 <sup>cd</sup>	1,36 ± 0,03 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	2,86 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,30 ± 0,01 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	3,11 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,20 ± 0,02 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	3,30 ± 0,02 <sup>bc</sup>	1,38 ± 0,02 <sup>b</sup>
<b>Askorbik asit</b>	0,34 ± 0,01	
P	**	**
CV	3,23	3,91

\*\*p<0.01 seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

Çizelge 4.11 incelendiğinde *Mentha arvensis* türü nanelerde en yüksek antioksidan aktivite değeri (2,86 mg/ml) 10<sup>-7</sup> M EBL uygulaması yapılan bitkilerden elde edilirken bu değeri 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasının (3,11 mg/ml) takip ettiği görülmektedir. En düşük antioksidan aktivite değeri EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiş olup yapılan bütün uygulamalar antioksidan aktivite değerini anlamlı derecede yükseltmiştir. *Mentha piperita* türü nanelerde ise 10<sup>-6</sup> M EBL uygulaması anlamlı bir şekilde en yüksek antioksidan aktivite değerini (1,20 mg/ml) sağlamıştır. Diğer EBL uygulamaları arasında istatistik anlamda bir farklılık gözlemlenmezken en düşük değer (1,70 mg/ml) kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Her iki tür için de EBL uygulaması yapılan bitkilerin tamamı kontrol gruplarına göre daha yüksek DPPH radikalini süpürücü etki göstermiştir. Çalışmada standart antioksidan olarak kullanılan Askorbik asitin IC<sub>50</sub> değeride hesaplanmıştır. Buna göre Askorbik asitin IC<sub>50</sub> değeri (0,34 mg/ml)

bulunmuştur. Çalışmada kullanılan nane türleri askorbik asitten daha düşük aktivite göstermişlerdir. *Mentha piperita* grubu bitkilere uygulanan  $10^{-6}$  M EBL dozundan elde edilen  $IC_{50}$  değerleri radikal süpürücü etki bakımından askorbik asite en yakın uygulama olup yüksek aktivite göstermiştir.

Toplam fenolik bileşikler açısından zengin olan nane türlerinin aynı zamanda serbest radikalleri temizlemede güçlü birer antioksidan kaynağı olma potansiyeline sahip olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Rajesh ve ark., 2010; Masoodi ve ark., 2014; Suresh ve ark., 2014; Mirzaei ve ark., 2015; Benabdallah ve ark., 2016).

Çalışmada DPPH radikal süpürücü etki açısından incelenen ve  $IC_{50}$  olarak değerlendirilen antioksidan aktivite değerleri *Mentha* türleri ile yapılan bazı çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada *Mentha arvensis* türünde  $IC_{50}$  değerleri yapılan uygulamalara bağlı olarak 2,86-3,53 mg/ml arasında değişmiştir. Çalışmadan elde edilen değerler Sousa ve ark. (2004) tarafından bildirilen 17,40 mg/ml değerinden yüksek; Raghavendra ve ark. (2013) tarafından bildirilen 25 µg/ml, Aslam ve ark. (2015) tarafından bildirilen 0,212-0,504 µg/ml ve Benabdallah ve ark. (2016) tarafından bildirilen 13,33 µg/ml değerlerinden daha düşük görülmektedir.

*Mentha piperita* türünde ise  $IC_{50}$  değerleri yapılan EBL uygulamalarına bağlı olarak 1,20-1,70 mg/ml arasında değişmiştir. Çalışmadan elde edilen *Mentha piperita* türü  $IC_{50}$  değerleri Albayrak ve ark. (2013) tarafından bildirilen 17,91 µg/ml, Mathur ve ark. (2011) tarafından bildirilen 36,15 µg/ml, Moldovan ve ark. (2014) tarafından bildirilen 109,86-284,61 µg/ml, Samarth ve ark. (2006) tarafından bildirilen 272 µg/ml, Nickavar ve ark. (2008) tarafından bildirilen 13,22 µg/ml ve Benabdallah ve ark. (2016) tarafından bildirilen 17,50 µg/ml değerlerden düşük görülmektedir. Verilen literatür değerlerinden de anlaşılacağı üzere çalışmalarda kullanılan nane türlerinin genotipi, bitkilerin yetiştirme koşulları ve kullanılan yöntem farklılıkları değerlerin değişmesine neden olabilmektedir.

Çalışmada *Mentha arvensis* grubu için  $10^{-7}$  M EBL uygulaması ile *Mentha piperita* grubu için ise  $10^{-6}$  M EBL uygulaması yapılan bitkiler DPPH radikalini süpürücü etki bakımından öne çıkan uygulamalar olup belirtilen dozlardan sonra süpürme etkisi düşmeye başlamıştır. Her iki nane türünde EBL uygulaması yapılmayan bitkiler daha düşük etki göstermiştir. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar bitkilerin antioksidan aktivite değerleri ve antioksidan enzimler üzerine uyarıcı yönde etkileri olduğunu bildiren çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Ahammed ve ark., 2013; Serna ve ark., 2013; Asghari ve

Zahedipour, 2016; Jasrotia ve Ohri, 2016; Gao ve ark., 2017). Brassinosteroidlerin dozlarındaki artışın DPPH temizlemedeki etki ile paralel olduğu (Raghu ve Ram Rao, 2016) ve bu etkinin de stres koruyucu özelliklerinin bir göstergesi olduğu belirtilmiştir (Jasrotia ve Ohri, 2016).

#### 4.11. Uçucu Yağ Oranı (%)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının uçucu yağ oranları üzerine etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.12’ de ve bu analiz sonuçlarına ait grafik Şekil 4.12’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türlerinde uçucu yağ oranları üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ).

Çizelge 4.12. EBL dozlarına göre nane türlerinin uçucu yağ oranları (ort ± SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	1,04 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,55 ± 0,02 <sup>d</sup>
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	1,10 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,79 ± 0,07 <sup>bc</sup>
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	1,13 ± 0,02 <sup>ab</sup>	3,11 ± 0,08 <sup>a</sup>
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	1,24 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,93 ± 0,05 <sup>b</sup>
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	1,09 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,75 ± 0,07 <sup>c</sup>
P	*	**
CV	Cv: 3,38	Cv 1,98

\*  $p<0.05$  seviyesinde önemli ; \*\*  $p<0.01$  seviyesinde önemli  
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Yüzdeler değere açılı transformasyonu uygulanmıştır.

Çizelge 4.12 incelendiğinde *Mentha arvensis* türüne ait nanelerde en yüksek uçucu yağ oranı 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından elde edilmiş olup kontrol grubu bitkilerine kıyasla %19’ luk bir artışla anlamlı bir etki göstermiştir. 10<sup>-7</sup> M EBL uygulaması ise 10<sup>-6</sup> M EBL uygulamasından sonraki en yüksek değer alınan konsantrasyon olup (% 1,13) diğer uygulamalar arasında oransal anlamda farklılıklar olmasına rağmen aralarında önemli bir fark saptanmamıştır. *Mentha piperita* grubu bitkilerine ait uçucu yağ oranları incelendiğinde 10<sup>-7</sup> M EBL uygulaması (% 3,11) diğer uygulamalara kıyasla uçucu yağ birikimini anlamlı şekilde artırmıştır. Bu değeri 10<sup>-6</sup> M, 10<sup>-8</sup> M ve 10<sup>-5</sup> M EBL uygulamaları takip etmiştir. En düşük yağ oranı kontrol grubuna ait nanelerden (% 2,55) elde edilmiştir.

Çalışmada *Mentha arvensis* türünde uçucu yağ oranı % 1,04–1,24 arasında değişen veriler alınmıştır. Elde edilen bu değerler Naeem ve ark. (2011) ve (2012) tarafından bildirilen % 0,64–1,21 ve % 0,63–1,18; Arslan ve ark. (2010) tarafından bildirilen % 0,8–

1,77; Anwar ve ark. (2010) tarafından bildirilen % 0,77–1,15 değerleri ile kısmen paralellik gösterirken, Froogi ve Sharma (1988) tarafından bildirilen % 0,67–0,77 değerlerinden yüksek ve Özgüven ve Kırıcı (1999) tarafından bildirilen % 4,75–6,97; Çalışkan (2014) tarafından bildirilen % 5,63-8,55; Jezler ve ark. (2015) tarafından bildirilen % 4,26 değerlerinden düşük elde edilmiştir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan bitki materyalinin genotipinden, yetiştirme koşullarından ve uçucu yağ oranı belirlenmesinde kullanılan herbanın kuru veya yaş olmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

*Mentha piperita* bitkilerinde ise uçucu yağ oranları % 2,55- 3,11 arasında değişen veriler elde edilmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen uçucu yağ oranları Sülü (2010) tarafından bildirilen % 2,37- 3,30, Franz ve ark. (1984) tarafından bildirilen % 2,40-2,85; Roodbari ve ark. (2013) tarafından bildirilen % 1,4-4,3; Saharkhiz ve Goudarzi (2014) tarafından bildirilen % 2,32-2,55; Özgüven ve Kırıcı (1999) tarafından bildirilen % 2,67-4,99 değerleri ile paralellik göstermektedir. Ancak Çobanoğlu (2014) tarafından bildirilen % 3,70-4,00 değerlerinden düşük görülen çalışmada elde edilen uçucu yağ oranları Shabrangi ve Beigijazi (2014) ; Khaliq ve ark. (2001); Abbaszadeh ve ark. (2009); Marcum ve Hanson (2006) tarafından bildirilen sırasıyla % 0,4-1,2; % 0,6-0,62; % 1,09-1,3; % 0,33 -1,53 değerlerinden yüksek görülmektedir. Bu farklılıkların belirtilen çalışmalarda kullanılan *Mentha piperita* bitkisinin yetiştirme koşullarından, uçucu yağ elde etmede kullanılan herbanın niteliğinden veya bitkinin genotipinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Brassinosteroid uygulamalarının tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağ oranı üzerine olan etkileri yapılan farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yasemin çiçeğine (*Jasminum sambac* L.) 2 µM EBL uygulamasının uçucu yağ oranını kontrol grubuna göre % 23 oranında artırdığı (Akram ve ark., 2014); İtır çiçeğine (*Pelargonium graveolens* L.) uygulanan 3 µM HBR uygulamasının kontrol bitkilerine göre % 38, 3 µM EBL uygulamasının ise kontrol bitkilerine göre % 28 oranında artırdığı (Swamy ve Rao, 2008; 2009), kekik bitkisine (*Satureja khuzestanica* L) 10<sup>-6</sup> M HBR uygulamasının uçucu yağ oranını kontrol grubuna göre % 40 oranında artırdığı (Eskandari ve Eskandari, 2013) ve japon nanesine (*Mentha arvensis*) uygulanan 10<sup>-7</sup> M HBR konsantrasyonunun bitkilerin dikiminden 100 ve 120. gün alınan verilere göre uçucu yağ oranını kontrol grubuna göre sırasıyla % 38 ve % 40 oranında artırdığı (Naeem ve ark., 2012) bildirilmiştir.

Çalışmada *Mentha arvensis* türü nanelere uygulanan  $10^{-6}$  M EBL dozu kontrol grubuna göre uçucu yağ oranını % 19 oranında artırırken, *Mentha piperita* türü nanelerde ise  $10^{-7}$  M EBL uygulaması kontrol grubuna göre uçucu yağ oranını % 22 oranında artırmış olup çalışmada elde edilen veriler literatürle paralellik göstermektedir. Brassinosteroid uygulamalarının uçucu yağ oranındaki artışı Youssef ve Talaat (1998) tarafından brassinosteroidlerin bitkinin daha fazla yağ üretmesi için genetik potansiyelini harekete geçirdiği şeklinde açıklanmıştır.

#### 4.12. Uçucu Yağ Verimi (ml/bitki)

Farklı dozlarda EBL uygulamalarının bitki başına uçucu yağ verimleri üzerine olan etkisine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.13' de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının *Mentha arvensis* L. ve *Mentha piperita* bitkilerinin uçucu yağ verimleri üzerine göstermiş oldukları etki istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

Çizelge 4.13. EBL dozlarına göre nane türlerinin uçucu yağ verimleri (ort  $\pm$  SH)

EBL Dozları	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha piperita</i>
<b>Kontrol</b>	0,08 $\pm$ 0,003 <sup>c</sup>	0,23 $\pm$ 0,006 <sup>d</sup>
<b><math>10^{-8}</math> M</b>	0,09 $\pm$ 0,004 <sup>c</sup>	0,28 $\pm$ 0,008 <sup>c</sup>
<b><math>10^{-7}</math> M</b>	0,13 $\pm$ 0,002 <sup>b</sup>	0,35 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>
<b><math>10^{-6}</math> M</b>	0,15 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,38 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>
<b><math>10^{-5}</math> M</b>	0,09 $\pm$ 0,005 <sup>c</sup>	0,27 $\pm$ 0,012 <sup>c</sup>
P	**	**
CV	8,03	5,98

\*\*  $p<0,01$  seviyesinde önemli

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir

Çizelge 4.12' ye göre *Mentha arvensis* türüne ait nanelerde bitki başına uçucu yağ verimleri 0,08-0,15 ml/bitki arasında değişmiştir. En yüksek uçucu yağ verimi  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından (0,15 ml/bitki) elde edilirken bu değeri  $10^{-7}$  M EBL uygulaması takip etmiştir. Diğer uygulamalar arasında istatistiki anlamda bir fark oluşmamış olup en düşük değer kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. *Mentha piperita* türüne ait nanelerde ise uçucu yağ verimleri kontrol grubundan başlayıp  $10^{-6}$  M EBL uygulamasına kadar artma eğilimi göstermiş olup bu uygulamadan sonra düşmüştür. En düşük değer kontrol grubundan elde edilirken (0,23 ml/bitki), çalışmada kullanılan en yüksek ( $10^{-5}$  M EBL) ve en düşük dozlar ( $10^{-8}$  M EBL) arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. En yüksek uçucu yağ verimi  $10^{-6}$  M EBL uygulanmış bitkilerden elde edilmiş (0,38 ml/bitki) ve bu değeri  $10^{-7}$  M EBL uygulaması (0,35 ml/bitki) takip etmiştir.

Mikorizal mantar ve fosfor uygulamalarının nane (*Mentha piperita*) nin gelişimi ve uçucu yağ oranları üzerine olan etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada bitki başı uçucu yağ verimleri 0,12-0,25 ml arasında değişen veriler elde edildiği bildirilmiştir (Arango ve ark., 2012). Farklı *Mentha* türleri ile yapılan çalışmalarda bitki başına uçucu yağ verimleri 0,12-0,15 ml arasında değiştiği bildirilmiştir Gharib ve Teixeira da Silva (2013) kuraklık koşullarında yetiştirilen *Mentha piperita* bitkilerinde ise kontrol grubuna ait bitkilerin uçucu yağ verimi 0,16 ml/bitki olarak bildirilmiştir (Khorasaninejad ve ark., 2011).

Çoban ve Göktürk Baydar (2016) yapmış oldukları çalışmalarda 0,5 ppm EBL uygulamasının *Mentha piperita* bitkilerinde en yüksek uçucu yağ verimini sağladığını (0,221 ml/bitki), çalışmalarında kullandıkları diğer EBL uygulamalarının ise istatistiki anlamda aynı grupta yer aldıklarını bildirmişlerdir. *Mentha arvensis* bitkilerine kontrol dahil 4 farklı HBR uygulamalarının yapıldığı çalışmada ise 0,260–0,996 ml/bitki arasında değişen veriler elde edildiği en yüksek uçucu yağ veriminin ise bitkilerin dikiminden itibaren 120. gün alınan verilerde  $10^{-7}$  M HBR uygulamasından elde edildiği (0,996 ml/bitki) ve uçucu yağ verimlerinin farklı HBR uygulamalarından etkilendiklerini bildirilmiştir (Naeem ve ark., 2012). Çalışmaya ait veriler literatür bilgileriyle kısmen örtüşmektedir.

#### 4.13. Uçucu Yağ Bileşenleri (%)

Nane bitkilerine ait uçucu yağ bileşenlerinin analizi GC-MS cihazı ile yapılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin tayininde MS kütüphanesinde bulunan NIST, FLAVOUR, WILEY kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesinde MS ve FID dedektörü verileri kullanılmıştır. Farklı konsantrasyonlardaki EBL uygulamaları yapılarak yetiştirilen nane türlerinden elde edilen uçucu yağlarda MS verilerine göre *Mentha arvensis* için 38, *Mentha piperita* için ise toplam 33 bileşen aydınlatılmış olup, *Mentha arvensis* bitkilerinde elde edilen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.14 te; *Mentha piperita* bitkilerinden elde edilen uçucu yağ bileşenleri ise Çizelge 4.15 'de verilmiştir. Çalışmada ayrıca FID dedektörü verilerine göre *Mentha arvensis* için % 1 ve üzeri, *Mentha piperita* için ise % 5 ve üzeri olan uçucu yağ bileşenlerinin istatistiksel analizleri yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.16 ve 4.17' de verilmiştir.



Çizelge 4.14. EBL dozlarına göre *Mentha arvensis* uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH)

R.T	Bileşen	Kontrol	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>
1	12.363 Sabinene	-	-	-	-	0,165 ± 0,08
2	12.844 Limonene	3,680 ± 0,38	3,665 ± 0,62	2,850 ± 0,37	3,688 ± 0,54	3,824 ± 0,81
3	13.14 Delta-3- Carene	0,057 ± 0,05	0,177 ± 0,01	-	0,121 ± 0,06	0,221 ± 0,06
4	13.414 γ- Terpinene	0,056 ± 0,01	0,078 ± 0,005	-	0,052 ± 0,02	0,038 ± 0,001
5	13.800 Terpinolene	0,016 ± 0,01	0,026 ± 0,002	-	-	-
6	13.96 1,8- Cineole	0,255 ± 0,05	0,270 ± 0,06	0,233 ± 0,02	0,263 ± 0,05	0,268 ± 0,06
7	14.381 p-cymene	0,030 ± 0,01	0,032 ± 0,004	0,035 ± 0,001	0,025 ± 0,005	-
8	15.319 3- Octanone	0,045 ± 0,003	0,049 ± 0,001	0,056 ± 0,01	0,038 ± 0,01	0,018 ± 0,001
9	15.657 3- Octanol	0,324 ± 0,03	0,400 ± 0,06	0,322 ± 0,03	0,308 ± 0,01	0,280 ± 0,01
10	15.90 α - Terpinene	0,022 ± 0,001	-	0,054 ± 0,005	-	-
11	16.29 1-octen-3 ol	1,727 ± 0,03	1,657 ± 0,02	1,577 ± 0,09	1,564 ± 0,16	1,547 ± 0,09
12	16.83 p- Cymenene	0,047 ± 0,002	0,050 ± 0,007	0,039 ± 0,02	0,030 ± 0,01	-
13	17.56 Menthofuran	0,066 ± 0,001	0,065 ± 0,005	0,069 ± 0,007	0,057 ± 0,01	0,023 ± 0,01
14	17.73 Linalool	0,667 ± 0,20	0,666 ± 0,20	0,613 ± 0,07	0,818 ± 0,14	0,815 ± 0,18
15	18.76 E-Caryophyllene	0,351 ± 0,02	0,447 ± 0,03	0,308 ± 0,05	0,478 ± 0,05	0,418 ± 0,07
16	19.034 Para menthone	2,839 ± 0,23	2,073 ± 0,28	2,450 ± 0,51	1,488 ± 0,32	1,660 ± 0,57
17	19.41 Terpinen 4-ol	-	0,128 ± 0,01	0,143 ± 0,01	0,121 ± 0,01	0,113 ± 0,02
18	19.67 Iso menthone	6,335 ± 0,53	4,606 ± 0,55	4,460 ± 1,17	3,310 ± 0,67	3,680 ± 1,21
19	20.174 Germacrene D	0,954 ± 0,28	0,909 ± 0,17	0,558 ± 0,05	0,920 ± 0,19	0,852 ± 0,11
20	20.60 α - Terpineol	1,009 ± 0,04	1,014 ± 0,03	0,984 ± 0,05	0,994 ± 0,04	0,855 ± 0,01
21	20.90 Isopulegone	0,648 ± 0,006	0,656 ± 0,02	0,649 ± 0,02	0,697 ± 0,02	0,608 ± 0,01
22	21.26 Menthone	-	-	-	0,310 ± 0,10	0,865 ± 0,01
23	21.47 Pulegone	76,726 ± 0,01	79,615 ± 1,80	79,050 ± 1,94	80,214 ± 1,51	79,267 ± 0,23
24	23.12 cumin aldehyde	0,172 ± 0,01	0,095 ± 0,02	0,142 ± 0,03	0,112 ± 0,03	0,068 ± 0,03
25	23.96 cyclopropane	-	0,191 ± 0,07	0,262 ± 0,12	0,256 ± 0,04	0,106 ± 0,01
26	24.30 Tetracosane	-	-	-	0,137 ± 0,05	0,237 ± 0,01
27	24.56 p-Mentha-1,4-dien-7-ol	0,083 ± 0,04	0,029 ± 0,01	-	-	-
28	24.96 2-Cyclohexen-1-one	-	0,070 ± 0,01	0,084 ± 0,02	0,053 ± 0,003	-
29	25.15 Pentacosane	-	0,029 ± 0,04	0,022 ± 0,03	0,148 ± 0,08	0,347 ± 0,04
30	25.34 6-Nitro-o-cresol	-	-	0,092 ± 0,001	0,174 ± 0,04	0,219 ± 0,01
31	25.47 4-Aminosalicylic Acid	-	0,237 ± 0,03	0,140 ± 0,01	0,048 ± 0,001	-
32	25.78 Benzenemethanol	1,250 ± 0,06	1,237 ± 0,08	0,834 ± 0,48	1,122 ± 0,26	0,882 ± 0,02
33	26.29 Carvacrol	0,203 ± 0,01	0,179 ± 0,02	0,200 ± 0,01	0,208 ± 0,02	0,135 ± 0,004
34	26.48 α - cadinol	0,403 ± 0,04	0,358 ± 0,02	0,440 ± 0,05	0,411 ± 0,02	0,300 ± 0,004
35	26.90 Docosane	-	0,094 ± 0,01	0,125 ± 0,04	0,212 ± 0,11	0,424 ± 0,04
36	27.93 Eicosane	-	-	-	0,128 ± 0,12	0,314 ± 0,04
37	28.49 Dehydroaromadendren	0,079 ± 0,001	0,078 ± 0,001	0,109 ± 0,02	0,083 ± 0,01	-
38	28.78 Diepi-.alpha.-cedrene epoxide	0,153 ± 0,01	0,156 ± 0,03	0,240 ± 0,05	0,173 ± 0,05	0,100 ± 0,004

Çizelge 4.15. EBL dozlarına göre *Mentha piperita* uçucu yağ bileşenleri (ort ± SH)

R.T	Bileşen	Kontrol	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>
1	12.84 Limonene	1,567 ± 0,06	1,726 ± 0,18	1,621 ± 0,03	1,680 ± 0,07	1,592 ± 0,10
2	13.12 α - pinene	0,150 ± 0,006	0,202 ± 0,02	0,145 ± 0,02	0,213 ± 0,03	0,195 ± 0,03
3	13.40 γ-Terpinene	0,353 ± 0,004	0,438 ± 0,02	0,398 ± 0,02	0,417 ± 0,03	0,438 ± 0,02
4	13.78 terpinolene	0,070 ± 0,002	0,076 ± 0,003	0,070 ± 0,003	0,076 ± 0,01	0,081 ± 0,003
5	13.96 1.8 cineol	6,384 ± 0,06	6,780 ± 0,21	6,693 ± 0,11	6,550 ± 0,42	7,041 ± 0,22
6	14.38 p-cymene	0,180 ± 0,01	0,200 ± 0,01	0,210 ± 0,01	0,200 ± 0,02	0,239 ± 0,02
7	15.31 octanone-3	-	-	-	-	0,023 ± 0,001
8	15.65 octanol-3	0,244 ± 0,01	0,295 ± 0,01	0,301 ± 0,01	0,258 ± 0,01	0,277 ± 0,01
9	16.88 β bourbenene	0,143 ± 0,01	0,154 ± 0,01	0,161 ± 0,01	0,173 ± 0,01	0,167 ± 0,006
10	17.39 Trans sabinene hydrate	1,513 ± 0,04	1,585 ± 0,01	1,588 ± 0,01	1,528 ± 0,07	1,656 ± 0,12
11	17.56 Menthofuran	5,498 ± 0,31	5,287 ± 0,33	5,126 ± 0,28	5,172 ± 0,44	5,423 ± 0,19
12	17.89 1,7,7Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-5-en-2-one	0,509 ± 0,01	0,495 ± 0,01	0,530 ± 0,01	0,523 ± 0,01	0,475 ± 0,01
13	18.28 β farnesene	0,356 ± 0,01	0,367 ± 0,01	0,415 ± 0,01	0,385 ± 0,01	0,380 ± 0,01
14	18.46 menthyl acetate	1,456 ± 0,11	1,467 ± 0,14	1,651 ± 0,18	1,536 ± 0,15	1,695 ± 0,30
15	18.76 E-Caryophyllene	1,584 ± 0,06	1,462 ± 0,04	1,655 ± 0,03	1,682 ± 0,09	0,992 ± 0,002
16	18.86 iso menthol	3,167 ± 0,12	3,062 ± 0,32	3,138 ± 0,18	3,122 ± 0,23	3,415 ± 0,47
17	19.03 Menthone	21,552 ± 0,77	22,662 ± 2,54	24,407 ± 1,88	21,400 ± 0,14	23,810 ± 0,21
18	19.41 Terpinen 4-ol	1,629 ± 0,06	1,846 ± 0,07	1,886 ± 0,04	1,854 ± 0,02	2,050 ± 0,15
19	19.64 Menthol	42,092 ± 0,87	41,048 ± 1,64	39,983 ± 0,52	43,115 ± 0,74	39,940 ± 0,83
20	20.17 Germacrene D	4,610 ± 0,14	4,303 ± 0,12	4,622 ± 0,25	4,584 ± 0,26	4,431 ± 0,05
21	20.59 α - terpineol	1,294 ± 0,03	1,396 ± 0,02	1,467 ± 0,07	1,416 ± 0,05	1,443 ± 0,04
22	20.91 isopulegone	0,041 ± 0,002	0,195 ± 0,007	0,198 ± 0,01	0,208 ± 0,01	0,200 ± 0,02
23	21.38 Pulegone	1,491 ± 0,18	1,350 ± 0,12	1,320 ± 0,20	1,343 ± 0,13	1,075 ± 0,10
24	23.10 piperitone	0,548 ± 0,02	0,617 ± 0,03	0,651 ± 0,01	0,646 ± 0,02	0,661 ± 0,08
25	24.32 Nonadecane	0,176 ± 0,04	0,063 ± 0,007	-	-	0,016 ± 0,02
26	24.96 Viridiflorol	0,813 ± 0,07	0,833 ± 0,02	0,929 ± 0,07	0,881 ± 0,06	0,961 ± 0,03
27	25.14 Pentacosane	0,370 ± 0,07	0,140 ± 0,003	-	-	-
28	25.62 Carvacrol	0,06 ± 0,01	0,137 ± 0,02	0,096 ± 0,006	0,100 ± 0,01	0,106 ± 0,01
29	25.72 +Aromadendrene	0,170 ± 0,01	0,176 ± 0,02	0,183 ± 0,01	0,176 ± 0,01	0,196 ± 0,02
30	26.00 Tricosane	0,304 ± 0,07	0,108 ± 0,02	-	-	-
31	26.92 Tetracosane	0,277 ± 0,07	0,110 ± 0,07	0,060 ± 0,006	0,013 ± 0,001	0,020 ± 0,001
32	27.93 Docosane	0,188 ± 0,02	0,060 ± 0,001	-	-	-
33	29.07 Eicosane	0,146 ± 0,03	0,042 ± 0,001	-	-	-

Çizelge 4.14' e göre çalışmada kullanılan *Mentha arvensis* e ait uçucu yağın yüksek oranda pulegon ve menton içerdiği ve bu bitkinin pulegon kemotipinde olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde ise *Mentha piperita* bitkilerinden elde edilen uçucu yağda ise ana bileşen olarak mentol ve menton tespit edilmiştir. Çizelge 4.14 ve 4.15' e göre EBL uygulamaları her iki türün uçucu yağ bileşenlerine farklı etkilerde bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerin uçucu yağlarında bulunmayan bazı bileşenler EBL uygulamaları ile sentezlenirken, bazı bileşenler ise yapılan uygulamalarla sentezi engellenmiştir. Ayrıca doza bağlı olarak miktarlarında düşme veya artmalar saptanmıştır. Aynı şekilde Çoban (2014) 'de yapmış olduğu çalışmada benzer veriler elde etmiştir.

*Mentha arvensis* türüne uygulanan farklı konsantrasyonlardaki EBL dozlarından elde edilen uçucu yağ bileşenlerinden oranı % 1 den yüksek çıkanlara ait analiz sonuçları çizelge 4.16' da verilmiştir. Uygulamaların uçucu yağ bileşenlerinden olan pulegon ve 1-octen-3-ol değerlerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken ( $P \geq 0,05$ ), diğer bileşenler olan isomenton ve paramenton oranlarına etkisi ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ).

Çizelge 4.16. % 1 ve üzeri *Mentha arvensis* uçucu yağ bileşenleri (ort  $\pm$  SH)

EBL Dozları	Pulegon (%)	Isomenton (%)	Paramenton (%)	1-octen-3-ol (%)
<b>Kontrol</b>	87,47 $\pm$ 0,21	4,99 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	2,16 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	1,71 $\pm$ 0,024
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	88,48 $\pm$ 0,68	3,90 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>	1,74 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	1,63 $\pm$ 0,03
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	88,86 $\pm$ 1,30	3,58 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	1,98 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>	1,53 $\pm$ 0,09
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	90,21 $\pm$ 1,82	2,10 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	0,90 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>	1,76 $\pm$ 0,02
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	88,85 $\pm$ 0,90	2,11 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	0,90 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	1,71 $\pm$ 0,11
P	Ö.D	**	**	Ö.D
CV	1,96	3,78	4,20	3,94

\*\* p<0.01 seviyesinde önemli; Ö.D: Önemli değil,

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Yüzdeler açısı transformasyonu uygulanmıştır.

*Mentha arvensis* bitkilerine ait uçucu yağda ana bileşen olarak belirlenen pulegon miktarı en yüksek (% 90,21) 10<sup>-6</sup> M uygulamasından elde edilirken, en düşük pulegon miktarı (%87,47) ise EBL uygulamasının yapılmadığı kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Bilindiği gibi pulegon; mentol sentezinin öncül maddelerinden biri olmakla beraber sentetik mentol yapımında kullanılan önemli bir hammaddedir (Tanker ve Tanker, 1990). *Mentha arvensis* genotipleri genel olarak mentol açısından zengin olmakla beraber (Pandey ve ark., 2003; Zheljzakov ve ark., 2010; Naeem ve ark., 2012; Soltanbeygi, 2014; Shiwakoti ve ark., 2015) yapılan çalışmalar daha farklı kemotiplerinde olduğunu ortaya

koymuştur. Gill ve ark. (1973) yapmış oldukları çalışmalarda farklı popülasyonlardan topladıkları *Mentha arvensis* genotiplerinin kemotiplerini belirlemişler ve uçucu yağ kompozisyonlarına göre Kuzey Amerika popülasyonlarında 4 adet kemotip (pulegon, linalool, cis-isopulegone ve cis-trans ocimene) saptadıklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Rudloff ve Hefendehl (1966), Kuzey Amerika yabani nanelerinin (*Mentha arvensis*) varyabilitesini belirlemek için yaptıkları çalışmalarda en yüksek yağ miktarını çiçeklenme başlangıcında elde ederken; uçucu yağ bileşen analiz sonucuna göre pulegon oranlarının ise % 80–90 arasında olduklarını belirtmiştir.

Nane yağında kalite belirleyen bileşenlerden olan menton değerlerine bakıldığında en yüksek isomenton (% 4,99) ve paramenton (% 2,16) EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden elde edilirken en düşük isomenton ve paramenton değerleri  $10^{-6}$  ve  $10^{-5}$  M EBL uygulamasının yapıldığı bitkilerinden sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen menton değerleri Arslan ve ark. (2010) tarafından bildirilen % 3,69-15,76; Kukreja ve ark. (1991) tarafından bildirilen % 0,96 - 20,89; Naeem ve ark. (2012) tarafından bildirilen % 1,60 - 3,60 ve Pandey ve ark. (2003) tarafından bildirilen % 5,42-8,04' den genel olarak düşük bulunmuştur.

Çalışmada uygulanan EBL dozları *Mentha arvensis* uçucu yağ bileşenlerine farklı etkiler göstermiştir. Pulegon ve 1-octen-3 ol değerlerine istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamakla beraber isomenton ve paramenton miktarları yapılan uygulamalardan etkilenmiştir. EBL dozları arttıkça isomenton ve paramenton değerleri düşme eğilimine girmiştir. Çalışmada elde edilen bu sonuçlar EBL uygulamasının yapıldığı *Pelargonium graveolens* bitkisinde geraniol oranında hafif bir artışın sağlandığı ancak sitronellol, linalool ve isomenton oranlarının azaldığı bildirilen çalışma ile kısmen uyuşmaktadır (Swamy ve Rao, 2009). Ancak brassinosteroid uygulamalarının yapıldığı *Mentha arvensis* bitkilerinde mentol, L-Mentone ve metil asetat oranları artarken isomenton oranının değişmediği bildirilen çalışma ile paralellik göstermemektedir (Naeem ve ark., 2012). Benzer şekilde EBL uygulamalarının yapıldığı fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkilerinde ise yapılan uygulamaların 1,8 cineole, eugenol ve linalool miktarları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Koca, 2013). Çalışmada incelenen bileşenlerin miktarında azalma veya artmanın oluşmaması kullanılan materyalin cinsine, kemotipine, kullanılan brassinosteroidin uygulama şekline ve bitkinin yetiştirme koşullarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

*Mentha piperita* grubu bitkilerine uygulanan farklı konsantrasyonlardaki EBL dozlarından elde edilen uçucu yağ bileşenlerinden oranı % 5 den yüksek çıkanlara ait analiz sonuçları çizelge 4.17' de verilmiştir. Çalışmada kullanılan EBL dozlarının mentol, mentofuran ve paramenton değerlerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).

Çizelge 4.17. % 5 ve üzeri *Mentha piperita* uçucu yağ bileşenleri (ort  $\pm$  SH)

EBL Dozları	Mentofuran (%)	Menton (%)	Mentol (%)
<b>Kontrol</b>	5,04 $\pm$ 0,03	25,10 $\pm$ 0,30	49,11 $\pm$ 1,18
<b>10<sup>-8</sup> M</b>	5,20 $\pm$ 0,17	25,22 $\pm$ 2,11	49,10 $\pm$ 2,58
<b>10<sup>-7</sup> M</b>	5,27 $\pm$ 0,30	25,98 $\pm$ 0,43	49,20 $\pm$ 0,42
<b>10<sup>-6</sup> M</b>	5,70 $\pm$ 0,16	24,13 $\pm$ 0,52	50,80 $\pm$ 0,34
<b>10<sup>-5</sup> M</b>	5,05 $\pm$ 0,13	26,47 $\pm$ 1,00	48,51 $\pm$ 0,01
P	Ö.D	Ö.D	Ö.D
CV	2,92	4,45	2,48

Ö.D: Önemli değil

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Yüzdeler açığı transformasyonu uygulanmıştır.

*Mentha piperita* bitkilerine ait uçucu yağda ana bileşen olarak belirlenen mentol miktarı en yüksek 10<sup>-6</sup> M (% 50,80) uygulamasından elde edilirken, en düşük mentol miktarı ise 10<sup>-5</sup> M EBL uygulamasının yapıldığı bitkilerden (% 48,51) elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen mentol değerleri, Kızıl ve ark. (2010) tarafından bildirilen % 35,64; Marcum ve Hanson (2006) tarafından bildirilen % 41,64-44,23; Sun ve ark. (2014) tarafından bildirilen % 30,69; Scavroni ve ark. (2005) tarafından bildirilen % 11,28-43,32; Tsai ve ark. (2013) tarafından bildirilen % 30,35; Mogosan ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 39,69 ve Desam ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 36,02 değerlerinden yüksek görülmektedir. Ancak Saharkiz ve ark. (2012) tarafından bildirilen % 53,28 değerinden düşük olan mentol değerleri, Baydar (2007) tarafından bildirilen % 45-70 aralığında olup Avrupa Birliği standartlarında belirtilen minimum % 30 mentol oranı seviyesinin üstünde yer almaktadır.

Çalışmada incelenen diğer bileşenler olan mentofuran (% 5,04-5,70) ve menton (% 24,13-26,47) arasında değişen değerler almışlardır. Elde edilen mentofuran değerleri Scavroni ve ark. (2005) tarafından bildirilen % 4,56 - 17,45; Zheljzkov ve ark. (2009) tarafından bildirilen % 5-11 ve Soltanbeigi (2014) tarafından bildirilen % 1,47 - 7,42 değerleri arasında olup Saharkhiz ve ark. (2012) tarafından bildirilen (% 11,18) ve Desam ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 6,88 oranlarından düşüktür. Nane yağında bir diğer kalite parametresi olan menton değerlerine bakıldığında ise çalışmada elde edilen menton

değerleri, Soltanbeigi (2014) tarafından bildirilen % 16,12- 29,29 değerleri arasındadır. Desam ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 24,56 değerine benzerlik gösteren menton değerleri, Zheljzkov ve ark. (2009) tarafından bildirilen % 14-21; Sun ve ark. (2014) tarafından bildirilen % 14,51; Scavroni ve ark. (2005) tarafından bildirilen % 1,79- 4,05; Tsai ve ark. (2013) tarafından bildirilen % 21,12; Mogosan ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 7,73; Rachitha ve ark. (2017) tarafından bildirilen % 22,18 değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Çalışmada uygulanan EBL dozları, incelenen *Mentha piperita* uçucu yağ ana bileşenleri miktarına önemli bir etki göstermemiştir. Benzer şekilde EBL uygulamalarının yapıldığı fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkilerinde ise yapılan uygulamaların 1,8 Cineole, Eugenol ve Linalool miktarları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Koca, 2013). Başka bir çalışmada ise lavanta (*Lavandula x intermedia*) bitkilerinde EBL uygulamaları sonucu linalil asetat ve 1,8 cineole miktarlarında artış, linalool oranlarında bir değişiklik olmadığı bildirilirken, en yüksek kafur, borneol, geraniol ve lavandulyl asetat oranlarının kontrol grubu bitkilerinden sağlandığı belirtilmiştir (Aras Aşçı ve ark., 2017). Çalışmadan elde edilen sonuçlar HBR uygulamalarının Japon nanesi (*Mentha arvensis*) bitkilerinde mentol oranını artırdığı bildirilen çalışma ile örtüşmemektedir. Çalışmada kullanılan bitki materyalinin farklılığı ve kullanılan brassinosteroidin kimyasal yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim brassinosteroidlerin her zaman pozitif sonuç vermeyeceği ve en uygun dozun belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir (Novakova ve ark., 2014). Bilindiği gibi uçucu yağ bileşimi büyük oranda bitkinin yaşı ve yapraklarının belirlediğini, ayrıca iklim, toprak ve agronomik uygulamalarında etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farklı BBD'ler bitki yağının içeriğini ve bileşimini etkileyebilir (Sushkova ve ark., 2014).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* türlerine ait nanelerin bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerine yeni nesil bitkisel hormonlardan olan brassinosteroid hormonunun etkisi incelenmiştir. Bu amaçla bitki boyu, yaş herba verimi, kuru herba verimi, kuru yaprak verimi, yaprak alanı, yaş – kuru kök ağırlığı, uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri, toplam fenol, antioksidan aktivite ve klorofil miktarlarına brassinosteroid uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. EBL; 0,  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$  ve  $10^{-5}$  M konsantrasyonlarında yapraklara püskürtme yoluyla uygulanmıştır. Uygulamalar sonucu hasat edilen bitkilerden elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir.

Farklı EBL uygulamalarının *Mentha arvensis* türüne ait nanelerde bitki boyu (cm), yaş-kuru herba ve kuru yaprak verimine etkisi önemli olmakla birlikte (gr/bitki) en yüksek değerler  $10^{-6}$  M EBL uygulaması yapılan bitkilerden elde edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitkilerin yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre EBL uygulamaları bitkilerin toplam yaprak alanı ( $\text{cm}^2$ ), toplam fenolik madde (mg GAE/gr), antioksidan aktivite ( $\text{IC}_{50}$ ), klorofil a, b ve toplam klorofil (mg/gr) miktarları üzerine anlamlı bir etkisi görülmüştür. Bu parametrelerde  $10^{-7}$  ve  $10^{-6}$  M EBL uygulamaları en başarılı konsantrasyonlar olarak belirlenmiş olup EBL uygulamasının yapılmadığı kontrol bitkileri en düşük değerleri vermiştir. Çalışmada tıbbi ve aromatik bitkiler için önemli olan uçucu yağ oranı (%), bitki başına uçucu yağ verimi (ml/bitki) ve uçucu yağ kompozisyonunda incelenmiştir. İncelenen parametreler farklı dozlardaki EBL uygulamalarından önemli derecede etkilenmiştir. En yüksek uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi sırasıyla  $10^{-6}$  ve  $10^{-7}$  M EBL uygulamasından sağlanırken kontrol grubu bitkileri ile  $10^{-8}$  ve  $10^{-5}$  M EBL uygulaması yapılan bitkiler istatistik anlamda aynı grupta yer almıştır. Çalışmada ayrıca elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimide aydınlatılmış ve % 1 ve üzeri çıkanlar ayrıca değerlendirilmiştir. GC/MS analizleri sonucu *Mentha arvensis* uçucu yağında toplam 38 bileşen belirlenmiştir. Ana bileşen olarak belirlenen pulegon ile 1-octen-3-ol miktarları yapılan EBL uygulamalarından etkilenmezken, isomentone ve paramentone önemli derecede etkilenmiştir. En yüksek paramentone ve isomenton değerleri kontrol grubu bitkilerinden elde edilirken uygulanan EBL' nin dozu arttıkça bu değerlerin miktarları düşme eğilimi göstermiştir.

Çalışmada kullanılan bir diğer nane türü olan *Mentha piperita* ise yapılan EBL uygulamalarından farklı şekillerde etkilenmiştir. En düşük bitki boyu kontrol grubu

bitkilerinden elde edilirken en yüksek bitki boyu  $10^{-6}$  M EBL uygulaması yapılan bitkilerden sağlanmış olup bu uygulamayı  $10^{-7}$  ve  $10^{-8}$  M EBL uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde *Mentha piperita* bitkilerinde yaş-kuru herba ve kuru yaprak (gr/bitki) verimleri bakımından en yüksek değerler yine  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan en yüksek doz olan  $10^{-5}$  M EBL uygulaması ise kontrol grubu bitkilerine yakın değerler almıştır. *Mentha arvensis* grubu bitkilerinde olduğu gibi *Mentha piperita* bitkilerinde yapılan EBL uygulamalarından yaş ve kuru kök ağırlıkları (gr/bitki) bakımından etkilenmemiştir. Çalışmada incelenen diğer parametreler olan toplam yaprak alanı ( $\text{cm}^2/\text{bitki}$ ), Klorofil a,b ve toplam klorofil (mg/gr) miktarları yapılan uygulamalardan önemli derecede etkilenmiştir. Toplam yaprak alanı, antioksidan aktivite ( $\text{IC}_{50}$ ), klorofil a ve b miktarları en yüksek  $10^{-6}$  M EBL uygulamasından sağlanırken diğer uygulamaların hepsi kontrol grubu bitkilerinin üstünde yer almıştır. Toplam klorofil miktarları bakımından ise en yüksek değerler sırasıyla  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  ve  $10^{-8}$  M EBL uygulamalarından elde edilmiş olup bu uygulamalar istatistiki anlamda aynı grupta yer almıştır. *Mentha piperita* bitkilerinde toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/gr) en yüksek  $10^{-7}$  M EBL uygulaması yapılan bitkilerden elde edilirken diğer uygulamalar bitkinin toplam fenolik madde miktarını farklı oranlarda etkilemiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı EBL uygulamasının yapılmadığı kontrol grubu bitkilerinden sağlanmıştır. Önemli teknolojik özelliklerden olan uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi ve uçucu yağ bileşenleri bu çalışmada incelenmiştir. Yapılan farklı EBL konsantrasyonları arasında  $10^{-7}$  M EBL dozu *Mentha piperita* bitkilerinde uçucu yağ oranını en fazla artıran uygulama olmuştur. Uçucu yağ verimi bakımından ise  $10^{-6}$  M EBL dozu ön plana çıkmış olup bitki başına uçucu yağ verimi en düşük olan değerler ise EBL uygulaması yapılmayan kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. *Mentha piperita* uçucu yağların içerisindeki bileşenler GC-MS cihazı ile belirlenmiş olup toplam 33 bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağ bileşenleri içerisinde oranı %5 den büyük olan bileşenler için ayrıca bir değerlendirme yapılmıştır. Sırasıyla mentol, paramentone ve mentofuran oranları % 5 den yüksek oranda bulunmuştur. Uygulanan farklı dozlardaki EBL uygulamaları bu bileşenlerin miktarları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde farklı konsantrasyonlardaki EBL uygulamaları *Mentha arvensis* ve *Mentha piperita* bitkilerinin büyüme ve gelişme üzerine etkisi başarılı bulunmuştur. Çalışmada kullanılan  $10^{-6}$  M EBL uygulaması incelenen parametrelerin çoğunda etkili uygulama olarak ön plana çıkmıştır. Bilindiği gibi



BBD'ler ancak uygun zamanda ve uygun konsantrasyonda kullanıldığı zaman etkili olabilmektedir. Gelişi güzel kullanımı fayda yerine zarar getirebilmektedir. Brassinosteroidler ile yapılan daha önceki çalışmalar incelendiğinde genel olarak düşük konsantrasyonlardaki dozların etkili olduğu belirtilmiş olup bu çalışmada da elde edilen veriler bu bilgileri desteklemektedir. Tıbbi ve Aromatik bitkilerde önemli parametreler olan herba verimleri ve uçucu yağ oranları yapılan EBL uygulamaları ile artış göstermiştir. Ancak bu uygulamalar bitkilerde ana bileşen olarak belirlenen pulegon ve mentol oranlarına anlamlı bir etki göstermemiştir.

Yeni nesil bitkisel hormonlardan olan brassinosteroidlerle ilgili yapılan çalışmalar ışığında genel anlamda pratikte uygulanabilirliği sonucu elde edilmiştir. Brassinosteroid ile yapılan çalışmaların çoğu kontrollü veya yarı kontrollü koşullar altında yapılan çalışmalardır. Dolayısıyla brassinosteroidlerin ekolojik koşullarda uygulanan bitkiye nasıl etki edeceğini veya bitkinin nasıl tepki vereceğini belirlemek için bundan sonra yapılacak çalışmaların tarla koşullarında yapılması, brassinosteroidlerin çalışma mekanizmasını daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Bunun için üretimi hedeflenen bitkilerin ve bu bitkilerin yetiştirilmesindeki amaçlar doğrultusunda küçük çaptan başlanarak tarla şartlarında doz ve uygulama zamanı çalışmalarının yapılmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Abbas, S.M., El-Saeid, H.M., 2012. Effects of some growth regulators on oil yield, growth hormonal content of lemon grass (*Cymbopogon citrates*). *Botanica Serbica* 36 (2): 97-101.
- Abbaszadeh, B., Valadabadi, S.A., Farahani, H.A., Darvishi, H.H., 2009. Studying of essential oil variations in leaves of *Mentha* Species *African Journal of Plant Science*. 3(10): 217-221.
- Ahammed, G.J., Zhou, Y.H., Xia, X.J., Mao, W.H., Shi, K., Yu, J.Q., 2013. Brassinosteroid regulates secondary metabolism in tomato towards enhanced tolerance to phenanthrene. *Biologia Plantarum*; 57: 154-158.
- Akgün, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknoloji. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 15. Sayfa: 127–131. Ankara.
- Akram, A., Khan, A.M., Younis, A., Ashfaq, M., 2014. Exogenous Application of 24-epibrassinolide on Morphophysiological, Biochemical Attributes and Essential oil Contents of *Jasminum sambac* L. *Pak. J. Agri. Sci.*, 51(3): 881-886.
- Alam, M., Naeem, M., Khan, M. M. A., 2016. Exploiting the Epibrassinolide as a plant growth promoter for augmenting the growth, physiological activities and alkaloids production in *Catharanthus roseus* L. *Journal of Medicinal Plants Studies*; 4(4): 88-93.
- Albayrak, S., Aksoy A., Albayrak, S., Sagdic, O., 2013. In vitro antioxidant and antimicrobial activity of some Lamiaceae species. *Iranian Journal Of Science And Technology*, 1:19.
- Altaş, İ., 2016. Brassinosteroid ve Mikrobiyal Gübrenin Tuz Stresinde Yetişen Mısır Bitkisine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 58s.
- Altıok, D., Altıok, E., Bayraktar. O., 2006. Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanılan Bazı Baharatın Antioksidan Kapasiteleri, Türkiye 9. Gıda Kongresi; s: 97-100.

- Amirmoradi, S., Moghaddam, P.R., Koocheki, A., Danesh, S., Fotovat, A., 2012. Effect of Cadmium and Lead on Quantitative and Essential Oil Traits of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *Notulae Scientia Biologicae*. 4(4): 101
- Amirnia, R., Salahi, M., Jalilian, J., 2014. Çeşitli Gübre ve Farklı Hasat Zamanının Nane Üzerine Olan Etkisi. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyum Bildiri Kitabı. Cilt II. s: 545-548. Yalova
- Ankudo, T. F., 2004. Immunomodulation of Brassinosteroid Functions in Seed of *Arabidopsis thaliana*(L) Doktora tezi, Mathematisch- Naturwissenschaftlich- Technischen Fakultät, Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg.
- Anonim, 2015. Hatay İli Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Eylem Planı (2015-2019).
- Anwar, M., Chand, S., Patra, D.D., 2010. Effect of graded levels of NPK on fresh herb yield, oil yield and oil composition of six cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis* Linn.). *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 1 (1): 74-79.
- Arabsashi D, S., Vishalakshi, D., Urooj, A., 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chem*. 100(3): 1100-1105.
- Arango, M.C., Ruscitti, M.F., Ronco, M.G., Beltrano, J., 2012. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.)*Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, 14(4): 692-699.
- Aras Aşçı Ö., Deveci, H., Erdeğer, A., Özdemir, N.K., Demirci, T., Göktürk Baydar, N., 2017. Brassinosteroid Modifies Growth And Secondary Metabolite Production In Lavandin (*Lavandula Intermedia*). I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants. Book of Abstract. s. 260
- Arslan, E., Kırca, A., 2006. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antioksidan Aktiviteleri ve Gıdalarda Kullanım Olanakları. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu
- Arslan, Y., Katar, D., Subaşı, İ., 2010. Ankara Ekolojik Koşullarında Japon Nanesi (*Mentha arvensis* L.) Bitkisinde Uçucu Yağ ve Bileşenlerinin Ontogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (2): 39-43.

- Arteca, J. M., Arteca, R.N., 2001. Brassinosteroid-induced exaggerated growth in hydroponically grown Arabidopsis plants. *Physiologia Plantarum* 112, 104–112.
- Asghari, M., Zahedipour, P., 2016. 24-Epibrassinolide Acts as a Growth-Promoting and Resistance-Mediating Factor in Strawberry Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 35: 722-729.
- Asha, A. Lingakumar K., 2015. Effect of 24-epibrassinolide Spray On Vegetative Growth, Pigment Composition And Biochemical Constituents Of *Vigna Mungo* (L) hepper (blackgram) *Journal Of Global Biosciences*. ISSN: 2320-1355. Volume 4 (4): 2007-2012
- Aslam, M., Sultana, B., Anwar, F., Munir, H., Zengin, G., Aktümsek, A., 2015. Changes in Antioxidant Attributes of Mint (*Mentha arvensis* L.) as Affected by Foliar Application of Selected Plant Growth Enhancers. *The Philippine Agricultural Scientist* 98: 4.
- Atanassova, M.,Georgieva, S., Ivancheva, K., 2011. Total Phenolic And Total Flavonoid Contents, Antioxidant Capacity And Biological Contaminants In Medicinal Herbs. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 46 (1): 81-88
- Atay, E., Koyuncu, F., 2013. Elmalarda Apikal Dominansi ve Apikal Kontrol. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (1): 99-110
- Bahtiyarca Bağdat, R., 2006. Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia Officinalis* L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 15 (1-2): 19-28.
- Baktır, İ.,2015. Hormonlar Bitki Gelişim Düzenleyicileri Özellikleri ve Tarımda Kullanımı (II Baskı). Hasad yayıncılık.,S.112, İstanbul.
- Başer, H.C., 1993. Uçucu Yağların Dünya Ticareti, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni, Anadolu Üniversitesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma Merkezi, 9:15-17.

- Başer, H.C., 2104. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Eczacılık ve Ormancılıktaki Önemi Çalıştayı (20-21 Mart ), İnönü Üniversitesi, Malatya, 8-26.
- Bajguz, A., 2011. Brassinosteroids: Occurrence And Chemical Structures In Plants. Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone (Editörler: Hayat, S., Ahmad, A.) Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Springer: 1-28.
- Baydar, H., Erdal, İ., 2004. Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin İzmir Kekikinin (*Origanum onites* L.) Yaprak Kalitesine Etkisi., Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (1): 9-13.
- Baydar, H., 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş II. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Isparta.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010. “Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Üretimini Arttırılması Olanakları”. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 437–456, 11– 15 Ocak, Ankara.
- Baytop, A.,1996. Farmasotik Botanik Ders Kitabı, s:236, İstanbul
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, s:302- 304, İstanbul.
- Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O., Messaoud, C., 2016. Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. Asian Pac J Trop Biomed. 6(9): 760-766.
- Bhardwaj, R., Sharma, I., Kanwar, M., Handa, N., Kapoor, D., 2012. Current Scenario of Applications of Brassinosteroids in Human Welfare. Brassinosteroids: Practical Applications in Agriculture and Human Health (Editör: Netto, A.B.P.), Curitiba, Brasil, S. 3-15
- Bishop, G.J., Yokota, T., 2001. Plants steroid hormones, brassinosteroids: Current highlights of molecular aspects on their synthesis/metabolism, transport, perception and response, *Plant Cell Physiology*, 42: 114-120.
- Bishop, G.J., Koncz, C., 2002. Brassinosteroids and plant steroid hormone signaling, *The Plant Cell*, Supplement , s: 97-110.

- Capecka, E., Mareczek, A., Leja, M., 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, 93: 223-226.
- Ceylan, A., 1983. *Tıbbi Bitkiler-II*, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:312, Ders Kitabı, 175 s.
- Ceylan, A. 1997. *Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ İçerenler)*. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:481, Ders Kitabı, 306 s.
- Charan, A., Pathak, N., Gupta, D.N., 2013. Comparative Analysis of Primary Metabolites of Medicinal Plants. *Asian Journal of Bio Science*, 8 (2): 289-290
- Chawla, S., Thakur, M., 2014. Effect of thermal processing on total phenolic content and antioxidant activity of *Mentha* leaves. *Asian Journal of Bio Science*, 9 (2): 200-203.
- Chumpookam, J., Aumkhruea, T., Teankum, S., 2017. Effect of brassinosteroids and 1-naphthalene acetic acid on fruit quality of 'Pattawia' pineapple [*Ananas comosus* (L) Merr.]. *Acta Hort.* 1166: 125-130.
- Clouse, S.D., Sasse, J.M., 1998. Brassinosteroids: Essential regulators of plant growth and development. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49: 427-451.
- Costa , A.G., Bertolucci S.K.V., Chagas, H.J., Ferraz, E.O., Pinto, J.E.B.P., 2013. Biomass Production, Yield And Chemical Composition Of Peppermint Essential Oil Using Different Organic Fertilizer Sources. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 37 (3): 202-210.
- Çalışkan, T., 2014. *Mentha arvensis* var. *piperascens* (L.) Holmes'te Ontogenetik Varyabilite ve Moleküler Karakterizasyon. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 75s.
- Çoban, Ö., Göktürk Baydar, N. 2016. Brassinosteroid Modifies Growth and Essential Oil Production in Peppermint (*Mentha piperita* L.) *Journal of Plant growth Regulation*. 36 (1): 43-49.
- Çoban, Ö., 2014. Brassinosteroid uygulamalarının tuz stresi altındaki nanede (*Mentha piperita* L.) bazı fiziksel ve biyokimyasal özellikler ile sekonder metabolit

- birikimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi.,Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 96s
- Çobanoğlu, Ö., 2014. Organik Olarak Yetiştirilen Nane (*mentha x piperita* l.) Bitkisinin Verim, Bitki Besin Elementleri Ve Radyonüklit İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, 22s.
- Dai, Y., Shen, Z., Liu, Y., Wang, L., Hannaway, D., Lu, H., 2009. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg, *Environmental and Experimental Botany*, 65(2-3):177-182.
- Davis, P.H., 1965. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Edinburg at the University Press, I: 287-366.
- Desam, R.N., Al-Rajab, A.J., Sharma, M., Moses Mary, M., Reddy, G.R., Albratty, M., 2017. Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha × Piperita* L (peppermint) essential oils, *Journal of King Saud University - Science*, Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2017.07.013>
- Doğu, S., 1999. Bazı Bitkilerde Klorofil Miktarının Mevsimsel Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya. 48s
- Doymaz, İ., 2006. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. *Journal of Food Engineering*, 74:370–375.
- Ekinci, R., Gencer, O., Başbağ, S., 2008. Okra ve Normal Yapraklı Pamuklarda (*Gossypium hirsutum* L.) Bazı Fizyo-Morfolojik Oluşumların Verim ile Olan İlişkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 14 (3): 217-221.
- El-Khall, S.M., Hathout, T.A., El Raheim, A., Ahsour, A., Kerr it, A., 2009. Brassinolide and salicylic acid induced antioxidant enzymes, hormonal balance and protein profile of maize plants grown under salt stress. *Res. J. Agri. Biol. Sci.* 5: 391-402.
- Ellialtıoğlu, Ş., Sevensör, Ş., Sezik, E. 2007. Şanlıurfa'da nane tarımının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar. Şanlıurfa GAP GİDEM Bilgilendirme Toplantısı, 30 Mart,

Seminer Notları (Yayımlanmamış). (<http://iller.gidem.org/Sanliurfa/TibbiAromatikBitkiler.aspx>).

- Eren, S., 2012. Farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının nanede (*Mentha piperita* L.) büyüme gelişme ve verim parametrelerine etkisi.,Yüksek Lisans Tezi.,19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 64s.
- Eroğlu, G, F., 2003. Türkiye *Mentha* L. (Nane) Türleri Üzerine Kemotaksonomik Bir Araştırma. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 112s.
- Eskandari, M., 2011. The effect of 28-Homobrassinolid in reducing the effects of drought in savory herbs. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry* Vol. 3(11): 183-187.
- Eskandari, M., Eskandari, A., 2013. Effects of 28-homobrassinolide on Growth, Photosynthesis and Essential Oil of *Satureja khuzestanica*. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(3): 36-41.
- European Pharmacopoeia. 1975. 3:68, Maisonneuve SA, Sainte-Ruffine.
- Farazi, E., Afshari, H., Abadi, H.H., 2015. Effect of Different Concentrations of Brassinosteroid on Physiomorphological Characteristics of Five Pistachio Genotypes (*Pistacia vera*. L). *Journal of Nuts* 6(2):143-153.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S., 2011. Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi, Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1): 52-67.
- Fazili, A.M., Wani, H.A., Bhat, Y.M., Koka, A.J., Parveen, S., 2017. Effect of Different Treatments of Gamma-Irradiated Sodium Alginate (ısa) on Growth and Biochemical Composition of *Mentha arvensis* L. *Indian Journal of Plant Sciences*, 6(2): 1-11.
- Figueiredo, A.C., Barraso, J.G., Pedro, L.G., Scheffer, J.J.C., 2008. Factors Affecting Secondary Metabolite Production in Plants: Volatile Components and Essential Oils. *Flavour Fragr. J.* 23, 213-226.



- Franz, C., Ceylan, A., Hölzl, J., Vömel, A., 1984. Influence of the Growing Site on the Quality *Mentha piperita* L. Oil. *Acta Horticulturae*, 144: 145-150.
- Froogi, A. H. A., Sharma, S., 1988. Effect of Growth Retardants on Growth and Essential Oil Content in Japanese Mint. *Journal Plant Growth Regulation*. 7: 1.
- Gao, H., Chai, H.K., Cheng, N., Cao, W., 2017. Effects of 24-epibrassinolide on enzymatic browning and antioxidant activity of fresh-cut lotus root slices. *Food Chemistry*, 217: 45-51.
- Garg, D., Muley, A., Khare, N., Marar, T., 2012. Comparative Analysis of Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of Some Indian Culinary Herbs. *Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 3(3): 845-854.
- Gharib, F.A., Teixeira da Silva, J.A., 2013. Composition, total phenolic content and antioxidant activity of the essential oil of four lamiaceae herbs. *Med & Aroma. Plant Sci. & Biotech.*, 7 (1): 19-27.
- Gill, L.S., Lawrance, B.M., Morton, J.K., 1973. Variation in *Mentha arvensis* L. (Labiatae). I. The North American populations. *Botanical Journal of the Linnean Society* 67(3):213-232.
- Gomes, M.M.A., 2011. Physiological effects related to brassinosteroid application in plants. *Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone* (Editörler: Hayat, S., Ahmad, A.,) Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Springer: 193-242.
- Gölükcü, M., Tokgöz, H., Toker, R., Çelikyurt, M.A., Tuğrul Ay, S., 2012. Tıbbi ve Aromatik Bitki İşletmelerinin Yapısal Analizi. *BATEM*
- Grzeszczuk, M., Jadcak, D., 2009. Estimation of biological value of some species of mint (*Mentha* L.). *Herba Polonica*. 55: 3.
- Halliday, K.J., 2004. Plant hormones: The interplay of brassinosteroids and auxin. *Current Biology*, 23: 1008-1010.
- Hasdemir, M., 2015. Dünyada ve Türkiyede Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Sektörü. *Türktarım dergisi*. 223: 50-53 Ankara.

- Hayat, S., Ahmad, A., Mobin, M., Hussain, A., Fariduddin, Q., 2000. Photosynthetic rate, growth, and yield of mustard plants sprayed with 28-homobrassinolide. *Photosynthetica*. 38: 469-471.
- Houimli, S.M., Denden, M., Mouhandes, B.D., 2010. Effects of 24-Epibrassinolide on Growth, Chlorophyll, Electrolyte Leakage and Proline by Pepper Plants Under NaCl-Stress. *EurAsian Journal of BioSciences*, 4: 96-104.
- Howell, W.M., Keller III, G.E., Kirkpatrick, J.D., Jenkins, R.L., Hundinger, R.N., Mclaughlin, E.W., 2007. Effects of the plant steroidal hormone, 24-epibrassinolide, on the mitotic index and growth of onion (*Allium cepa*) root tips, *Genetics and Molecular Research*, 6 (1): 50-58.
- Hu, B., Bao, F., Li, J., 2000. Promotive effect of brassinosteroids on cell division involves a distinct CycD3-induction pathway in Arabidopsis, *Plant Journal*, 24: 693- 701.
- Huang, G., Han, M., Yao, W., Wang, Y., 2017. Transcriptome analysis reveals the regulation of brassinosteroids on petal growth in *Gerbera hybrida*. *PeerJ* 5:e3382.
- Izhar, M., Khan, M., Yasmin, T., Zahid N.Y., 2015. Differential Effect of Fertilizers on Menthol Contents in Mint (*Mentha Arvensis*), *American Research Journal of Agriculture*, 1 (1): 55-60.
- Ismail, M., Ali, S., Shaheen, S., Wali, A., Begum, N., 2014. Comparative analysis of total phenolic contents of some plant species of genus Artemisia, Mentha and Datura. *International Journal of Biosciences*. 5 (9): 393-398
- İşci, B., Gökbayrak Z., 2014. Brassinosteroidlerin Trakya İlkeren (*Vitis vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidinin verim ve kalitesi üzerine olan etkileri., *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1): 13-17.
- Janeczko, A., Biesaga-koscielniak, J., Oklestkova, J., Filek, M., Dziurka, M., Szarek-lukaszewska G., Koscielniak, J., 2010. Role of 24-Epibrassinolide in Wheat Production: Physiological effects and uptake. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 196: 311–321.

- Jasrotia, S., Ohri, P., 2016. 24-Epibrassinolide Regulated Physiological And Biochemical Alterations In Nematode Infected Tomato Cultivar. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 7(3): 1179 – 1185.
- Jezler, C.N., Mangabeira, P.A.O., Almeida, A.A.F., Jesus, R.M., Oliveira, R.A., Silva, D.C.C., Larissa, C.B., 2015. Pb and Cd on growth, leaf ultrastructure and essential oil yield mint (*Mentha arvensis* L.). *Ciência Rural*, 45(3): 392-398.
- Kaçar, O., Telci, İ., Göksu, E., 2014. Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Nane Klonlarının (mentha ssp.) Tarımsal ve Kalite özelliklerinin Değerlendirilmesi., Ekoloji 2014 Sempozyum Özetleri.,Gazimağusa-KKTC.,S:103.
- Karakaya, S., El, N. S., 1999. Quercetin, Luteolin, Apigenin And Kamferol Contents Of Some Foods, *Food Chemistry*, 66 :289-292.
- Karakuş, C., Köker, R., 2007. Tarımda Bitki Gelişim Düzenleyicilerin (BGD) Kullanımı ve Hormon Riski, Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunları Kongresi Kongre Kitabı 163-175, Fatih Üniversitesi – İSTANBUL
- Karaman, S., Kirecci, O.A., Ilcim, A., 2008. Influence of polyamines (spermine, spermidine and putrescine) on The Essential Oil Composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Research*, 20(4): 288-292.
- Kartal, G., 2008. Brassinosteroidlerin Arpada (*Hordeum vulgare* L.) Kök büyümesi, Antioksidant Sistem ve Hücre Bölünmesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul,63s.
- Kavina, J., Gopi. R, Panneerselvam, R., 2011. Plant Growth Regulators and Fungicides alters Growth and Biochemical contents in *Mentha piperita* Linn, *International Journal of Environmental Sciences*, 1:7.
- Keçeci, M., 2013. Türkiye'de kültürü yapılan bazı nane türlerinde fenolik asit içeriğinin HPLC ile tayini ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi.Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tokat. 65s
- Khaliq, A., Gupta, M.L., Kumar S., 2001. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth of Peppermint *Indian Phytopath.* 54 (1) : 82-84.

- Khorasaninejad, S., Mousavi A., Soltanloo H., Khodayar H., Khalighi, A., 2011. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 5(22): 5360-5365.
- Khripach, V.A., Zhabinskii, V.N., De Groot, A.E., 2000. Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones Warrant Better Crops for XXI Century, *Annals of Botany*, 86 : 441-447.
- Kırırcı, S., 2015. Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Genel Durumu. TÜRKTOB, Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, Yıl:4, Sayı:15.
- Kızıl, S., Tancer, Ö., Dıraz, E., Karaman, Ş., 2015. Variation of Agronomical Characteristics and Essential oil components of zahter (*Thymbra spicata* l. var. *spicata*) populations in semi-arid climatic conditions., *Turk J Field Crops* , 20(2): 242-251.
- Kızıl, S., Haşimi N., Tolan V., Kılınç, E., Yüksel, U., 2010. Mineral Content, Essential Oil Components And Biological Activity Of Two *Mentha* Species (*M. piperita* L., *M. spicata* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 148-153.
- Kireççi, O. A., 2006. Bazı Sentetik Hormonların (Giberellik Asit, Spermin, Spermidin, Putresin) Fesleğen Bitkisinde (*Ocimum Basilicum* L.) Morfolojik Yapı ve Uçucu Yağ Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. 68 s.
- Koca, N., 2013. Ekzojen Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin ve Fenilalaninin Fesleğen (*ocimum basilicum* l.) Bitkisinde Sekonder Metabolitlere ve Fenilalanin Amonyum Liyaz (pal) Enzim Aktivitesine Etkisi. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş, 136s.
- Kocabıyık, H., Demirtürk, B. S., 2008. Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5(3):239–246.
- Kukreja, A.K., Dhawan, O.P., Mathur, A.K., Ahuja, P.S., Mandal, S., 1991. Screening and evaluation of agronomically useful somaclonal variations in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *Euphytica*, 53: 183.

- Kumar, S.A., 2017. Plants-Based Medicines in India. URL (erişim tarihi: 09.03.2017) <http://pib.nic.in/feature/feyr2000/fmay2000/f240520006.html>
- Kumar, A., Mouzzam, H., Singh, P., 2012. Response Of Gibberellic Acid On Growth Behaviour And Menthol Oil Yield Of Mentha (*Mentha Piperita* L.). *HortFlora Research Spectrum*, 1(3): 284-285.
- Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2): 47-56.
- Lafka, T.I., Sinanoglou, V., Lazos, E.S., 2007. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chemistry* 104 (3): 1206-1214.
- Lee, K.G., Shibamoto, T. 2002. Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 4947-4952.
- Li, X., Ahammed, G.J., Li, Z.-X., Zhang, L., Wei, J.-P., Shen, C., Yan, P., Zhang, L.-P., Han, W.-Y., 2016. Brassinosteroids Improve Quality of Summer Tea (*Camellia sinensis* L.) by Balancing Biosynthesis of Polyphenols and Amino Acids. *Front. Plant Sci.* 7:1304.
- Maffei, M., Canova, D., Berteà, C.M., Scannerini S., 1999. UV-A effects on photomorphogenesis and essential-oil composition in *Mentha piperita* J. *Photochem. Photobiol. B: Biol.* 52:105-110.
- Maffei, M., Scannerini S., 2000. UV-B effects on photomorphogenesis and essential-oil composition in *Mentha piperita*. *Journal Of Essential Oil Research*, 12:5.
- Mahboobeh, Z., Morteza, A.S., Mryam, T., Reza, A.S., 2014. Effects of Organic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 7 (5): 237-244.
- Mahmoud, S.S., Croteau, R.B., 2003. Menthofuran Regulates Essential Oil Biosynthesis in Peppermint by Controlling a Downstream Monoterpene Reductase. *Proc. Natl. Acad. Science USA.*, 100: 14481-14486.

- Mammadov, R., 2014. Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler, Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN: 978-3-051-33743-2, Ankara, 428s.
- Manikandan, R., Sahi, S.V., Venkatachalam, P., 2015. Impact Assessment of Mercury Accumulation and Biochemical and Molecular Response of *Mentha arvensis*: A Potential Hyperaccumulator Plant. *The Scientific World Journal*, 2015: 715217.
- Marcum, D.B., Hanson, B.R., 2006. Effect of Irrigation and Harvest Timing on Peppermint Oil Yield in California. *Agricultural Water Management* 82: 118–128.
- Marshall, E., 2011. Health and Wealth from Medicinal Aromatic Plants. FAO Diversification Booklet 17. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2011. ISSN 1810-0775. Web Site: <http://www.fao.org/docrep/015/i2473e/i2473e00.pdf>, Erişim Tarihi: 04.01.2017.
- Masoodi, H.M., Dar, A.M., Kour, P., Shapoo, S.N., 2014. In Vitro Antioxidant Activity of Methanol Aerial Extract of *Mentha Arvensis* Linn from Kashmiri Himalaya. *Am. J. PharmTech Res.* 4(2).
- Mathur, A., Purohit, R., Mathur, D., Prasad G.B.K.S., Dua, V.K., 2011. Pharmacological investigation of methanol extract of *Menthapiperita* L. roots on the basis of antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory properties. *Der Pharmacia Sinica*; 2 (1): 208-216.
- Mirzaei, A., Rezanejad, M.T., Mirzaei, N., 2015. Phytochemical and Antiradical Properties of Alcoholic and Aqueous Extracts of Red capsicum and *Mentha Piperita* *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences RJPBCS* 6(3) : 174-179.
- Mitchell, R.L., 1970. *Crop Growth and Culture*. Iowa State Univ. Press., 349s.
- Mogosan, C., Vostinaru, O., Oprean, R., Heghes, C., Filip, L., Balica, G., Moldovan, I.R., 2017. A comparative analysis of the chemical composition, anti-inflammatory, and antinociceptive effects of the essential oils from three species of *Mentha* cultivated in Romania, *Molecules*, 22(2):263.

- Moldovan, R.I., Oprean, R., Benedec, D., Hanganu, D., Duma, M., Oniga, I., Vlase, L., 2014. LC-MS analysis, antioxidant and antimicrobial activities for five species of *Mentha* cultivated in Romania. *Dig J. Nanomater Bios.* 9:559-66.
- Morsünbül, T., Solmaz, S.K.A., Üstün, G.E., Yonar, T., 2010. Bitki Gelişim Düzenleyici (BGD)'lerin Çevresel Etkileri Ve Çözüm Önerileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1.
- Müssig, C., Shin, G., Altmann, T., 2003. Brassinosteroids Promote Root Growth in *Arabidopsis*, *Plant Physiology*, 133: 1261-1271.
- Naeem, M., Idrees, M., Aftab, T., Alam, M.M., Khan, M.M.A., Uddin, M., Varshney, L., 2014. Employing depolymerised sodium alginate, triacontanol and 28-homobrassinolide in enhancing physiological activities, production of essential oil and active components in *Mentha arvensis* L. *Industrial Crops and Products* 55: 272–279.
- Naeem, M., Khan, M.M.A., Moinuddin., Idrees M., Aftab, T., 2011. Triacontanol Mediated Regulation of Growth and Other Physiological Attributes, Active Constituents and Yield of *Mentha arvensis* L., *Plant Growth Regul.*, 65: 195–206.
- Naeem, M., Idrees, M., Alam, M. M., Aftab, T., Khan, M. M. A., Moinuddin., 2012. Brassinosteroid Mediated Enrichment in Yield Attributes, Active Constituents and Essential Oil Production in *Mentha arvensis* L. *Russian Agricultural Sciences*, 38: 106–113.
- Nickavar, B., Alinaghi, A., Kamalinejad, M., 2008. Evaluation of the Antioxidant Properties of Five *Mentha* Species *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 7 (3): 203-209.
- Nishikawa N., Toyama S., Shida A., Futatsuya F., 1994. The Uptake and Transport of <sup>14</sup>C-labelled Epibrassinolide in Intact Seedlings of Cucumber and Wheat. *Journal of Plant Research*, 107:125-130.
- Nizamlıoğlu, N. M., Nas, S., 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1): 20-35.

- Novakova, O., Kunes, I., Gallo, J., Balas, M., 2014. Effects of brassinosteroids on prosperity of Scots pine seedlings. *J. For. Sci.*, 60 (9): 388–393.
- Orphanides, A., Goulas, V., Gekas, V., 2013. Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech J. Food Sci.*, 31: 509-513.
- Öktüren, F., Sönmez, S., 2005. Bitki Besin Maddeleri ve Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicileri (Hormonlar) Arasındaki İlişkiler. *Derim. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü*. 22 (2):20-32.
- Özgüven, M., 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Ders Notları. Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü.
- Özgüven, M., Kırıcı, S., 1999. Farklı Ekolojilerde Nane (*Mentha*) Türlerinin Verim ile Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenlerinin Araştırılması. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry* 23: 465–472. TÜBİTAK.
- Pandey, R., 2000. Additive effect of three organic materials and nematicides on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and yield of *Mentha arvensis*. *Nematropica* 30:154-160.
- Pandey, A.K., Rai, M.K., Acharya. D., 2003. Chemical composition and antimycotic activity of the essential oils of corn mint (*Mentha arvensis*) and lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*) against human pathogenic fungi. *Pharm. Biol.*, 41: 421-425.
- Percival, M., 1998. “Antioxidants.” *Clinical Nutrition Insights*, 10:1-4.
- Perez, M.G.F., Guzman, N.E.R., Silva, E.M., Pina,G.L., Camacho, R.R., 2013. Effect of chemical elicitors on peppermint (*Mentha piperita*) plants and their impact on the metabolite profile and antioxidant capacity of resulting infusions. *Food Chemistry* 156: 273–278.
- Prins, C.L., Vieira, I.J.C., Freitas, S.P., 2010. Growth regulators and essential oil production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22: 91-102.



- Que, F., Wang, G. L., Xu, Z.S., Wang, F., Xiong, A.S., 2017. Transcriptional Regulation of Brassinosteroid Accumulation during Carrot Development and the Potential Role of Brassinosteroids in Petiole Elongation. *Front. Plant Sci.* 8:1356.
- Rachitha, P., Krupashree, K., Jayashree, G. V., Gopalan, N., Khanum, F., 2017. Growth Inhibition and Morphological Alteration of *Fusarium sporotrichioides* by *Mentha piperita* Essential Oil. *Pharmacognosy Res.* Jan-Mar; 9(1):74-79.
- Raghavendra, M., Reddy, A.M., Yadav, P.R., Raju, A.S., Kumar, L.S., 2013. Comparative studies on the in vitro antioxidant properties of methanolic leafy extracts from six edible leafy vegetables of India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research.* 6: 96-99.
- Raghu, K., Ram Rao S., 2016. Effect of brassinosteroids on antioxidants content and radical scavenging activity of *Tinospora cordifolia* (Willd.) Miers ex Hook. F & Thoms. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(5): 117-121.
- Rao, R. S. S., Vardhini Vidya B., Sujatha E., Anuradha S., 2002. Brassinosteroids- A New Class of Phytohormones, *Current Science*, 82:1239-1244.
- Rajesh, K., Satish, K.B.P., Harsha. R., Dinesha. R., Mohammed, I.A., Thammanna G. S.S., Hareesh, A.R., 2010. In vitro antioxidant activity of leaves of *Mentha Arvensis* linn, *Journal of Pharmacy Research.*, 3(8): 1951-1954.
- Rajeswara Rao, B.R., 1999. Biomass and essential oil yields of corrmint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex Holmes) planted in different months in semi-arid tropical climate. *Industrial Crops and Products*, 10:107-113.
- Reddy, K.R., Reddy, V.R., 1992. Temperature effects on early season cotton growth and development. *Agronomy Journal* 84(2):229-237.
- Roodbari, N., Roodbari, S., Ganjali, A., Ansarifar, M., 2013. The Effect of Salinity Stress on Growth Parameters and Essential oil percentage of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Journal of Basic and Applied Science*, 2 (1): 294-299.

- Rowshan, V, Khosh Khoi . M, Javidnia K., 2010. Effects of Salicylic Acid on Quality and Quantity of Essential oil Components in *Salvia macrosiphon*, J. Biol. Environ. Sci. 4(11):77-82.
- Rudloff, V.E., Hefendehl, F.W., 1966. Gas-liquid chromatography of terpenes: xv. The volatile oil of *Mentha arvensis* var. *Glabrata* ray. Canadian Journal of Chemistry, 44 (17): 2015-2022.
- Sadeghi, F., Shekafandeh, A., 2014. Effect of 24-epibrassinolide on salinity-induced changes in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl). Journal of Applied Botany and Food Quality 87:182-189.
- Saharkhiz, J.M., Motamedi, M., Zomorodian, K., Pakshir, K., Miri, R., Hemyari, K., 2012. Chemical Composition, Antifungal and Antibiofilm Activities of the Essential Oil of *Mentha piperita*. *ISRN Pharm.* 1-6.
- Saharkhiz, M., Goudarzi, T., 2014. Foliar Application of Salicylic acid Changes Essential oil Content and Chemical Compositions of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17 (3): 435–440.
- Sağlam-Çağ, S., 2007. The Effect of Epibrassinolide on Senescence in Wheat Leaves, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 21(1): 63-65.
- Salmasi, S.Z., Heidari, F., Alyari ,H., 2008. Effects of Microelements and Plant Density on Biomass and Essential Oil Production of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *Plant Sciences Research*, 1: 24-26.
- Samarth, R.M., Panwar, M., Kumar, M., Kumar, A., 2006. Protective effects of *Mentha piperita* Linn on benzo[a]pyrene-induced lung carcinogenicity and mutagenicity in Swiss albino mice. *Mutagenesis*; 21(1): 61-66.
- Santoro, M.V., Nievas, F., Zygadlo J., Giordano W., Banchio, E., 2013. Effects of Growth Regulators on Biomass and the Production of Secondary Metabolites in Peppermint (*Mentha piperita*) Micropropagated in Vitro. *American Journal of Plant Sciences*, 4:49-55.

- Sasse, J. M., Sands, R., 1992. Brassinosteroids and transplantation stress, Proc. Plant Growth Regul. Soc. Am., 19:135.
- Sasse, J.M., 1997. Recent progress in brassinosteroid research. Physiol Plant, 100:696-701.
- Scavroni, J., Boaro, C., Marques, M. O. M., Cesar Ferreira, L., 2005. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 345-352.
- Schilling, G., Schiller, C., Otto, S., 1991. Influence of Brassinosteroids on Organ Relations and Enzyme Activities of Sugar-beet Plants. Brassinosteroids: Chemistry, Bioactivity and Applications, (Editörler: Cutler H.G., Yokota, T., Adam, G.). American Chemical Society, Washington, D.C. s. 208-219.
- Schlaghauer, C.D., Arteca, R.N., 1991. The Uptake and Metabolism of Brassinosteroid by Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Plants. Journal of Plant Physiology, 138 (2): 191-194.
- Serna, M., Hernandez, F., Coll, F., Coll, Y., Amorosa, A., 2013. Effects of brassinosteroid analogues on total phenols, antioxidant activity, sugars, organic acids and yield of field grown endive (*Cichorium endivia* L.). J. Sci. Food Agric; 93: 1765-1771.
- Sevik, H., Belkayalı, N., Aktar G., 2014. Change of Chlorophyll amount in some landscape Plants, Journal of Biotechnological Sciences, 2(1):10-16.
- Sezik, E., 2014. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Kalite., Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Eczacılıktaki Önemi Çalıştayı., 20-21 Mart, Bildiri Kitabı, 101-106.
- Shabhangi, A., Arab Beigijazi E., 2014. Effect of salicylic acid on the amount of essential oil, phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity of *Mentha piperita* L. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 7(8):499-502.
- Shahid, M.A., Pervez, M.A., Balal, R.M., Mattson, N.S., Rashid, A., Ahmad, R., Ayyub, C.M., Abbas, T., 2011. Brassinosteroid (24-epibrassinolide) enhances growth and alleviates the deleterious effects induced by salt stress in pea (*Pisum sativum* L.). Aust J Crop Sci 5:500-510.

- Shiwakoti, S., Sintim, H. Y., Poudyal, S., Bufalo, J., Cantrell, C. L., Astatkie, T., Zheljazkov, V. D., 2015. Diurnal Effects on *Mentha canadensis* Oil Concentration and Composition at Two Different Harvests. Hort Science, 50(1):85-89.
- Skrzypek, E., Repka P., Stachurska-Swakon, A., Barabasz-Krasny, B., Mozdzen, K., 2015. Allelopathic Effect of Aqueous Extracts from the Leaves of Peppermint (*Mentha × piperita* L.) on Selected Physiological Processes of Common Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Not Bot Horti Agrobi, 43(2):335-342.
- Soltanbeıgı, A., 2014. ukurova Bölgesi Marjinal Arazi Koşullarında Mentha Türlerinde Farklı Dikim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Doktora Tezi. ukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 145s.
- Sousa, M.P., Matos, M.E.O., Matos, F.J.A., Machado, M.I.L., Craveiro, A.A., 2004. Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de Plantas Mediciniais Brasileiras, Ed. UFC, 445s.
- Soysal, Y., S. Öztekin, 1998. *Mentha piperita* (Tıbbi nane)'de Kurutma Havası Sıcaklığının Renk ve Toplam Klorofil Değişimi Üzerine Etkisi. 18. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 17-18 Eylül 1998. 747-752 [CD-ROM], Tekirdağ-Türkiye.
- Spanos, G. A., Wrolstad, R. E., 1990. Influence Of Processing And Storage On The Phenolic Composition Of Thompson Seedless Grape Juice. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 38: 1565–1571.
- Stanisavljević, D.M., Stojicević, S.S., Dorđević S.M., Zlatković B.P., Velicković D.T., Karabegović I.T., Lazić M.L., 2012. Antioxidant activity, the content of total phenols and flavonoids in the ethanol extracts of *mentha longifolia* (L.) Hudson dried by the use of different techniques. Chemical industry & chemical engineering quarterly 18 (3): 411-420.
- Straumite, E., Kruma, Z., Galoburda R., 2015. Pigments in mint leaves and stems. *Agronomy Research* 13(4):1104–1111.

- Sun, Z., Wang, H., Zhou, L., Yang, P., 2014. Chemical Composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown in China. *Plos one*, 9(12): e114767.
- Suresh, S.M., Suresh, S.N., Sagadevan, P., Kumar, S.R., 2014. In Vitro Antioxidant Activity of Methanolic Leaf Extract of *Mentha arvensis*. *JPBR*, 2 (2): 115-204.
- Surgun, Y., Yılmaz, E., Çöl, B., Bürün, B., 2012. Altıncı Grup Bitki Hormonu: Brassinosteroidler., *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* 8(1): 27-46.
- Sushkova, L., Dmitrieva, V., Dmitriev, L., Belopukhov, S., 2014. The Study of the Chemical Composition of Essential Oils *Mentha Piperita* L. are Grown in Non-Chernozem Zone of Russia *International Journal of Secondary Metabolite*: 1(1): 24.
- Sülü, E., 2010. Seçilmiş Nane (*mentha spp.*) Klonlarının Tokat Şartlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 57s
- Swamy, K.N., Rao, S.S.R., 2006. Influence of brassinosteroids on rooting and growth of geranium (*Pelargonium sp.*) stem cuttings. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(4): 619-622.
- Swamy, K.N., Rao, S.S.R., 2008. Effect of 28 Homobrassinolide on Growth, Photosynthesis, and Essential Oil Content of Geranium (*Pelargonium graveolens* L. Herit), *American J. Plant Physiol.*, 3:173–179.
- Swamy, K. N., Rao, S. S. R., 2009. Effect of 24-Epibrassinolide on Growth, Photosynthesis, and Essential Oil Content of *Pelargonium graveolens* (L.) Herit. *Russian Journal of Plant Physiology*, 56 (5): 612-620.
- Swamy, K. N., Rao, S. S. R., 2011. Effect of Brassinosteroids on the Performance of Coleus (*Coleus forskohlii*). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 17:12-20.
- Sweetie, R. K., Chander, R., Sharma, A., 2007. Antioxidant Potential Of Mint (*Mentha spicata* L.) In Radiation-Processed Lamb Meat. *Food Chemistry*, 100(2): 451-458.

- Symons, G.M., Davies, C., Shavrukov, Y., Dry, I.B., Reid, J.B., Thomas, M.R., 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiology*. 140:150-158.
- Symons, G.M., Ross, J.J., Jager, C.E., Reid, J.B., 2008. Brassinosteroid transport, *Journal of Experimental Botany*, 59 (1): 17-24.
- Şenol, S.G., 2014. Bitkisel Çeşitlilik: Güncel Durum ve Araştırma Yöntemleri. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı S:76, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Oksin: Büyüme Hormonu. *Bitki Fizyolojisi*. (Editör: Türkan, İ.). Palme Yayınevi, Ankara. 690s.
- Talaat, N.B., Abdallah, A.M., 2010. Effect of 28- homobrassinolide and 24-epibrassinolide on the growth, productivity and nutritional value of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56 (6): 649-669.
- Talaat, N.B., Shawky, B.T., 2012. 24-Epibrassinolide ameliorates the saline stress and improves the productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany* 82: 80-88.
- Tanker, M., Tanker, N., 1990. *Farmakognozi 2*. Cilt Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayın No: 65 Ankara Üniversitesi Basımevi
- Telci, İ., 2001. Farklı Nane (*Mentha* spp) Klonlarının Bazı Morfolojik, Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 160 s.
- Telci, İ., İncekara, İ., Sahbaz, N., Yılmaz, G., Tugay, M.E., 2004. Agronomical and Chemical Characterization of Spearmint (*Mentha spicata* L.) Originating in Turkey. *Economic Botany*, 58(4): 721-728.
- Thakur, S.K., 2014. Effect of *Meloidogyne incognita* on Chlorophyll, Carotenoid Content and Physiological Function of *Mentha arvensis* *Agric. Sci. Digest.*,34 (3):219-222.
- Toker, R., Gölükcü, M., Tokgöz, H., 2015. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Gıda Sanayisinde Kullanım Alanları. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 4: 15.

- Tort, N., Dereboylu, A.E., 2003. The effect of Captan on stomata and photosynthetic pigment matters in pepper plant (*Capsicum annuum* L.) Anadolu, J. Of AARI, 13(1): 142-157.
- Trendafilova A., Todorova M., Vassileva E., Ivanova D., 2010. Comparative study of total phenolic content and radical scavenging activity of conventionally and organically grown herbs.,Botanica serbica, 34 (2): 133-136.
- Tsai, M.L., Wu, C.T., Lin, T.F., Lin, W.C., Huang, Y.C., Yang, C.H., 2013. Chemical composition and biological properties of essential oils of two mint species. Trop. J. Pharmac. Res. 12: 577-582.
- Tucker, A.O., Naczi, R.F.C., 2007. *Mentha* : An Overview of Its Classification and Relationships. Mint: The Genus *Mentha*, (Editör: Lawrence, B.M.). CRC Press, Boca Raton, Florida s: 3–39.
- TÜİK, 2017. Dış Ticaret İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/> (Erişim tarihi: 14.11.2017)
- Valmorbida, J., Boaro, C.S.F., 2007. Growth and Development of *Mentha piperita* L. in Nutrient Solution as Affected by Rates of Potassium . Brazilian Archives of Biology and Technology. 50 (3):379-384.
- Witham, F.H., Blayles, D.F., Levlin, R.M., 1971. Experiments in Plant Physiology, Van Nostrand Reinhold Company, New York, s.55-56.
- Yokota, T., Higuchi, K., Kosaka, Y., Takahashi, N., 1992. Transport and Metabolism of Brassinosteroids in Rice, Progress in Plant Growth Regulation, (Editörler : Karssen, M.C, Van Loon, L.C., Vreugdenhil, D.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. s.298-305.
- Yokota, T., 1997. The structure, biosynthesis and function of brassinosteroids, Trends in Plant Science, 2: 137-143.
- Youssef, A.A., Talaat, I.M., 1998. Physiological effect of brassinosteroids and kinetin on the growth and chemical constituents of lavender plant, Ann. Agric. Sci. (Cairo). 43:261-272.

Yu, J.Q., Huang, L.F., Hu, W.H., Zohn, Y.H., Mao, W.H., Yei, S.F., Nogues, S., 2004. A Role for Brassinosteroids in the Regulation of Photosynthesis in *Cucumis sativus*, *J. Exp. Bot.*, 55: 1135-1143.

Yücel, E., 2010. *Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yetiştiriciliği*, Anadolu Üniversitesi. Yayın no: 2101. s: 241, ISBN: 978-975-06-0782-0.

Zheljazkov, V.D., Valtcho, D., Cerven, V., Cantrell, C.L., Ebelhar, W.M., Horgan, T., 2009. Effect of Nitrogen, Location and Harvesting Stage on Peppermint Productivity, Oil Content and Oil Composition. *Hortscience*.:44 (5):1267-1270.

Zheljazkov, V.D., Cantrell, C.L., Astatkie, T., 2010. Yield and composition of Japanese corrmint fresh and dry material harvested successively. *Agron. J.* 102:1652-1656.



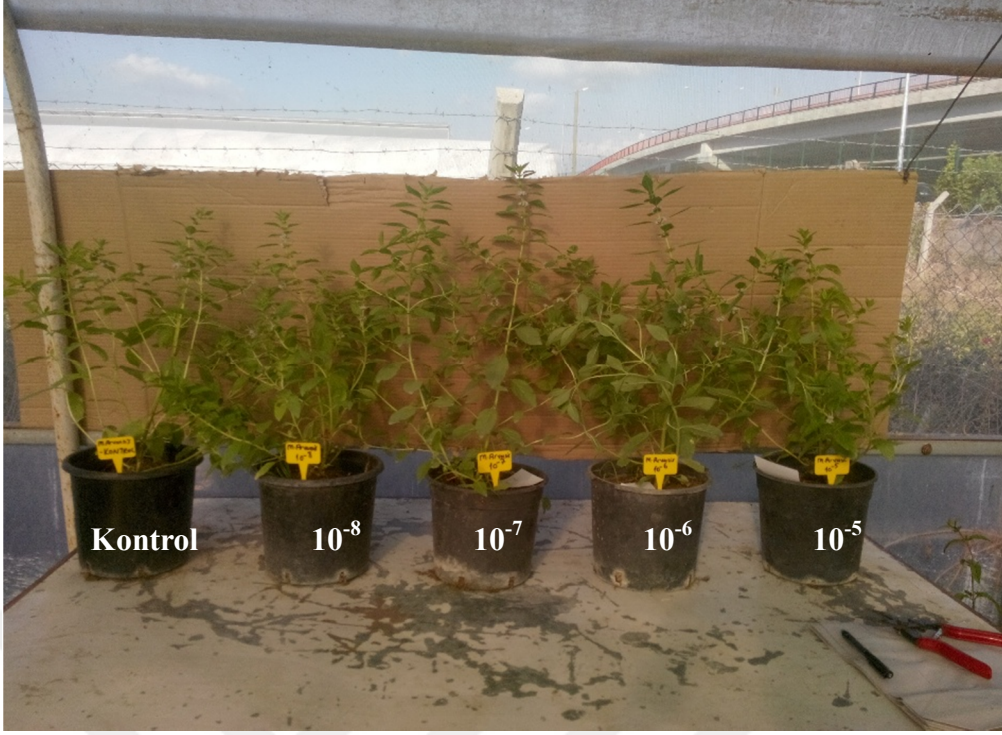
## EKLER



EK Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü seranın uydu görüntüsü



EK Şekil 2. Çalışmadan genel görünüm



EK Şekil 3. EBL dozlarına göre *Mentha arvensis* görünümüleri



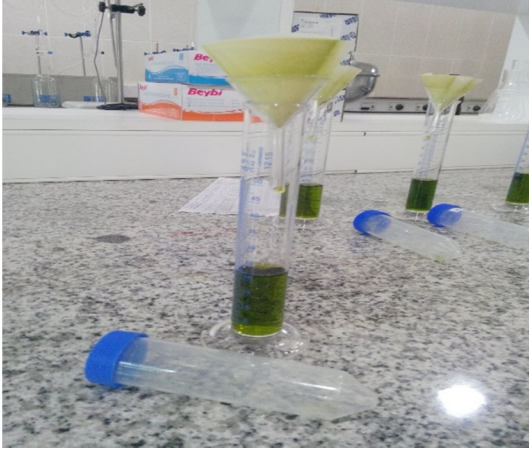
EK Şekil 4. EBL dozlarına göre *Mentha piperita* görünümüleri



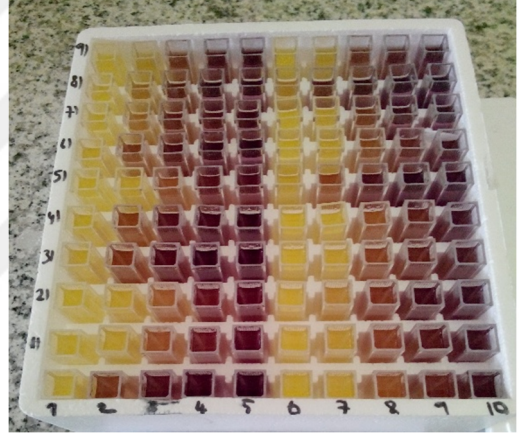
a



b



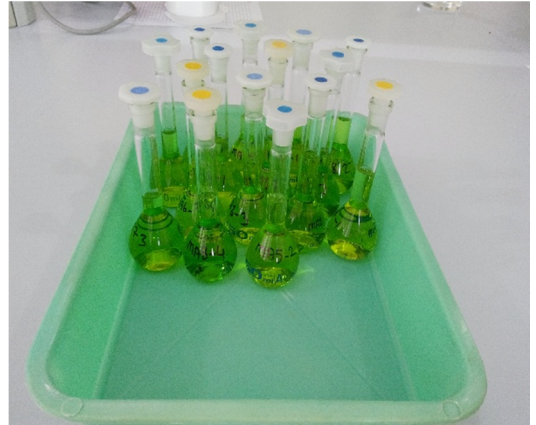
c



d



e



f

EK Şekil 5. Su distilasyon düzeneği (a); Uçucu yağ elde edilmesi (b); Yaprakların ekstraksiyonu (c); Antioksidan aktivite tayini (d); Yaprak alan ölçümü (e); Klorofil tayinine ait görünümler (f)

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Yalçın KAYA  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 04.02.1980 / Oltu  
Medeni hali : Evli  
Telefon : 0 (507) 525 22 52  
e-posta : yalcin.kaya@tarim.gov.tr

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	KSÜ/ Fen Bilimleri Enstitüsü	2017
Lisans	KSÜ/ Fen Edebiyat Fak./Biyoloji Böl.	2009
Önlisans	KSÜ/ Tıbbi Laboratuvar	2003
Lise	Erzincan Laborant Meslek Lisesi	1997

### İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
1998-2014	Kahramanmaraş DAGTEM	Laborant/Biyolog
2014-devam	Yalova ABKMAEM	Biyolog

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Kaya, Y., Karaman, Ş., 2017. Effect of Brassinosteroid Applications on Some Plant Parameters of Japanese Mint (*Mentha arvensis* L.) I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants, 09-12 May, KONYA
2. Bulunuz Palaz, E., Kaya, Y., Özdemir, A., 2014. Some Sahlep Orchids Seeds In Vitro Germination and Shoot Development .International Mesopotamia Agriculture Congress, 22-25 Eylül, Diyarbakır- TURKEY
3. Kaya, Y., Tınmaz, B.A., Polat, Z., 2016. Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* L.) Tohumlarının Çıkış Performansları Üzerine Gibberellik Asit (GA<sub>3</sub>) ve Bazı Biyolojik Ajan Uygulamalarının Etkileri. III. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 04-06 Ekim, ANTALYA

### Hobiler

Futbol (Fenerbahçe)