



***Achillea* BİTKİSİ UÇUCU YAĞI ve *Rhizobium*  
BAKTERİLERİ İLE AŞILAMANIN FASULYE  
(*Phaseolus vulgaris*)'de BİTKİ GELİŞİMİ,  
TOPRAĞIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Veysel TURAN**

**Doktora Tezi**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Doç. Dr. Serdar BİLEN**

**2016**

**Her Hakkı Saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

***Achillea* BİTKİSİ UÇUCU YAĞI ve *Rhizobium* BAKTERİLERİ İLE  
AŞILAMANIN FASULYE (*Phaseolous vulgaris*)'de BİTKİ GELİŞİMİ,  
TOPRAĞIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Veysel TURAN

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ERZURUM**

2016

Her hakkı saklıdır



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**Achillea BİTKİSİ UÇUCU YAĞI ve Rhizobium BAKTERİLERİ İLE AŞILAMANIN FASÜLYE (*Phaseolus vulgaris*)'de BİTKİ GELİŞİMİ, TOPRAĞIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Doç.Dr. Serdar BİLEN** danışmanlığında, **Veysel TURAN** tarafından hazırlanan bu çalışma, 16/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**'nda **Doktora** tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3./1)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

İmza :

Üye : Doç. Dr. Arzu GÖRMEZ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Serdar BİLEN

İmza :

Üye : Yard. Doç. Dr. Adil AYDIN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **18.05/2016** tarih ve **..21.../..20.....** nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Doktora Tezi

### ***Achillea* BİTKİSİ UÇUCU YAĞI VE *Rhizobium* BAKTERİLERİ İLE AŞILAMANIN FASULYE (*Phaseolus vulgaris*)’de BİTKİ GELİŞİMİ, TOPRAĞIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Veysel TURAN

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Serdar BİLEN

Bu çalışmada, *Achillea*, cinsine ait bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların (0, 100, 1000 ppm) şeker fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisi yetiştirilen ve bakteri (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılması yapılan toprakların enzim içerikleri, mikrobiyal solunum, mikrobiyal popülasyon üzerine etkileri, bitkide kuru madde miktarı ve bitki besin elementlerinden N ve P içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda yapılan bu çalışma ile uçucu yağların toprak verimliliği ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri, toprakta mevcut bakteri popülasyonu üzerine antagonistik veya sinergistik etkisinin olup olmadığı, tarımda kullanılan kimyasal girdilerin yerine mikroorganizma faaliyetini etkileyen organik bir girdi olarak tarımda kullanılıp kullanılmayacağına ilişkin veriler elde edilmesi hedeflenmiştir.

Araştırma sonucunda, topraklarda en yüksek bakteri ve mantar popülasyonu *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CİAT899 ve *Achillea* uçucu yağ dozunun 0 pmm uygulandığı interaksyonda görülmüştür. Uçucu yağ dozlarının artması ile topraklardaki bakteri ve mantar popülasyonu azalmıştır. Toprakların CO<sub>2</sub> aktivitesi, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7 aşılması ve *Achillea* uçucu yağ dozunun 0 ppm uygulandığı interaksyonda tespit edilmiştir Artan uçucu yağ dozları topraklardaki dehidrogenaz, üreaz, asit-alkalin fosfataz enzim aktivitesini azaltmıştır. *Rhizobium* aşılması ile bitkideki P miktarı ve nodül sayısı artmıştır.

**2016, 68 sayfa**

**Anahtar Kelime:** *Achillea*, *Rhizobium* aşılması, toprak mikrobiyal popülasyon, toprak enzim aktivitesi, toprak solunumu,

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### **IMPACTS OF *Achillea* ESSENTIAL OIL WITH DIFFERENT DOSES AND *Rhizobium* INOCULATIONS ON GROWTH OF BEAN (*Phaseolus vulgaris*), BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF SOILS**

Veysel TURAN

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar BİLEN

In this study, the impacts of the essential oils(0, 100, 1000 ppm) obtained from plant species belonging to *Achillea*, have been examined on the enzyme content of soils in which sugar bean(*Phaseolus vulgaris*) plant is grown and *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* (F7, Ciat899, F83) inoculations is administered; plus on soil microbial population, microbial respiration, soil biology, dry-matter in plant, content of root and upper parts, nodul number and plant nutrients such as N and P contents. At the same time, this study aims to obtain data on soil productivity of the essential oils and effects of plant development; if they have antagonistic or synergistic outcomes on available bacterial populations and besides, whether essential oils could be used as organic inputs affecting the microorganism activity instead of input chemicals used in agriculture.

The result of research, the highest population of bacteria and fungi found in soils in the interaction of 0 ppm dose level of essential oils were *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* CIAT899 and *Achillea*. Bakteria and fungi population were decreased with increasing essential oil dose. CO<sub>2</sub> activities in the soils were investigated in the interaction in which essential oil dosage were were 0 ppm and by inoculation of *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* F7. Activities of enzymes of dehidrogense, urease, aside-alkaline phosphatase were decreased with increasing essential oil doses in soils. P in plant and nodul number increased with *Rhizobium* inoculation.

**2016, 68 pages**

**Keywords:** *Achillea*, *Rhizobium* inoculation, essential oil, soil microbial population, soil enzyme activity, basal respiration

## TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmanın her aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Serdar BİLEN'e, tez izleme jürimde bulunan sayın Prof. Dr. Ertan YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr. Adil AYDIN'a, tez çalışmamın Almanya'daki kısmında tüm sera ve laboratuvar imkânlarını bana sunan sayın Prof. Dr. Peter SCHRÖDER ve Dr. Lyudmila LYUBENOVA'ya

Laboratuvar çalışmalarında bana desteklerini veren Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Mikrobiyoloji laboratuvarı çalışanlarına,

Tez çalışmamın her aşamasında maddi, manevi desteğinin yanı sıra göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı eşim Sayın Hatice TURAN'a,

Hayatım boyunca maddi, manevi desteklerinden dolayı sevgili babam, annem ve kardeşlerime teşekkür ederim.

**Veysel TURAN**

**Mayıs, 2016**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>18</b>
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı bölge ve özellikleri.....	18
3.1.2. Çalışmanın yürütüldüğü yer .....	19
3.1.3. Fasulye tohumu .....	19
3.1.4. Çalışmada kullanılan saksı .....	19
3.1.5. Aşılama materyali.....	19
3.1.6. Uçucu yağ.....	19
3.2. Yöntemler .....	20
3.2.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması .....	20
3.2.2. Toprakta fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri.....	20
3.2.2.a. Toprak reaksiyonu .....	20
3.2.2.b. Toprakta kireç tayini .....	21
3.2.2.c. Organik madde .....	21
3.2.2.d. Yarayışlı fosfor.....	21
3.2.2.e. Toplam azot .....	21
3.2.2.f. $\text{NH}_4^+$ ve $\text{NO}_3^-$ azotu.....	21
3.2.2.g. Toprağın kation değişim kapasitesi .....	22
3.2.2.h. Toprak tekstürü.....	22
3.2.2.i. Toprağın elektriksel iletkenlik tayini .....	22
3.2.3. Toprakta biyolojik ve biyokimyasal analizler .....	22

3.2.3.a. Toprak materyalinde bakteri ve mantar sayımı .....	22
3.2.3.b. Toprakların CO <sub>2</sub> miktarlarının tespiti .....	23
3.2.3.c. Asit fosfataz enzim aktivitesi .....	23
3.2.3.d. Alkalin fosfataz enzim aktivitesi .....	23
3.2.3.e. β-Glukozidaz enzim aktivitesi .....	24
3.2.3.f. Dehidrogenaz enzim aktivitesi .....	24
3.2.3.g. Üreaz enzim aktivitesi .....	24
3.2.4. Bitki analiz yöntemleri .....	24
3.2.4.a. Uçucu yağların elde edilmesi .....	24
3.2.4.b. Bitki kuru madde miktarı .....	25
3.2.4.c. Bitki nodül sayısı .....	25
3.2.4.d. Bitkide toplam azot .....	25
3.2.4.e. Bitki fosfor içeriği .....	26
3.2.5. Biyolojik yöntemler .....	26
3.2.5.a. Aşılama materyalinin hazırlanması .....	26
3.2.5.b. Aşılamanın yapılması .....	26
3.2.5.c. Tohumların sterilizasyonu .....	27
3.2.5.d. Denemenin kurulması ve yürütülmesi .....	27
3.2.5.e. Bitkilerin hasadı .....	27
3.5.6. Deneme planı .....	28
3.5.7. İstatistiksel analiz yöntemleri .....	28
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>29</b>
4.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ...	29
4.2. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın topraklardaki bakteri ve mantar popülasyonu üzerine etkileri .....	30
4.3. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın toprak solunumu üzerine etkileri .....	34
4.4. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın topraklardaki bazı enzim aktiviteleri üzerine etkileri .....	36
4.4.1. Dehidrogenaz enzim aktivitesi .....	36
4.4.2. Üreaz enzim aktivitesi .....	38
4.4.3. β-glukozidaz enzim aktivitesi .....	40



4.4.4. Asit ve alkalın fosfataz enzim aktivitesi.....	41
4.5. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ile aşılamanın toprakların toplam azot, amonyum ve nitrat oranları üzerine etkileri .....	45
4.6. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> ile aşılamanın fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkileri .....	49
4.6.1. Bitkide kuru madde miktarı.....	49
4.6.2. Bitki nodül sayısı.....	51
4.6.3. Bitkinin fosfor içeriği .....	53
4.6.4. Bitkide toplam azot içeriği .....	55
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>57</b>
KAYNAKLAR .....	61
ÖZGEÇMİŞ .....	69

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

da	Dekar
g	Gram
g.k.t.	Gram kuru toprak
ha	Hektar
kg	Kilogram
R <sub>0</sub>	Aşılama yapılmayan
KO	Kareler ortalaması
Log	Logaritma
Mg	Miligram
me	Mili ekivalan
ppm	Milyonda kısım
µg	Mikrogram
SD	Serbestlik derecesi
%	Yüzde
dS/m	Desi siemens/metre
N	Azot
K	Potasyum
P	Fosfor
R <sub>1</sub>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> F7
R <sub>2</sub>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> F83
R <sub>3</sub>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> Ciat899
TPF	Trifenil formazan
U	Uçucu yağ
U <sub>0</sub>	Uçucu yağ 0 ppm doz
U <sub>1</sub>	Uçucu yağ 100 ppm doz
U <sub>2</sub>	Uçucu yağ 1000 ppm doz

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak materyalinin alındığı bölge .....	18
Şekil 3.2. <i>Achillea Millefolium</i> görünüm (Anonymous 2016).....	20
Şekil 3.3. Denemeden görünüm ve bitkilerin analize hazırlanması.....	27
Şekil 4.1. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) bakteri CFU/g toprak grafiği.....	31
Şekil 4.2. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) mantar CFU/g grafiği .....	33
Şekil 4.3. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen CO <sub>2</sub> miktarı. ....	35
Şekil 4.4. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen dehidrogenaz enzim aktivite miktarı. ....	37
Şekil 4.5. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen üreaz enzim aktivite miktarları. ....	39
Şekil 4.6. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen β-glukozidaz enzim aktivite miktarları. ....	41
Şekil 4.7. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen asit fosfataz enzim aktivite miktarları. ....	43
Şekil 4.8. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen alkalın fosfataz enzim aktivite miktarları.....	44
Şekil 4.9. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta toplam N miktarları.....	46
Şekil 4.10. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N miktarları .....	47
Şekil 4.11. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N miktarları.....	48
Şekil 4.12. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitki kuru madde miktarları (g).....	50
Şekil 4.13. <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen nodül sayısı .....	52

<b>Şekil 4.14.</b> <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide P .....	54
<b>Şekil 4.15.</b> <i>Achillea</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide N (%) grafiği.....	56



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1.</b> <i>Rhizobium</i> türleri ve etkili oldukları baklagil bitkileri .....	15
<b>Çizelge 4.1.</b> Araştırma da kullanılan toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri .....	29
<b>Çizelge 4.2.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bakteri popülasyonu ANOVA sonuçları .....	30
<b>Çizelge 4.3.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre mantar popülasyonu ANOVA sonuçları .....	32
<b>Çizelge 4.4.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toprak solunumu ANOVA sonuçları.....	34
<b>Çizelge 4.5.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre dehidrogenaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları .....	36
<b>Çizelge 4.6.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre üreaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları .....	38
<b>Çizelge 4.7.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları .....	40
<b>Çizelge 4.8.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre asit fosfataz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları .....	42
<b>Çizelge 4.9.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre alkalik fosfataz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları .....	43
<b>Çizelge 4.10.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toplam N ANOVA sonuçları .....	46
<b>Çizelge 4.11.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre $\text{NO}_3^-$ -N ANOVA sonuçları .....	47
<b>Çizelge 4.12.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre $\text{NH}_4^+$ - N ANOVA sonuçları .....	48
<b>Çizelge 4.13.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bitkide kuru madde ANOVA sonuçları .....	50
<b>Çizelge 4.14.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bitki nodül sayısı ANOVA sonuçları.....	51

<b>Çizelge 4.15.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bitkide P ANOVA sonuçları.....	53
<b>Çizelge 4.16.</b> Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına bitkide toplam N ANOVA sonuçları .....	55



## 1. GİRİŞ

Türkiye; coğrafik özellikleri ve farklı iklim kuşaklarında yer alması sebebi ile doğal bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir durumdur. Doğu Anadolu bölgesinde özellikle aromatik özellik taşıyan bitkiler yaygın olarak bulunmaktadır. Bu bölgede yaygın olarak bulunan *Achillea* cinsleri aromatik özellik taşıyan bitkiler arasında yer almaktadır.

Esansiyel yağlar adı da verilen uçucu yağlar, distilasyon yoluyla veya preslemeyle, bitkilerden veya bu bitkilerin bazı kısımlarından elde edilen kompleks karışımlardır. Bu kompleks karışımların doğrudan topraktaki mikrobiyal fauna üzerine etkisi ve buna bağlı olarak toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına, dolayısı ile bitki verimliliği üzerine etkisi son zamanlarda yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur.

Uçucu yağlarının topraklara uygulanması sonucu toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkilerini araştıran fazla çalışma mevcut değildir. Ayrıca, bitkilerdeki uçucu yağların antimikrobiyal özeliğinin, toprakta mikroorganizma popülasyonu ve tipi üzerine, toprak ve bitki enzimleri üzerine, bitki gelişimi üzerine etkilerinin yanı sıra, toprak mikroorganizma faaliyetini artırıcı veya azaltıcı etkisine göre tarımsal faaliyet ve tarımsal mücadelede kullanılma imkanının olup olmadığı konusunda çalışmaların yapılması ve sonuçta uçucu yağların antimikrobiyal olarak kullanılma durumunun tespit edilmesi ileride yapılacak olan tarımsal mücadelelerde ve bitki veriminin artırılması yönünde organik tarımda önemli bir girdi olacaktır.

Ayrıca, aromatik özellik taşıyan bu bitkilerin esansiyel yağlarının bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal özelliklerine karşı etkili oldukları da yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların tarım ürünlerinde ve verimliliği teşvik edici bir faktör olarak kullanılması organik tarım uygulamalarında büyük önem arz etmektedir.

*Achillea* cinsini de içeren Asteraceae (Compositae), çiçekli bitkilerin en büyük ikinci familyası olarak bilinir. Yapılan son çalışmalara göre *Achillea* cinsinin Türkiye de 24 tanesi endemik olmak üzere 48 türünün (54 takson) yayılış gösterdiği belirlenmiştir (Duman vd 2000; Karamenderes ve Apaydın 2003).

Bu çalışma kapsamında; *Achillea*, cinsine ait bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların şeker fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisi yetiştirilen ve bakteri (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılması yapılan toprakların enzim içerikleri, mikrobiyal solunum, mikrobiyal popülasyon üzerine etkileri, bitkide kuru madde miktarı ve bitki besin elementleri (N, P) içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda yapılan bu çalışma ile uçucu yağların toprak verimliliği ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri, toprakta mevcut bakteri popülasyonu üzerine antagonistik veya sinergistik etkisinin olup olmadığı, tarımda kullanılan kimyasal girdilerin yerine mikroorganizma faaliyetini etkileyen organik bir girdi olarak tarımda kullanılıp kullanılmayacağına ilişkin veriler elde edilmesi hedeflenmiştir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Farklı bitkilerden elde edilen ve farklı etkili madde içeren esansiyel yağların topraktaki ve bitkideki etkileri konusunda yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

### **Uçucu yağların antifungal ve antibakteriyal özellikleri**

Son yıllarda parfümeri alanında kullanılan esansiyel yağlar bitkilerden elde edilmekte ve her bitkiden farklı etkili madde içeren esansiyel yağ elde edilmektedir. Bu yağlar aynı zamanda tarım ürünlerinin yetiştirilmesi ve muhafazasında, içecek ve besin endüstrisinde çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal olarak da kullanılmaktadır (Apisariyakul *et al.* 1995; Pattnaik *et al.* 1996).

Uçucu yağlar olarak da bilinen esansiyel yağlar, uçucu aroma bileşenleri içeren konsantre doğal bitki ürünleridir. Etki dereceleri içerdikleri etken maddelerinin özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösteren pek çok uçucu yağın, antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Bagcı ve Dıgrak 1997).

Antibakteriyal aktivite açısından yapılan bir çalışmada *Stachys candida* ve *S: chrysantha* bitkilerinin toprak üstü aksamından elde edilen esansiyel yağların 6 adet patojen bakteriye karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Skaltsa *et al.* 1998).

Uçucu yağların kullanımı, günümüzde araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamış olup, bitkisel hastalıkların mücadelesinde kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda, ülkemizde ve dünyada bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktlarının bitki patojeni bakteriler ve fungusların gelişimini engelleyebilecek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Adam *et al.* 1998; Zambonelli *et al.* 1996; Bianchi *et al.* 1997; Pattnaik *et al.* 1996; Wilson *et al.* 1997; Türküsay ve Onoğur 1998; Özcan ve Boyraz 2000; Ristic *et al.* 2000; Walter *et al.* 2001; Abou-Jawdah 2002; Bouchra *et al.* 2003; Daferera

*et al.* 2003; Bowers and Locke 2004; Soylu *et al.* 2005; Kordali *et al.* 2005; Soylu *et al.* 2006; Lee *et al.* 2007; Dikbaş *et al.* 2007; Santoro *et al.* 2007).

Boyraz *et al.* (1997) yapmış oldukları bir çalışmada dört baharat (adaçayı, mercanköşk, zater ve turşu otu) uçucu yağının antifungal etkisini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada *Alternaria solani*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum* .sp. *melonis* ve *Rhizoctonia solani* etmenlerine karşı bu uçucu yağların yüksek oranda antifungal etki gösterdiğini saptamışlardır.

Hindistan menşeli 10 bitkinin esansiyel yağlarının *Fusarium* türleri üzerine yapmış olduğu etkilerin araştırıldığı çalışmada *Eucalyptus* bitkisinin esansiyel yağlarının besi ortamlarında mantar gelişimini engellediğini, uçucu yağlara karşı *Fusarium* türleri arasında en dayanıklı türün *F. oxysporium* olduğu belirlenmiştir (Rai *et al.* 1999). Aynı şekilde Rana *et al.* (1997), *Aegle marmelous* bitkisinden elde edilen uçucu yağların bazı fitopatogen mantarların sporların çimlenmesi üzerine etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Suresh *et al.* (1998) yaptıkları bir çalışmada 15 bitkinin yaprak ve tohumlarından elde ettikleri ekstraktları *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid' nin miselyal gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Bu bitkiler arasında *Trachyspermum ammi* L. (*Sprauge*)'nin tohumlarından elde edilen uçucu yağ, test edilen fungusa toksik etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Fitotoksik bir faktör olarak izole edilen timol'ün fungusa 300 ppm'lik konsantrasyonda toksik olduğu belirlenmiştir.

Bugün doğada yetişen 300 e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3 ünün uçucu yağ içerdiği bilinmekle birlikte, uçucu yağlar daha çok çiçekli bitkilerde bulunmaktadır. En fazla uçucu yağ içeren familyalar ise Pinaceae, Lamiaceae (Labiatae), Apiaceae (Umbelliferae), Lauraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Asteraceae (Compositae), Piperaceae, Brassicaceae, Verbenaceae ve Ranunculaceae olarak belirtilmiştir. Bu familyalara dahil uçucu yağ içeren çok sayıda tür bulunmaktadır (Daferera *et al.* 2000).

Uçucu yağın yapısında bulunan alkoller vejetatif hücrelere karşı bakteriostatik aktiviteden çok bakterisidal etkilidirler. Aldehitler güçlü elektronegatiflikleri nedeniyle güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahiptirler. Elektronegatif bileşikler protein ve nükleik asit gibi yaşamsal azotlu bileşiklerle reaksiyona girerek mikroorganizma gelişimini inhibe edebilirler (Dorman *et al.* 2000).

Arras and Usai (2001), *Alternaria citri*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* ve *Penicillium digitatum*'a karşı, 12 farklı bitkinin uçucu yağının fungitoksik etkilerini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Thymus capitatus* (kekik) uçucu yağının 250 ppm konsantrasyonda dört fungusun gelişimini engelleyen güçlü fungitoksik etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar kekik uçucu yağında bulunan karvakrol'un, kekik uçucu yağ unsurları arasında en önemli fungitoksik bileşik olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada *Hyssopus officinalis* bitkisinden elde edilen uçucu yağların antifungal ve fungusidal etkisinin araştırıldığı çalışmada, patojen 2 mantarın misel gelişimini engellediğini, *Hyssop* esansiyel yağının misel gelişimini tamamı ile durdurduğunu ifade etmişlerdir (Letessier *et al.* 2001).

Minija and Toppil (2002) *Apiaceae* familyası içerisindeki, rezene (*Foeniculum. vulgare*) ve maydanoz (*Petroselinum crispum*) bitkilerinden elde ettikleri bitki uçucu yağlarının kimyasal bileşenlerini ve antimikrobiyal etkinliklerini araştırdıkları bir çalışmada rezene bitkisi uçucu yağının maydanoz uçucu yağına oranla daha yüksek düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ünlü *et al.* (2002) yaptıkları bir çalışmada iki farklı uçucu yağın antimikrobiyal etkisini incelemişlerdir. *Achillea setacea* bitkisinden elde edilen uçucu yağların *Clostridium perfringens* ve *Acinetobacter lwoffii* ye karşı çok güçlü bir etki gösterdiğini, *Staphylococcus aureus*, *S. pneumoniae*, *Bacillus cereus* ve *Mycobacterium smegmatis* e karşıda antimikrobiyal etki gösterdiği belirlemişlerdir.

Basım *et al.* (2003), Isparta ilinde yetişen gül bitkisinin (*Rosa damascene*) petal yapraklarından elde ettikleri bitki uçucu yağları *X. axonopodis* spp. *vesicatoria*'nın üç farklı ırkına karşı olan antibakteriyal etkinliklerini araştırmışlar ve sonuçta gül yağınının göstermiş olduğu antibakteriyal etkinliktten dolayı, bu yağların bitkilerde hastalık etmenininin mücadelesinde potansiyel bir biyokontrol ajanı olabileceğini belirtmişlerdir.

Literatürde, *A. millefolium* subsp. *millefolium* Afan.'ın metanol ekstraktlarının ve uçucu yağlarının in-vitro şartlarda antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri üzerine yapılan çalışmada *A. millefolium* Uçucu yağına ilişkin 36 farklı bileşik tanımlamışlardır. Suda çözünen ekstraktların antioksidan aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Bunun yanında metanolik ekstraktların suda çözünmeyen kısımlarının ya çok düşük ya da hiç aktivite gösterememesine rağmen uçucu yağın altı farklı mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal özellik gösterdiğini belirlemişlerdir (Candan *et al.* 2003).

Thakare *et al.* (2003) altı farklı tıbbi bitkiden (*Mentha*, *Ocimum*, *Lemongrass*, *Citronella*, *Turmeric*, *Palmarosa* spp.) elde ettikleri bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkinliğini fitopatojen bakteriyel (*X.axonopodis* pv. *malvacearum*) ve mantari hastalık etmenlerine karşı araştırmışlardır. Sonuçta kullanılan uçucu yağlar arasında, kekik ve *Ocimum* bitki uçucu yağının gerek mantari gerekse bakteriyel hastalık etmenlerine karşı yüksek düzeyde antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini saptamışlardır.

Laouer *et al.* (2003) *Ammoides pusilla* isimli bitkiden elde ettikleri thymol,  $\gamma$ -terpinene ve *pcymene* uçucu yağlarının birçok bakteriyel, fungal ve maya patojenlerine karşı antifungal ve antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Uçucu yağların antibiyotik ve antiseptik özellikleri bakteriler, küf mantarları ve mayalara karşı olabilmektedir. En antiseptik yağlar, geyik otu, tarçın, kekik, karanfil, lavanta ve okalıptüs yağlarıdır. Kekik yağında bulunan bir bileşik olan timol, fenolden 20 kat daha antiseptiktir. Limonen ve pinen antibakteriyal ve antifungal etki göstermektedir. Antimikrobiyal aktivitenin muhtemel mekanizması, lipofilik

bileşiklerce hücre zarının bozulması, hidroksil grubun girişiyle lipofilikliğinin azalması olarak düşünülmektedir (Grassmann *et al.* 2003).

Lübnan' da yetişen yabancı 9 bitki çeşidinden elde ettikleri ekstraktların *Botrytis cinerea*, *A. solani*, *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.*, *F. oxysporum f.sp. melonis*, *R. solani* ve *Sphaerotheca cucurbitae* gibi 7 bitki patojeni fungus üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. *Origanum syriacum*, *Micromeria nervosa* ve *Plumbago maritima* ekstraktlarının spor çimlenmesi ve misel gelişimi engellemede en yüksek düzeylerde etki ettiğini gözlemlemişlerdir (Abou-Jawdah *et al.* 2004).

İki farklı *Achillea* bitkisinden elde edilen esansiyel yağlarının antimikrobiyal etkisi üzerine yapılan bir çalışmada *Achillea aleppica* türünün orta derecede antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (İşcan *et al.* 2006). Aynı şekilde 4 farklı *Achillea* türüne ait bitkilerden elde edilen bitki ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan çalışmada *Achillia clavennea* bitkisinin en yüksek derecede antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Stojanovic *et al.* 2005). *Achillea ligustica* bitkisinden elde edilen uçucu yağın, antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı çalışmada, bitki uçucu yağının etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Tuberoso *et al.* 2005).

Üç farklı *Artemisia* türüne ait bitkilerle yapılan bir çalışmada, bitkilerden elde edilen esansiyel yağların bazı mantar türlerine karşı antifungal etki gösterdiği ve laboratuvar koşullarında esansiyel yağların antioksidan etkisinin olduğu ifade edilmiştir (Kordali *et al.* 2005).

Antimikrobiyal etki mekanizması üzerine gıdanın pH'sı da önemlidir. Düşük pH'da uçucu yağın hidrofobluğu, dolayısıyla gıdanın lipit fazında çözünme eğilimi artar. Fakat aynı zamanda bakteriyel hücre zarının lipit fazında da daha kolay çözünür. Bu durum antimikrobiyal etkinliği artırır (Holley *et al.* 2005).

Yapılan bir çalışmada, *Haplophyllum tuberculatum* bitkisinden elde edilen esansiyel yağların *Fusarium oxysporium* ve *Curvalaria lunata* mantarlarının misel gelişimleri

üzerine olumsuz etki yaptığını, fakat sporlarının çimlenmesi üzerine olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Al-Burtamani *et al.* 2005).

Pawar *et al.* (2006) yapmış oldukları bir çalışmada, defne, fesleğen, karanfil, gül, sardunya çiçeği, çin tarçını, yaprak tarçın, kabuk tarçın, bergamot gibi 75 farklı uçucu yağın *Aspergillus niger*'in hif gelişimine ve spor oluşumuna uçucu yağların 5µl/petri dozunda *Cinnamomum casia* (çin tarçını), *Cinnamomum zeylanicum* (kabuk tarçın), *Cinnamomum zeylanicum* (yaprak), *Syzygium aromaticum* (karanfil) ve *Cymbopogon citratus* (limon otu) bitkilerinde etkili olduklarını tespit etmişlerdir.

Küpelı *et al.* (2007) yapmış oldukları bir çalışmada, Anadolu da yetişen 5 *Achillea* türünün antinosiseptif ve antienflamatuvar etkilerini incelemiş ve *A. wilhelmsii*, *A. setacea* ve *A. vermicularis* ten hazırlanan etanollü ekstrenin kuvvetli antinosiseptif ve anti-inflamatuvar aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. *A. phrygia* sadece kuvvetli antinosiseptif aktivite gösterirken *A. sipikorensis* herhangi bir anti-inflamatuvar ve antinosiseptif aktivite göstermemiştir.

Szczerbanik *et al.* (2007) yapmış oldukları bir çalışmada tarçın, çam ağacı, çay ağacı ve nane yağlarının ve bunların karışımlarının, antifungal etkiye sahip olan nane ve çay ağacı yağlarının *A. niger*'in spor çimlenmesini engellediği, *R. oryzae*, *A. niger* ve *P. digitatum*'un sporlasyonunu azalttığını da tespit etmişlerdir.

Aromatik bitkiler ve onların ekstraktları, genelde yiyeceklere ya aroma ve tat katmak için yada koruyucu ve tıbbi özellik göstermelerinden ötürü katkı maddesi eskilerden beri kullanılmaktadır. Aromatik bitkilerin farmasötik özellikleri, kısmen esansiyel yağlara atfedilir (Edris Amr 2007).

Bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar, bazı besinlerin depolanması esnasında fungal etmenlerin neden olduğu bozulmaları kontrol altına almak için doğal fumigant olarak kullanılmaktadır (Mishra *et al.* 1994; Dikbaş *et al.* 2007).

Uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşiklerin, değişik gruplarının fazlalığı dikkate alınırsa antimikrobiyal aktivitenin tek bir mekanizmaya bağlı olmadığı, hücrede birçok hedefin olduğu sonucuna varılır (Toroglu ve ark., 2006). Uçucu yağların antimikrobiyal etkisi, yapı ve fonksiyon değişikliği ile sitoplazma zarında görülmektedir. Yüksek bitkilerden elde edilen antimikrobiyal maddeler, mikrobiyal metabolizmanın enzimatik reaksiyonlarını inhibe edebilir, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilir, zarin şeklini değiştirebilir, çekirdek ve ribozomal seviyede enzim sentezini engelleyebilir (Uçan 2008).

Literatürde, Myrtaceae familyasına ait 11 bitki türünden elde ettikleri uçucu yağların *Phytophthora cactorum*, *Cryponectria parasitica* ve *F. circiniatum*' a karşı antifungal etkisini araştırmışlar, *Leptospermum petersonii*' den elde edilen uçucu yağın *P. cactorum*'a karşı iyi antifungal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir (Lee *et al.* 2008).

Nguefack *et al.* (2009) beş farklı bitki türünden (*Cymbopogon citratus*, *Monodora myristica*, *Ocimum gratissimum*, *Thymus vulgaris* ve *Zingiber officinale*) elde ettikleri uçucu yağların antimikrobiyal etkinliğini beş farklı tohum kökenli fitopatojen bakteriyel hastalık etmenlerine karşı *O. gratissimum* ve *T. vulgaris* uçucu yağların diğer uçucu yağlara oranla daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Uçucu yağların fitopatojen bakteriyel etmenlerden *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ve *P. syringae* pv. *tomato*'ya karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiklerini, *X. campestris* pv. *malvacearum*'a karşı ise zayıf antimikrobiyal etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Al-Reza *et al.* (2010) melisa (*Cestrum nocturnum*) uçucu yağının bazı önemli fitopatojen funguslara uygulandığında 1000 ppm konsantrasyonunda *B.cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a antifungal etki gösterdiğini, konsantrasyona bağlı olarak uçucu yağın tüm fungusların spor çimlenmesi üzerine olumsuz derecede etki ettiğini belirlemişlerdir.

*Matricaria chamomilla* L. (papatya) çiçeğinin uçucu yağının *Aspergillus niger*'e karşı antifungal etkisinin belirlendiği bir çalışmada uçucu yağ konsantrasyonuna bağlı olarak en yüksek engelleme oranı %92.50 olarak tespit edilmiştir (Tolouee *et al.* 2010).

Hashem *et al.* (2010) yapmış olduğu bir çalışmada, fesleğen, kimyon ve sardunyadan çıkarılan uçucu yağların patojenlere karşı yüksek antagonistik etki gösterdiğini ve onlara karşı etkili bir şekilde engelleme bölgeleri oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Tüm *Fusarium spp.* izolatlarının önemli antimikrobiyal etkiye neden olmuştur. Büyüme parametreleri (bitki boyu, taze sürgün ağırlığı, taze kök ağırlığı ve dal sayısı) farklı *Fusarium spp.* türlerinin neden olduğu enfeksiyon sonucu farklılık göstermiştir, uçucu yağ uygulandığı zaman büyük ölçüde iyileşme sağlandığı gözlenmiştir.

### **Uçucu yağların topraklar üzerine etkileri**

Bitki uçucu yağlarının ve ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine antifungal ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak bu organizmalar tarafından üretilen enzim miktarı ve aktivitesi üzerine de etki etmektedirler. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile enzim aktiviteleri arasında da bir ilişki olduğu kesindir, bilhassa toprağın biyolojik aktivitesi tayininde yükseltgen ve hidrolitik enzimlerin aktiviteleri büyük öneme sahiptir (Ünal and Rasheed 1972).

Hattori *et al.* (1988), organik atık uygulanmış toprakta mikrobiyal aktiviteyi incelemek üzere yaptıkları bir çalışmalarında, topraktan CO<sub>2</sub> çıkış miktarının; uygulanan atık tipine göre farklılıklar gösterdiğini, uygulamadan sonra ilk 3 gün içerisinde CO<sub>2</sub> miktarının aniden arttığını, inkübasyonun ikinci haftasından sonra aniden azalıp, denemenin bitimine kadar azalmaya devam ettiğini tespit etmişlerdir.

Topraklarda mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan proteaz, üreaz, ksilanaz, alkali fosfatase gibi enzim aktivitesi en fazla değişikliğe uğrayan enzimler olup, bu enzimler toprak özelliklerinde değişikliğe sebep olmaktadır (Kandeler and Murer 1993).



Loranger *et al.* (2006) iki farklı Poaceae türlerinden *Festuca rubra L.* ve *Holcus lanatus L.*, bir tane Asteraceae türlerinden *Achillea millefolium L.* uçucu yağlarının kültive edilmesi sonucunda toprakların total mikrobiyal popülasyonu, toprak solunumu, kök ve yaprak kuru madde miktarlarının zamanla değişimini incelemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, bitki uçucu yağlarının; kök solunumu, mikrobiyal aktivite oranları arasında ilişki olmadığını tespit etmişlerdir.

*Achillea millefolium* bitkisinden elde edilen uçucu yağların toprakta bulunan protozoanın parazit gelişimini engellediğini, etkisinin ise önemli derecede azaldığını ifade etmişlerdir (Santoro *et al.* 2007).

Viketoft (2008) yapmış olduğu bir çalışmada; 6 farklı uçucu yağ çeşidinin (*Phleum pratense*, *Festuca ovina*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium repens*, *Achillea millefolium*, *Rumex acetosa*) toprak nematodları üzerine etkisini araştırmak amacıyla sera çalışması yapmıştır. Bu çalışma sonucunda; bitkilerde kök ve gövde kuru madde miktarı *R. Acetosa* uçucu yağı uygulamalarında en yüksek oranda tespit edilmiştir.

### **Rhizobium aşılama çalışmaları**

Baklagil bitkileri ile ortak yaşayan *Rhizobium spp.* bakterileri Simbiyotik azot tespitinde önemli bir faktördür (Kızıloğlu 1995). Simbiyotik azot tespitinde görev alan *Rhizobium* bakterileri ile baklagil bitkilerini aşılamanın bitki ve toprak açısından sağladığı bazı yararlar vardır. Bu yararlar;

1. Aşılama bitkiye önemli derecede azot kazandırır. *Rhizobium* izolatları ile yapılan aşılama çalışmalarında bitkilerde ürün veriminde ve azot içeriğinde artış gösterdiği belirlenmiştir. Tohumun etkili *Rhizobium* izolatı ile aşılama sonucu bitki köklerinde nodozite oluşumunun ortaya çıktığı, böylece bitkinin azot gereksiniminin bu yolla karşılandığı ve bitki azot içeriğinin arttığı daha önce yapılmış birçok çalışmadan tespit edilmiştir (Ülgen 1975; Ersin 1984; Kızıloğlu 1996).

2. Aşılama ile toprağın toplam azot içeriği artmaktadır. Baklagil tohumlarının etkili *Rhizobium* izolatları ile aşılama sonucu ortaya çıkan nodüller toprağın azot içeriğini artırmaktadırlar (Ülgen 1975). Literatüde, baklagil-*Rhizobium* ortaklığında yılda tespit edilen azot miktarının dekara 6–12 kg olduğu rapor edilmiştir (Alexander 1961; Kızıloğlu 1991).

3. Bakteri aşılması ile ürün verimi, bitki kalitesi ve bitkinin protein içeriği artış göstermektedir. Baklagil bitkilerinin *Rhizobium* bakteri kültürleri ile aşılması sonucu bitkiler havanın serbest azotundan yararlanabilmektedirler. Bu durum aynı zamanda bitkilerin ürün, protein ve yağ artışını olumlu yönde etkilemektedir (Dunigan *et al.* 1984). Etkili bakteri izolatı ile aşılanmanın yapıldığı baklagil bitkileri üzerinde yapılan araştırmalar, ürün veriminin, bitkinin besin değerinin ve bitkinin protein içeriğinin artış gösterdiğini, bu artış değerinin bitki çeşidine bağlı olarak verimde %15–50 arasında değiştiğini ifade etmektedir (Ülgen 1975; Ersin 1975; Chamber 1983; Kızıloğlu 1995).

Hymowitz *et al.* (1973) N ve P bakımından fakir, hafif asit reaksiyona sahip toprakta soya fasulyesinin tohum başına 313.000 bakteri ile aşılama yapılmasının ürün başına verimi 100 kg artırdığını belirlemişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda *Rhizobium Japonicum* ile aşılanmanın soya bitkisinin ürün miktarının yağ ve protein içeriğinin aşısız parsellere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Balan *et al.* 1978; Dunigan *et al.* 1984; Kızıloğlu 1991).

Rennie and Dubets (1984) değişik soya çeşitleri üzerinde aşılama ve azotlu gübreleme denemesinde soya çeşitlerinde aşılama ile azot tespitini olumlu bir şekilde artırdığını, 16 kg N/da uygulamasından sonra azot tespitinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Cebel ve Altuntaş (1992) yapmış oldukları çalışmada, genel olarak kullanılan bakterilerin kültür çeşidine, aşılama yapılan bitkiye ve ekim alanına göre bazı değişiklikler söz konusu ise de Türkiye’de soya fasulyesi için 1 kg bakteri kültürünün 100 gr tohuma verilmesi başarılı bir aşılama için yeterli olmaktadır.

Gök *et al.* (1993) *Rhizobium sp.* bakterileri ile yaptıkları bir çalışmada, bakteri aşılama sırasında kullanılan *Rhizobium sp.* bakterilerinin kontrole göre aşıllı bitkilerdeki kök ve kök üstü aksam, dolayısıyla kuru madde oluşumunun bitki başına bağlanan atmosferik azotun artmasına sebep olduklarını, nitrojenaz aktivite ile bitki başına fikse edilen total N ve hasat sonrasında kuru madde oluşumu arasında ilişki olmadığını saptamışlardır.

Önder (1992) Çumra koşullarında 1987–1989 yılları arasında üç yıl süreyle 10 bodur fasulye çeşidi ile tohumlara bakteri aşılama ve farklı azot dozlarının verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada; kontrol parsellerine göre yalnızca aşılama, aşılama +5 kg N ve yalnızca azot uygulamalarının ele alınan özellikleri üzerinde olumlu etkilerde bulunduğunu, en yüksek değerlerin bakteri aşılama +5 kg N uygulamasından elde edildiğini tespit etmiştir.

*Rhizobium* bakterisinin etkinliği toprakların pH'sı, organik madde içeriği ve toprağın iyonik bileşimi ile ilişkili olarak değişim gösterir. Bir toprakta etkili olabilen *Rhizobium* bakterisi başka bir toprakta etkili olmayabilir. Bu nedenle *Rhizobium* izolatının kullanılacağı bölgeye ait topraklardan *Rhizobium* bakterisinin izole edilmesi ve o bölge için kullanılması bakterinin bitki ile olan ilişkisindeki etkinliğinin yüksek olmasını sağlar (Çakmakçı 1987; Kızıloğlu 1995).

Öğüt *et al.* (2003) *Azospirillum brasilense* ve iki *Rhizobium sp.* türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) *Rhizobium sp.* inokulasyonu,  $10^6$  kob  $ml^{-1}$  seviyesinde, tüm nodulasyon sayısını artırmıştır Ancak *Rhizobium sp.* seviyesinin daha fazla artırılması, kökün ilk 5 cm'lik kısmında *Azospirillum* uygulaması nodül sayısı hariç nodül kuru ağırlığını artırmıştır.

Uyanöz (2007) fasulyeye farklı kimyasal ve Mikoriza, *Rhizobium sp.*, çiftlik gübresi gibi biyolojik gübre kombinasyonlarının uygulanmasının verim, makro ve mikro besin elementlerine etkisine baktığı bir çalışmada, verim unsurları, mikro ve makro element içeriğinin ve En yüksek biyolojik verim Mikoriza+*Rhizobium sp.*

uygulamasından elde edildiğini ve bitki gelişmesinde, biyolojik gübrelerin faydalı etkisi çevresel şartlara, bakteri izolatu, bitki ve toprak şartlarına bağı olarak önemli derecede değıştığını tespit etmiştir.

Figueiredo *et al.* (2008) *Rhizobium* bakterileri ile iki farklı *Paenibacillus polymxa* uygulamalarının fasulye bitkisinin azot içeriğı, nodül sayısı ve gelişimi belirlemek için yaptıkları çalışmada *Rhizobium* bakteri aşılması ve *Paenibacillus polymxa* birlikte uygulamaları tek başına *Rhizobium* aşılmasına göre; bitki gelişimi, bitki azot içeriğı ve nodül sayısı bakımından daha yüksek değer gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Erman *et al.* (2009) yem bezelyesine *Rhizobium sp.* aşılması ve azot uygulamasının etkisine baktıkları bir çalışmada; azot uygulaması, bitki boyu, dal sayısı, kök ve üst aksam kuru ağırlığı, nodül sayısı, tohum verimi, biomas verimi, hasat indeksi ve tohumun protein oranını her iki yılda da önemli derecede etkilediğini tespit etmişlerdir.

Sun *et al.* (2009) yapmış oldukları bir çalışmada, Çinde üretimi yapılan alfafa (*Medicago sativa* L) ve Siberian wild rye (*Elymus sibiricus* L.) bitkilerine rhizobial aşılamanın toprakların enzim aktivitesine, mikrobiyal biomas ve rizosfer bölgesindeki bakteri popülasyonu araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre topraklarda üreaz enzim aktivitesi aşılama yapılmayan uygulamalara göre (%16,27 ile %19.34) artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sharma *et al.* (2012) yapmış oldukları bir çalışmada, soya Fasulyesi'nin gelişimi ve besin kalitesini artırmak amacıyla soya fasulyesi ile ortak yaşam süren bazı bakteri aşılmaları ve AM mikroriza uygulamaları ile aşılama yapılmış, aşılama sonucunda bitkiler tarafından en yüksek azot ve fosfor alımı gerçekleşmiştir.

Genel olarak kullanılan bakterinin kültür çeşidi aşılama yapılan bitkiye göre değışiklikler göstermektedir. Farklı bitki türü ve bitkilerin etkileşim içerisinde buldukları *Rhizobium* bakterileri aşağıda Çizelge 1.1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.1.** *Rhizobium* türleri ve etkili oldukları baklagil bitkileri (Beck *et al.* 1993; Ayhan 1994).

Cins	Türler		Konukçu Bitki
	Önceki isimlendirme	Son isimlendirme	
<i>Azorhizobium</i>	<i>Rhizobium japonicum</i>	<i>Azorhizobium caulinadans</i>	Sesbania (Sesbanya)
<i>Bradyrhizobium</i> (Yavaş gelişenler)	<i>R. japonicum</i>	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	Glycine (Soya fasulyesi) Vigna
		<i>B. lupini</i>	Lupinus (Acı bakla) Lotus (Gazal boynuzu)
		<i>B. parasponiae</i>	Parasponiae, Vigna
		<i>Bradyrhizobium sp</i>	Cicer (Nohut), Acacia, Ornitophus
<i>Rhizohium</i> (Hızlı gelişenler)	<i>R. japonicum</i>	<i>R. fredii</i> ( <i>Sinorhizobium fredii</i> )	Glycine (Soya fasulyesi) Vigna (Börülce)
		<i>R. galegae</i>	Galega
	<i>R. viciae</i>	<i>R. leguminosarum</i> biovar	Phaseolus (Fasulye)
	<i>R. trifoli</i>	<i>R. leguminosarum</i> biovar	Tritbiliun (Tirfil)
	<i>R. leguminosarum</i>	<i>R. leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i>	Pisum (Bezelye), Lens (Mercimek) Lathyrus (Tatlı bezelye) Vicia (Bakla)
		<i>R. loti</i>	Lotus Gazal boynuzu) Lupinus (Acı bakla) Cicer (Mercimek)
		<i>R. meliloti</i>	Melilotus (Yonca) Medicago (Tas yoncası) Trigonella
	<i>R. leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i>	<i>R. tropici</i>	Phaseolus (Fasulye) Leucaena
		<i>Rhizobium sp. NGN234</i> İzolati	Leucaena, Macroptilium
<i>Sinorhizobium</i>	<i>R.fredii</i>	<i>S. fredii</i>	Glycine (Soya fasulyesi) Vigna

Oluwatomiwa *et al.* (2014) *Rhizobium* aşılması ve Mikoriza uygulamalarının kültivasyonu yapılan pirinç bitkisinin besin elementi alımını nasıl etkilediğini araştırmak amacıyla yapmış olduğu tarla denemesinde bitki gelişimi (bitki boyu, yaprak sayısı) ve bitki biomas oranı geçmiş sezonlara göre önemli derece artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bunun yanında, tek başına *Rhizobium* aşılmasının pirinçte en yüksek protein içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır.

Argaw *et al.* (2015) yapmış olduğu bir çalışmada, bitkiler için gerekli olan azotun Toprak N'den veya inorganik gübrelere ihtiyaç oranını belirlemek amacıyla, Etiyopya da 4 farklı lokasyonda *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli* aşılmasının fasulye bitkisi üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, 20 kg N ha<sup>-1</sup> uygulamasının altında bitki kuru ağırlığı ve nodül sayısı her bitkide azalma gösterdiğini, *Rhizobium* aşılması ve 40 kg N ha<sup>-1</sup> birlikte uygulandığında en yüksek etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir.

### **Enzim çalışmaları**

Çay atığından hazırlanan kompost ve zenginleştirilmiş kompostun topraktaki enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkilerini araştıran *Hattori et al.* (1988) saksı denemesinde toprağın incelenen biyolojik özelliklerinden üreaz enzim aktivitesinin ince ve kaba çay atığı uygulamasının 1, 2. ve 3. haftadaki inkübasyon süresine bağlı olarak artış gösterdiğini, 4. haftada ise azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Toprakların alkali fosfataz enzim aktivitesinin ise, inkübasyon süresi boyunca arttığını saptamışlardır. Bunun nedenini, kullanılan çay artıklarının organik bağlı azotlu bileşikler içermeleri ve enzimatik ayrışma sürecinde artan doz ve inkübasyon süresinin etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Sürücü *et al.* (1998) toprağa uyguladıkları Çeltik sapının ve tütün fabrikasyon atıklarının toprağın bazı biyolojik özellikleri ile Fe, Cu, Mn ve Ni yarıyışlılığına etkisini incelemişlerdir. Deneme sonunda toprakların CO<sub>2</sub> üretimi, dehidrogenaz, katalaz, asit ve alkali fosfatazı en fazla tütün atığı ve azot; üreaz ve β-glikosidaz'ı ise fiğ

bitkisi uygulaması önemli derece arttırmıştır. Uygulamaların, toprakların Fe ve Zn üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Toptaş (2005) organik madde kapsamları yüksek olan tütün tozu ile mantar kompostunu, toprağın fosfataz enzim aktivitesi ile fosfor mineralizasyonu, toplam fosfor, yarıyıllı fosfor, pH, EC, organik madde kapsamları üzerine etkilerini 90 günlük inkübasyon denemesi süresince tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda P döngüsünde rol oynayan asit ve alkali fosfataz enzim aktiviteleri tütün tozunun artan dozlarına bağlı olarak artış gösterdiğini, farklı dozlarda mantar kompostu ilavesi de alkali fosfataz enzim aktivitesinde kontrole göre arttığını ve farklı dozlarda iki farklı organik materyalin, asit ve alkali fosfataz enzim aktiviteleri üzerine olan etkisinin tütün tozunda daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Literatürlerde fasulye bitkisi üzerine bakteri aşılması ve uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri konusunda birçok çalışma mevcuttur. Ancak; uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* bakteri aşılmasının birlikte uygulandığı herhangi bir çalışma mevcut değildir. Yapılan bu tez çalışması ile uçucu yağ uygulamalarının ve *Rhizobium* bakteri aşılmasının; fasulye bitkisinin gelişimi, uçucu yağların mikrobiyal gübrelemedeki etkinliği, toprakların biyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri konularında ayrıntılı bilgiler elde edilmesi ve bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutması hedeflenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı bölge ve özellikleri

Araştırmada toprak materyali olarak Alman çevre araştırma merkezi (Helmholzzentrum for Enviromental Health) arazisi 0-20 cm derinliğinden alınan topraklar kullanılmıştır. Toprak materyalinin alındığı yerler Almanya, Sheyern sınırları içerisinde  $11^{\circ}26'21.3''$  ve  $11^{\circ}26'21.9''$  doğu boylamları ile  $48^{\circ}29'54.1''$  ve  $48^{\circ}29'54.3''$  kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Toprak materyalinin alındığı bölge aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Toprak materyalinin alındığı bölge



### 3.1.2. Çalışmanın yürütüldüğü yer

Çalışma sera denemesi ve laboratuvar çalışmaları şeklinde yürütüldü. Çalışmanın sera denemesi, Alman çevre araştırma merkezi (Helmholzzentrum for Enviromental Health), Neuherberg, Almanya da yapıldı. Sera denemesi ile elde edilen toprakların nemleri muhafaza edilerek Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarına getirildi. Laboratuvar çalışmaları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünde yürütüldü.

### 3.1.3. Fasulye tohumu

Çalışmada Almanya Bavyera bölgesine adapte olmuş, ürün verimi yüksek şeker adi fasulye çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Denemede kullanılan tohumlar, Almanya'da ticari olarak temin edilmiştir.

### 3.1.4. Çalışmada kullanılan saksı

Çalışmada, 20x18 polietilen siyah renkte saksılar kullanılmıştır.

### 3.1.5. Aşılama materyali

Çalışmada fasulye (*Phaseolous vulgaris*) bitkisi için *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899, F7 ve F83 izolatları Ankara Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilerek aşılama materyali olarak kullanılmıştır.

### 3.1.6. Uçucu yağ

Bu çalışma kapsamında; *Achillea* cinslere ait bitki türleri çiçeklenme dönemlerinde (Haziran–Temmuz) Almanya da Neuherberg bölgesinde toplanmasıyla elde edildi.



**Şekil 3.2.** *Achillea Millefolium* görünüm (Anonymous 2016)

### 3.2. Yöntemler

Denemeye ilişkin yöntemler, toprakların kimyasal, fiziksel, mikrobiyal analiz yöntemleri, toprakta enzim analiz yöntemleri, biyolojik yöntemler, hasat kısımlarını içermektedir.

#### 3.2.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması

Denemede kullanılan topraklar laboratuara getirildikten sonra, havada kurutulmuş olup sonra 2mm'lik elekten geçirilmiştir. Alınan toprak örnekleri saksılara konulmadan 121°C'de 3 defa steril edilmiştir.

#### 3.2.2. Toprakta fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde konu ile ilgisi olabilecek bazı fiziksel ve kimyasal analizler aşağıdaki gibi konu başlıkları halinde ele alınmıştır.

##### 3.2.2.a. Toprak reaksiyonu

Diyonize su kullanarak saturasyon çamuru sonucu elde edilen karışımlardan alınan ekstraktların pH metre ile ölçülmesi ile saptanmıştır (Thomas 1996).

### **3.2.2.b. Toprakta kireç tayini**

Deneme topraklarının kireç içeriği belirlenirken  $\text{CaCO}_3$  eş değeri olarak kabul edilen Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak hesaplanmıştır (Goh *et al.* 1993).

### **3.2.2.c. Organik madde**

Organik madde içeriği hesaplanırken modifiye Walker Blank esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

### **3.2.2.d. Yarayışlı fosfor**

Toprakta bulunan P'nin bikarbonat ( $0,5\text{M NaHCO}_3$ ) çözeltisinin pH 8,5' ye ayarlanması ile açığa çıkan bu çözeltide bulunan P miktarına göre mavi renk oluşturan bir ortama bağlayıp, indirgenmesi sonucu elde edilen mavi rengin spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması sonucu ile belirlenmiştir (Olsen *et al.* 1954).

### **3.2.2.e. Toplam azot**

Toprak örneklerinin azot içeriği, Kjheldahl yöntemiyle belirlendi (McGill and Figueiredo 1993).

### **3.2.2.f. $\text{NH}_4^+$ ve $\text{NO}_3^-$ azotu**

Toprak örneklerinin amonyum ve nitrat içerikleri, toprak ekstaktlarında MgO-Dewarda buhar damıtma yöntemiyle belirlendi (Maynard and Karla 1993).

### **3.2.2.g. Toprağın kation değişim kapasitesi**

Kasyon değişim kapasiteleri, toprak örneklerinin sodyum asetatla (1N, PH=8,2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1N, pH=7,0) ekstrakte edilen solüsyonlarında atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde sodyum okuması yapılarak saptandı (Rhoades 1982).

### **3.2.2.h. Toprak tekstürü**

Hazırlanmış toprak örneklerinden 50 g alınan topraktaki Organik madde ve karbonatlı bileşikler giderildikten sonra üzerine 150 ml saf su ile edilip karıştırılır ve 24 saat boyunca bekletilir. Daha sonra hidrometre kullanılarak 40'ıncı saniyede kum+silt ve 2'inci saatte ise kil okumaları yaparak tekstür belirlenmiştir (Bouyoucos 1951).

### **3.2.2.i. Toprağın elektriksel iletkenlik tayini**

Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenmiş 20 g toprak örneği 100 ml kapasiteli behere konur ve üzerine 50 ml arı su ile karıştırılıp yarım saat çalkalandıktan sonra cam elektrodlu pH metrede ölçüm yapılmıştır (Jackson 1958).

### **3.2.3. Toprakta biyolojik ve biyokimyasal analizler**

Araştırma konusu topraklarının sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgisi olduğunu düşünölen bazı biyolojik ve biyokimyasal analizler ana başlıklar altında ele alınmıştır.

#### **3.2.3.a. Toprak materyalinde bakteri ve mantar sayımı**

Toprak materyalindeki bakteri ve mantar sayımı dilüsyon metoduna göre yapılmıştır. Bunun için sırası ile  $10^{-1}$  ile  $10^{-6}$  dilüsyon oranlarında toprak-Fizyolojik Tuzlu Su serisi hazırlanıp, son üç dilüsyondan ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  ve  $10^{-6}$ ) steril pipetlerle steril petrilere

aktarıldı. Bakteri sayımı için Nutrient Agar (NA) besiyerinde ve mantar sayımı için Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerinde geliştirilen mikroorganizmalar inkübatörde 28°C'de 3-5 gün bekletildikten sonra petri kutularının arkasından koloni sayımı yapılarak toplam bakteri ve fungus sayısı belirlendi (Germida 1993; Kızıloğlu ve Bilen 1997).

### **3.2.3.b. Toprakların CO<sub>2</sub> miktarlarının tespiti**

Toprak verimliliğinin göstergesi olan toprak solunumunun ölçülmesi için 5 adet 500 ml'lik erlenmayer birbirine iletim boruları ile bağlanarak düzenek hazırlandı. Sırası ile I. erlene 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ikinci erlene 50 ml saf su, üçüncü erlene 200 g toprak, dördüncü erlene ise 50 ml 0,1N NaOH konuldu. Hava kompresöründen birinci erlene verilen hava sırası ile diğer erlenlerden geçtikten sonra üçüncü erlendeki toprak örneğinden çıkan CO<sub>2</sub> gazını alıp 4. erlendeki NaOH içerisine verir. NaOH çözeltisi içerisindeki CO<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub> oluşturur. Bu çözelti üzerine BaCl damlatılarak BaCO<sub>3</sub>'ün çökmesi sağlandı Süzük filtre kâğıdından geçirildikten sonra 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edildi. Elde edilen sonuç ekivalan değer ve asidin normalitesi ile çarpılıp mg olarak toprağın C ve CO<sub>2</sub> miktarı belirlendi (Anderson 1982).

### **3.2.3.c. Asit fosfataz enzim aktivitesi**

Toprak örneklerinin MUB stok çözeltisi (asit fosfotaz için pH=6,5 ve 1 ml p-nitrofenil fosfat çözeltisi ilave edilmesi ve 1 saat süre ile 37°C'de inkübe edilmesi sonrası spektrofotometrik olarak oluşan süzüğün sarı renk yoğunluğunun ölçümü ile asit fosfotaz enzim aktivitesi belirlendi (Tabatabai 1982).

### **3.2.3.d. Alkalın fosfataz enzim aktivitesi**

Toprak örneklerinin MUB stok çözeltisi (alkalin fosfotaz için pH=11) ve 1 ml p-nitrofenil fosfat çözeltisi ilave edilmesi ve 1 saat süre ile 37°C'de inkübe edilmesi

sonrası spektrofotometrik olarak oluşan süzüğün sarı renk yoğunluğunun ölçümü ile alkalın fosfotaz enzim aktivitesi belirlendi (Tabatabai 1982).

### **3.2.3.e. $\beta$ -Glukozidaz enzim aktivitesi**

Toprakların  $\beta$ -Glukozidaz enzim aktivitesi, MUB (pH=6.0) ve PNG solüsyonunun ilavesinden sonra 37°C'de 1 saat inkübasyondan sonra CaCl<sub>2</sub> ve THAM bufferi (pH=12) ilavesi sonucu elde edilen süzüğün sarı renk yoğunluğundan spektrofotometrik olarak p-nitrophenolün miktarı belirlendi (Tabatabai 1982).

### **3.2.3.f. Dehidrogenaz enzim aktivitesi**

Toprak örneğinin %3'lük TTC ile muamelesi, 37°C'da 24 saat inkübasyon ve üzerine metanol ilavesi sonrası oluşan kırmızı rengin yoğunluğu spektrofotometrik olarak 485 nm'de ölçülerek belirlendi (Tabatabai 1982).

### **3.2.3.g. Üreaz enzim aktivitesi**

Toprakların üreaz enzim aktivitesi, toprağa sırası ile üre, KCl-Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve MgO ilavesi sonrası serbest kalan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N'un buhar damıtılması ile belirlendi (Tabatabai 1982).

## **3.2.4. Bitki analiz yöntemleri**

Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi esnasında konu ile ilişkisi düşünülen bitkilerin bazı analizleri aşağıda ana başlıklar altında incelenmiştir.

### **3.2.4.a. Uçucu yağların elde edilmesi**

Bu çalışma kapsamında; *Achillea*, cinslere ait bitki türleri çiçeklenme dönemlerinde (Haziran-Temmuz) toplandı. Gölgede kurutulan bitki örneklerinin uçucu yağları

Clevenger aparatı kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile elde edildi. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile muamele edilecek ve susuz sodyum sülfat ile sudan arındırıldı. Kloroform döner buharlaştırıcıda düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edildi. Bitkiler ayrıca  $\text{CHCl}_3$  (kloroform), aseton, etanol veya metanol gibi organik çözücülerle Soxlet ekstraksiyon cihazında ekstrakt elde edildi. Ekstraktlar döner buharlaştırıcıda düşük basınç ve sıcaklıkta organik çözücüsü uçurularak konsantre hale getirildi (Çakır vd 2004). *Achillea* cinsine ait türlerden elde edilen uçucu yağları 3 farklı konsantrasyonda ( $U_0$ -0 ppm,  $U_1$ -100 ppm,  $U_2$ -1000, ppm) olacak şekilde sulama suyu ile birlikte saksılara uygulama yapıldı.

#### **3.2.4.b. Bitki kuru madde miktarı**

Fasulye bitkilerinin hasat edilmesinden sonra fırında  $65^\circ\text{C}$  kurutularak, kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar, 1972).

#### **3.2.4.c. Bitki nodül sayısı**

Bitkiler hasat edildikten sonra yıkanmış ve topraktan temizlenen kökler üzerinde bulunan nodüllerin, kurutulmadan yaş hali ile bitki başına nodül sayısı tespit edilmiştir (Kacar 1972).

#### **3.2.4.d. Bitkide toplam azot**

Hasad sonrası bitki örneklerinin azot içerikleri salisilik-sülfirik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra kjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bayraklı 1987).

### 3.2.4.e. Bitki fosfor içeriği

Bitki örneklerinin P içerikleri nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra, mavi renk 885 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile belirlenmiştir (Van *et al.* 1975).

### 3.2.5. Biyolojik yöntemler

#### 3.2.5.a. Aşılama materyalinin hazırlanması

Denemde aşılama materyali olarak kullanılan bakteri kültürleri, daha önce deneme sonuçlarına göre seçilmiş fasulye bitkisi için *Rhizobium* F<sub>7</sub> (R<sub>1</sub>), F<sub>83</sub> (R<sub>2</sub>), Ciat89 (R<sub>3</sub>) iziolatları YMA katı besiyerlerine 28°C'de 5 gün inkübe edilerek gelişmeye bırakıldıktan sonra kullanılmıştır.

#### 3.2.5.b. Aşılamanın yapılması

Ekimin yapıldığı gün petri kutularında bulunan bakteri kültürleri ile steril spatula ile YMA katı besiyerinin üzerinden alınmış kültürler %0.5 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su bulunan erlenmayerlere aktarılmıştır (Vincent 1970; Ülgen 1975). Aşılama materyali olarak bakteri sayılarının eşit sayıda olması için spektrofotometrede 540 nm dalga boyuna ait absorbans değerleri ölçülmüştür. Eşit sayıda bakteri solüsyonu elde etmek için, en düşük bakteri sayısına sahip 24 saatlik kültür baz alınmıştır. Aynı absorbans değerine gelinceye kadar steril FTS ile bakteri solüsyonu sulandırma yoluna gidilmiştir (Somasegaran *et al.* 1985). Hazırlanan 27 aşılama materyalinden fide başına 1 ml olacak şekilde fidelerin kök bölgelerindeki toprak yüzeyine steril enjektör ile aşılama yapılmıştır.

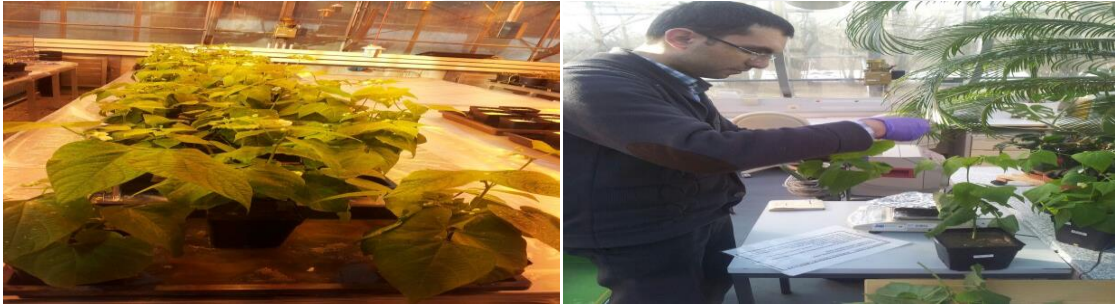


### 3.2.5.c. Tohumların sterilizasyonu

Denemede kullanılan tohumların %5'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerisinde 15-20 dk bekletilip sterilizasyonu yapıldıktan sonra saf ile 4-5 kez yıkanmıştır (Kızıloğlu ve Bilen 1997).

### 3.2.5.d. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Toprak örneklerinin konulacağı saksılar bol su ile yıkandıktan sonra %95'lik etil alkolden geçirilmiştir. Saksıların taban kısımlarına, steril edilerek saksı tabanı boyutunda kesilmiş uygun büyüklükte kurutma kağıdı konulmuştur. Bunun üzerine 8-10 mm çaplarında steril çakıl taşları ilave edilmiştir. Otoklavda 121°C de 1 saat steril edilmiş 1 kg toprak tartılarak saksılara konulmuştur. Her bir saksıya 3 adet steril tohum kullanılarak ekim yapılmıştır. Dana sonra sağlıklı tek bitki bırakılarak devam edilmiştir. Ekim sonucunda herhangi bir bulaşmaya karşı saksıların üzerileri folya ile kapatılmıştır.



**Şekil 3.3.** Denemeden görünüm ve bitkilerin analize hazırlanması

### 3.2.5.e. Bitkilerin hasadı

Fasulye tohumlarının ekiminden itibaren yaklaşık 45 gün sonra, çiçeklenme başlangıcında hasadı yapılmıştır. Hasat yapılırken önce yaprak kısımları, sonra gövde kısımları ve daha sonra kök kısımları ayrılmıştır. Bunun için yapraklar öncelikle elle kopartılmıştır, gövde kısmı ise yapraklar toplandıktan sonra toprak yüzeyinin üst kısmından kesilerek ayrılmıştır. Kök kısımları ise saksı ile birlikte çıkartılmış ve saf su dolu kovalar içerisine daldırılarak topraklardan temizlenmiştir. Bitkilerin kök, gövde ve

yaprak kısımları serada kurutulduktan sonra kuru madde miktarı bulunmuş, daha sonra kağıt torbalara aktarılmıştır. Bitkiye ait kök, gövde ve yaprak kısımları ile bunlara ait toprak örnekleri laboratuara getirilmiş ve gerekli analizler yapılmıştır.

### **3.5.6. Deneme planı**

Tesadüf parselleri faktöriyel deneme planına göre yürütülen sera denemesinde, deneme toprağına 3 farklı *Achillea* uçucu yağ dozu ( $U_0, U_1, U_2$ ), 4 farklı *Rhizobium* bakterisi aşılama materyali ( $R_0, R_1, R_2, R_3$ ), fasülye bitkisi için 3 tekrarlı olmak üzere  $4 \times 3 \times 3 = 36$  saksıda sürdürülmüştür (Yıldız ve Bircan 1991).

### **3.5.7. İstatistiksel analiz yöntemleri**

Denemeden elde edilen analiz sonuçları, SPSS istatistik programı kullanılarak varyans analizi testleri uygulanmıştır (SPSS 2007).

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Deneme toprağında kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelge 4.1’den görüleceği üzere, toprak örneğinin organik maddesi yeterli, tuz seviyesi bakımından tuzsuz, kireç oranı bakımından az kireçli, toplam azot bakımından yeterli, yarayışlı P bakımından yeterli tekstür sınıfı bakımından killi-tınlı sınıfa girmektedir. CO<sub>2</sub> bakımından orta derecede toprak aktivitesine sahiptir. (FAO 1990; Tovep 1991).

**Çizelge 4.1.** Araştırma da kullanılan toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Özellik	Değer	
pH (1:2.5)	6,50	
Kireç % (CaCO <sub>3</sub> )	0,47	
Organik Madde (%)	3,28	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	10,40	
N-NH <sub>4</sub> (ppm)	19,46	
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	29,96	
Toplam N (%)	0,25	
EC (mS/cm)	0,526	
KDK (me/100g)	35,65	
Tane büyüklük dağılımı (%)	Kum	21,7
	Silt	46,44
	Kil	31,86
Tekstür sınıfı	Killi-tın	
Toplam bakteri sayısı	4,5x10 <sup>7</sup>	
Toplam mantar sayısı	4,2x10 <sup>6</sup>	
mg CO <sub>2</sub> m <sup>2</sup> /h	20,90	

#### 4.2. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium* izolatları ile aşılamamanın topraklardaki bakteri ve mantar popülasyonu üzerine etkileri

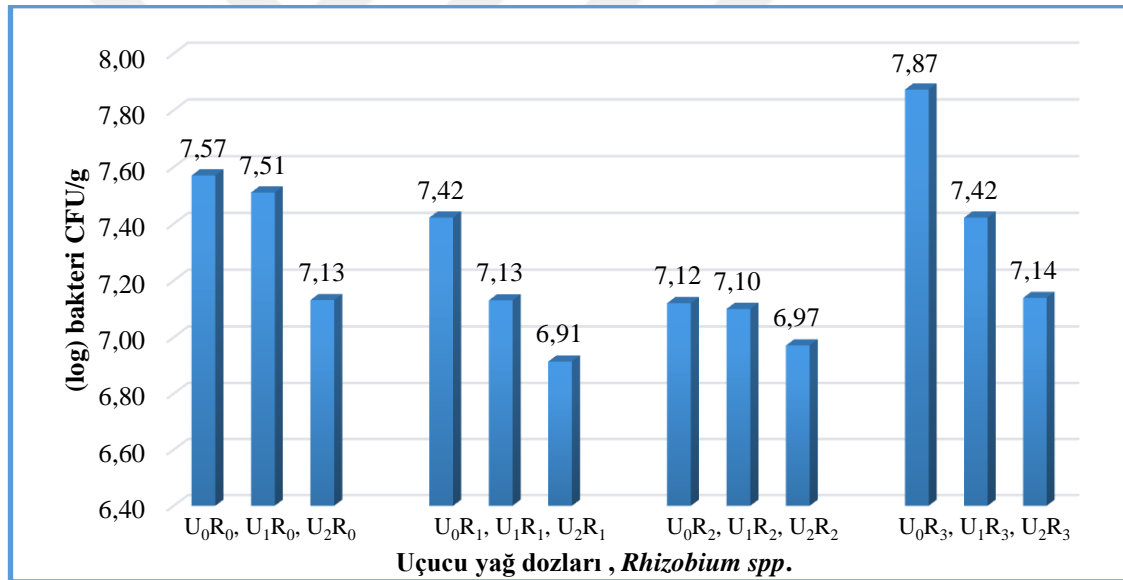
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamasının toprakta bakteri popülasyonuna ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de ve mantar popülasyonuna ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.2’ye göre topraklardaki bakteri popülasyonu değeri *Rhizobium* bakterileri ile aşılamamanın toprak bakteri popülasyonu üzerine etkisi %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Aynı şekilde *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* ve *Achillea* dozlarının birlikte uygulandığı interaksiyonlarda, bakteri popülasyonu üzerine %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Uçucu yağ uygulamalarında bakteri popülasyonu üzerine tek başına etkisi %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Çizelge 4.3’e göre topraklardaki mantar popülasyonu değeri, *Rhizobium* bakterileri ile aşılamamanın etkisi %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) ve %5 seviyesinde ( $p < 0,05$ ) seviyesinde istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ancak, *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* ve *Achillea* dozlarının birlikte uygulandığı interaksiyonlar %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Uçucu yağ uygulamalarının da tek başına etkisi %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) ve %5 seviyesinde ( $p < 0,05$ ) istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre bakteri popülasyonu ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	1,080	2	,540	27,786	<b>0,000**</b>
<i>Rhizobium</i>	1,548	3	,516	26,560	<b>0,000**</b>
U x R	,903	6	,150	7,747	<b>0,000**</b>
Hata	,466	24	,019	-	-
Toplam	3,997	35	-	-	-

\*\* $p < 0,01$ , U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium* spp., ÖD: önemli değil  
U x R : Uçucu yağ X *Rhizobium* İnteraksiyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın bakteri popülasyonu ait log değerleri Şekil 4.1’ de verilmiştir. Bakteri popülasyonun ortalama değerleri *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında en yüksek log bakteri değeri 7,87 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> ile aşılama, daha sonra 7,42 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> ve bunları 7,13 CFU/g toprak ile R<sub>2</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek log bakteri sayısı 7,42 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> ile aşılama, daha sonra 7,13 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> ile aşılama ve bunları 7,10 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>2</sub> dozları ve bakteri aşılamaalarının birlikte uygulandığı interaksiyonda ise en yüksek log bakteri sayısı 7,14 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub>, daha sonra 6,97 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> en sonda 6,91 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> aşılamaalarında tespit edilmiştir.



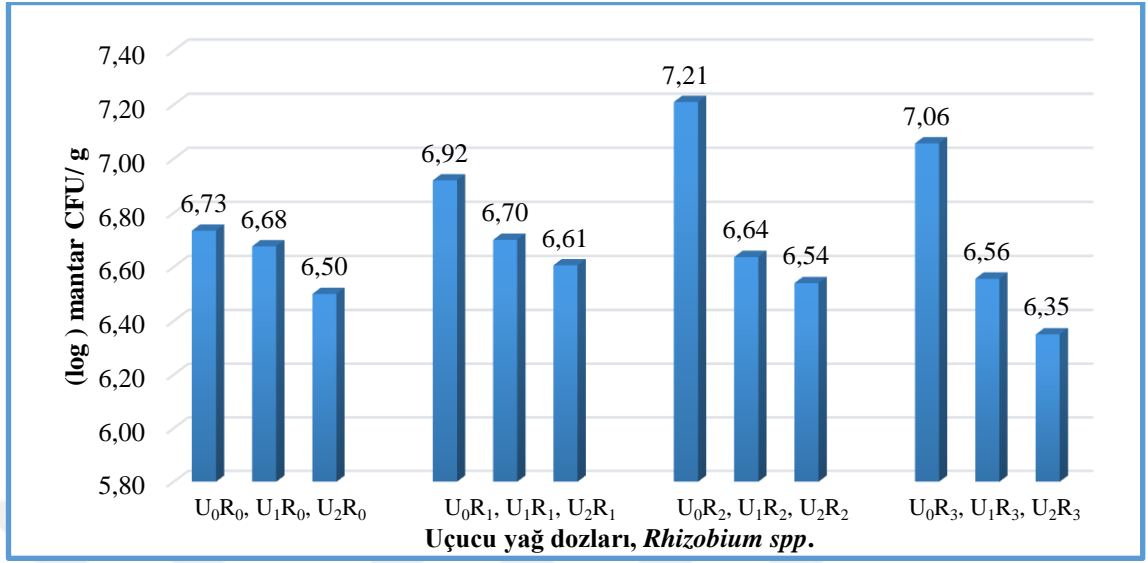
**Şekil 4.1.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) bakteri CFU/g toprak grafiği

**Çizelge 4.3.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre mantar popülasyonu ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	0,078	2	0,039	0,711	0,501 ÖD
<i>Rhizobium</i>	0,170	3	0,057	1,038	0,394 ÖD
UxR	1,724	6	0,287	5,272	<b>0,001**</b>
Hata	1,308	24	0,055	-	-
Toplam	3,279	35	-	-	-

\*\*p<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
U x R : Uçucu yağ X *Rhizobium* İnteraksiyonu

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın mantar popülasyonuna ait log değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Mantar popülasyonun en yüksek log mantar değeri *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında 7,21 CFU/g toprak ile R<sub>2</sub> ile aşılama, daha sonra 7,06 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> ve bunları 6,92 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek log mantar sayısı 6,70 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 6,64 CFU/g toprak ile R<sub>2</sub> ile aşılama ve bunları 6,54 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>2</sub> dozları ve bakteri aşılamalarının birlikte uygulandığı interaksiyonda ise en yüksek log mantar sayısı 7,21 CFU/g toprak ile R<sub>1</sub>, daha sonra 6,61 CFU/g toprak ile R<sub>2</sub> en sonda 6,35 CFU/g toprak ile R<sub>3</sub> aşılama tespit edilmiştir.



**Şekil 4.2.** Achillea uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) mantar CFU/g grafiği

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın toprakların toplam bakteri popülasyonu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Artan uçucu yağ konsantrasyonu bakteri popülasyonunu azaltmıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın topraklarda toplam bakteri sayıları farklılık göstermiştir. En yüksek toplam bakteri popülasyonu R<sub>3</sub> bakteri aşılama uygulandığı topraklarda U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunda, en düşük bakteri popülasyonu ise R<sub>2</sub> bakterisinin U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasında gözlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar bitkilerden elde edilen uçucu yağların farklılığına göre antimikrobiyal etkilerinin de farklı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalarda uçucu yağ dozunun artışına bağlı olarak toprakların toplam bakteri sayılarında düşüş olduğu ifade edilmiştir (Hassiotis and Dina 2010; Tuberoso *et al.* 2005; Stojanovic *et al.* 2005; İşcan *et al.* 2006). Bizim çalışma sonuçlarımız uçucu yağlarının dozunun artması ile toplam bakteri sayısının ve *Rhizobium* bakteri sayılarının azaldığını göstermiş, elde edilen sonuçlar literatürlerle benzerlik göstermiştir.

### 4.3. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprak solunumu üzerine etkileri

Çeşitli dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamanın toprakta mg CO<sub>2</sub>/100g miktarına ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Uçucu yağ dozlarının mg CO<sub>2</sub> üzerine etkisi %1 seviyesinde (p<0,01) önemli bulunmuştur. Aynı şekilde uçucu yağ dozları ve *Rhizobium* aşılama arasındaki interaksiyonun CO<sub>2</sub> miktarları üzerine etkisi %1 seviyesinde (p<0,01) önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, *Rhizobium* aşılama tek başına uygulanmasının CO<sub>2</sub> miktarları üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.4.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre toprak solunumu ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	128,022	2	64,011	4,901	<b>0,016*</b>
<i>Rhizobium</i>	47,944	3	15,981	1,224	0,323 ÖD
UxR	543,796	6	90,633	6,939	<b>0,000**</b>
Hata	313,477	24	13,062	-	-
Toplam	1033,239	35	-	-	-

\*\*p<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil

U x R : Uçucu yağ X *Rhizobium* İnteraksiyonu

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın CO<sub>2</sub> ait değerleri Şekil 4.4'de verilmiştir. CO<sub>2</sub> değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında, 26,48 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 23.68 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>3</sub> ve bunları 17,27 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>2</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 17,18 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 15,49 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>2</sub> ile aşılama ve bunları 14,53 mg CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>/h ile R<sub>3</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>2</sub> dozları ve bakteri aşılama birliktedir.





#### 4.4. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın topraklardaki bazı enzim aktiviteleri üzerine etkileri

Çeşitli dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve 3 farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) ile aşılamanın topraklardaki dehidrogenaz, üreaz, asit fosfataz, alkalın fosfataz ve  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi 5 ana başlık altında incelenmiştir.

##### 4.4.1. Dehidrogenaz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamanın toprakta dehidrogenaz enzim aktivitesi değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir. Çizelge 4.5'e göre topraklardaki dehidrogenaz enzim aktivitesi, *Rhizobium* bakterileri ile aşılama ile %1 seviyesinde ( $p < 0,01$ ) önemli bulunmuştur. Ancak uçucu yağ ve uçucu yağ x *Rhizobium* aşılama arasında interaksiyon istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

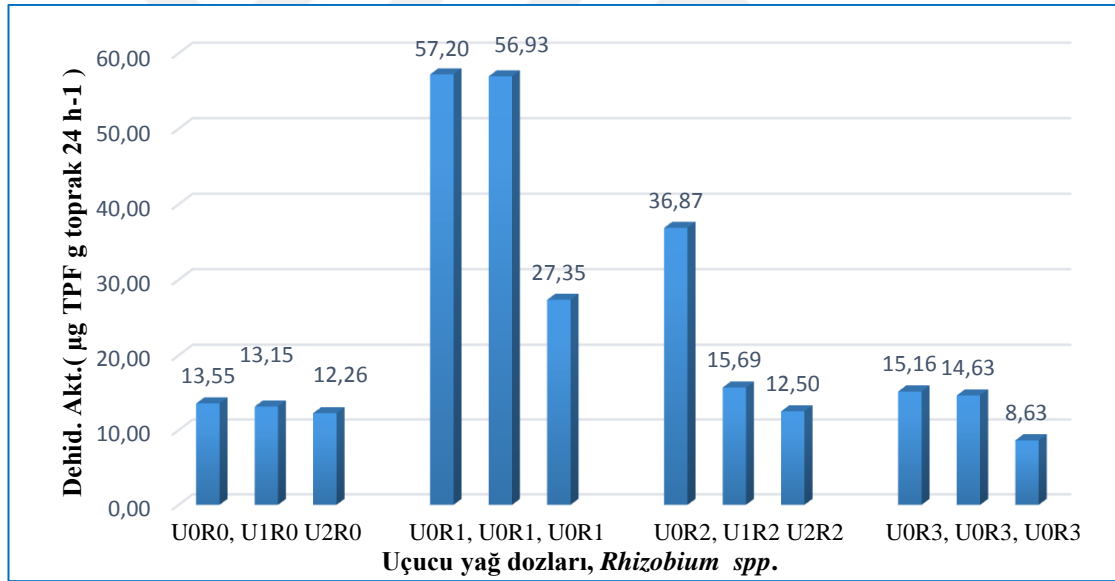
**Çizelge 4.5.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre dehidrogenaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	795,329	2	397,665	2,490	0,104 ÖD
<i>Rhizobium</i>	7130,231	3	2376,744	14,884	<b>0,000**</b>
UxR	2120,905	6	5.517	2,214	0,077 ÖD
Hata	3832,315	24	6.920	-	-
Toplam	13878,780	35	-	-	-

\*\* $p < 0,01$ , U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium phaseoli* izolatları, ÖD: önemli değil

U x R : Uçucu yağ X *Rhizobium* interaksiyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.4' de verilmiştir. Dehidrogenaz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında, 57,20 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 36,87 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub> ve bunları 8,63 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi 56,93 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 15,69 µg TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub> ile aşılama ve bunları 14,63 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>2</sub> dozları ve bakteri aşılamalarının birlikte uygulandığı interaksiyonda ise en yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi miktarı 27,35 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>1</sub>, daha sonra 12,50 TPF g toprak 24 h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub> en sonda 8,63 ile R<sub>3</sub> aşılama tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen dehidrogenaz enzim aktivite miktarı.

Toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine artan dozlarda uçucu yağ uygulamaları toprakların dehidrogenaz enzim aktivite miktarını düşürmüştür, istatistiksel olarak bu fark önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama yapılan topraklarda dehidrogenaz enzim aktivitesi R<sub>1</sub> bakteri aşılama yapılan toprakta artmış, R<sub>2</sub> ve R<sub>3</sub> bakteri aşılama yapılan topraklarda ise düşmüştür. Dehidrogenaz enzim aktivitesi farklı *Rhizobium* bakteri aşılama ile istatistiksel olarak önemli (p<0.01)

farklılıklar göstermiştir. *Rhizobium* bakterileri içerisinde ise en yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi R<sub>1</sub> bakteri aşılmasının olduğu toprakta U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunun uygulamasından, en düşük ise R<sub>3</sub> bakteri aşılmasının U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

#### 4.4.2. Üreaz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının toprakta üreaz enzim aktivitesi değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6 da verilmiştir. Çizelge 6'dan görüleceği üzere üreaz enzim aktivitesi açısından uçucu yağ dozlarının, uçucu yağ x *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.6.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre üreaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

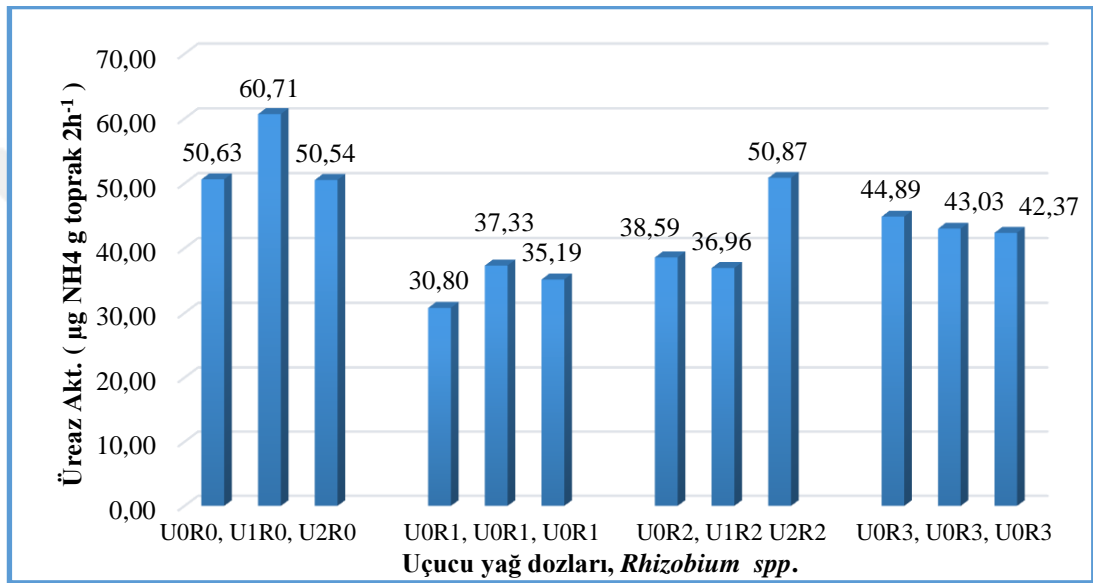
Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	92,535	2	46,267	0,212	0,810 ÖD
<i>Rhizobium</i>	1740,563	3	580,188	2,664	0,071 ÖD
UxR	536,072	6	89,345	0,410	0,865 ÖD
Hata	5227,124	24	217,797		
Toplam	7596,294	35			

U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium phaseoli* izolatları, ÖD: önemli değil

U x R : Uçucu yağ x *Rhizobium* interaksyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.4' de verilmiştir. Üreaz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında, 44,89 µg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> g toprak 2h<sup>-1</sup> R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 38,59 µg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> g toprak 2h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub> ve bunları 30,80 µg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> g toprak 2h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek üreaz enzim aktivitesi 43,03 µg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> g toprak 2h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> aşılama, daha

sonra  $37,33 \mu\text{g NH}_4^+$  g toprak  $2\text{h}^{-1}$  ile  $R_1$  ile aşılama ve bunları  $36,96 \mu\text{g NH}_4^+$  g toprak  $2\text{h}^{-1}$  ile  $R_2$  aşılama izlemektedir.  $U_2$  dozları ve bakteri aşılamalarının birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek üreaz enzim aktivitesi miktarı  $50,87 \mu\text{g NH}_4^+$  g toprak  $2\text{h}^{-1}$  ile  $R_2$ , daha sonra  $42,37 \mu\text{g NH}_4^+$  g toprak  $2\text{h}^{-1}$  ile  $R_1$  en sonda  $35,19 \mu\text{g NH}_4^+$  g toprak  $2\text{h}^{-1}$  ile  $R_1$  aşılamalarında tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5.** Achillea uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen üreaz enzim aktivite miktarları.

Farklı *Rhizobium* ile aşılanan bitkilerin bulunduğu topraklarda üreaz enzim aktivitesi farklılıklar göstermiş, ancak; farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları toprakların üreaz enzim aktivitesi ve *Rhizobium* bakterileri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. Üreaz enzim aktivitesi kontrol toprağına göre farklı *Rhizobium* bakteri aşılması yapılan topraklarda daha yüksek değer göstermişlerdir. *Rhizobium* bakterileri içerisinde ise en yüksek üreaz enzim aktivitesi  $R_2$  bakteri aşılama yapıldığı toprakta  $U_0$  uçucu yağ uygulamasından, en düşük ise  $R_1$  bakteri aşılama yapıldığı toprakta  $U_2$  uçucu yağ dozunun uygulamasından elde edilmiştir.

#### 4.4.3. $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının toprakta  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7’ye göre görüleceği üzere  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi açısından; uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, uçucu yağ dozları ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel %1 ( $p<0.01$ ) seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

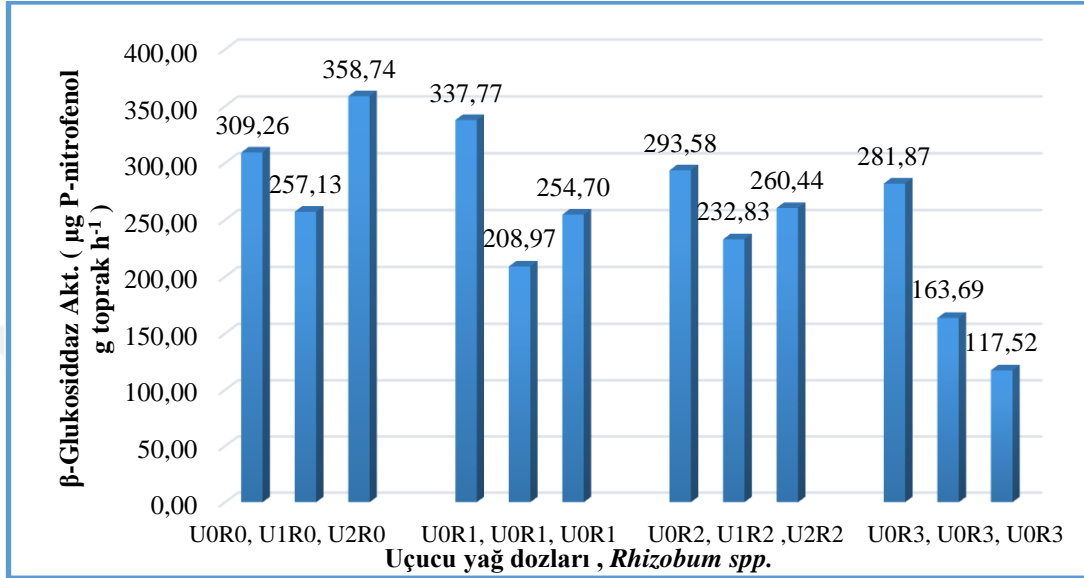
**Çizelge 4.7.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	49868,569	2	24934,285	7,949	<b>0,002**</b>
<i>Rhizobium</i>	68150,968	3	22716,989	7,242	<b>0,001**</b>
UXR	39861,466	6	6643,578	2,118	,088 ÖD
Hata	75283,014	24	3136,792	-	-
<b>Toplam</b>	<b>233164,017</b>	<b>35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

\*\* $p<0.01$ , U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
UXR: Uçucu Yağx *Rhizobium* İnteraksyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.6’da verilmiştir.  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının  $U_0$  dozlarında, 337,77  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$   $R_1$  ile aşılması, daha sonra 293,58  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_2$  ve bunları 281,87  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_3$  aşılmaları izlemektedir.  $U_1$  dozlarında ise en yüksek  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi 232,83  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$   $R_2$  ile aşılama, daha sonra 208,97  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_1$  ile aşılama ve bunları 163,69  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_3$  aşılmaları izlemektedir.  $U_2$  dozları ve bakteri aşılmalarının birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi miktarı 260,44 ile  $R_2$ , daha

sonra 254,70  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_1$  en sonda 117,52  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $R_3$  aşılamaalarında tespit edilmiştir.



**Şekil 4.6.** Achillea uçucu yağı dozları ve Rhizobium bakterisi izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivite miktarları.

Topraklara uygulanan uçucu yağların artan dozları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama sonucunda elde edilen  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri düşüş yönünde olmuş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hem uçucu yağ dozu, hem de *Rhizobium* bakterisi aşılama kontrol toprağına göre  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesini azaltmıştır. En yüksek  $\beta$ -glukozidaz enzim aktivitesi değeri kontrol toprağının  $U_0$  uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise  $R_3$  bakterisi ile aşılama sonucunda  $U_{1000}$  uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

#### 4.4.4. Asit ve alkalın fosfataz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılama sonucunda toprakta asit fosfataz enzim aktivitesi değerlerine ait

ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de ve toprakta alkalin fosfataz enzim aktivitesi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre asit fosfataz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

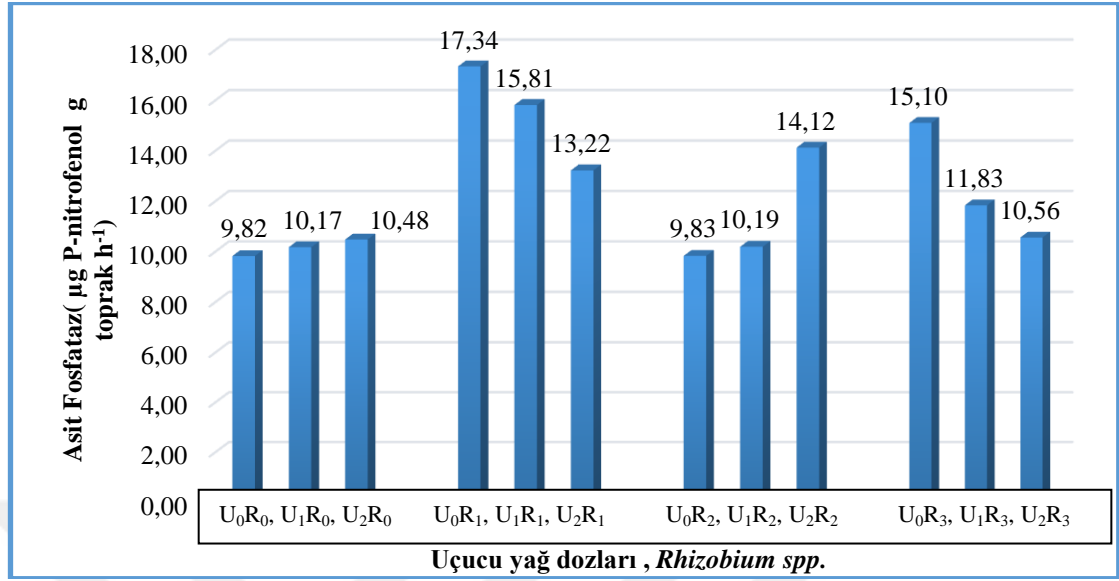
Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	7,642	2	3,821	0,471	0,630 ÖD
<i>Rhizobium</i>	138,758	3	46,253	5,701	<b>0,004**</b>
UXR	85,999	6	14,333	1,767	0,149 ÖD
Hata	194,716	24	8,113		
<b>Toplam</b>	<b>427,115</b>	<b>35</b>			

\*\*p<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağ x *Rhizobium* etkileşimi

Çizelge 4.8’e göre topraklardaki asit fosfataz enzim aktivitesi, *Rhizobium* bakterileri ile aşılama ile %1 seviyesinde (p< 0,01) önemli bulunmuştur. Ancak uçucu yağ ve uçucu yağ x *Rhizobium* etkileşimleri arasında etkileşim istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.9’da görüleceği üzere enzim aktivitesi açısından uçucu yağ dozlarının, uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* etkileşimi ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların asit-fosfataz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.7’de verilmiştir.





**Şekil 4.7.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakterisi izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen asit fosfataz enzim aktivite miktarları.

**Çizelge 4.9.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre alkalik fosfataz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

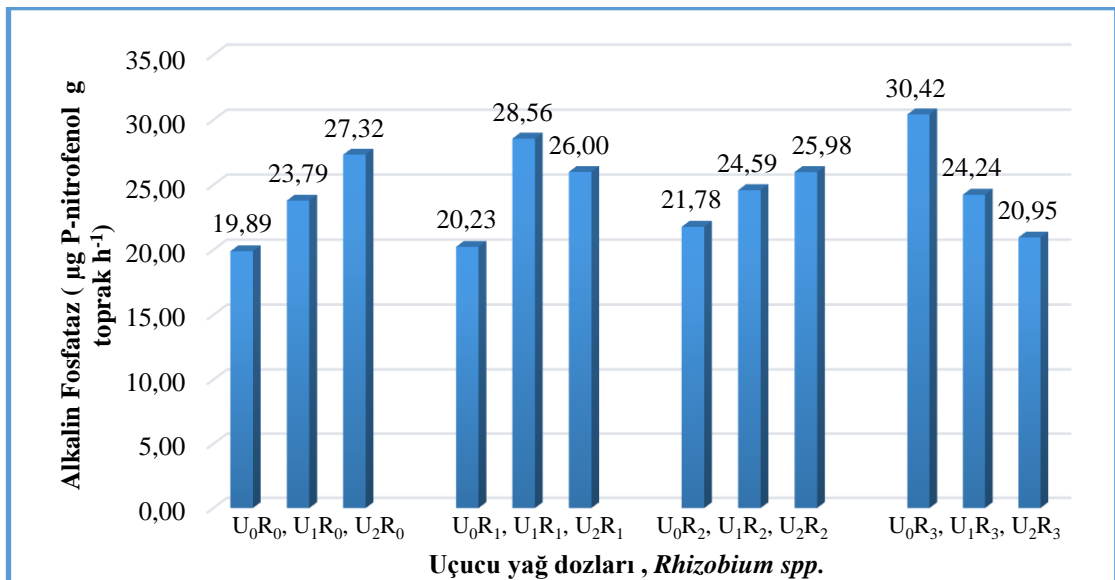
Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	35,614	2	17,807	0,749	0,483 ÖD
<i>Rhizobium</i>	13,603	3	4,534	0,191	0,902 ÖD
U X R	322,956	6	53,826	2,265	0,071 ÖD
Hata	570,411	24	23,767		
Toplam	942,583	35			

U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium spp.* ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu

Asit fosfataz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U<sub>0</sub> dozlarında, 17,34 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> R<sub>1</sub> ile aşılama, daha sonra 15,10 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> ve bunları 9,83 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>1</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>1</sub> dozlarında ise en yüksek asit-fosfataz enzim aktivitesi 15,81 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>1</sub> ile aşılması, daha sonra 11,83 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub> ve bunları 10,19 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub> aşılama izlemektedir. U<sub>2</sub> dozları ve bakteri aşılama ile birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek asit-fosfataz enzim aktivitesi miktarı 14,12 µg P-nitrofenol g toprak h<sup>-1</sup> ile R<sub>2</sub>, daha sonra

13,22  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_1$  en sonda 10,56  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_3$  aşılamalarında tespit edilmiştir.

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılanmanın toprakların alkalın-fosfataz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.8' de verilmiştir. Alkalın fosfataz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının  $\text{U}_0$  dozlarında, 30,42  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_3$  aşılama, daha sonra 21,78  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$   $\text{R}_1$  ve bunları 20,23  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_1$  aşılama izlemektedir.  $\text{U}_1$  dozlarında ise en yüksek alkalın-fosfataz enzim aktivitesi 28,56  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_1$  aşılması, daha sonra 24,59  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_2$  aşılması ve bunları 22,24  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_2$  aşılama izlemektedir.  $\text{U}_2$  dozları ve bakteri aşılamaının birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek alkalın- fosfataz enzim aktivitesi miktarı 26,00 ile  $\text{R}_1$ , daha sonra 25,98  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_2$  en sonda 20,95  $\mu\text{g}$  P-nitrofenol g toprak  $\text{h}^{-1}$  ile  $\text{R}_3$  aşılamaında tespit edilmiştir.



**Şekil 4.8.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılanma sonucunda elde edilen alkalın fosfataz enzim aktivite miktarları

Farklı uçucu yağ dozlarının toprakların asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri belirlenmiş ancak; istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın toprakların asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek asit fosfataz enzim aktivitesi R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R<sub>2</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı uçucu yağ dozlarının toprakların alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri belirlenmiş ancak; istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Aynı şekilde *Rhizobium* ile aşılanan bitkilerin bulunduğu topraklarda da alkalın fosfataz enzim aktivitesi farklılıklar göstermiş fakat istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek alkalın fosfataz enzim aktivitesi R<sub>3</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda, en düşük ise R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda gözlenmiştir.

#### **4.5. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium phaseoli* izolatları ile aşılamanın toprakların toplam azot, amonyum ve nitrat oranları üzerine etkileri**

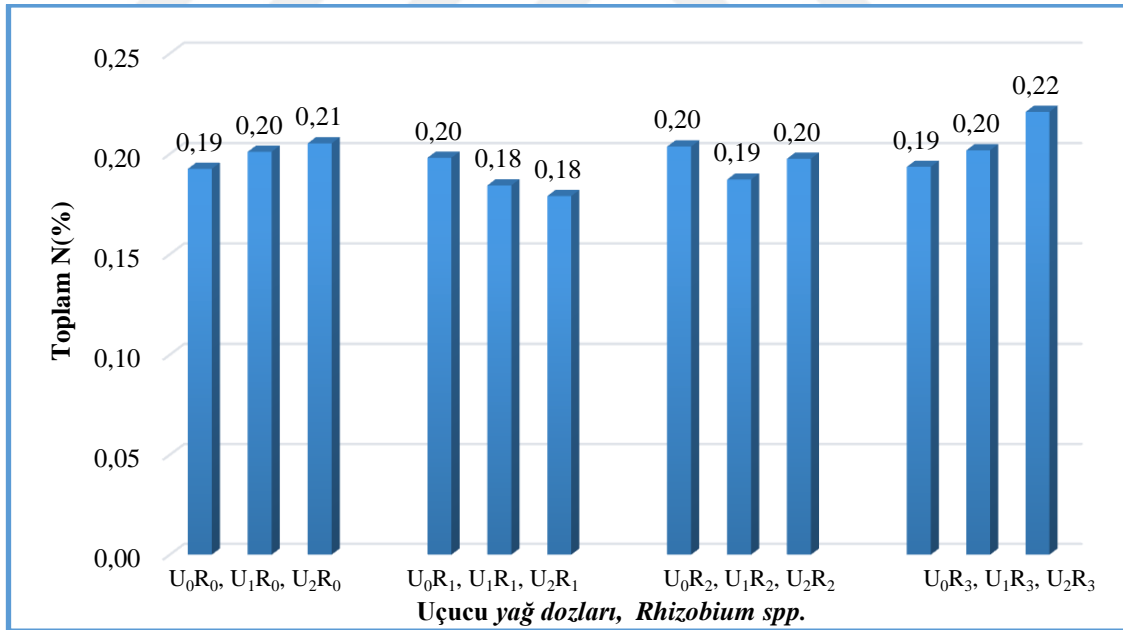
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının bitkilerin toplam N, değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da, nitrat değerine ait varyasyon sonuçları Çizelge 4.11'de ve amonyum değerlerine ait varyasyon sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelge 10'dan görüleceği üzere toplam azot miktarı açısından uçucu yağ dozlarının, uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.10.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre toplam N ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	0,000	2	0,000	0,299	0,745 Ö.D
<i>Rhizobium</i>	0,001	3	0,000	0,847	0,482 Ö.D
UxR	0,002	6	0,000	0,652	0,688 Ö.D
Hata	0,014	24	0,001	-	-
Toplam	0,018	35	-	-	-

U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* etkileşimleri

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların toplam azot içeriğine ait değerleri Şekil 4.9' de verilmiştir. Toplam ortalama N (%) miktarı R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, aşılama arasında en düşük %0,19 ile R<sub>1</sub> aşılama ve en yüksek oranda ise %0,21 ile R<sub>3</sub> aşılama tespit edilmiştir.



**Şekil 4.9.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta toplam N miktarları

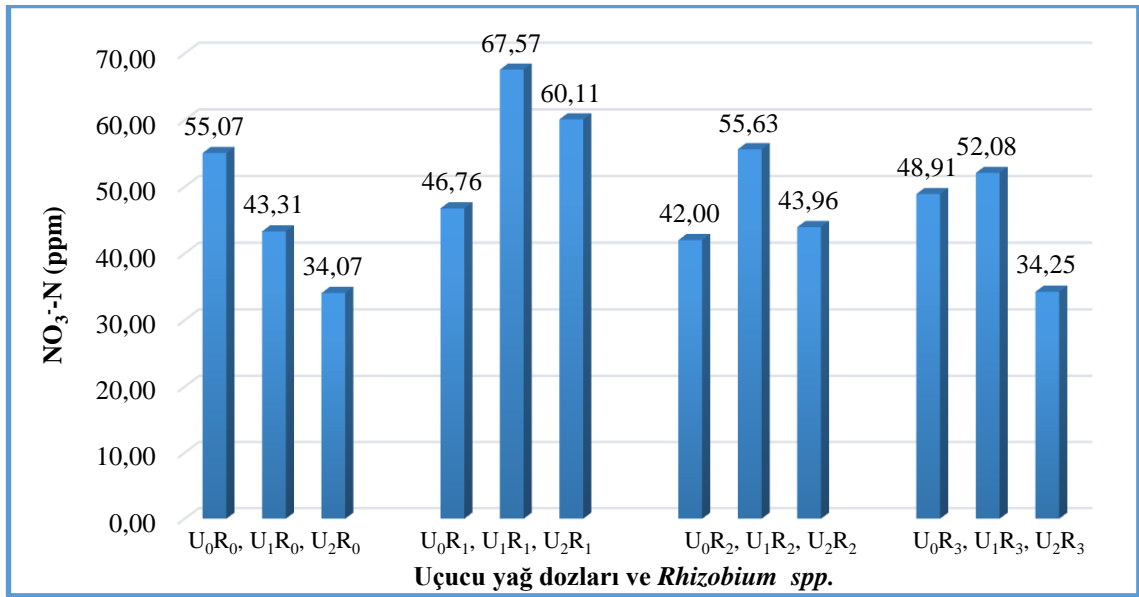
Çizelge 4.11’den görüleceği üzere  $\text{NO}_3^-$ -N miktarı açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.11.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre  $\text{NO}_3^-$ -N ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	72,002	2	36,001	1,163	0,329 ÖD
<i>Rhizobium</i>	67,581	3	22,527	0,728	0,545 ÖD
UxR	282,593	6	47,099	1,522	0,214 ÖD
Hata	742,814	24	30,951	-	-
Toplam	1164,989	35	-	-	-

U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
 UXR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamının toprakların  $\text{NO}_3^-$ -N içeriğine ait değerleri Şekil 4.10’ de verilmiştir. Toplam ortalama  $\text{NO}_3^-$ -N miktarı  $R_1, R_2, R_3$ , aşılamaları arasında en düşük ortalama 45 ppm ile  $R_3$  aşılamalarında en yüksek ortalama oranda 55 ppm ile  $R_1$  aşılamalarında tespit edilmiştir.



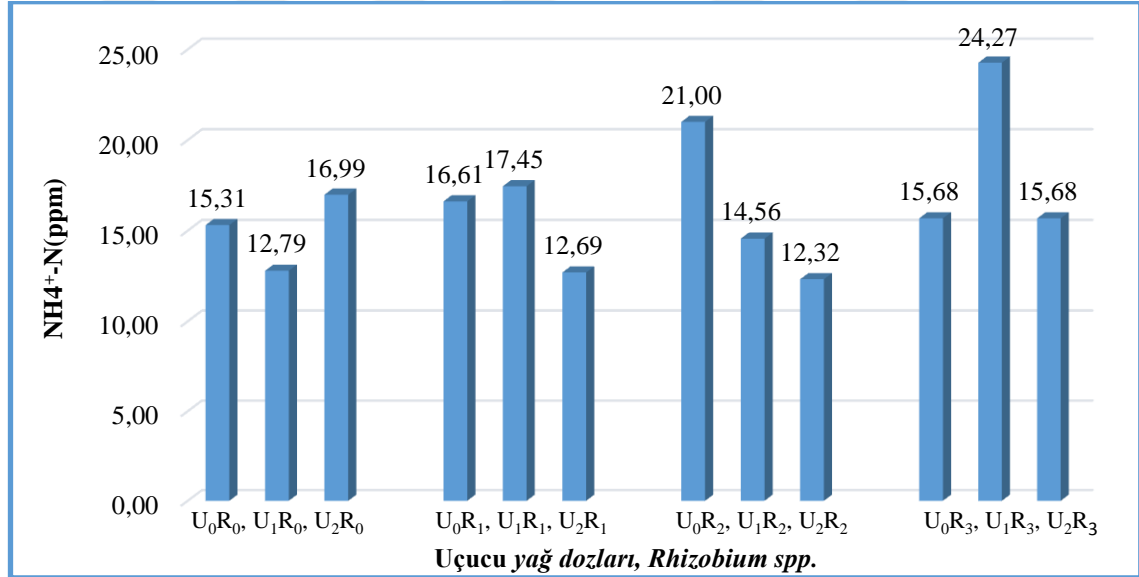
**Şekil 4.10.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta  $\text{NO}_3^-$ -N miktarları

Çizelge 4.12'den görüleceği üzere toplam  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  miktarı açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.12.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre  $\text{NH}_4^+$  - N ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	p
Uçucu yağ	804,205	2	402,103	1,388	,269 ÖD
<i>Rhizobium</i>	1127,941	3	375,980	1,297	,298 ÖD
UxR	1395,768	6	232,628	0,803	,578 ÖD
Hata	6954,812	24	289,784	-	-
Toplam	10282,726	35	-	-	-

U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.* ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu



**Şekil 4.11.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  miktarları

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların  $\text{NH}_4^+$  - N içeriğine ait değerleri Şekil 4.11’de verilmiştir. Toplam ortalama  $\text{NH}_4^+$ -N miktarı  $R_1, R_2, R_3$ , aşılama arasında en düşük ortalama  $\text{NH}_4^+$  - N 15.96 ppm ile  $R_3$  aşılama arasında tespit edilirken en yüksek ortalama oranda 18.54 ppm ile  $R_1$  aşılama arasında tespit edilmiştir.

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılama toprakların  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4^+$ -N ve toplam azot içeriği değerleri farklılıklar göstermiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

#### **4.6. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium* ile aşılamanın fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkileri**

Fasulye bitkisinde farklı *Achillea* uçucu yağ dozlarının ve çeşitli *Rhizobium phaseoli* izolatları ile aşılamanın bitkide azot miktarı, her bitki için nodül sayısı, bitkide azot miktarı ve bitkide P içeriği üzerine etkileri aşağıda dört ana başlık altında ele alınmıştır.

##### **4.6.1. Bitkide kuru madde miktarı**

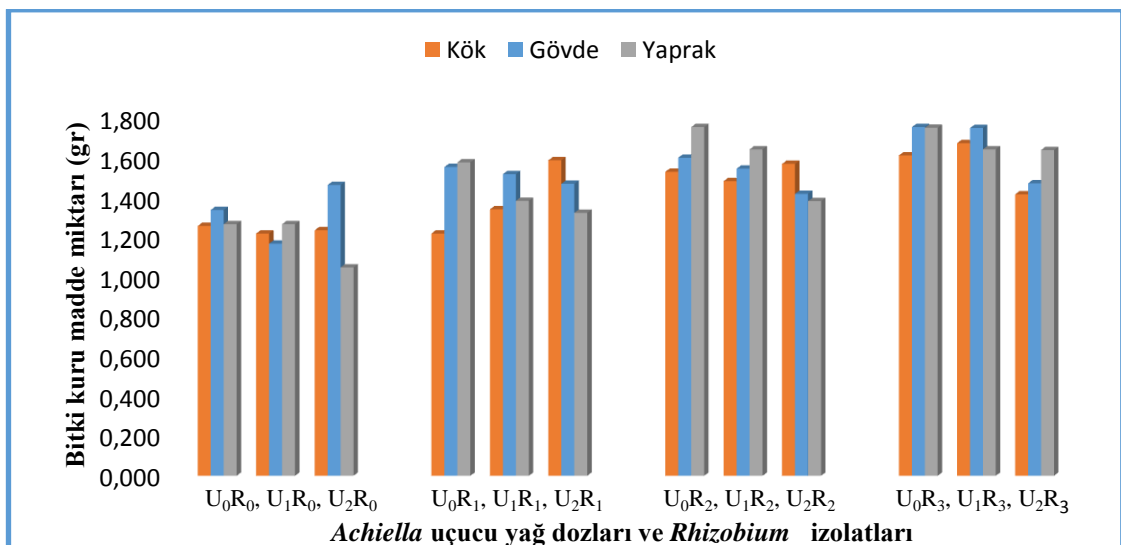
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılama arasında bitkide toplam kuru madde miktarlarına ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre bitkiye ait toplam kuru madde miktarı için *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın etkisi %1 seviyesinde ( $p<0,01$ ) önemli bulunmuştur. Fasulye bitkisinin toplam kuru madde miktarlarının varyans analizinde, Uçucu yağ dozları ( $U_0, U_1, U_2$ ) uygulamaların etkisi önemsiz bulunurken, *Rhizobium* bakterileri ve Uçucu yağ dozları arasındaki etkileşimde önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.13.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre bitkide kuru madde ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	,528	2	,264	4,242	0,026 ÖD
<i>Rhizobium</i>	6,589	3	2,196	35,282	<b>0,000**</b>
UxR	,604	6	,101	1,617	0,186 ÖD
Hata	1,494	24	,062	-	-
Toplam	9,215	35	-	-	-

\*\*p<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.* ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu

Fasulye bitkisine ait grafikten uçucu yağ dozları ve bakteri aşılması uygulamalarının fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru madde miktarları arasında en düşük toplam kuru madde miktarı  $U_0R_0$  dozunda ortalama 1,285 g bulunurken, en yüksek kuru madde miktarı ortalama 1,686 g olarak  $U_0R_3$  interaksiyonunda tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre gövde, yaprak ve kök kuru madde toplamalarının ortalamalarına göre  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  bakteri aşılmaları arasında en yüksek kuru madde miktarı  $R_3$  (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılması sonucu ve uçucu yağ dozunun  $U_0$  (0 ppm) uygulandığı interaksiyonda tespit edilmiştir. Uygulamaların toplam kuru madde miktarları Şekil 4.12’de grafik olarak gösterilmiştir.



**Şekil 4.12.** Achillea uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitki kuru madde miktarları (g)



Fasulye bitkisinin toplam kuru madde miktarı uçucu yağ dozunun artışı ile artış göstermiş ancak; istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama yapılan topraklarda bitki kuru madde miktarı artış göstermiş ve istatistiksel olarak ( $p<0.01$ ) önemli bulunmuştur. En yüksek fasulye bitkisi kuru madde miktarı R<sub>3</sub> bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise kontrol toprağı U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir. Kızıloğlu (1996), fiğ, Ersin (1983), şeker fasulyesi Turhan (1998) yaptıkları çalışmalarda *Rhizobium* bakterisi ile aşılamanın bitkilerde kuru madde miktarını artırdığını ifade etmektedirler. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatürle paralellik oluşturmaktadır.

#### 4.6.2. Bitki nodül sayısı

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının bitkilerin nodül sayısı değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelge 4.14’e göre bitkilerin nodül sayısı açısından aşılama sonucu uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, *leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması %1 seviyesinden istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

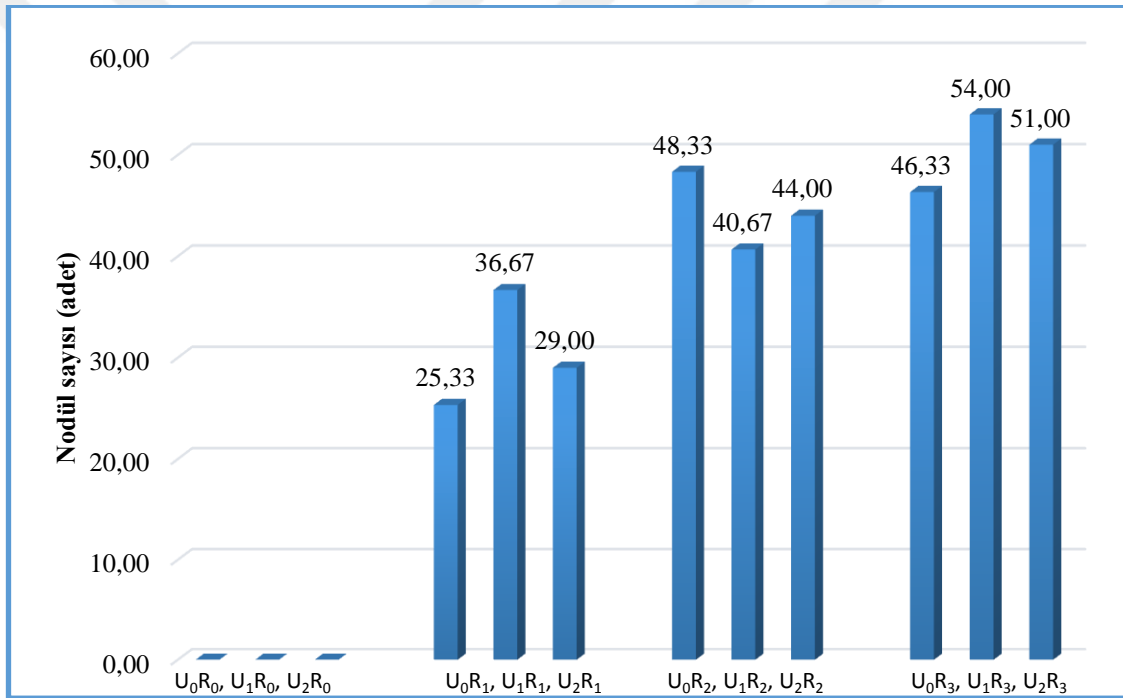
**Çizelge 4.14.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre bitki nodül sayısı ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	49,556	2	24,778	,896	0,421ÖD
<i>Rhizobium</i>	13653,000	3	4551,000	164,659	<b>0,000**</b>
UxR	329,333	6	54,889	1,986	0,108 ÖD
Hata	663,333	24	27,639	-	-
Toplam	14695,222	35	-	-	-

\*\*P<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium* spp., ÖD: önemli değil

UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu

Fasulye bitkisine ait grafikten uçucu yağ dozları ve bakteri aşılama uygulamalarının  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  bakteri aşılama ve uçucu yağ dozlarında ortalamaları nodül sayıları sırasıyla,  $R_3$ ,  $R_2$ ,  $R_1$ , olarak tespit edilmiştir.  $R_3$  ile yapılan bakteri aşılmasında ortalama 51 adet nodül oluşurken,  $R_2$  ile aşılma sonucu 44 adet ve  $R_1$  ile aşılama sonucu oluşan nodül sayısı ortalama 30 adet olarak Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Uygulama dozları ve *Rhizobium* aşılama uygulamasının interaksiyonunda ise en fazla nodül oluşumu ortalama 54 adet nodül ile uçucu yağ dozlarından 100 ppm ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899 uygulamalarında tespit edilmiştir.



**Şekil 4.13.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen nodül sayısı

*Rhizobium* bakterileri ile aşılama yapılan topraklarda bitki nodül sayısı kontrole göre artış göstermiş ve istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Uçucu yağ dozundaki artış *Rhizobium* bakterisi ile aşılama yapılan topraklarda gelişen fasulye bitkisinin nodül sayısında nispeten artışa sebep olmuş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. *Rhizobium* bakterileri ile aşılama çalışmaları bitkilerde nodül sayısının artmasına sebep olmuştur. Yapılan aşılama çalışmaları da; Turhan (1998) fasulye

bitkisinin *Rhizobium viciae* izolatları ile aşılamanın, Kabi ve Behari (1990) mercimek bitkisinin *R. leguminosarum* izolatları ile aşılamanın, Öğütçü (2000) nohut bitkisinin *Rhizobium* izolatları ile aşılama sonucunda nodül sayısında artış olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir.

#### 4.6.3. Bitkinin fosfor içeriği

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamaının bitkilerin fosfor değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bitkilerin fosfor oranları açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksiyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılamaı %1 seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

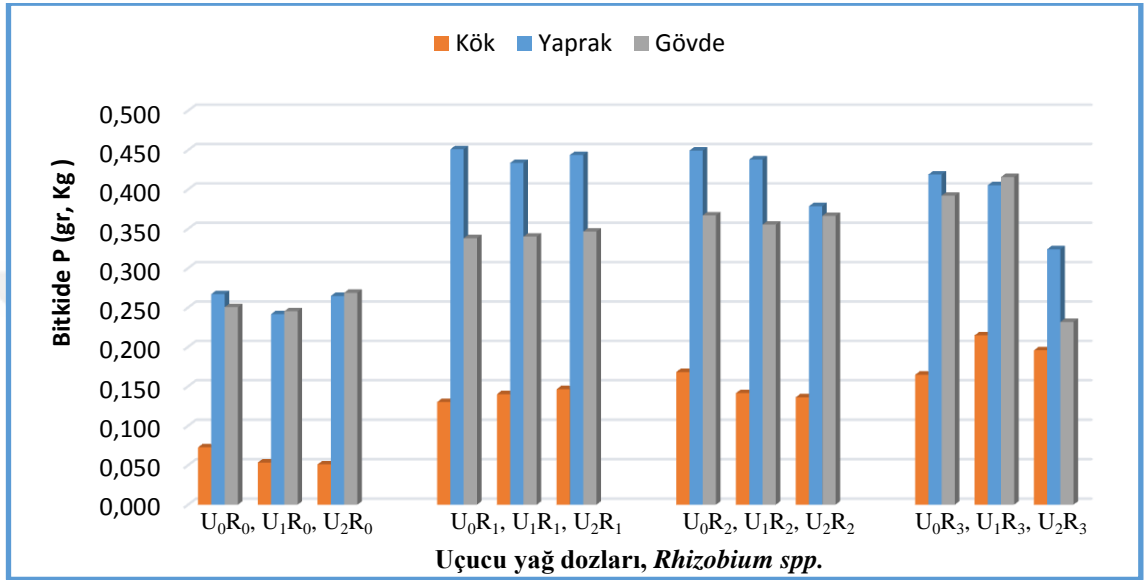
**Çizelge 4.15.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre bitkide P ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	,002	2	,001	0,093	0,911 ÖD
<i>Rhizobium</i>	,991	3	,330	28,191	<b>0,000*</b>
UxR	,027	6	,005	0,388	0,879 ÖD
Hata	,281	24	,012	-	-
Toplam	1,302	35	-	-	-

\*\*P<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağ x *Rhizobium* interaksiyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* izolatları ile yapılan aşılama sonucunda fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam P içeriğine ait ortalama değerler Şekil 4.11’de grafik olarak gösterilmiştir. Ortalama P içeriği fasulye bitkisinin kök aksamalarında en düşük 0,05 g kg<sup>-1</sup> oranında ve aşılama yapılmayan fasulye bitkisinde en yüksek 0,21 g kg<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub>

aşılmasında tespit edilmiştir. Yaprak aksamındaki P içeriği bakımından en düşük 0,27 g kg<sup>-1</sup> ile aşılmasız uygulamalarda tespit edilirken en yüksek P içeriği 0,47 g kg<sup>-1</sup> ile R<sub>3</sub>U<sub>0</sub> interaksyonunda gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.14.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide P

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamalarının fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamlarının toplam P içeriğine ait ortalama değerleri farklılık göstermiş ancak; bu değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* izolatları ile yapılan aşılama bitkilerinin P içeriklerinde istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) artış meydana getirmiştir. En yüksek P içeriği R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan toprakların U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R<sub>3</sub> bakteri aşılması yapılan toprakların U<sub>2</sub> dozu uygulamasından elde edilmiştir. *Rhizobium* bakterileri ile yapılan daha önceki çalışmalarda bitkinin P içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiş (Hallsworth 1958; Ülgen 1975; Hamdi *et al.* 1976) elde edilen sonuçlar bizim sonuçlarımızla benzerlik oluşturmuştur.

#### 4.6.4. Bitkide toplam azot içeriği

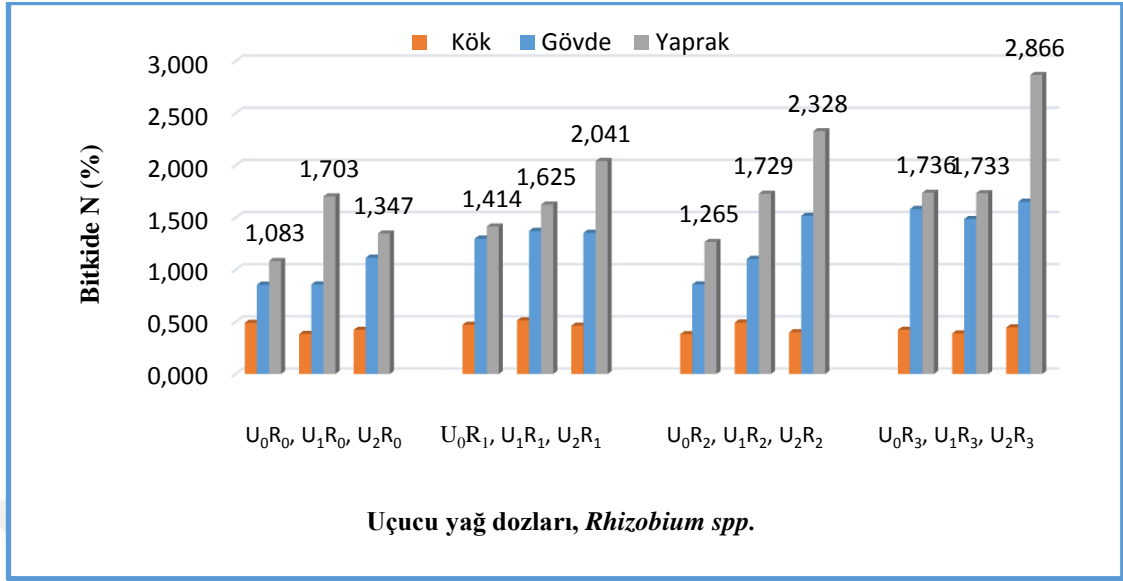
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının bitkilerin toplam N değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere toplam azot miktarı açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarium* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.16.** Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına bitkide toplam N ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	1,615	2	,807	0,724	,495 ÖD
<i>Rhizobium</i>	3,544	3	1,181	1,060	,385 ÖD
UxR	,804	6	,134	0,120	,993 ÖD
Hata	26,755	24	1,115	-	-
Toplam	32,718	35	-	-	-

\*\*P<0.01, U: Uçucu yağ dozları, R: *Rhizobium spp.*, ÖD: önemli değil  
UxR: Uçucu yağx *Rhizobium* interaksyonu

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın kök, yaprak ve gövde aksamlarının toplam azot içeriğine ait değerler Şekil 4.15'de verilmiştir. Kök aksamındaki toplam azot miktarı %0,38 ile %0,49 arasında değişirken en yüksek N miktarı %0,51 ile R<sub>1</sub> aşılmasında tespit edilmiştir. Gövde aksamındaki toplam azot miktarı ise %0,85 ile R<sub>2</sub>U<sub>0</sub> interaksyonunda tespit edilmiştir. Yaprak aksamında ise en düşük N miktarı %1,41 ile R<sub>1</sub> uygulamalarında gözlemlenirken, en yüksek N miktarı %2,86 ile R<sub>3</sub>U<sub>2</sub> interaksyonunda tespit edilmiştir.



**Şekil 4.15.** *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide N (%) grafiği

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılama bitki kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam azot içeriğini artırmış ancak mevcut artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek kök, gövde ve yaprak toplam N içeriği R<sub>3</sub> bakteri aşılması yapılan toprakların U<sub>2</sub> uçucu yağ dozunda, en düşük ise R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan toprakların U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunda gözlenmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, *Achillea*, cinsine ait bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların (0, 100, 1000 ppm) şeker fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisi yetiştirilen ve bakteri (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılması yapılan toprakların enzim içerikleri, mikrobiyal solunum, mikrobiyal popülasyon üzerine etkileri, bitkide kuru madde miktarı ve bitki besin elementlerinden N ve P içeriği üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların toplam bakteri popülasyonunu düşürmüştür. Bakteri popülasyonundaki düşüş istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. En yüksek toplam bakteri popülasyonu R<sub>3</sub> bakteri aşılmasının uygulandığı topraklarda U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunda, en düşük bakteri popülasyonu ise R<sub>2</sub> bakterisinin U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasında gözlenmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların CO<sub>2</sub> miktarlarını düşürmüştür. CO<sub>2</sub> miktarındaki düşüş istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Uçucu yağ uygulaması R<sub>1</sub> bakterileri ile aşılama toprakların CO<sub>2</sub> miktarları üzerine olumsuz etkisi gözlenmemiştir. En yüksek toprak CO<sub>2</sub> miktarı R<sub>1</sub> bakterisinin U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunun uygulanmasından, en düşük CO<sub>2</sub> miktarı ise R<sub>3</sub> bakterisinin U<sub>2</sub> uçucu yağ dozunun uygulanmasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların dehidrogenaz enzim aktivitelelerini düşürmüştür. Dehidrogenaz enzim aktivitesindeki düşüş istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. En yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi R<sub>1</sub> bakteri aşılmasının olduğu toprakta U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunun uygulanmasından, en düşük ise R<sub>3</sub> bakteri aşılmasının U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların üreaz enzim aktivitesini düşürmüştür. üreaz enzim aktivitesindeki düşüş istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek üreaz enzim aktivitesi R<sub>2</sub> bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U<sub>0</sub> uçucu yağ uygulamasından, en düşük ise R<sub>1</sub> bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U<sub>2</sub> uçucu yağ dozunun uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların β-glukozidaz enzim aktivitesini düşürmüştür. β-glukozidaz enzim aktivitesindeki düşüş istatistiksel açıdan önemli (p<0,01) bulunmuştur. En yüksek β-glukozidaz enzim aktivitesi değeri kontrol toprağının U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R<sub>3</sub> bakterisi ile aşılması toprağında U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların asit fosfataz enzim aktivitesini düşürmüştür. Asit fosfataz enzim aktivitesindeki düşüş istatistiksel açıdan önemli (p<0,01) bulunmuştur. En yüksek asit fosfataz enzim aktivitesi R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R<sub>2</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların alkalın fosfataz enzim aktivitesini düşürmüştür. Alkalın fosfataz enzim aktivitesi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek alkalın fosfataz enzim aktivitesi R<sub>3</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda, en düşük ise R<sub>1</sub> bakteri aşılması yapılan topraklarda gözlenmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılanan toprakların NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N ve toplam azot içeriği değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşıl原因an fasulye bitkisinin toplam kuru madde miktarı uçucu yağ dozunun artışı ile artış göstermiştir. En yüksek fasulye bitkisi kuru madde miktarı R<sub>3</sub> bakteri aşıl原因asının yapıldığı toprakta U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise kontrol toprağı U<sub>2</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşıl原因an fasulye bitkisinin nodul sayısının artışına sebep olmuştur. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşıl原因an fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam P içeriğini artırmıştır. Bitkideki P miktarlarındaki artış istatistiksel açıdan önemli (p<0,01) bulunmuştur. En yüksek P içeriğı R<sub>1</sub> bakteri aşıl原因ası yapılan toprakların U<sub>0</sub> uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R<sub>3</sub> bakteri aşıl原因ası yapılan toprakların U<sub>2</sub> dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşıl原因an fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam azot içeriğı üzerinde önemli bir atki göstermemiştir. En yüksek kök, gövde ve yaprak toplam N içeriğı R<sub>3</sub> bakteri aşıl原因ası yapılan toprakların U<sub>2</sub> uçucu yağ dozunda, en düşük ise R<sub>1</sub> bakteri aşıl原因ası yapılan toprakların U<sub>0</sub> uçucu yağ dozunda gözlenmiştir.

Sonuç olarak; topraklara uygulanan farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları farklı *Rhizobium* bakterilerinde farklı etkiler göstermiş, bazı *Rhizobium* bakterileri üzerine antagonistik etki gösterirken, bazılarına sinerjistik bir etki göstermiştir. Bu çalışmada bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özelliğı yanı sıra mikrobiyal gübrelemede kullanılan bazı *Rhizobium* türleri üzerine sinerjistik bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu durum göze alınarak organik tarım uygulamalarında mikrobiyal gübreleme yapılırken uçucu yağ ile *Rhizobium* bakterisinin etkileşimi belirlendikten sonra topraklara

uygulanması uçucu yağların organik tarımda organik bir girdi olarak kullanılabilirliğine ışık tutacaktır.

Sera ve laboratuvar çalışması olarak yürütülen bu çalışmanın sonuçlarının yaygınlaştırılması ve doğal ortamlarda da uçucu yağ-*Rhizobium* etkinliklerinin belirlenmesi için tarla koşullarında da denemelerin yürütülmesi bu konudaki soru işaretlerine açıklık getirecektir.



**KAYNAKLAR**

- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A., 2002. Antimycotic Activities of Selected Plant Flora, Growing Wild in Lebanon, Against Phytopathogenic Fungi. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50: 3208-3213.
- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A., 2004. Antifungal Activities of Extracts from Selected Lebanese Wild Plants Against Plant Pathogenic Fungi. *Phytopathologie Mediterranea*, 43: 377-386.
- Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T. ve Arsenakis, M., 1998. Antifungal Activity of *Origanum vulgare* subsp.*hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia fruticosa* Essential Oils against Human Pathogenic Fungi. *J. Agric. Food. Chem.*, 46:1739-1745.
- Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y. and Kang, S.C., 2010. Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 96: 86-92.
- Anderson JPE., 1982. Soil Respiration. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society Agronomy. Madison, Wisconsin USA. pp: 838-845.
- Anonymous, 2016. <http://dogakesif.blogspot.com.tr/2010/11/civanpercemi-achillea-millefolium.html>
- Apisariyakul, A., Vanittanakom, N., Buddhasukh, D., 1995. Antifungal activity of turmeric oil extracted from *Curcuma longa* (Zingiberaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 49: 163-169.
- Argaw, A., Akuma, A., 2015 *Rhizobium leguminosarium* bv. *Vicia* sp. Inoculation improves the agronomic efficiency of N o common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Environmental System Research*, 4-11.
- Arras, G., and Usai, M. 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 64: 1025-1029.
- Ayhan, K., 1994. Rhizobium bakterilerindeki nodulasyon genlerinin fonksiyonları ve regülasyonu, 17(2): 43-48.
- Bagcı, E., Dıgırak, M., (1997). Bazı Gökmar türleri uçucu yağlarının *in vitro* antimikrobiyal etkileri. *Turkish Journal Of Biology*, 21: 273-281.
- Balan, A.K., Shantharam, S., Ratnam, S., 1978. Ultra structure of *Rhizobium japonicum* in relation to its attachment to root hairs. *J.Bacterol*, 133, 1393-1400.
- Basım, H., Yegen, O., and Zeller, W. 2000. Antimicrobial effects of essential oil of *Thymbra spicata* L.var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 279: 279-284.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve bitki analizleri, 19 Mayıs Üniv.Yayımları, Yayın No:17, Samsun (Çeviri) Yazarlar: Ir.J.Ch.Van Schone Wenburg, Dr.Ir.V.J.G.Houba, Dr.Ir.I.Novolsonisky ve I.Walinga.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, I.U Eczacılık Fak., İstanbul.
- Beck, D. P., Materon, L. A. ve Afandi, F., 1993. Practical Rhizobium-Legume Technology Manual. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria, p, 1-54.

- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bellesia, F., 1997. Ultrastructural Studies of the Effects of *Allium sativum* on Phytopathogenic Fungi *In vitro*. *Plant Dis*, 81: 1241-1246.
- Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L.M., Hmamouchi, M., 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils of Seven Moroccan Labiatae Against *Botrytis cinera*. *Fr. Journal of Ethnopharmacology*, 89: 165-169.
- Bowers, J.H. and Locke, J.C., 2004. Effect of Formulated Plant Extract and Oil Population Density of *Phytophthora nicotianae* in Soil and Control of *Phytophthora blight* in the Greenhouse. *Plant Disease*, 88: 11-16.
- Boyras, N., Özcan, M., 1997. Bitki patojeni funguslara bazı yerli baharat ekstrat ve uçucu yağlarının antifungal etkileri, *Gıda*, 22(6): 457-462.
- Bremner, J.M., and Tabatabai, M.A., 1973. Nitrogen-15 enrichment of soils and soil-derived nitrate: *Journal of Environmental Quality*. 2 (3): 363-365.
- Candan, F., Ünlü, M., Tepe, B., Deferera, D., Polissiou, M., Sökmen, A., Akpulat, H. A., 2003. "Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae)", *Journal of Etnopharmacology*, 87, 215.
- Cassel, D. K., Nielsen, D. R., 1986. *Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA. p: 901-924.
- Corner, D. E., Beuchat, L. R., Worthington, R. E. ve Hitchcock, H. L., 1984. Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeast. *International Journal of Food Microbiology*. 1(2):63-74.
- Çakır, A. Ş., Kordali, H., Zengin, S. Izumi and T. Hirata., 2004. "Composition and antifungal activity of essential oils isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum* ," *Flavour Fragrance Journal*, 19 ,62-68
- Çakmakçı, M.L., 1987. Biyolojik Azot tespiti ve ekolojik araştırma yöntemleri. TÜBİTAK Tarım Ormancılık Araştırma Grubu. Tarımsal Mikrobiyoloji Araştırma Grubu, Tarımsal Mikrobiyoloji Araştırma Enst. Yay. No:2, Ankara.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G., 2003. The Effectiveness of Plant Essential Oils on the Growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.* and *Clavibacter* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22: 39-44
- Dick, W.A. Bilen, S. "Sulfite Oxidase Enzyme Activity in Soil." 2011. *Biology and Fertility of Soils*. (ISI), 647-654.
- Dikbaş, N., Dadaşoğlu, F., Kotan, R., Kordali, Ş., Çakır, A., Çakmakçı, R. ve Özer, H., 2007. Bazı bitkisel uçucu yağların *Aspergillus flavus*'a karşı antifungal özelliklerinin in-vitro koşullarda belirlenmesi. 5. Gıda Mühendisliği Kongresi (8-10 Kasım 2007 Ankara).
- Diri, A.H., 2006. *Salvia candidissima* Vahl. Uçucu Bileşenlerinin Karakterizasyonu ve Antioksidant Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. 88:308-316.
- Duman, H., Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Baser, K.H.C. (Eds.), (2000). *Achillea L.*, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 11. *Edinburgh University Press*, Edinburgh, pp. 158–159.

- Dunigan, E.P., Bollich P.K., Milhollon, E.P., Griffin, J. ve Habetz, R., 1984. Increasing nitrogen fixation in the soybean (A preliminary report), 76th Annual Progress Report, Rice Research Station, Crowley, Louisiana, 307-308.
- Edris Amr, E. (2007). Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review, *Phytotherapy Research*, 21, 308-323.
- Erman, M.A., Togay, Y., Çiğ, F., 2009. Response of field pea (*Pisum sativum* sp. Arvense L.) to *Rhizobium* sp. inoculation and nitrogen application in Eastern Anotolia. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(4): 612– 616.
- Ersin, B. 1984. Ege Yöresinde Nodozite Bakteri Kültürü ve Aşılamanın Sera ve Tarla Koşullarında Nohut Verimine ve Azot Kapsamına Etkisi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:108. Menemen-İzmir.
- FAO, 1990. Micronutrient assesment at the levels an international study. FAO. Soil Bulletin, 63, Rome.
- Figueiredo, M. V. B., Burity, A. H., Cosme, R.M., Chanway, C.P., 2008. Alleviation of drought stres in the common bean ( *Phaseolous vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymxa* and *Rhizobium tropici*
- Gee, G. W., Bauder, J. W., 1986. Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, 383-409.
- Germida, J. J., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 27. Cultural Methods for Soil Microorganisms. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:263-275.
- Goh, T. B., Arnaud, R. J. St. ve Mermut, R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 20 Carbonates. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:177-185.
- Gök, M., Martin, P., 1993. Farklı *Rhizobium* sp. bakterileri ile aşılamanın soya. üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi. *Turkish Journal of. Agriculture and Forestry*. 17: 753–761.
- Grassmann, J. ve Elstner, E.F., 2003. Essential Oils/properties and uses. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (Elsevier Science Ltd.): 2177-2184.
- Hallsworth, E.G., 1958. Nutrition of the legumes butter worths Scientific Publication, London
- Hamdi, Y.A., Samea A., Loutfie. E., 1976. Field and greenhouse experiments on the response of legumes in Egypt to inoculation and fertilizer. *Symbiotic Nitrogen Fixation In Plants*. Ed. P. S. Nutman. Cambridge University Press. London, Newyork Melbourne, 289-298
- Hashem, M., Moharam, A.M., Zaided, A.A., Saleh, F.E.M., 2010. Efficacy of Essential Oils in “the Control of Cumin Root Rot Disease Caused by *Fusarium spp.* *Crop Protection*. 29: 1111-1117.
- Hattori, H., 1988. Microbial activities in soil amended with sewage sludge. *Soil Science and Plant Nutrition*, 34 (2): 221-232.
- Holley, R.A., Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*. 22: 273-292.

- Hymowitz, T., Jethmalani, S.C., Tiwari, K.L. ve Walker W.M., 1971. Effect of inoculum, variety, nitrogen, phosphorus and potassium on yield, protein and oil content of soya beans at jabalpur. *Soil and Fertilizer*, 36, Abs. (814).
- İşcan, G., Kırimer, N., Kürkçüoğlu, M., Arabacı, T., Küpeli, E., Başer, K. H. C., 2006. Biological activity and Composition of the Essential Oils of *Achillea schischkinii* and *Achillea aleppica* DC. subsp. *aleppica*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54: 170-173.
- Jakson, M.L., 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood, New Jersey, USA. 1-498
- Janzen, H. H., 1993. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Chapter 18. Soluble Salts. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:161-166.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: Ankara 453: 55-86.
- Kandeler, E. and Murer, E., 1993. Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. In: L.Brussard and M.J. Kooistra (eds). *Int. Workshop on Methods of Research on Soil Structure/Soil Biota Interrelationships*. *Geoderma*, 56, 503-513.
- Karamenderes, C., Apaydın, S., (2003). Antispasmodik effect of *Achillea nobilis* L.subsp. *sipylea* (O.Schwarz) Bassler on the rat duodenum, *Journal of Ethnopharmacology* 84: 175-179.
- Kızıloğlu, F.T., 1991. Değişik dozlardaki Nitrojenli gübrelemenin ve *Rhizobium japonicum* kültürleri ile aşılamanın Erzurum tarla koşullarında, bazı soya çeşitlerinin ürün verimi, protein ve yağ içeriğine etkisi, 7.KÜKEM Kongresi KÜKEM Derg. Özel Sayı, 14 (2), 52-53.
- Kızıloğlu, F.T., 1996. Seçilmiş *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın Erzurum tarla koşullarında adi fiğ (*Vicia sativa* L.) bitkilerinin ürün verimi ve protein içeriğine etkisi, TÜBİTAK, Tr.J.of Agriculture ve Forestry, 20, 49-54.
- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., 1997. Toprak mikrobiyolojisi laboratuvar uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No:193, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum.
- Kordali, S., Kotan, R., Mavi, A., Cakir, A., Ala, A. and Yildirim, A., 2005. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *A. santonicum* and *A. spicigera* essential oils. (*Journal of Agriculture and Food Chemistry*), 53, 9452-9458.
- Kotan, R. and Sahin, F., 2002. First record of bacterial cancer by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, on apricot trees in Turkey. *Plant Pathology*, 51 (6): 798.
- Küpeli, E., Orhan, İ., Küsmenoğlu, Ş., Yeşilada, E., 2007. 'Evaluation of antiinflammatory and antinociceptive activity of five *Achillea* species' *Turkish J. Pharm. Sci.*, 4,(2) : 89- 99,
- Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J., 2007. Antifungal Activity of Five Plant Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi. *Plant Pathol. J.* 23 (2): 97-102.
- Lee, Y.S., Kim, S., Lee, S.G., Park, K., 2008. Antifungal Activity of Myrtaceae Essential Oils and Components from Oriental sweetgum (*Liquidambar*

- orientalis) on Growth and Morphogenesis of Three Phytopathogenic Fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93: 138-143.
- Letessier, M. P., Svaboda, K. P. ve Walters, D. R., 2001. Antifungal Activity of the Essential Oil of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Journal of Phytopatology*. 149: 673-978.
- Liang, J. ve Karamanos, R. E., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 11. DTPA-Extractable Fe, Mn, Cu and Zn. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p.87-90.
- Loranger, G., Barthes L., Gastine A., Leadley P., 2006. Rapid effect of plant species diversity and identity on soil microbial communities in experimental grassland ecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*. 38: 2336-2343
- Mardiah, U., Caruso, T., Gurnell, A., C.R, Matthias., 2016. Arbuscular mycorrhizal fungal hyphae reduce soil erosion by surface water flow in a greenhouse experiment. *Applied Soil Ecology*. 99: 137-140
- Maynard, D. G. ve Karla, Y. P., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 4 Nitrate and Exchangeable Ammonium Nitrogen. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:25-38.
- McGill, W. B. ve Figueiredo, C. T., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 22 Total Nitrogen. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p: 201-211.
- Minija, J., Thoppil J.E., 2002. Studies on essential oil composition and microbial activities of two South Indian species of Apiaceae. *International Journal of Aromatherapy*. 12 (4) : 213-215
- Mishra, A. K., Dubey, N. R., 1994. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. *Appl. Environ. Microbiol*, 60: 1101-1105.
- Ndoye, F., Kane, A., Gamby, A., Bakhom, N., Fall, D., Sy, M.O., Noba, K., Diouf, D., 2015. Effects of dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia on *Acacia Senegal* (L.) Willd. seedling growth and soil enzyme activities in Senegal. *International Journal of Bioscience*, 6(2): 36-48.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. (ed.) *Methods of Soil Analysis Part II, Chemical and Microbiological Properties*, Madison, Wisconsin. 539- 579.
- Nguefack, J., Lekangne Dongmo, J.B., Dakole, C.D., Leth, V., Vismer H.F., Torp, J., Mbeffo, M., Tamgue, O., Fotio, D., Zollo, A.E.N., 2009. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. *International journal of Food microbiology*. 131 (2) : 151-156
- Olsen S.R., and Cole C.V., Watanabe, F.S and Dean, L.A. 1954. Estimation of Available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate USDA cir.939 USDA, Washington DC:
- Oluwatomiwa, S., Adeyeye M.A., 2014. Influence of Mycorrhizae and *Rhizobium* Inoculation on Growth, Nutrient Uptake and Proximate Composition of Upland Rice Cultivars. *Journal of Natural Science Research*, 4 (24) : 42-52
- Öğüt, M. Kılıç, M. ve Brohi, A.R. 2003. *Azospirillum brasilense* ve iki *Rhizobium sp.* türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde nodülasyona etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi dergisi* 17(31): 5–12.

- Ögütçü, H., 2000. Yabani baklagil bitkilerinden izole edilen Rhizobium suşlarının baklagil bitkilerinde nodül oluşturma ve azot bağlama potansiyellerinin araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Erzurum.
- Önder, M. 1992. Bodur, kuru fasulye çeşitlerinin tane verimine ve morfolojik, fenolojik, teknolojik özelliklerine bakteri aşılama ve azot uygulamalarının etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Özcan, M. and Boyraz, N., 2000. Antifungal Properties of some Herb Decoctions. Euro Food Research Technology. 212: 86-88.
- Pattnaik, S., Subramanyam, V. R., Kole, C., 1996. Antibacterial antifungal activity of ten essential oils in vitro. Microbios, 86 (349) : 237-246.
- Pawar, V.C. and Thaker, V.S., 2006. *In vitro* efficiency of 75 essential oils against *Aspergillus niger* Mycoses, 49: 316-323.
- Rai, M. K., Qureshi, S. ve Pandey, A. K., 1999. In vitro susceptibility of opportunistic *Fusarium* spp. To essential oils. MYGOSES. (42): 97-101.
- Rana, B. K., Singh, U. P., Taneja, V., 1997. Antifungal activity and kinetics of inhibition by essential oil isolated from leaves of *Aegle marmelos*. Journal of Ethnopharmacology, 57: 29-34.
- Rhoades, J. D., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA. p: 149-157.
- Richards, J. E., 1993 Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 15 Chemical Characterization of Plant Tissue. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA. 115-139.
- Santoro, G. F., Cardoso, M. G., Guimaraes, L. G. L., Mndonça, L. Z., Soares, M. J., 2007. *Trypanosoma cruzi*.: Activity of Essential Oils from *Achillea millefolium* L., *Syzygium aromaticum* L. and *Ocimum basilicum* L. On epimastigotes and trypomastigotes. Experimental parasitology. 116: 283-290.
- Schoenau, J. J. ve Karamanos, R. E., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 7. Sodium Bicarbonate-Extractable P, K and N. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:51-58.
- Sharma, M.P., Jaisinghani, K., Sharma, S., Bhatia, V.S., 2012. Effect of Native Soybean Rhizobia and AM Fungi in the Improvement of Nodulation, Growth, Soil Enzymes and Physiological Status of Soybean Under Microcosm Conditions. Journal of Agricultural Research, 1(4): 346-351
- Sharma, N., and Tripathi, A. 2006, Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 22: 587-593
- Shinsanya, C. 2002. Improvement of drought adapted tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A. Gray var. *latifolius*) yield through biological nitrogen fixation in semi-arid SE-Kenya. Europ. J. Agronomy. 16. 13-24
- Simard, R. R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 5 Ammonium Acetate-Extractable Elements. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:39-42.
- Skaltsa, H. D., Lazari, D. M., Chonou, I. B. ve Loukis, A. E., 1998. Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Stachys candida* and *S. chrysantha* from Southern Greece. Planta Medica, 65: 255-256.



- Soylu, E.M., Soylu, S., Kurt, g., 2006. Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Various Plants Against Tomato Late Blight Disease Agent *Phytophthora infestans*. Mycopathologia, 161: 119-128.
- Soylu, E.M., Tok, M.F., Soylu, S., Kaya, A.D., Evrendilek, G.A., 2005. Antifungal Activities of the Essential Oil on Post-harvest Disease Agent *Penicillium digitatum*. Pakistan Journal of Biology Science, 8: 25-29.
- SPSS Inc., 2007 SPSS for Windows Version, Chicago
- Stojanovic, G., Radulovic, N., Hashimoto, T., Palic, R., 2005. In Vitro Antimicrobial activity of extracts of four Achillea Species. The Composition of *Achillea clavennae* L., (Asteracea) Extract. Journal of Ethno-Pharmacology. 101: 185-190.
- Sun, Y.M., Zhang, N.N., Wang, E.T., Yuan, H.L., Yang, J.S., Chen, W.X., 2009. Influence of intercropping and intercropping plus rhizobial inoculation on microbial activity and community composition in rhizosphere of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Siberian wild rye (*Elymus sibiricus* L.). FEMS Microbiology Ecology. 70(2): 218-226
- Suresh, K.D., Singh K.P., 1998. Fungitoxicity of some higher plant products against *Machrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Flavour and Fragrance Journal. 13: 397-399
- Sürücü, A., Kızılkaya, R. ve Bayraklı, F., 1998. Farklı organik atıkların, toprakların biyolojik özelliklerine ve topraktaki Fe, Cu, Zn, Mn ve N yarıyışlılığına etkileri, XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, O.M.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, 7-10 Eylül, Samsun.
- Szczerbanik, M., Jobling, J., Morris, S., and Holford, P., 2007. Essential oil vapours control some common postharvest fungal pathogens, Australian Journal of Experimental Agriculture, 47: 103-109.
- Tabatabai, M. A., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Chapter 43. Soil Enzymes. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin. 903- 947.
- Tolouee, M., Alinezhad, S., Saberi, R., Eslamifar, A, Zad, S.J., Jaimand, K., Taeb, J., Rezaee, M.B., Kawachi, M., Ghahfarokni, M. and Abyaneh, M.R., 2010. Effect of *Matricaria chamomilla* L. Flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger* van Tieghem. *International Journal of Food Microbiology*. 139:127-133.
- Toptaş, D., 2005. İki farklı organik substratın toprak fosfataz enzim aktivitesine ve fosfor mineralizasyonuna etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 127s.
- Toroglu, S., Dıgrak, M., Çenet, M., 2006. Baharat olarak tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve antibiyotiklere in-vitro etkilerinin belirlenmesi. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi. 9(1):20-26.
- Tovep, 1991. Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tuberoso, C. I. G., Kowalczyk, A., Coroneo, V., Russo, M. T., Dessi, S., Cabras, P., 2005. Chemical Composition and Antioxidant, Antimicrobial and Antifungal Activities of the Essential Oil of *Achillea ligustica* All. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 10148-10153.

- Turhan, O.Y., 1998. Toprak tuzluluğunun, değişik *Rhizobium phaseoli* izolatları ile aşıl原因an fasulye bitkisinin çeşit, gelişim, nodülasyon ve n-fiksasyonuna etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Türküsay, H. ve Onoğur, E., 1998. Bazı Bitki Ekstratlarının *In vitro*' da Antifungal Etkinliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Journal. of Agriculture an Forestry, 22: 267-271.
- Uçan, F., 2008. DL-Limonenin mayalar üzerine antifungal etkisi. Ç.Ü., FenBil. Enst.,Biyoteknoloji ABD., Yüksek lisans tezi. Adana. 62 s.
- Uyanöz, R. 2007. The effects of different bio-organic. chemical fertilizers and their combination on yield. macro and micro nutrition content of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agricultural Research 2(2): 115–125.
- Ülgen, H., 1975. Baklagil bitkilerinin nodül bakterileri ile aşıl原因ması. T.C.Köyışleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Genel Yay. No:56, Teknik Yay. No:40, Ankara.
- Ünal, H., Rasheed,, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak Özellikleri ile İlişkileri. I. Üreaz, Sakkaraz ve Glikozidaz Aktiviteleri. Ankara Ü.Ziraat Fak. Yıllığı 21. Fasikül (3-4). 592-606.
- Ünlü, M., Daferera, D., Dönmez, E., Polissiou, M., Tepe, B., Sökmen, A., 2002. Compositions and the *in vitro* antimicrobial activities of the essential oils of *Achillea setacea* and *Achillea teretifolia* (Compositae). Journal of Ethnopharmacology, 83: 117–121.
- Van, S., J, Ch., Walinga, I., 1975. Methods of analysis of plant material. Agricultural University, Wageningen-The Netherlands.
- Viketoft, Maria., 2008. Effects of six grassland plant species on soil nematodes: A glasshouse experiment. Soil Biology and Biyochemistry. 40 (4): 906-915
- Walter, M., Jaspers, M.V., Eade, K., Frampton, C.M., Stewart, A., 2001. Control of *Botrytis cinerea* in Grape using Thyme Oil. Australasian Plant Pathology, 30:21-25.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E., 1997. Rapid Evaluation of Extracts and Essential Oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. Plant Disesea, 81: 204-210.
- Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bianchi, A., Albasin, A., 1996. Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi *In vitro*. J. Phytopatholgy, 144: 380-383.
- Zohair, H. M., Hamed, J. J., May, A. ve Ali, Z. S., 1989. Insectisidal Effects of *Haplophyllum tuberculatum* Against *Chex quinquefasciatus*. Journal of Crude Drug Research. 27, 17-21.

## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Çüngüş'te doğdu. İlköğretimini ve Ortaöğretimini Çüngüş'te tamamladı. 2005 yılında girdiği Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2007-2008 güz döneminde Erasmus öğrenci değişimi programı ile Almanya University of Applied Science, Neubrandenburg ta 1 semester eğitim öğretim dönemini sürdürdü. 2009 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Mühendisleri Programlarını birinci olarak tamamladı. Aynı yıl Harran Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünde yüksek lisansa başladı. 2010 yılında Yüksek Lisans tez çalışmaları ile ilgili olarak YÖK bursu ile Universität für Bodenkultur, Vienna (Viyana Ziraat Üniversitesinde) 3 ay boyunca çalışmalarda bulundu. 2011 yılında Harran Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalında yüksek lisansını tamamladı. Yüksek lisansını başarıyla tamamladıktan sonra 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bilimi ve bitki besleme anabilim dalında doktora eğitimine başladı. 2013- 2014 yılında doktora tez döneminde 1 yıllık YÖK doktora araştırma bursu ile doktora tezi ile ilgili olarak Helmholtzzentrum münchen, Almanya (Alman çevre sağlığı araştırma merkezinde) çalışmada bulundu. 2009 yılından beri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.