

***Achilla* BİTKİSİ UÇUCU YAĞININ ve *Rhizobium* BAKTERİLERİ İLE
AŞILAMANIN FASULYE (*Phaseolus vulgaris*) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ,
TOPRAKLARIN BİYOLOİK 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 YAĞININ VE *Rhizobium* BAKTERİLERİ
İLE AŞILAMANIN FASULYE (*Phaselous Vulgaris*) BİTKİSİNİN
GELİŞİMİ, TOPRAKLARIN 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 BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

***Achillea* BİTKİSİ UÇUCU YAĞININ VE *Rhizobium* BAKTERİLERİ
İLE AŞILAMANIN FASULYE (*Phaselous Vulgaris*) BİTKİSİNİN
GELİŞİMİ, TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Doç. Dr. Serdar BİLEN danışmanlığında, Veysel TURAN tarafından hazırlanan bu çalışma .././2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak..... ile kabul edilmiştir.

Başkan :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu tarih ve nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Doktora Tezi

***Achillea* BİTKİSİ UÇUCU YAĞININ VE *Rhizobium* BAKTERİLERİ İLE AŞILAMANIN (*Phaseolus Vulgaris*) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ, TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Veysel TURAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilimdalı

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 kullanılamayacağına 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 CO₂ aktivitesi, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7 aşılması ve *Achiella* uçucu yağ dozunun 0 ppm uygulandığı interaksyonda tespit edilmiştir Artan uçucu yağ dozları topraklardaki dehidrogenaz, üreaz, asit-alkalin fosfataz enzim aktivitesini azaltmıştır.

2016, 83 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 (*Phaseolous 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 enzym content of soils in which sugar bean(*Phaseolus vulgaris*) plant is grown and *Rhizobium leguminosarium* 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 devolopment; if they have antogonistic or synergistic outcomes on available bacterial populations and besides, whther essential oils could be used as organic inputs affecting the microogranism activity instead of input chemicals used in agriculture.

According to 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* CİAT899 and *Achillea*. Bakteria and fungi population were decreased with increasing essential oil dose. CO₂ 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.

2016, 83 pages

Keywords: *Rhizobium* inoculation, essential oil, soil microbial population, soil enzym activity, soil respiration

TEŞEKKÜR

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

Laboratuvar çalışmalarında bana desteklerini veren 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	i
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Toprak materyalinin temin edildiği yer	22
3.1.2. Çalışmanın yürütüldüğü yer	23
3.1.3. Fasulye tohumu	23
3.1.4. Çalışmada kullanılan saksı	26
3.1.5. Aşılama materyali	23
3.1.6. Uçucu yağ	23
3.2. Yöntemler	24
3.2.1. Toprakta kimyasal ve fiziksel analiz yöntemleri	24
3.2.1.a. Toprak reaksiyonu	24
3.2.1.b. Kireç miktarı	24
3.2.1.c. Organik madde	24
3.2.1.d. Yarıyışlı fosfor	25
3.2.1.e. Toplam Azot	28
3.2.1.f. NH_4^+ ve NO_3^- tayini	25
3.2.1.g. Toprak kation değişim kapasitesi	28
3.2.1.h. Toprak tekstürü	25
3.2.1.ı. Toprağın elektriksel iletkenlik tayini	26
3.2.2. Toprakta biyolojik ve biyokimyasal analizler	26
3.2.2.a. Toprak materyalindeki bakteri ve mantar sayısının tespiti	26

3.2.2.b. Toprakların CO ₂ miktarının tespiti.....	26
3.2.2.c. Asit fosfataz enzim aktivitesi	27
3.2.2.d. Alkalın fosfataz enzim aktivitesi	27
3.2.2.e. β -Glukozidaz enzim aktivitesi	27
3.2.2.f. Dehidrogenaz enzim aktivitesi.....	27
3.2.2.g. Üreaz enzim aktivitesi	28
3.2.4. Bitki analiz yöntemleri	28
3.2.4.a. Bitki kuru madde miktarı.....	28
3.2.4.b. Bitki nodul sayısı	28
3.2.4.c. Bitkide toplam azot	28
3.2.4.d. Bitki fosfor içeriği	29
3.2.5. Biyolojik Yöntemler	29
3.2.5.a. Uçucu yağların elde edilmesi	29
3.2.5.b. Aşılama materyalinin hazırlanması	29
3.2.5.c. Aşılamanın yapılması	30
3.2.5.d. Tohumların sterilizasyonu	30
3.2.5.e. Denemenin kurulması ve tohumların hazırlanması	30
3.2.6.f. Bitkilerin hasadı	31
3.2.7. Deneme planı	31
3.2.8. İstatistiksel analiz yöntemleri	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
4.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.	32
4.2. Uçucu Yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın topraklardaki bakteri ve mantar popülasyonu üzerine etkileri	33
4.3. Uçucu Yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın toprak CO ₂ oranı üzerine etkileri.....	37
4.4. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamanın topraktaki bazı enzim aktiviteleri üzerine etkileri	38
4.4.1. Dehidrogenaz enzim aktivitesi.	39
4.4.2. Üreaz enzim aktivitesi..	40
4.4.3. β -Glukozidaz enzim aktivitesi.....	42
4.4.4. Asit- Alkalın fosfataz enzim aktivitesi	44

4.5. Uçucu Yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamamanın fasulye	
bitkisinin gelişimi üzerine etkileri.	47
4.5.1. Bitki kuru madde miktarı	48
4.5.2. Bitki nodül sayısı.....	49
4.5.3. Fosfor içeriği... ..	51
4.5.4. Bitkide toplam azot içeriği.	53
4.6. Uçucu yağ uygulamasının ve <i>Rhizobium</i> izolatları ile aşılamamanın toprakların	
azot, amonyum ve nitrat oranları üzerine etkileri.....	55
5. SONUÇ	60
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	69

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

da	Dekar
gr	Gram
g.k.t.	Gram kuru toprak
ha	Hektar
kg	Kilogram
R ₀	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 ₁	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> F7
R ₂	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> F83
R ₃	<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i> Ciat899
TPF	Trifenil formazan
U	Uçucu yağ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak materyalinin alındığı bölge	2
Şekil 4.1. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) bakteri sayısı/gr toprak grafiği	35
Şekil 4.2. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) mantar sayısı/gr toprak grafiği	36
Şekil 4.3. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen CO ₂ /100 g FKT/24 saat toprak grafiği	38
Şekil 4.4. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen dehidrogenaz enzim aktivite (µg TPF g toprak 24 h ⁻¹) grafiği	40
Şekil 4.5. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen üreaz enzim aktivite (µg NH ₄ g toprak 2h ⁻¹) grafiği	42
Şekil 4.6. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen β-Glukozidaz enzim aktivite (µg P-nitrofenol gr toprak h ⁻¹) grafiği	44
Şekil 4.7. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen asit fosfataz (µg P-nitrofenol gr toprak h ⁻¹) grafiği....	46
Şekil 4.8. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama	
sonucunda elde edilen alkalın fosfataz (µg P-nitrofenol gr toprak h ⁻¹) grafiği	47
Şekil 4.9. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitki kuru madde miktarı	49
Şekil 4.10. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen nodül sayısı (adet) grafiği	51
Şekil 4.11. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide P (gr, kg ⁻¹) toprak grafiği	53
Şekil 4.12. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide N (%) grafiği	55

Şekil 4.13. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta toplam N (%) grafiği	56
Şekil 4.14. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta NO_3^- - N (ppm) grafiği	58
Şekil 4.15. <i>Achiella</i> uçucu yağı dozları ve <i>Rhizobium</i> bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta NH_4^+ - N (ppm) grafiği	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. <i>Rhizobium</i> türleri ve etkili oldukları bakteri bitkileri	18
Çizelge 4.1. Araştırma da kullanılan toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri	32
Çizelge 4.2. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bakteri popülasyonu Anova sonuçları	34
Çizelge 4.3. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre mantar popülasyonu Anova sonuçları.....	35
Çizelge 4.4. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toprak solunumu Anova sonuçları	37
Çizelge 4.5. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre dehidrogenaz . enzim aktivitesi Anova sonuçları.....	39
Çizelge 4.6. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre üreaz enzim aktivitesi Anova sonuçları	41
Çizelge 4.7. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre β -glukozidaz . enzim aktivitesi Anova sonuçları.....	43
Çizelge 4.8. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre asit fosfataz enzim aktivitesi Anova sonuçları.....	45
Çizelge 4.9. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre alkalın fosfataz enzim aktivitesi Anova sonuçları	46
Çizelge 4.10. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına bitki kuru madde Anova sonuçları	48
Çizelge 4.11. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre nodül sayısı Anova sonuçları	50
Çizelge 4.12. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bitkide P Anova sonuçları	52
Çizelge 4.13. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre bitkide N Anova sonuçları	54
Çizelge 4.14. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toprakta toplam N Anova sonuçlar	56

Çizelge 4.5. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toprakta NO_3^- - .	
N Anova sonuçları	57
Çizelge 4.6. Uçucu yağ uygulamaları ve <i>Rhizobium</i> uygulamalarına göre toprakta NH_4^+ -	
N Anova sonuçları	58

1. GİRİŞ

Türkiye; coğrafik özellikleri ve farklı iklim kuşaklarında yer alması sebebi ile doğal bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir durumdadır. 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.

Bu familyalardan *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 (Karamenderes ve Apaydın, 2003; Duman ve ark. 2000).

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 kullanılamayacağına 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 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 (Zambonelli ve ark., 1996; Bianchi ve ark., 1997; Wilson ve ark., 1997; Türküsay ve Onoğur, 1998; Özcan ve Boyraz, 2000; Rıstic ve ark., 2000; Walter ve ark., 2001; Abou-Jawdah, 2002; Bouchra ve ark., 2003; Daferera ve ark., 2003; Bowers ve Locke, 2004; Soylu ve ark., 2005; Soylu ve ark., 2006; Lee ve ark., 2007; Pattnaik *et al.* 1996; Adam *et al.* 1998; Kordali *et al.* 2005; Dikbaş *et al.* 2007; Santoro *et al.* 2007).).

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).

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

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

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

Uçucu yağların antibiyotik ve antiseptik özellikleri bakteriler, küf mantarları ve mayalara karşı olabilmektedir. En antiseptik yağlar, geyik otu, tarçın, kekik, karanfil, lavanta ve okaliptüs 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 lipofilikliğin azalması olarak düşünülmektedir (Grassmann ve Elstner, 2003).

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 durdurabilir, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilir, zarın yapısını değiştirebilir, çekirdek ve ribozomal seviyede enzim sentezini engelleyebilir (Uçan, 2008).

Uçucu yağın yapısında bulunan alkoller vejetatif hücelere 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 ve Deans, 2000).

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 ve Patel, 2005).

Yapılan bir çalışmada, *Haplophylhum 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).

Minija ve Toppil (2002) *Apiaceae* familyası içerisindeki, rezene (*F. 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.

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

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.

Arras ve 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.

Suresh *et al.* (1998) yaptıkları bir çalışmada 15 bitkinin yaprak ve tohumlarından elde ettikleri ekstraktları *M. 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.

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 fitopatojen mantarların sporların çimlenmesi üzerine etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

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.

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).

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 yağının göstermiş olduğu antibakteriyal etkinlikten dolayı, bu yağların bitkilerde hastalık etmeninin 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).

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).

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.

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 ve ark. 2010).

Literatürde, Myrtaceae familyasına ait 11 bitki türünden elde ettikleri uçucu yağların *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria 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).

Ünlü et al. (2002) yaptıkları bir çalışmada iki farklı uçucu yağın antimikrobiyal etkisini incelemişlerdir. *Achilia 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.

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).

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.

Nguefack *et al.* (2009) beş bitkiden (*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.

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.

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.

Lübnan' da yetişen yabani 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* ekstratlarının spor çimlenmesi ve misel gelişimi engellemede en yüksek düzeylerde etki ettiğini gözlemlemişlerdir (Abou-Jawdah ve ark. 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).

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).

Topraklarda mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan proteaz, üreaz, ksilanaz, alkali fosfotaz 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 *Achiella 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.

Viketoft (2008) yapmış olduğu bir çalışmada; 6 farklı uçucu yağ çeşidinin (*Phleum pratense*, *Festuca ovina*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium repens*, *Achiella 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.

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

Hattori *et al.* (1988), organik atık uygulanmış toprakta mikrobiyal aktiviteyi incelemek üzere yaptıkları bir çalışmalarında, topraktan CO₂ çıkış miktarının; uygulanan atık tipine göre farklılıklar gösterdiğini, uygulamadan sonra ilk 3 gün içerisinde CO₂ miktarının aniden arttığını, inkübasyo'nun ikinci haftasından sonra aniden azalıp, denemenin bitimine kadar azalmaya devam ettiğini tespit etmişlerdir.

Rhizobium aşılama çalışmaları

Baklagil bitkileri ile ortak yaşayan *Rhizobium* 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 verimide ve azot içeriğinde artış gösterdiği belirlenmiştir. Tohumun etkili *Rhizobium* izolatı ile aşılması 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 (Ersin 1984; Ülgen 1975; Kızıloğlu 1996).

2. Aşılama ile toprağın toplam azot içeriği artmaktadır. Baklagil tohumlarının etkili *Rhizobium* izolatları ile aşılması 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 aşılaması ile ürün verimi, bitki kalitesi ve bitkinin protein içeriği artış göstermektedir. Baklagil bitkilerinin *Rhizobium* bakteri kültürleri ile aşılanması 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 izolatu ile aşılamanın 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).

Rhizobium bakterisinin etkinliği toprakların pH'sı, organik madde içeriği ve toprağın iyonik bileşimi ile ilişkili olarak değerim 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).

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

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.

Gök *et al.*, (1993) *Rhizobium sp.* bakterileri ile yaptıkları bir çalışmada, bakteri aşılmasında kullanılan *Rhizobium sp.* bakterilerinin kontrole göre aşılı bitkilerdeki kök ve kök üstü aksam, dolayısıyla kuru madde oluşumunun bitki başına bağlanan

atmosferik azotun artmasına sebep olduklarını, nitrogenaz aktivite ile bitki başına fıkse edilen total N ve hasat sonrasında kuru madde oluşumu arasında ilişki olmadığını saptamışlardır.

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

Rennie ve 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.

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.

Figueiredo *et al.*, (2008) *Rhizobium* bakterileri ile iki farklı *Paenibacillus polymxa* uygulamalarının fasulye bitkisinin azot içeriği, 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 içeriği ve nodül sayısı bakımından daha yüksek değer gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Önder (1992) Çumra koşullarında 1987–89 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 çalışmasında; 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.

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.

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

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 aşılamaaları ve AM mikroriza uygulamaları ile aşılama yapılmış, aşılamaalar sonucunda bitkiler tarafından en yüksek azot ve fosfor alımı gerçekleşmiştir.

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

Çizelge 1.1. *Rhizobium* türleri ve etkili oldukları baklagil bitkileri (Beck *et al.* 1993 ve 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	Tritbium (Tırfıl)
	<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> İzolatı	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.

Uyan z (2007) fasulyeye farklı kimyasal ve Mikoriza, *Rhizobium sp.*, çiftlik gübresi gibi biyolojik gübre kombinasyonlarının uygulanmasının verim, makro ve mikro besin elementlerine etkisine baktığı bir çalışmasında, 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 bağlı olarak önemli derecede değiştiğini tespit etmiştir.

Enzim  alışmaları

Sürücü *et al.*, (1998) toprağa uyguladıkları  eltik sapının ve tütün fabrikasyon atıklarının toprağın bazı biyolojik özellikleri ile Fe, Cu, Mn ve Ni yarayışlılığına etkisini incelemişlerdir. Deneme sonunda toprakların CO₂  retimi, dehidrogenaz, katalaz, asit ve alkali fosfatazu en fazla tütün atığı ve azot; üreaz ve  -glikosidaz'ı ise fiğ bitkisi uygulaması önemli derece arttırmıştır. Uygulamaların, toprakların Fe ve Zn  zerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Toptaş (2005) organik madde kapsamaları yüksek olan tütün tozu ile mantar kompostunu, toprağın fosfataz enzim aktivitesi ile fosfor mineralizasyonu, toplam fosfor, yarayışlı fosfor, pH, EC, organik madde kapsamaları 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.

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.

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 şeklinde 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. Laboratuar 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, 20 x 18 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; *Achiella* cinslere ait bitki türleri çiçeklenme dönemlerinde (Haziran–Temmuz) toplanmasıyla elde edildi.

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 ekstarktların pH metre ile ölçülmesi ile saptanmıştır (Thomas, 1996).

3.2.2.b. Toprakta Kireç Tayini

Deneme topraklarının kireç içeriği belirlenirken CaCO₃ 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, 1962).

3.2.2.d. Yarayışlı fosfor

Toprakta bulunan P'nin bikarbonat (0,5M NaHCO₃) 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, Kjeldahl yöntemiyle belirlendi (McGill ve Figueiredo, 1993).

3.2.2.f. NH₄⁺ ve NO₃⁻ azotu

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

3.2.2.g. Toprağın katyon değişim kapasitesi

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

3.2.2.h. Toprak tekstürü

Hazırlanmış toprak örneklerinden 50 gr 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).

3.2.2.1. Toprağın elektriksel iletkenlik tayini

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

3.2.3. Toprakta biyolojik ve biyokimyasal analizler

Araştırma konusu topraklarının sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgisi olduğunu düşünülen 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 CO₂ 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_2SO_4 , 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_2 gazını alıp 4. erlendeki NaOH içerisine verir. NaOH çözeltisi içerisindeki CO_2 , $NaHCO_3$ oluşturur. Bu çözelti üzerine BaCl damlatılarak $BaCO_3$ 'ın çökmesi sağlandı Süzük filtre kâğıdından geçirildikten sonra 0,1 N H_2SO_4 ile titre edildi. Elde edilen sonuç ekivalan değer ve asidin normalitesi ile çarpılıp mg olarak toprağın C ve CO_2 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. β -Glukozidaz enzim aktivitesi

Toprakların β -Glukozidaz enzim aktivitesi, MUB (pH=6.0) ve PNG solüsyonunun ilavesinden sonra 37 °C'de 1 saat inkübasyondan sonra $CaCl_2$ 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-Ag₂SO₄ ve MgO ilavesi sonrası serbest kalan NH₄⁺-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.

3.2.5.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 CHCl₃ (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 ve ark., 2004). *Achiella* cinsine ait türlerden elde edilen uçucu yağları 3 farklı konsantrasyonda (0, 100, 1.000, ppm) olacak şekilde sulama suyu ile birlikte saksılara uygulama yapıldı.

3.2.4.a. Bitki kuru madde miktarı

Fasulye bitkilerinin hasat edilmesinden sonra fırında 65 °C kurutularak, kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.2.4.b. 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.c. 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.d. 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.b. Aşılama materyalinin hazırlanması

Denemde aşılama materyali olarak kullanılan bakteri kültürleri, daha önce deneme sonuçlarına göre seçilmiş fasulye bitkisi için F7, F83, Ciat89 izolatları YMA katı besiyerlerine 28 C° de 5 gün inkübe edilerek gelişmeye bırakıldıktan sonra kullanılmıştır.

3.2.5.c. 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 solusyonu elde etmek için, en düşük bakteri sayısına sahip 1 günlük kültür baz alınmıştır. Aynı absorbans değerine gelinceye kadar steril FTS ile bakteri solüsyonu sulandırma yoluna gidilmiştir (Somasegaran and Hoben 1985). Hazırlanan 27 aşılama materyalinden fide başına 1 ml olacak şekilde fidelerin kök bölgelerindeki toprak yüzeyine steril enjektör ile aşılama yapılmıştır.

3.2.5.d. Tohumların sterilizasyonu

Denemede kullanılan tohumların % 5'lik H_2O_2 içerisinde bekletilerek sterilizasyonu yapıldıktan sonra saf ile 4-5 kez yıkanmıştır (Kızıloğlu ve Bilen, 1997).

3.2.5.e. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Toprak örneklerinin konulacağı saksılar bol su ile yıkadıktan sonra 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 kapılmıştır.

3.2.5.f. Bitkilerin hasadı

Ekimi yapılan fasulye tohumlarının 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

Faktöriyel deneme planına göre yürütülen sera denemisinde fasulye bitkisi için 3 farklı *Achillea* uçucu yağ dozu, aşılama materyali olarak 3 çeşit *Rhizobium* bakterisi kullanılmış ve deneme 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.

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, yarıyışlı P bakımından yeterli tekstür sınıfı bakımından killi-tınlı sınıfa girmektedir. CO₂ bakımından orta derecede toprak aktivitesine sahiptir.

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

Özellik	Değer		
pH (1:2.5)	6,50		
Kireç % (CaCO ₃)	0,47		
Organik Madde (%)	3,28		
Yarıyışlı P, P ₂ O ₅ ppm (kg/da)	10,40		
N-NH ₄ (ppm)	19,46		
N-NO ₃ (ppm)	29,96		
Organik Madde (%)	3,28		
Toplam N (%)	0,25		
EC (mS/cm)	0,526		
KDK (me/100gr)	35,65		
Tane büyüklük dağılımı (%)	Kum	Silt	Kil
	21,7	46,44	31,86
Tekstür sınıfı	Killi-tın		
Total bakteri sayısı	4,5x10 ⁷		
Total mantar sayısı	4,2x10 ⁶		
mg CO ₂ /100 g ⁻¹ F.K.T/24 saat	20,90		

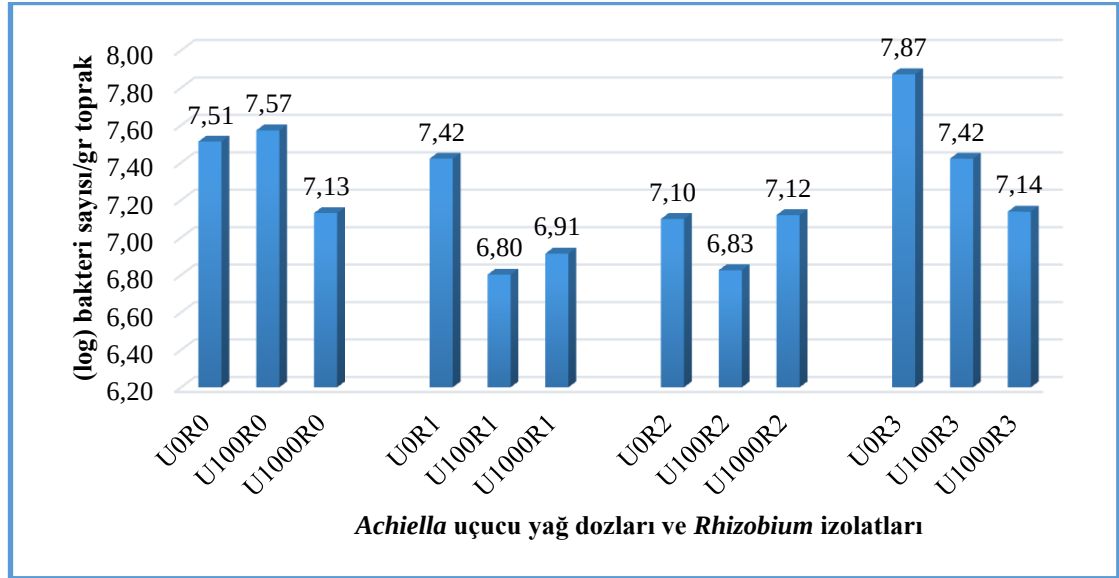
4.2. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium* izolatları ile aşılamamanın topraklardaki bakteri ve mantar popülasyonu üzerine etkileri

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminasarium* 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 göre topraklardaki bakteri popülasyonu değeri *Rhizobium* bakterileri ile aşılamamanın toprak bakteri popülasyonu üzerine etkisi % 1 seviyesinde ($p < 0,01$) önemli bulunmuştur. Aynı şekilde *Rhizobium leguminasarium* 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 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 leguminasarium* 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	,000**
<i>Rhizobium</i>	1,548	3	,516	26,560	,000**
U*R	,903	6	,150	7,747	,000**
Hata	,466	24	,019	-	-
Toplam	3,997	35	-	-	-
*p<0.05, **p<0.01, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamamanın bakteri popülasyonu ait log değerleri Şekil 4.1' de verilmiştir. Bakteri popülasyonun ortalama değerleri *Rhizobium* uygulamalarının U₀ dozlarında en yüksek log bakteri değeri 7,51 ile R₃ ile aşılamada, daha sonra 7,41 ile R₂ ve bunları 7,10 ile R₂ aşılamaları izlemektedir. U₁ dozlarında ise en yüksek log bakteri sayısı 7,42 ile R₃ ile aşılamada, daha sonra 6,83 ile R₂ ile aşılamada ve bunları 6,80 ile R₁ aşılamaları izlemektedir. U₂ dozları ve bakteri aşılamalarının birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek log bakteri sayısı 7,14 ile R₃, daha sonra 7,13 ile R₂ en sonda 7,12 ile R₁ aşılamalarında tespit edilmiştir.



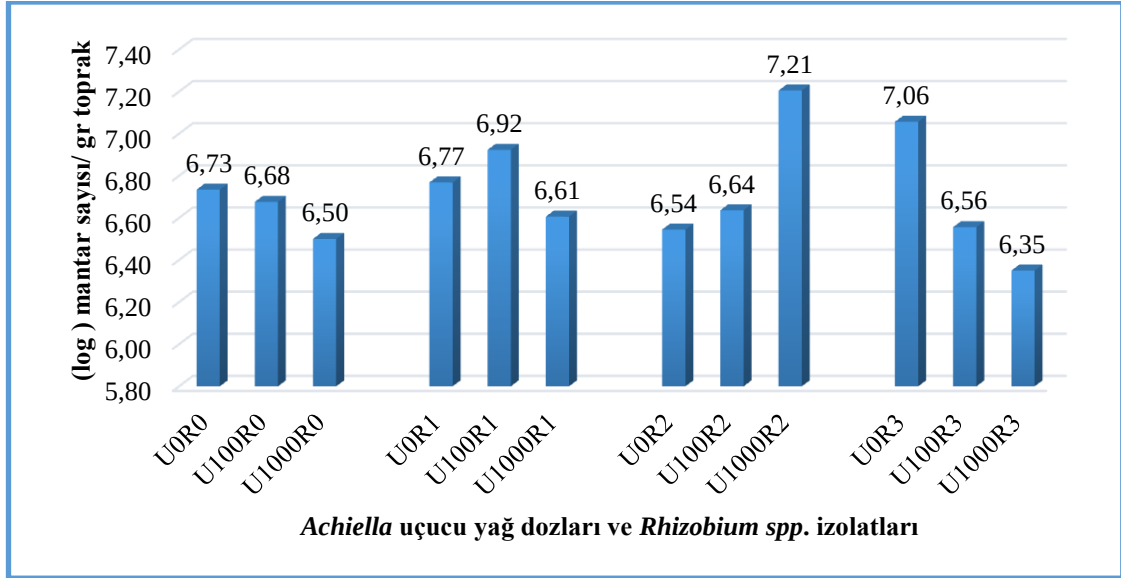
Şekil 4.1. *Achiella* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) bakteri sayısı/gr toprak grafiği

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
Rhizobium	0,170	3	0,057	1,038	0,394 ÖD
U*R	1,724	6	0,287	5,272	0,001**
Hata	1,308	24	0,055	-	-
Toplam	3,279	35	-	-	-
**p<0.01, *p<0.05, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

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 U₀ dozlarında 7,06 ile R₃ ile aşılama, daha sonra 6,54 ile R₂ ve bunları 6,77 ile R₁ aşılama izlemektedir. U₁ dozlarında ise en yüksek log mantar sayısı 6,92 ile R₁ ile aşılama, daha sonra 6,64 ile R₂ ile aşılama ve bunları 6,56 ile R₃ aşılama izlemektedir. U₂ dozları ve bakteri

aşılamalarının birlikte uygulandığı interaksiyonda ise en yüksek log mantar sayısı 7,21 ile R₁, daha sonra 6,61 ile R₂ en sonda 6,35 ile R₃ aşılamaalarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen (log) mantar sayısı/gr toprak 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 R₃ bakteri aşılamanın uygulandığı topraklarda U₀ uçucu yağ dozunda, en düşük bakteri popülasyonu ise R₂ bakterisinin U₁₀₀₀ 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

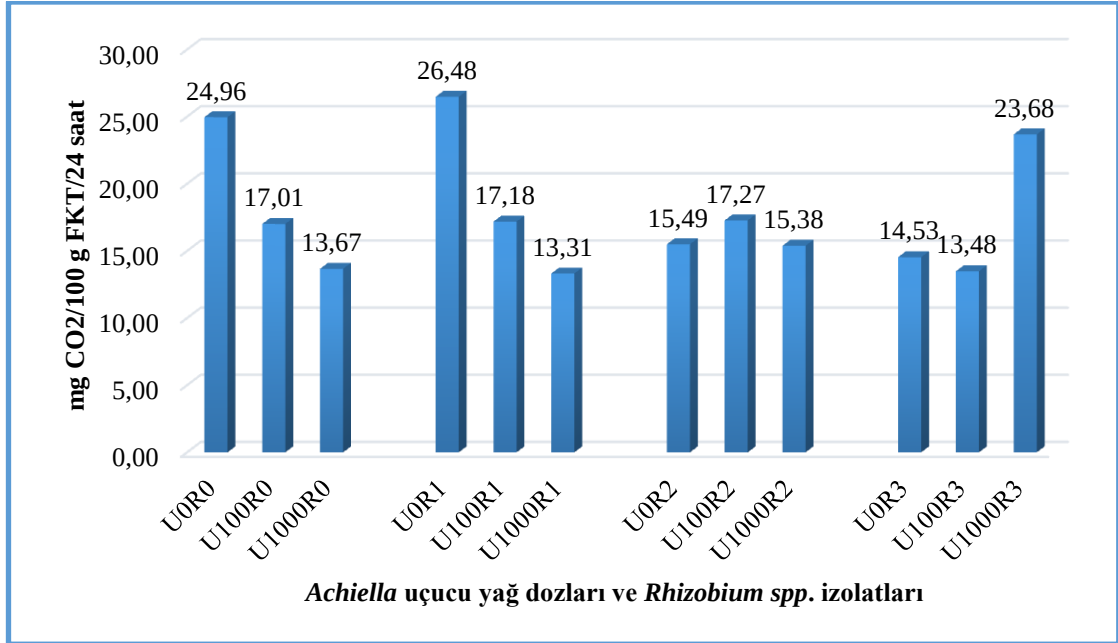
Çeşitli dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamanın toprakta mg CO₂ miktarına ait ANOVA varyans analiz sonuçları çizelge 4.4’ de verilmiştir. Uçucu yağ dozlarının mg CO₂ üzerine etkisi % 1 seviyesinde (p<0,01) önemli bulunmuştur. Aynı şekilde uçucu yağ dozları ve *Rhizobium* aşılamaı arasındaki interaksiyonun mg CO₂ üzerine etkisi % 1 seviyesinde (p<0,01) önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, *Rhizobium* aşılamaıların tek başına uygulanmasının mg CO₂ miktarı 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*	0,016*
<i>Rhizobium</i>	47,944	3	15,981	1,224	0,323 ÖD
U*R	543,796	6	90,633	6,939**	0,000**
Hata	313,477	24	13,062	-	-
Toplam	1033,239	35	-	-	-
**p<0.01, *p<0.05, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın mg CO₂ ait değerleri Şekil 4.4’ de verilmiştir. Mg CO₂ değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U₀ dozlarında, 26,48 ile R₁ ile aşılamaı, daha sonra 15,49 ile R₂ ve bunları 14,53 ile R₁ aşılamaı izlemektedir. U₁ dozlarında ise en yüksek mg CO₂ miktarı 17,27 ile R₂ ile aşılamaı, daha sonra 17,18 ile R₁ ile aşılamaı ve bunları 13,48 ile R₃ aşılamaı izlemektedir. U₂ dozları ve bakteri aşılamaıların birlikte

uygulandığı interaksyonda ise en yüksek mg CO₂ miktarı 23,68 ile R₃, daha sonra 15,38 ile R₂ en sonda 13,31 ile R₃ aşılamaalarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. *Achiella* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen mg CO₂/100 g FKT/24 saat grafiği.

Çalışma sonuçlarına göre, uçucu yağ dozlarının artmasıyla toprakların CO₂ miktarları kontrol uygulamalarına göre düşüş göstermiş, uçucu yağ dozunun artışı R₂ bakterileri üzerine daha fazla etki göstermiş ve *Rhizobium* bakterisinin etkinliğini düşürmüştür. Uçucu yağ uygulaması R₁ bakterileri ile aşılanaan toprakların CO₂ miktarları üzerine olumsuz etkisi gözlenmemiştir. En yüksek toprak CO₂ miktarı R₁ bakterisinin U₀ uçucu yağ dozunun uygulanmasından, en düşük CO₂ miktarı ise R₃ bakterisinin U₁₀₀₀ uçucu yağ dozunun uygulanmasından elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da uçucu yağ dozunun artışı ile toprakların CO₂ miktarının düşüş gösterdiğini tespit edilmiş (Hattori *et al.* 1988; Vokou *et al.*, 2003; Hassiotis and Dina 2010), bu sonuçlar bizim sonuçlarımız ile benzerlik oluşturmuştur.

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

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

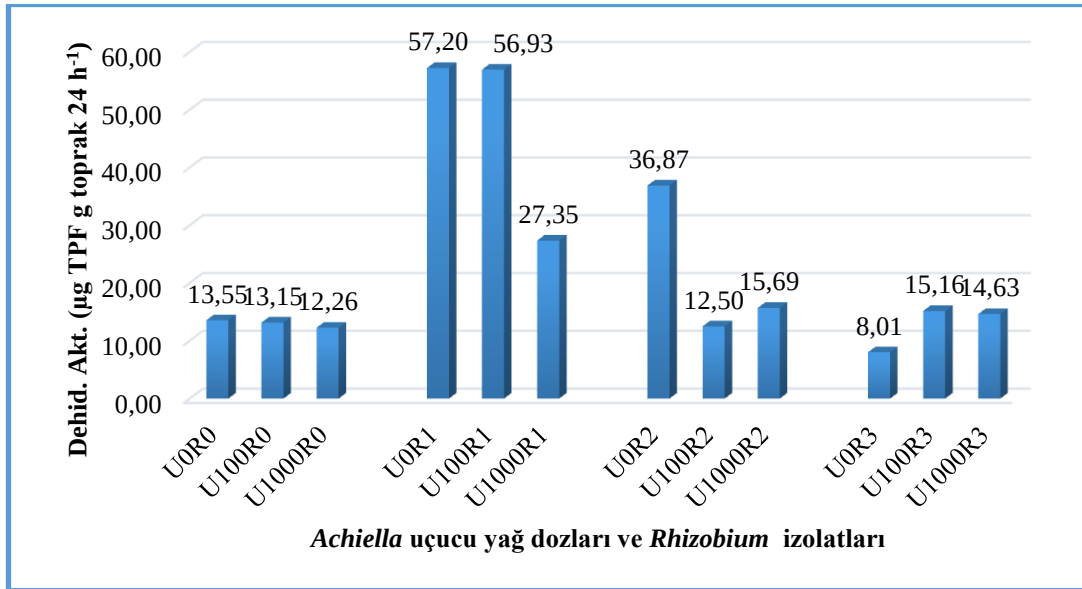
4.4.1. Dehidrogenaz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminasarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılamasının 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* aşılamaları 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**	0,000**
U*R	2120,905	6	5.517	2,214	0,077 ÖD
Hata	3832,315	24	6.920	-	-
Toplam	13878,780	35	-	-	-
*$p < 0.05$, **$p < 0.01$, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

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_0 dozlarında, 57,20 ile R_1 ile aşılama, daha sonra 36,87 ile R_2 ve bunları 8,01 ile R_3 aşılama izlemektedir. U_1 dozlarında ise en yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi 56,93 ile R_1 ile aşılama, daha sonra 15,16 ile R_3 ile aşılama ve bunları 12,50 ile R_2 aşılama izlemektedir. U_2 dozları ve bakteri aşılama ile birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi miktarı 27,35 ile R_1 , daha sonra 15,69 ile R_2 en sonda 14,63 ile R_3 aşılama tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen dehidrogenaz enzim aktivite (µg TPF g toprak 24 h⁻¹) grafiği

Toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine artan dozlarda uçucu yağ uygulamaları toprakların dehidrogenaz enzim aktivite değerlerini düşürmüştür, istatistiksel olarak bu fark önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama yapılan topraklarda dehidrogenaz enzim aktivitesi R_1 bakteri aşılama olan toprakta artmış, R_2 ve R_3 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_1 bakteri aşılama olduğu toprakta U_0 uçucu yağ dozunun

uygulamasından, en düşük ise R_3 bakteri aşılmasının U_{1000} uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

4.4.2. Üreaz enzim aktivitesi

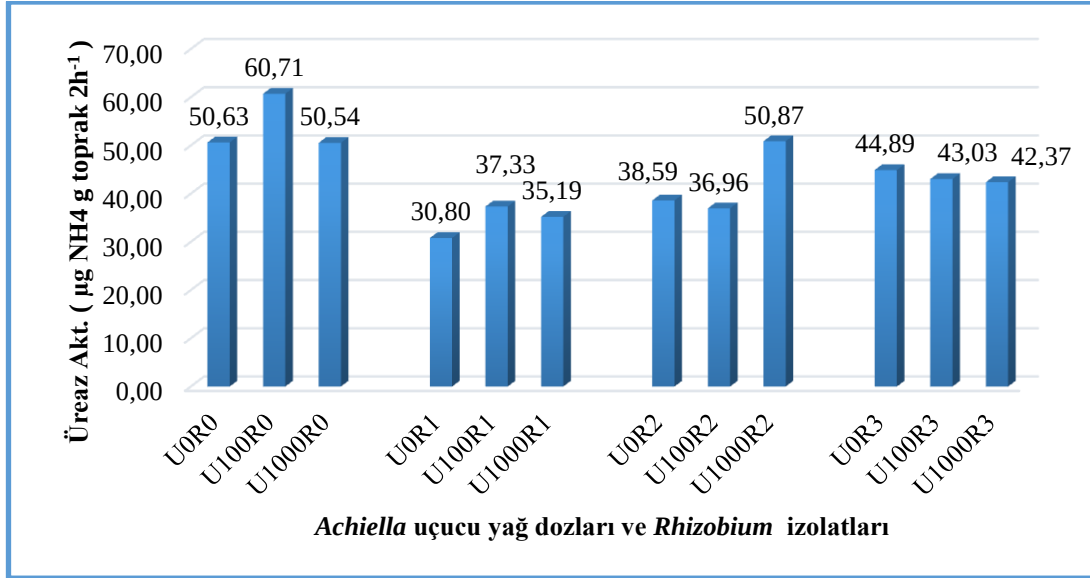
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının toprakta 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 yağx*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	,212	,810 ÖD
<i>Rhizobium</i>	1740,563	3	580,188	2,664	,071 ÖD
U*R	536,072	6	89,345	,410	,865 ÖD
Hata	5227,124	24	217,797		
Toplam	7596,294	35			
*p<0.05, **p<0.01, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları , ÖD: önemli değil					

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılanmanın toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.4' de verilmiştir. Üreaz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U_0 dozlarında, 44,89 R_1 ile aşılamada, daha sonra 38,59 ile R_2 ve bunları 30,80 ile R_3 aşılamları izlemektedir. U_1 dozlarında ise en yüksek üreaz enzim aktivitesi 43,03 ile R_3 aşılmasında, daha sonra 37,33 ile R_1 ile aşılamada ve bunları 36,96 ile R_2 aşılamları izlemektedir. U_2 dozları ve bakteri aşılamlarının birlikte uygulandığı interaksyonda ise

en yüksek üreaz enzim aktivitesi miktarı 50,87 ile R₂, daha sonra 42,37 ile R₁ en sonda 35,19 ile R₁ aşılamaalarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen üreaz enzim aktivite (µg NH₄⁺ g toprak 2h⁻¹) grafiği

Farklı *Rhizobium* ile aşılamanın 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 R₂ bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U0 uçucu yağ uygulamasından, en düşük ise R₁ bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U1000 uçucu yağ dozunun uygulamasından elde edilmiştir.

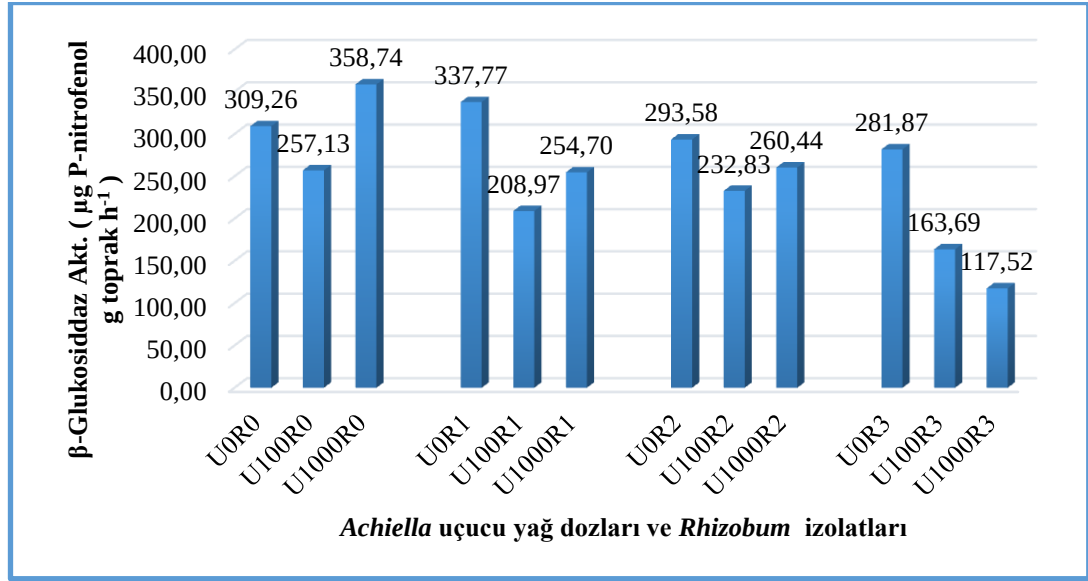
4.4.3. β -glukozidaz enzim aktivitesi

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 β -glukozidaz enzim aktivitesi değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları çizelge 4.7' de verilmiştir. Çizelge 7'ye göre görüleceği üzere β -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 β -glukozidaz enzim aktivitesi ANOVA sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	SD	K.O	F	P
Uçucu yağ	49868,569	2	24934,285	7,949**	,002**
<i>Rhizobium</i>	68150,968	3	22716,989	7,242**	,001**
U*R	39861,466	6	6643,578	2,118	,088 ÖD
Hata	75283,014	24	3136,792	-	-
Toplam	233164,017	35	-	-	-
* $p<0.05$, ** $p<0.01$, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları, ÖD: önemli değil					

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların β -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.4' de verilmiştir. β -glukozidaz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U_0 dozlarında, 337,77 R_1 ile aşılması, daha sonra 293,58 ile R_2 ve bunları 281,87 ile R_3 aşılama izlemektedir. U_1 dozlarında ise en yüksek β -glukozidaz enzim aktivitesi 232,83 R_2 ile aşılama, daha sonra 208,97 ile R_1 ile aşılama ve bunları 163,69 ile R_3 aşılama izlemektedir. U_2 dozları ve bakteri aşılamaının birlikte uygulandığı interaksyonda ise en yüksek β -glukozidaz enzim aktivitesi miktarı 260,44 ile R_2 , daha sonra 254,70 ile R_1 en sonda 117,52 ile R_3 aşılamaında tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen β -glukozidaz enzim aktivite ($\mu\text{g P-nitrofenol g toprak h}^{-1}$) grafiği

Topraklara uygulanan uçucu yağların artan dozları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın toprakların β -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri düşüş yönünde olmuş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hem uçucu yağ dozu, hem de *Rhizobium* bakteri aşılması kontrol toprağına göre β -glukozidaz enzim aktivitesini azaltmıştır. En yüksek β -glukozidaz enzim aktivitesi değeri kontrol toprağının U₀ uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R₃ bakterisi ile aşılması toprağında U₁₀₀₀ uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.

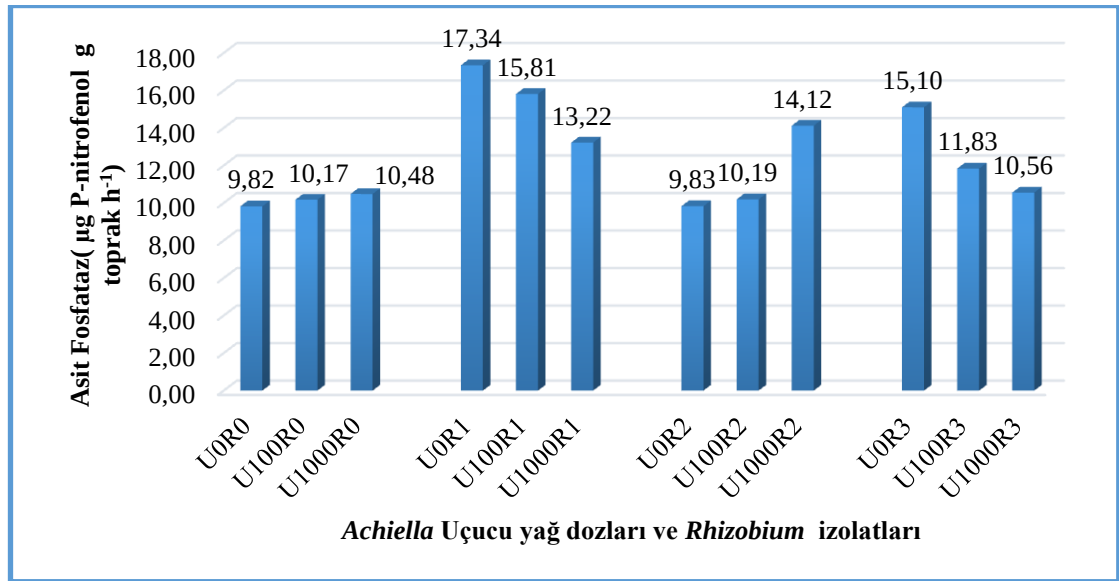
4.4.4. Asit ve alkalın fosfataz enzim aktivitesi

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının toprakta asit fosfataz enzim aktivitesi değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları çizelge 4.8’ de ve toprakta alkalın 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	,471	,630 ÖD
<i>Rhizobium</i>	138,758	3	46,253	5,701**	,004**
U*R	85,999	6	14,333	1,767	,149 ÖD
Hata	194,716	24	8,113		
Toplam	427,115	35			
*p<0.05, **p<0.01, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları, ÖD: önemli değil					

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* aşılımları arasında interaksiyon istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Çizelge 9’ da görüleceği üzere enzim aktivitesi açısından uçucu yağ dozlarının, uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksiyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.7. *Achiella* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen asit fosfataz enzim aktivite (µg P-nitrofenol g toprak h⁻¹) grafiği

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın toprakların asit-fosfataz enzim aktivitesi üzerine ait ortalama değerler Şekil 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre alkalın 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*R	322,956	6	53,826	2,265	0,071 ÖD
Hata	570,411	24	23,767		
Toplam	942,583	35			
*p<0.05, **p<0.01, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

Asit fosfataz enzim aktivite değeri en yüksek *Rhizobium* uygulamalarının U₀ dozlarında, 17,34 R₁ ile aşılama, daha sonra 15,10 ile R₃ ve bunları 9,83 ile R₁ aşılama izlemektedir. U₁ dozlarında ise en yüksek asit-fosfataz enzim aktivitesi 15,81 ile R₁ ile aşılması, daha sonra 11,83 ile R₃ ve bunları 10,19 ile R₂ aşılama izlemektedir. U₂

Farklı uçucu yağ dozlarının toprakların asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri belirlenmiş ancak; istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamaların toprakların asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek asit fosfataz enzim aktivitesi R₁ bakteri aşılması yapılan topraklarda U0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R₂ bakteri aşılması yapılan topraklarda U1000 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 R₃ bakteri aşılması yapılan topraklarda, en düşük ise R₁ bakteri aşılması yapılan topraklarda gözlenmiştir.

4.6. Uçucu yağ uygulamasının ve *Rhizobium phaseoli* izolatları ile aşılamaların toprakların toplam azot, amonyum ve nitrat oranları üzerine etkileri

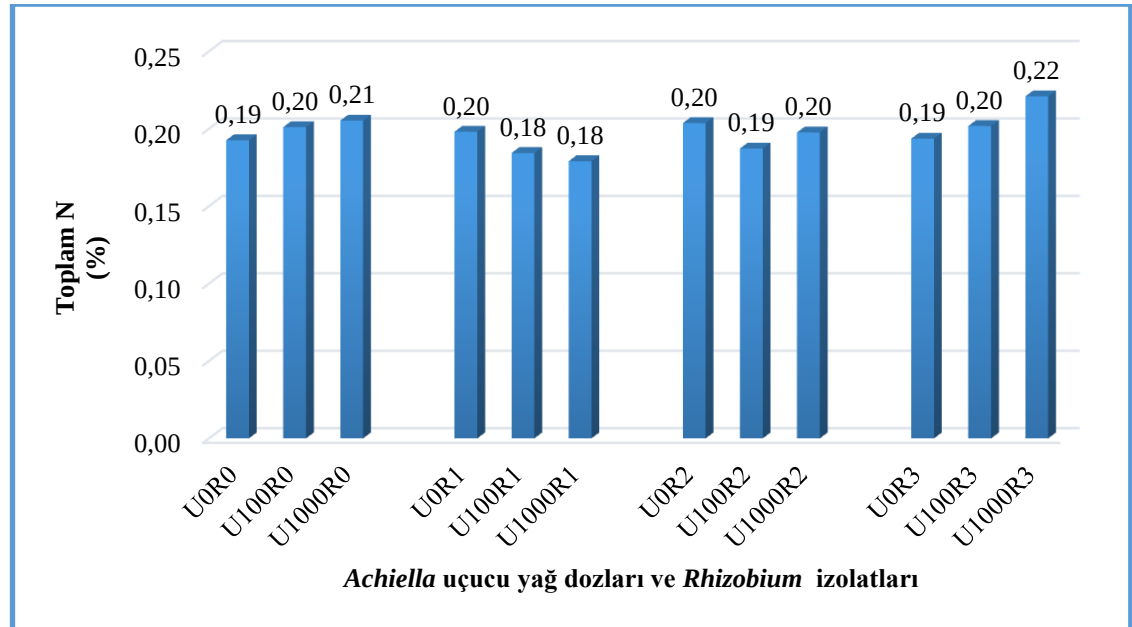
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının bitkilerin 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'den 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	,000	2	,000	,299	,745 Ö.D
<i>Rhizobium</i>	,001	3	,000	,847	,482 Ö.D
U*R	,002	6	,000	,652	,688 Ö.D
Hata	,014	24	,001	-	-
Toplam	,018	35	-	-	-

*p<0.05, **P<0.01,
U: Uçucu Yağ dozları,
R: *Rhizobium phaseoli* izolatları
ÖD: önemli değil

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamının toprakların toplam azot içeriğine ait değerleri Şekil 4.9' de verilmiştir. Toplam ortalama N (%) miktarı R₁, R₂, R₃, aşılamaları arasında en düşük % 0,19 ile R₁ aşılamalarında en yüksek oranda ise % 0,21 ile R₃ aşılamalarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Achiella uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta toplam N (%) grafiği

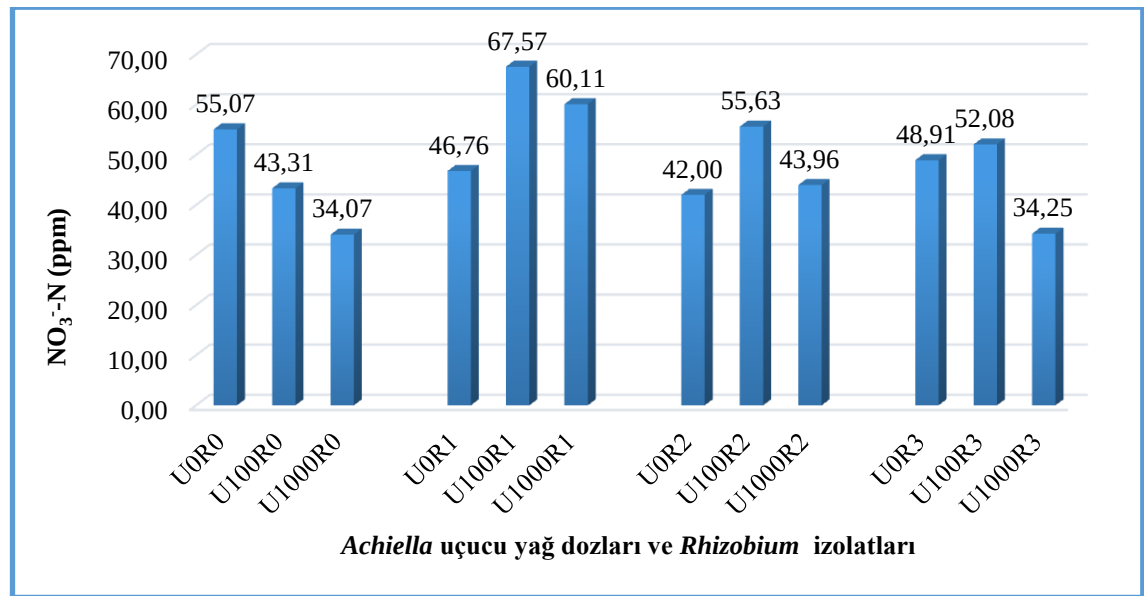
Çizelge 4.11'den görüleceği üzere NO_3^- -N miktarı açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre 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	,728	0,545 ÖD
U*R	282,593	6	47,099	1,522	0,214 ÖD
Hata	742,814	24	30,951	-	-
Toplam	1164,989	35	-	-	-

*p<0.05, **P<0.01,
U: Uçucu Yağ dozları, R: *Rhizobium phaseoli* izolatları, ÖD: önemli değil

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamının toprakların NO_3^- -N içeriğine ait değerleri Şekil 4.10' de verilmiştir. Toplam ortalama NO_3^- -N miktarı R₁,R₂, R₃, aşılamaları arasında en düşük ortalama 45 ppm ile R₃ aşılamalarında en yüksek ortalama oranda 55 ppm ile R₁ aşılamalarında tespit edilmiştir.



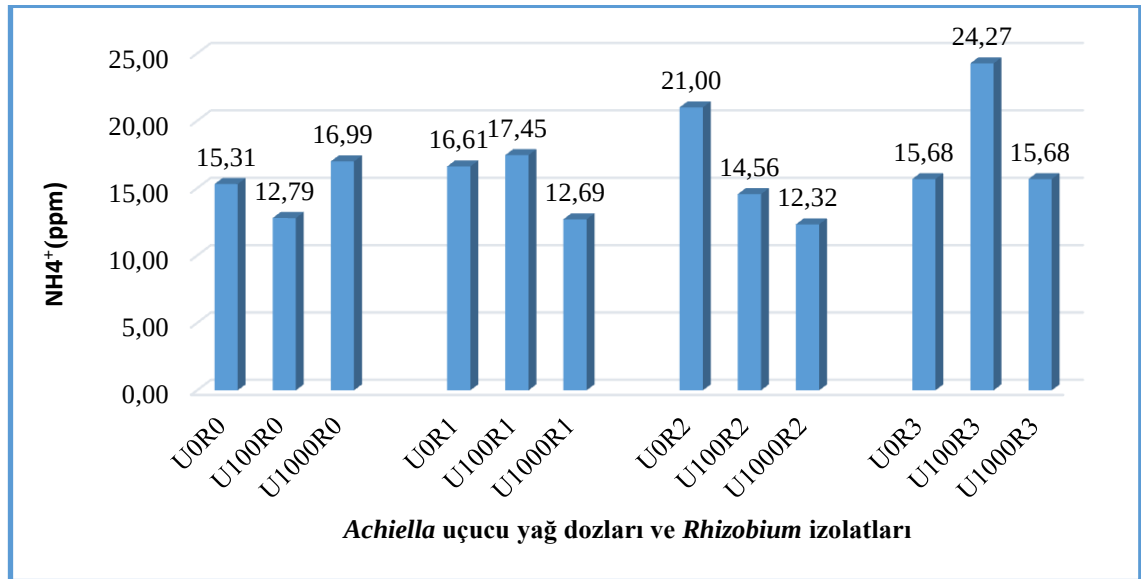
Şekil 4.10. *Achillea* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen toprakta NO_3^- -N (ppm) grafiği

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

Çizelge 4.12. Uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium* uygulamalarına göre $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 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
U*R	1395,768	6	232,628	,803	,578 ÖD
Hata	6954,812	24	289,784	-	-
Toplam	10282,726	35	-	-	-

**P<0.01,
 *p<0.05,
 U: Uçucu Yağ dozları,
 R: *Rhizobium phaseoli* izolatları
 ÖD: önemli değil



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

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılanmanın toprakların NH_4^+ - N içeriğine ait değerleri Şekil 4.11' de verilmiştir. Toplam ortalama NH_4^+ -N miktarı R_1, R_2, R_3 , aşılamaı arasında en düşük ortalama NH_4^+ - N 15.96 ppm ile R_3 aşılamaıında tespit edilirken en yüksek ortalama oranda 18.54 ppm ile R_1 aşılamaıında tespit edilmiştir.

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılanan toprakların $\text{NO}_3\text{-N}$, 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.

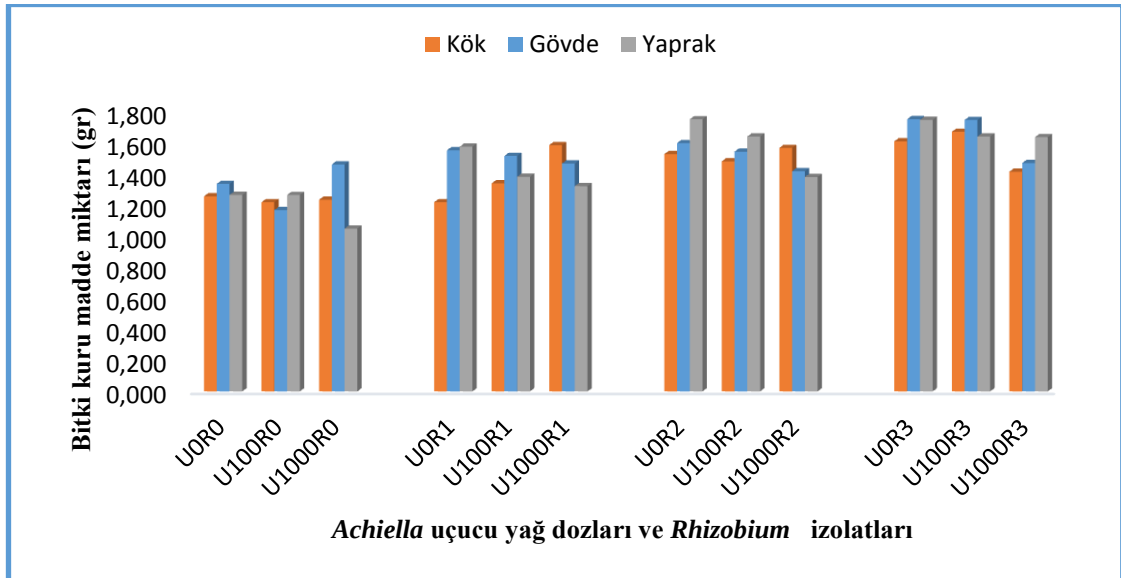
4.6.1. Bitkide kuru madde miktarı

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) aşılamanın bitkide toplam kuru madde miktarlarına ait ANOVA varyans analiz sonuçları çizelge 4.13’ da 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**	0,000**
U*R	,604	6	,101	1,617	0,186 ÖD
Hata	1,494	24	,062	-	-
Toplam	9,215	35	-	-	-
**p<0.01, *p<0.05, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

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



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

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_3 bakteri aşılamaının yapıldığı toprakta U_0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise kontrol toprağı U_{1000} uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir. Kızıloğlu (1996), fiğ, Ersin (1983), şeker fasulyesi Turhan (1998) yaptıkları çalışmalarda

Rhizobium bakterisi ile aşılamının bitkilerde kuru madde miktarını artırdığını ifade etmektedirler. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatürle paralellik oluşturmaktadır.

4.6.2. Bitki nodül sayısı

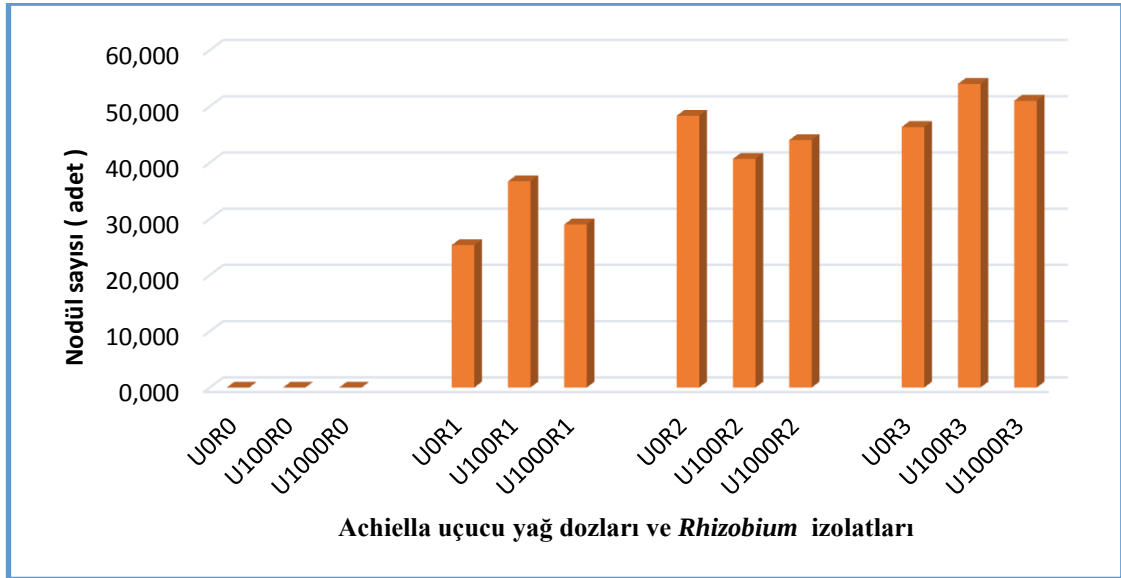
Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminosarium* biovar *Phaseoli* (*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F7, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* F83, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899) aşılmasının bitkilerin 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, *leguminosarium* 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**	0,000**
U*R	329,333	6	54,889	1,986	0,108 ÖD
Hata	663,333	24	27,639	-	-
Toplam	14695,222	35	-	-	-
**P<0.01, *p<0.05, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

Fasulye bitkisine ait grafikten uçucu yağ dozları ve bakteri aşılması uygulamalarının R₁, R₂, R₃ bakteri aşılama ve uçucu yağ dozlarında ortalamaları nodül sayıları sırasıyla, R₃, R₂, R₁, olarak tespit edilmişti. R₃ ile yapılan bakteri aşılmasında ortalama 51 nodül oluşurken, R₂ ile aşılma sonucu 44 ve R₁ ile aşılama sonucu oluşan nodül sayısı ortalama 30 olarak şekil 4.13’ da gösterilmiştir. Uygulama dozları ve *Rhizobium*

aşılmasının interaksiyonunda ise en fazla nodül oluşumu ortalama 54 nodül ile uçucu yağ dozlarından 100 ppm ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat899 uygulamalarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. *Achiella* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen nodül sayısı (adet) grafiği

Rhizobium bakterileri ile aşılamanın topraklarda bitki nodul sayısı kontrole göre artış göstermiş ve istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Uçucu yağ dozundaki artış *Rhizobium* bakterisi ile aşılamanın 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, Ögütücü (2000) nohut bitkisinin *Rhizobium* izolatları ile aşılama sonucunda nodül sayısında artış olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir.

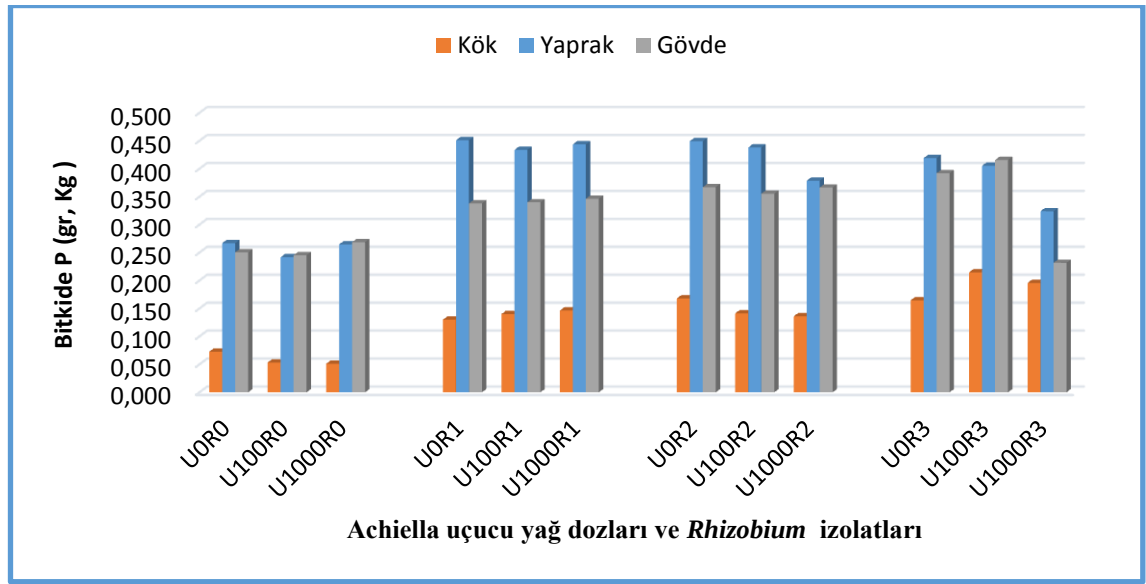
4.6.3. Bitkinin Fosfor içeriği

Farklı dozlarda *Achillea* uçucu yağ dozları uygulaması (0, 100, 1000 mg/kg) ve farklı *Rhizobium leguminasarium* 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* interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması %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	,093	0,911 ÖD
<i>Rhizobium</i>	,991	3	,330	28,191*	0,000*
U*R	,027	6	,005	,388	0,879 ÖD
Hata	,281	24	,012	-	-
Toplam	1,302	35	-	-	-
**P<0.01, *p<0.05, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

Çeşitli dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve *Rhizobium leguminasarium* 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 oranında ve aşılama yapılmayan fasulye bitkisinde en yüksek % 0,21 ile R₃ aşılamaında tespit edilmiştir. Yaprak aksamındaki P içeriği bakımından en düşük % 0,27 ile aşılamaşız uygulamalarda tespit edilirken en yüksek P içeriği % 0,47 ile R₃U₀ interaksyonunda gözlemlenmiştir.



Şekil 4.14. *Achiella* uçucu yağı dozları ve *Rhizobium* bakteri izolatları ile aşılama sonucunda elde edilen bitkide P (gr, kg⁻¹) grafiği

Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamalarının fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam P içeriğine ait ortalama değerleri farklılık göstermiş ancak; bu değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı *Rhizobium leguminosarum* biovar *Phaseoli* izolatları ile yapılan aşılama bitkilerinin P içeriklerinde istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) artış meydana getirmiştir. En yüksek P içeriği R₁ bakteri aşılması yapılan toprakların U₀ uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R₃ bakteri aşılması yapılan toprakların U₁₀₀₀ dozu uygulamasından elde edilmiştir. *Rhizobium* bakterileri ile yapılan daha önceki çalışmalarda bitkinin P içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiş (Ülgen 1975, Hallsworth 1958; Hamdi *et al.*, 1976) elde edilen sonuçlar bizim sonuçlarımızla benzerlik oluşturmuştur.

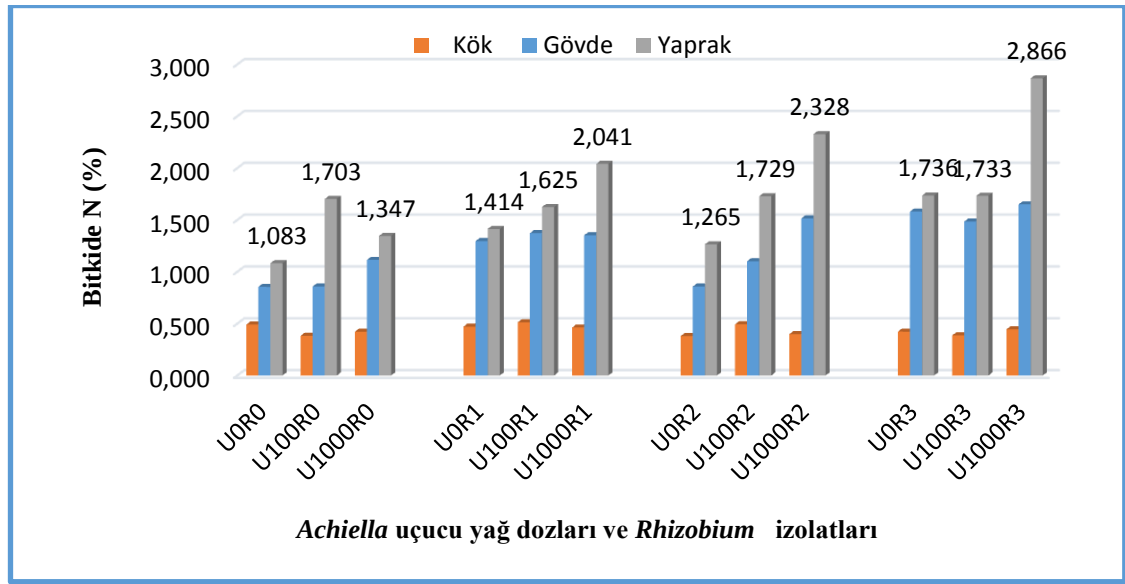
4.5.4. Bitkide toplam azot içeriği

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) aşılmasının bitkilerin toplam N değerlerine ait ANOVA varyans analiz sonuçları çizelge 4.16' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere toplam azot miktarı açısından uçucu yağ dozlarının ve uçucu yağx*Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* interaksyonu ve *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* aşılması istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.16. 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	,724	,495 ÖD
<i>Rhizobium</i>	3,544	3	1,181	1,060	,385 ÖD
U*R	,804	6	,134	,120	,993 ÖD
Hata	26,755	24	1,115	-	-
Toplam	32,718	35	-	-	-
*p<0.05, **P<0.01, U: Uçucu Yağ dozları, R: <i>Rhizobium phaseoli</i> izolatları ÖD: önemli değil					

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 R₁ aşılmasında tespit edilmiştir. Gövde aksamındaki toplam azot miktarı ise % 0,85 ile R₂U₀ interaksyonunda tespit edilmiştir. Yaprak aksamında ise en düşük N miktarı % 1,41 ile R₁ uygulamalarında gözlemlenirken, en yüksek N miktarı % 2,86 ile R₃U₂ 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 R₃ bakteri aşılaması yapılan toprakların U₁₀₀₀ uçucu yağ dozunda, en düşük ise R₁ bakteri aşılaması yapılan toprakların U₀ 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. En yüksek toplam bakteri popülasyonu R₃ bakteri aşılmasının uygulandığı topraklarda U₀ uçucu yağ dozunda, en düşük bakteri popülasyonu ise R₂ bakterisinin U₁₀₀₀ uçucu yağ dozu uygulamasında gözlenmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların CO₂ miktarlarını düşürmüştür. Uçucu yağ uygulaması R₁ bakterileri ile aşılama toprakların CO₂ miktarları üzerine olumsuz etkisi gözlenmemiştir. En yüksek toprak CO₂ miktarı R₁ bakterisinin U₀ uçucu yağ dozunun uygulanmasından, en düşük CO₂ miktarı ise R₃ bakterisinin U₁₀₀₀ uçucu yağ dozunun uygulanmasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların dehidrogenaz enzim aktivitelerini düşürmüştür. En yüksek dehidrogenaz enzim aktivitesi R₁ bakteri aşılmasının olduğu toprakta U₀ uçucu yağ dozunun uygulamasından, en düşük ise R₃ bakteri aşılmasının U₁₀₀₀ uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların üreaz enzim aktivitesini düşürmüştür. En yüksek üreaz enzim aktivitesi R₂ bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U₀ uçucu yağ uygulamasından, en düşük ise R₁ bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U₁₀₀₀ uçucu yağ dozunun uygulamasından elde edilmiştir.

- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların β -glukozidaz enzim aktivitesini düşürmüştür. En yüksek β -glukozidaz enzim aktivitesi değeri kontrol toprağının U_0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R_3 bakterisi ile aşılması toprağında U_{1000} uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların asit fosfataz enzim aktivitesini düşürmüştür. En yüksek asit fosfataz enzim aktivitesi R_1 bakteri aşılması yapılan topraklarda U_0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R_2 bakteri aşılması yapılan topraklarda U_{1000} uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılama toprakların alkalın fosfataz enzim aktivitesini düşürmüştür. En yüksek alkalın fosfataz enzim aktivitesi R_3 bakteri aşılması yapılan topraklarda, en düşük ise R_1 bakteri aşılması yapılan topraklarda gözlenmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılana toprakların NO_3-N , NH_4^+-N ve toplam azot içeriği değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılana fasulye bitkisinin toplam kuru madde miktarı uçucu yağ dozunun artışı ile artış göstermiştir. En yüksek fasulye bitkisi kuru madde miktarı R_3 bakteri aşılmasının yapıldığı toprakta U_0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise kontrol toprağı U_{1000} uçucu yağ dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılana fasulye bitkisinin nodul sayısının artışına sebep olmuştur. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılana fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam P içeriğini artırmıştır. En yüksek P içeriği R_1 bakteri aşılması yapılan toprakların U_0 uçucu yağ dozu uygulamasından, en düşük ise R_3 bakteri aşılması yapılan toprakların U_{1000} dozu uygulamasından elde edilmiştir.
- Farklı dozlardaki uçucu yağ uygulamaları ve farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılana fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak aksamalarının toplam azot

içeriği üzerinde önemli bir atki göstermemiştir. En yüksek kök, gövde ve yaprak toplam N içeriği R_3 bakteri aşılması yapılan toprakların U_{1000} uçucu yağ dozunda, en düşük ise R_1 bakteri aşılması yapılan toprakların U_0 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, bazılarında sinergismus bir etki göstermiştir. Bu çalışmada bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özelliği yanı sıra mikrobiyal gübrelemede kullanılan bazı *Rhizobium* türleri üzerine sinergismus 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.

Laboratuar 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.
- 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. İnoculation improves the agronomic efficiency of N o common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Enviromental 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.
- Balan, A.K., Shantharam, S., Ratnam, S., 1978. Ultra structure of Rhizoibium japonicum in relation to its attachment to root hairs. *J.Bacterol*, 133, 1393-1400.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, I.U Eczacılık Fak., İstanbul.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve bitki analizleri, 19 Mayıs Üniv.Yayınları, 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.
- 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.
- 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 Oils on Population Density of *Phytophthora nicotianae* in Soil and Control of *Phytophthora blight* in the Greenhouse. Plant Disease, 88: 11-16.
- Boyraz, 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.
- 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.
- 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.
- Corner, D. E., Beuchat, L. R., Worthington, R. E. ve Hitchcock, H. L., 1984. Effects of esential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeast. İnternational Journal of Food Microbiology. 1(2):63-74.
- 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, Visconsin, USA. p: 901-924.
- 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.
- 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, Lousiana, 307-308.
- 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.
- 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 af Animal and Veterinary Advances 8(4): 612– 616.

- Figueiredo, M. V. B., Burity, A. H., Cosme, R.M., Chanway, C.P., 2008. Alleviation of drought stres in the common bean (*Phaselous vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymxa* and *Rhizobium tropici*
- İşcan, G., Kırimer, N., Kürkçüoğlu, M., Arabacı, T., Küpeli, E., Başer, K. H. C., 2006. Biological activity and Composition of tha Essential Oils of *Achillea schischkinii* and *Achillea aleppica* DC. subsp. *aleppica*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 170-173.
- 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, Visconsin, 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.
- 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. Cambrige University Press. London, Newyork Melbourne, 289-298
- Hashem, M., Moharam, A.M., Zaied, 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.
- Hallsworth, E.G., 1958. Nutrition of the legumes butter worths Scienctific Publication, London
- 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).
- Jakson, M.L., 1958. Soil chemical analaysis. 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.
- 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 (*Viçia satvia* 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, 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.
- 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.
- 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
- 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.
- 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
- 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., Bakhoun, 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 enzym 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 potatntial 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
- 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 Reearch*, 4 (24) : 42-52
- 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
- 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.
- Öğütçü, 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.
- 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* efficiacy 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 trypamastigotes. *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, 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
- Sharma, M.P., Jaisinghani, K., Sharma, S., Bhatia, V.S., 2012. Effect of Native Soybean Rhizobia and AM Fungi in the Improvoment of Nodulation, Growth, Soil Enzymes and Physiological Status of Soybean Under Microcosm Conditions. Journal of Agricultural Research, 1(4): 346-351
- 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.
- 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
- 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. chrysanthra* from Southern Greece. Planta Medica, 65: 255-256.
- 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.
- 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.
- Stojanovic, G., Radulovic, N., Hashimoto, T., Palic, R., 2005. In Vitro Antimicrobial activity of extracts of four Achillea Species. Tha Composition of *Achillea clavennae* L., (Asteracea) Extract. Journal of Ethno-Pharmacology. 101: 185-190.
- 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
- 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.
- 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 rhizosfer of alfafa (*Medicago sativa* L.) and Siberian wild rye(*Elymus sibiricus* L.). FEMS Microbiology Ecology. 70(2): 218-226
- Sürücü, A., Kızılkaya, R. ve Bayraklı, F., 1998. Farklı organik atıkların, toprakların biyolojik özelliklerine ve topraktaki Fe, Cu, Zn, Mn ve N yarayırlılığına etkileri, XIV.Ulusal Biyoloji Kongresi, O.M.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, 7-10 Eylül, Samsun.
- Hattori, H., 1988. Microbial activities in soil amended with sewage sludge. Soil Science and Plant Nutrition, 34 (2): 221-232.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 and Forestry, 22: 267-271.
- 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.
- 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.
- Van, S., J, Ch., Walinga, I., 1975. Methods of analysis of plant material. Agricultural University, Wageningen-The Netherlands.
- 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.
- Viketoft, Maria., 2008. Effects of six grassland plant species on soil nematodes: A glasshouse experiment. Soil Biology and Biochemistry. 40 (4): 906-915
- 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 Disease, 81: 204-210.

- Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bianchi, A., Albasin, A., 1996. Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi *In vitro*. J. Phytopathology, 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.
- 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.
- 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.
- Edris Amr, E. (2007). Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review, *Phytotherapy Research*, 21, 308-323.
- Bagcı, E., Dıgırak, M., (1997). Bazı Göknar türleri uçucu yağlarının in vitro antimikrobiyal etkileri. *Turkish Journal Of Biology*, 21: 273-281.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G., (2000). GC–MS analysis of essential oils from some greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2576-2581.
- 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.
- 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.
- Uçan, F., 2008. DL-Limonenin mayalar üzerine antifungal etkisi. Ç.Ü., FenBil. Enst.,Biyoteknoloji ABD., Yüksek lisans tezi. Adana. 62 s.
- 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.
- Toroglu, S., Dıgırak, 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.

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 Universitat 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) araştırmada bulundu. 2009 yılından beri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.