



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**RİZOBAKTERİLERİN BAZI YABANCI OT  
TÜRLERİ VE ARPA TOHUMLARININ ÇİMLENME  
VE FİDE GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZİ HAZIRLAYAN  
TUĞBA ŞAHİN**

**Tez Danışmanı  
PROF. DR. RAMAZAN ÇAKMAKÇI**

**ÇANAKKALE – 2022**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**RİZOBAKTERİLERİN BAZI YABANCI OT TÜRLERİ VE ARPA  
TOHURLARININ ÇİMLENME VE FİDE GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZİ HAZIRLAYAN  
TUĞBA ŞAHİN

Tez Danışmanı  
PROF. DR. RAMAZAN ÇAKMAKÇI

ÇANAKKALE – 2022

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Tuğba ŞAHİN

24/11/2022

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin belirlenmesinde ve gerçekleştirilmesinde bilgi, tecrübesiyle bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, her konuda yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya en içten saygı ve minnetlerimi sunarım. Yüksek lisansa başlamam için her türlü desteği vermiş olan, varlığını her daim hissettiren Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. İskender TİRYAKİ hocama en içten saygı ve minnetlerimi sunarım. Yüksek lisans tezimin jüri üyeleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA ve Prof. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN hocalarıma katkılarından dolayı teşekkürlerimi borç bilirim. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nde değerli bilgi ve deneyimleriyle bu günlere gelmemi sağlayan ders aldığım hocalarıma, Tarımsal Biyoteknoloji ve Tarla Bitkileri'nde görev yapan tüm değerli hocalarıma teşekkürlerimi borç bilirim. Hayatımın her anında bana maddi ve manevi destek olan kıymetli ailem; babam Hasan ŞAHİN ve annem Ayşe ŞAHİN'e sonsuz sevgi, saygılarımı ve minnetlerimi sunarım."

Tuğba ŞAHİN

Çanakkale, Kasım 2022

## ÖZET

### RİZOBAKTERİLERİN BAZI YABANCI OT TÜRLERİ VE ARPA TOHUMLARININ ÇİMLENME VE FİDE GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuğba ŞAHİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

24/11/2022, 81

Serbest yaşayan rizosferik bakteriler, tohum çimlenmesini ve bitki gelişimini uyarabilir veya inhibe edebilir. Öte yandan rizosferik bakterilerce tohum çimlenmesinin uyarılması ve engellenmesi tarım alanlarındaki yabancı ot türlerinin etkili bir şekilde azaltılması için iyi bir seçim olabilir. Rizosferik bakterilerin tohum çimlenmesi veya bitki gelişimi üzerindeki uyarıcı veya inhibe edici etkisi, tarla bitkilerinde ve özellikle tahıllarda yabancı ot kontrol programlarının bir bileşeni olabilir. Büyüme ve çimlenmeyi engelleyen veya büyümeyi teşvik eden bakteriyel çalışmalar, önemli bir araştırma alanı olarak giderek önem kazanmaktadır. Bu araştırmanın amacı, *Pseudomonas fluorescens* (RCA7, RC13), *Pseudomonas putida* (RC84), *Pseudomonas alcaligenes* (RC271), *Pseudomonas syringae* (RC88), *Lysobacter-enzymogenes-enzymogenes* (RC92), *Alcaligenes xylosoxidans* (RC69), *Achromobacter xylosoxidans denitrificans* (17/3), *Stenotrophomonas maltophilia* (RC96), *Bacillus licheniformis* (RC291), *Bacillus subtilis* (RC172), *Bacillus pumilus* (RC5A2), *Bacillus cereus* (RC18), *Bacillus megaterium* (RC14), *Bacillus mycoides* (RC8), *Bacillus sp.* (RC11T), *Enterobacter sp.* (RC54) olmak üzere on yedi farklı serbest yaşayan rizosferik bakterinin, yabancı yulaf (*Avena fatua* L.), darıcan (*Echinochloa crus-galli* L.), delice (*Lolium rigidum* Guadin), kirpi darı (*Setaria viridis* L.) Beauv.), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), semizotu (*Portulaca oleracea*), sirken (*Chenopodium album* L.), yabancı hardal (*Sinapis arvensis*), ayrık otu (*Agropyron repens*), püsküllü brom (*Bromus tectorum*), horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus*), köpek üzümü (*Solanum nigrum*) ve kültür arpa (*Hordeum vulgare*) bitkilerinin çimlenme ve gelişmesi üzerine etkisini değerlendirilmiştir. Tohumlar, farklı bakteri ortamlarına sahip solüsyonlar içeren petri kaplarında çimlendirilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Test edilen bakteri izolatlarının

çoğu (özellikle RC13, RC84, RC88, RC172, RC5A2, RC18, RC8, RC11T ve RC54) yabancı ot türlerinin tohum çimlenmesinde ve fide büyümesinde oldukça önemli azalmalara neden olurken, arpa bitkilerinin çimlenme ve fide büyüme oranlarında önemli değişikliklere neden olmamıştır. Bu engelleme test edilen bakteri ve yabancı otları doğasına bağlı olarak değişmiştir. On yedi bakteri izolatının dokuz suşunun aşılması tohum çimlenme, fide ve kök gelişmesini sırasıyla yabancı yulaf (%17-86, %39-60 ve %11-24), darıcan (%28-52, %21-45 ve %23-53), delice (%19-78, %3-34 ve %10-37), kirpi darı (%8-72, %4-64 ve %8-64) tarla sarmaşığı (%16-86, %34-67 ve %14-59), semizotu (%3-65, %34-45 ve %18-25), sirken (%34-76, %5-36 ve %11-25) ve yabancı hardal (%27-84, %34-70 ve %10-60) yabancı ot türlerinde önemli miktarda azaltmıştır. Seçilen bazı izolatlar çimlenmeyi ve gelişmeyi desteklerken, bu dokuz bakteri suşu, tohumların çimlenmesini ve yabancı otların gelişmesini engelleyen biyoherbisidal ajanlar olarak kaydedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Hordeum vulgare*, Yabancı Ot, Büyüme Engelleme Bakteri, Çimlenme, Çimlenmeyi Önleme Aktivitesi

## ABSTRACT

### EFFECTS OF RHIZOBACTERIA ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF SOME WEED SPECIES AND BARLEY CROPS

Tuğba ŞAHİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Field Crops

Advisor: Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

24/11/2022, 81

Free-living rhizospheric bacteria are able either to stimulate or inhibit seed germination and plant growth. On the other hand, seed germination inhibition or stimulation by rhizobacteria can be a good choice for effective reduction of weed species in the agricultural fields. Stimulative or inhibitory effect of rhizospheric bacteria on seed germination or plant growth can be a component of weed control programs in field crops and especially in cereals. In the future, bacterial studies that prevent growth and germination or promote growth will become increasingly important as an area of research. The objective of this study was to evaluate the effects of thirty different free-living rhizospheric bacteria including *Pseudomonas fluorescens* (RCA7, RC13), *Pseudomonas putida* (RC84), *Pseudomonas alcaligenes* (RC271), *Pseudomonas syringae* (RC88), *Lysobacter-enzymogenes-enzymogenes* (RC92), *Alcaligenes xylooxidans* (RC69), *Achromobacter xylooxidans denitrificans* (17/3), *Stenotrophomonas maltophilia* (RC96), *Bacillus licheniformis* (RC291), *Bacillus subtilis* (RC172), *Bacillus pumilus* (RC5A2), *Bacillus cereus* (RC18), *Bacillus megaterium* (RC14), *Bacillus mycoides* (RC8), *Bacillus* sp. (RC11T), *Enterobacter* sp. (RC54) on seed germination and seedlings growth of weed species wild oat (*Avena fatua* L.), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), annual weed species wild oat (*Avena fatua* L.), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), annual xryegrass (*Lolium rigidum* Guadin), green foxtail (*Setaria viridis* L.) Beauv., field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.), common purslane (*Portulaca oleracea*), lamb's quarters (*Chenopodium album* L.), wild mustard (*Sinapis arvensis*), couch grass (*Agropyron repens*), downy brome (*Bromus tectorum*), pigweed (*Amaranthus retroflexus*), nightshade (*Solanum nigrum*) and cultivated barley (*Hordeum vulgare*) have been tested in different media. Seeds

were germinated in petri dishes containing solutions with different bacterial media and evaluations were made. While most of the tested bacterial isolates (especially; RC13, RC84, RC88, RC172, RC5A2, RC18, RC8, RC11T and RC54) caused highly significant reductions in seed germination and seedling growth of weed species, they did not cause significant changes in the germination and seedling growth rates of barley plants. This inhibition varied depending on the nature of the bacteria and weeds tested. Inoculation of nine strains of seventeen bacterial isolates resulted in highly significant reductions in seed germination, seedling root and shoot growth of wild Oat (17%-86, 39%-60% ve 11%-24%), barnyardgrass (28%-52%, 21%-45% and 23%-53%), annual ryegrass (19%-78%, 3%-34% and 10%-37%), green foxtail (8%-72%, 4%-64% and 8%-64%), field bindweed (16%-86%, 34%-67% and 14%-59%), common purslane (3%-65%, 34%-45% and 18%-25%), purslane (34%-76%, 5%-36% and 11%-25%) and wild mustard (27%-84%, 34%-70% and 10%-60%). While some selected isolates promoted germination and growth, these nine bacterial strains have been recorded as bioherbicidal agents that inhibit seed germination and the growth of weeds.

**Keywords:** *Hordeum vulgare*, Weed, Growth Inhibiting Bacteria, Germination-Inhibiting Activity

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

1

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

5

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MATERYAL YÖNTEM

13

3.1. Araştırma Materyali.....	13
3.1.1. Test Edilen Bitkiler ve Özellikleri.....	13
3.1.2. Test Edilen Bakteri Özellikleri.....	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Yabancı Ot Tohumlarının Toplanması.....	16

3.2.2. Deneme Deseni ve Uygulamalar.....	17	
3.2.3. Bakteri Süspansiyonlarını Hazırlığı ve Uygulaması.....	18	
3.1.4. Tohumların Hazırlanması.....	18	
3.2.5. Yabancı Ot Çimlenme Biyoanalizleri .....	19	
3.2.6. Kök Uzunluklarının Ölçülmesi.....	21	
3.2.7. Koleoptil (Sürgün Boyu veya Hipokotil) Uzunlukların Ölçülmesi.....	21	
3.2.8. İstatistik Analiz.....	21	
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM</b>		22
<b>ARAŞTIRMA BULGULARI</b>		
4.1. Test Edilen Bitkilere Ait Çimlenme .....	22	
4.1.1. Arpa.....	22	
4.1.2. Yabani Yulaf.....	23	
4.1.3. Darıcan.....	27	
4.1.4. Delice.....	29	
4.1.5. Kirpi Darı.....	32	
4.1.6. Tarla Sarmaşığı.....	35	
4.1.7. Semizotu.....	38	
4.1.8. Sirken.....	42	
4.1.9. Yabani Hardal.....	44	
 		48
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM</b>		
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER</b>		
KAYNAKÇA .....	49	
ÖZGEÇMİŞ .....	I	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

N	Azot
Fe	Demir
Mn	Manganez
Zn	Çinko
PGPR	Bitki gelişmesini teşvik eden kök bakterileri
°C	Celsius derece
ABA	Absisik asit
%	Yüzde oranı
IAA	İndol asetik asit
ALA	d-aminolevulinik asit
Ha	Hektar
cm	Santimetre
+	Pozitif
K+	Kuvvetli pozitif
Z+	Zayıf pozitif
-	Negatif
MIS	Yönetim bilişim sistemleri
NA	Nutrient agar
NB	Nutrient broth
BGTB	Bitki gelişimini teşvik eden bakteri
mm	Milimetre
GA	Gibberellik Asit
ml	Mililitre
TE	Trinexapac-ethyl
NaOH	Sodyum hidroksit (kostik)
KO	Kareler ortalaması
SD	Standart sapma
F	F testi

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Çimlendirme denemelerinde kullanılan bitki türleri, inkübasyon sıcaklıkları ve bazı test koşulları	14
<b>Tablo 2</b>	Bakteri suşları, izolasyon kaynağı ve bazı suş özellikleri	16
<b>Tablo 3</b>	Bakteri uygulamalarının arpa bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	22
<b>Tablo 4</b>	Bakteri uygulamalarının arpa çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	23
<b>Tablo 5</b>	Bakteri uygulamalarının yabancı yulaf bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	24
<b>Tablo 6</b>	Bakteri uygulamalarının yabancı yulaf çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	24
<b>Tablo 7</b>	Bakteri uygulamalarının yulaf çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	26
<b>Tablo 8</b>	Bakteri uygulamalarının darıcan bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	27
<b>Tablo 9</b>	Bakteri uygulamalarının darıcan çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	27
<b>Tablo 10</b>	Bakteri, uygulamalarının darıcan çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	28
<b>Tablo 11</b>	Bakteri uygulamalarının delice bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	29
<b>Tablo 12</b>	Bakteri uygulamalarının delice çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	30
<b>Tablo 13</b>	Bakteri uygulamalarının delice çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	31
<b>Tablo 14</b>	Bakteri uygulamalarının kirpi darı bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	32

<b>Tablo 15</b>	Bakteri uygulamalarının kirpi darı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	33
<b>Tablo 16</b>	Bakteri uygulamalarının kirpi darı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu engelleme üzerine etkisi	34
<b>Tablo 17</b>	Bakteri uygulamalarının arpa çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	34
<b>Tablo 18</b>	Bakteri uygulamalarının sarmaşık çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	35
<b>Tablo 19</b>	Bakteri uygulamalarının sarmaşık çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	36
<b>Tablo 20</b>	Bakteri uygulamalarının semizotu bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	37
<b>Tablo 21</b>	Bakteri uygulamalarının semizotu çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	38
<b>Tablo 22</b>	Bakteri uygulamalarının semizotu çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	39
<b>Tablo 23</b>	Bakteri uygulamalarının sirken bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
<b>Tablo 24</b>	Bakteri uygulamalarının sirken çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	40
<b>Tablo 25</b>	Bakteri uygulamalarının sirken çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	41
<b>Tablo 26</b>	Bakteri uygulamalarının yabani hardal bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
<b>Tablo 27</b>	Bakteri uygulamalarının yabani hardal çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi	43
<b>Tablo 28</b>	Bakteri uygulamalarının yabani hardal çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi	44

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Beslenmenin büyük bir çoğunluğunu sağlayan tahıllar doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan önemli bir gıda kaynağıdır. Ülkemizde ekim miktarı olarak ilk sıralarda bulunan tahılların gerek protein ve gerekse kalori olarak insan beslenmesinde önemi büyüktür (Kordali ve Zengin, 2009). Bireyler günlük kalori ihtiyaçlarının çoğunu tahıllardan sağlamaktadır (Sülü vd., 2016). Zararlı böcekler, iklim koşulları, toprak yapısı ve yabancı otlar ürün kalitesi ve verimi üzerinde büyük öneme sahip faktörlerdir (Tursun vd., 2003). Bir çalışmada yabancı otların tarım ürünlerinin verimliliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu ve bu etkinin oranının %10-50 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Ülkemizde yaklaşık 2.000 civarı yabancı ot bulunurken bu değerler dünya çapında 5.000'i geçmektedir. Yabancı otlar oldukça fazla tohum üretebilmekte ve buldukları ortama kolaylıkla adapte olup çoğalabilmektedir (Uygur ve Uygur 2010).

Yabancı otların kontrolünün geleneksel yolu elle yolmak ve farklı yöntemlerle çapalamaktır. Tarım teknolojisinin gelişmesi ile kimyasal içerikli tarım ilaçları kullanımı yaygınlaşmıştır. Dünya çapında tarım ilacı kullanımı 3 milyon ton iken bu veriler Türkiye'de 33.000 tondur (Mengüç, 2018). Bu kimyasallar yabancı bitkilerin kontrolü üzerinde olumlu etkiye sahip olsa da bilinçsizce kullanılan tarım ilaçları sağlığa ve çevreye büyük zarar vermektedir. Yüksek oranda kimyasal içeren tarım ilaçlarının bazıları kullanımdan kaldırılmış ve kaldırılmaya da devam etmektedir (Sülü vd., 2016). Bu tarım ilaçlarının çevrede neden olduğu zarardan dolayı toksisiteye sahip olmayan, insana ve bitkiye zarar vermeyen, aynı zamanda yabancı otlara karşı güçlü bir etkiye sahip araştırmaların yapılması gereği doğmuş ve yabancı otların biyolojik yollarla kontrol edilmesi gündeme gelmiştir.

Toprakta bulunan bakteriler tohum çimlenmesini uyarabilir veya engelleyebilmektedir. Bakterilerin çimlenmeyi uarması durumunda yabancı otların ve kültür bitkilerinin daha fazla çıkış ve gelişmesini teşvik ederken; yabancı ot çimlenmesini engelleyen bakteriler ot kontrolü amacıyla tarla bitkilerinde kullanılabilir. Bakteri, fungus ve virüslerin yabancı ot kontrolü amacıyla tarla bitkilerinde kullanımı son yıllarda önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmıştır. Bakterilerin tarla bitkilerinde kullanımı kimyasallara

kıyasla çevre üzerine olumsuz etki yapmamakta, kimyasallara kıyasla maliyetleri düşük olmakta ve ayrıca biyoherbisitlerde hedef özgünlüğü bulunmaktadır (Harding ve Raizada, 2015).

Tarımsal üretimde zararlı kontrolünde rasgele ve gelişmiş güzel sentetik kimyasal ilaçlar kullanılması neticesinde çevrenin kirlenmesi, zararlı popülasyonların ortaya çıkması, biyotik ve abiyotik faktörlerde geri dönüşümü olmayan zararlara sebebiyet vermektedir. Kimyasal kullanımı ile artan hızlı üretim artışı sağlıksız tarım topraklarının giderek artmasına sebep olmaktadır. Kimyasalların uygunsuz ve aşırı kullanımı, kaliteli ve yeterli besin gerekliliğinin sürdürülebilir yöntemlerle sağlanmasını tehlikeye atmakla birlikte, önemi giderek artan organik tarımda sentetik kimyasal maddelerin kullanılmaması kültür bitkisi yetiştiriciliğinde ve yabancı ot mücadelesinde başka alternatiflerin aranmasını zorunlu kılmaktadır. Tarımda kullanılan sentetik kimyasalların önemli kısmı yabancı otların mücadelesinde kullanılan herbisitlerdir. Mikroorganizmaların, bitki besin maddelerinin kullanımını teşvik etmek, tarımda kimyasal kullanım ihtiyacını olabildiğince azaltabilmek ve tarımın sürdürülebilir olmasını sağlayabilmek amacıyla önemleri her geçen gün artmaktadır (Böckman, 1997; Saber, 2001;; Çakmakçı, 2005).

Yabancı otlar bitkisel üretimde ve tarla tarım sistemlerinde farklı oranlarda olmakla birlikte verim ve kalitede düşüşe neden olan önemli bir problemdir (Oerke, 2006; Gadermaier vd., 2014). Son yıllarda kullanılan herbisit ve pestisit kalıntılarının zararlı etkileri nedeni ile tarımda yabancı ot hastalık ve zararlıların kontrolünde alternatif yöntemlere olan talep giderek artmaya başlamıştır (Bailey vd., 2010; Belair vd., 2010). Biyoherbisitlerin geleneksel kimyasal girdiler yerine kullanımı uygulayıcılara bazı avantajlar sağlamaktadır. Biyolojik kontrol stratejilerinin en önemli faydasının çevresel etkilerinin az oluşudur (Auld ve Morin, 1995; Johnson vd., 1996; Li vd., 2003; Ghosheh, 2005).

Yabancı otların ve istilacı bitki türlerinin kontrol edilmesinde bakteri ve mantarların kullanımı yabancı otların kontrolünde bakteri, mantar ve aktinimisetler ve türevi ürünlerin biyoherbisit olarak kullanım ilkeleri, özellikleri, etki mekanizmaları ve uygulaması

konusunda arařtırmalar yapılmaktadır (Li vd., 2003). Önceki arařtırmalarda *A. chroococcum* bakterisi uygulamasının *Datura stramonium* L., *Onopordon acanthium* L. ve *Cuscuta campestris* Yunck gibi ot türlerinin çimlenmesini etkilediđi belirlenmiřtir (Rodelas vd., 1999; Vrbnićanin vd., 2008a,b; Sarić and Božić, 2009; Abbas vd., 2017).

Bugüne kadar potansiyel biyolojik ot kontrolü olarak bazı bakteriler araştırılmıştır. Bunlar arasında, *Pseudomonas fluorescens* ve *Xanthomonas campestris* en çok kullanılan türler olarak öne çıkmıştır (Hardingand ve Raizada, 2015). *P. fluorescens* türünün birçok suşunun bitkiler üzerine faydalı etki yaptığı (Gamalero vd., 2005) oysa bazı suşlarının bitki gelişmesini engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir (Banowetz vd., 2008). Bu bakterisi üzerinde yapılan çalışmalarda, *P. fluorescens* suşlarının metabolit üretimi yolu ile çimlenme veya gelişmeyi inhibe ettiği ortaya konulmuştur (Kennedy vd., 1991; Quail vd., 2002; Banowetz vd., 2008).

Bakterilerin tarla bitkilerine zarar veren yabancı otları kontrol mekanizmaları ve etkin tür ve suşların belirlenmesi konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar yeni ve yetersizdir. Özellikle faydalı ve ot kontrolünde kullanılabilecek yeni ve etkin türlerin kullanımı, etkinliğinin belirlenmesi, yanı sıra insan ve ekosistemlerin sağlığı üzerine potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmaktadır (Boyetchko vd., 2009).

Bitkisel üretimde yabancı ot kontrolü zorunlu olduğu gibi gelecekteki sürdürülebilir tarımda biyoherbisit kullanımı yeni bir yöntem olarak önem kazanacaktır. Bu bakımdan bitki ekstraktları, allelokimyasallar ve bazı mikroorganizmalar tarla tarımında yabancı ot popülasyonlarının kontrol edilmesi amacıyla biyoherbisit olarak kullanılmaktadır. Mikroorganizmalar tarafından salgılanan litik enzimler veya toksik maddeler tohum kabuğunu bozmakta, tohumun yaşaması için gerekli endosferi kullanmakta ve bu durum tohum çimlenmesini engelleyebilmektedir. Ayrıca mikroorganizmaların hücreler arası boşluklara girip hücrelerde toksinlerin birikmesine hücre bölünmesi ve hücre fonksiyonlarının etkilenmesine yol açtığı bilinmektedir (Radhakrishnan vd., 2018). Hatta bazı mikroorganizmaların bazı metabolitlerinin fotosentez ve giberallin aktivitesini

baskıladığı absisik asit ve etileni arttırdığı yabancı ot tohumlarının çimlenme ve fide gelişmesini engellediği bilinmektedir.

Doğal olarak birçok zorluk ve kısıtlama olmakla birlikte; pestisitlere dayanıklı otların bulunması (Green ve Owen, 2011) ve pestisit kullanımının yol açtığı endişeler (McNeil vd., 2010) tarım sistemlerinde özellikle yabancı ot çimlenmesini engelleyici, faydalı bakteri araştırmalarına ivme kazandırmıştır. Bakterilerin yabancı ot çimlenmesi üzerine teşvik edici ve engelleyici etkileri ve fide geliştirici teşvik edici özellikleri bakımından önemli etkilere sahip oldukları söylenebilir. Bu strateji özellikle organik ve sürdürülebilir tarım sistemleriyle kimyasalların yasak olduğu bölgelerde büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan ortaya çıkan yeni gelişmeler ışığında gerek herbisit direncini azaltmak ve gerekse tüketici endişelerini önlemek bakımından tarla tarım sistemlerini ve ekosistem yönetiminin çevresel etkilerini azaltmak için faydalı bakterilerin ot kontrolünde kullanımı önem kazanmaktadır. Tarımda biyoherbisit kullanımı ve yabancı ot fizyolojisi üzerine bakteri etkisinin ortaya konulması bakımından çok az sayıda araştırma olmasına rağmen bazı araştırmalarda fotosentez, antioksidan, besin maddeleri ve hormonlarla ilgili olarak bazı metabolik süreçlerin araştırıldığı görülmektedir. Gerek bitkilerin ve gerekirse mikroorganizmaların üretip, salgıladıkları bazı metabolitler hücrel fonksiyonları etkilemekte ve ot popülasyonlarını baskılayabilmektedir. Bu bakımdan bölünme, sentez, besin alımı ve büyümeyi teşvik edici bitki büyüme düzenleyicilerinin engellenmesi; metabolitlerin düzensiz aktivasyonu ve strese yol açan hormonların yabancı ot tohumlarının çimlenme ve büyümesini kontrol mekanizmaları araştırılmalıdır. Ancak kullanılan bu organizmaların tarla bitkileri ve kültür çeşitlerinde benzer etkiyi göstermeleri istenmez. Bu çalışmada, toplam on yedi farklı bakteri suşunun 6 adet dar yapraklı ve 7 adet geniş yapraklı olmak üzere 13 adet yabancı ot türünün ve kültür bitkisi olarak arpa çimlenme ve başlangıç dönemi fide gelişmesine etkisi test edilmiştir. Bu bakımdan bu araştırma tarla bitkilerinin zararlı yabancı otların kontrolünde kullanılacak faydalı bakteri tür ve suşlarının belirlenmesi ve biyoherbisit geliştirilmesi amacıyla planlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan bakteriler tamamen doğal olup, Türkiye’de farklı kültür ve yabani bitki türleri rizosferinden izole edilmiştir. Ulusal ve uluslararası alanda benzer çalışmalar kısmen de olsa yapılmış ve yapıyor olmakla birlikte çalışmada kullanılan izolatlar, kullanılan metot, araştırma kapsamı ve amaçlar bakımından araştırma konusu orjinaldir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki bazı araştırmacılar bitki gelişmesini teşvik edici bakteri (BGTB) uygulamalarının çimlenme üzerine uyarıcı veya engelleyici etki gösterdiğini bu nedenle BGTB uygulamalarının gerek çimlenmenin teşviki gerekse engellemesi bakımından bitki tesisi veya ot yönetimi bakımından değerlendirilebileceğini ancak bu konuda daha kapsamlı çalışmaların gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Rodelas vd., 1999; Vrbničanin vd., 2008a,b; Sarić ve Božić, 2009; Vrbničanin vd., 2011).

Önceki araştırmalarda, nitekim kışlık buğday (*Triticum aestivum*) ve tüylü brom (*Bromus tectorum*) rizosferinden izole edilen *Pseudomonas fluorescens* D7 suşunun tüylü brom başta olmak üzere çok sayıda yabancı otun çimlenme ve gelişmesini selektif olarak engellediği görülmüştür (Kennedy vd., 1991, 2001; Gealy vd., 1996). Birçok araştırmada özellikle *Bacillus* türlerinin çimlenme ve bitki gelişmesini teşvik ettiği rapor edilmiştir (Ryu vd., 2003; Ahmad vd., 2006). Öte yandan bazı araştırmalarda *Bacillus* türlerinin *Cuscuta campestris* Yunck. gibi bazı ot türlerinin çimlenmesi üzerine engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir (Sarić ve Božić, 2009). *P. fluorescens* izolatının *A. artemisiifolia* çimlenmesini tamamen engellediği vurgulanmıştır (Božić vd., 2015).

Araştırmacılar yabancı ot kontrolü bakımından bu seçiciliğin bakteri ile ilgili aktivite, hücre dışı peptit ve liposakaritlerin kombinasyonuna bağlı olduğunu vurgulamışlardır (Gurusiddaiah vd., 1994). Daha sonraki araştırmalarda, *P. fluorescens* WH6 suşunun hibrit mısır hariç (*Zea mays*) 21 monokotil ve 8 dikotil bitki türünde çimlenmeyi önemli ölçüde engellediği, çimlenmeyi engelleme etkinliğini belli bir çimlenme önleme faktörü tarafından oluşturulduğu rapor edilmiştir (Banowitz vd., 2008). Daha sonra bu çimlenmeyi önleme faktörünün (GAF) as 4- formylaminooxy-L-vinylglycine olduğu ortaya konulmuştur (Halgren vd., 2013). Bu bileşiklerin azot metabolizmasında yer alan enzimleri ve etilen hormonunun biyosentezi ile ilgili olduğu vurgulanmıştır (Berkowitz vd., 2006; Halgren vd., 2013). Öte yandan, *P. fluorescens* suşu tarafından hücre dışı metabolitlerin üretimi yeşil tilki kuyruğu (*Setaria viridis*) bitkisinde çimlenmeyi bastırıcı etki ettiği gözlenmiştir (Quail vd., 2002; Caldwell vd., 2012). Ancak bu bileşiklerin üretiminde rol alan biyosentetik yolların

veya bu moleküllerin yeşil tilki kuyruğu üzerindeki biyokimyasal etkileri bugüne kadar açık olarak tanımlanamamıştır (Harding ve Raizada, 2015).

Bazı bakterilerin bitki gelişmesini baskılayıcı çeşitli mekanizmalara sahip olduğu bilinmektedir. Nitekim hidrojen siyanit, indol asetik asit, dimetil, sülfür hidroksamik asit, toksik ucucu bileşikler ve bitki gelişmesini engelleyici metabolitler üreterek bitki çimlenme ve gelişmesini geciktirebilmektedir (Astrom ve Gerhardson, 1989; Egamberdieva, 2009; Kim ve Rhee, 2012; Popovic vd., 2013; Park vd., 2015). Bu organizmaların tarımda kullanımı tarla bitkilerinde ot populasyonunu önleyebildiği ve çevreyi koruyabildiği vurgulanmıştır (Boyette ve Hoagland, 2015). Bugüne kadar yapılan araştırmalarda *Alternaria*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Fusarium*, *Gloeocercospora*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Plectosporium*, *Pseudolagarobasidium*, *Pseudomonas*, *Puccinia*, *Pyricularia*, *Pythium*, *Sclerotinia*, *Serratia*, *Stagonospora*, *Streptomyces*, *Trichoderma*, *Verticillium* ve *Xanthomonas* cinslerine bağlı tür ve bu türlere ait bazı suşların biyoherbisit olarak tohum çimlenmesini ve ot gelişmesini engellediği rapor edilmiştir (Radhakrishnan vd., 2018).

Ot kontrolünde kullanılan *Xanthomonas campestris* suşunun tek yıllık salkım otu (*Poa annua*) kontrolü için tescil edildiği, ancak bu bakterinin sadece tek yıllık salkım otu (*Poa annua*) ve (*Poa attenuata*) türlerine özgün olduğu diğer türleri etkilemediği vurgulanmıştır (Imaizumi vd., 1997; Tateno, 2000). Ayrıca *X. campestris* (isolate LVA- 987) suşunun kanada şifa otu (*Conyza canadensis*) türüne karşı potansiyel bir koruyucu olduğu ifade edilmiştir (Boyette ve Hoagland, 2015).

Bakteri üzerinde yürütülen araştırmaların çoğunluğu, bitki rizosferinden izole edilen PGPR suşlarının gerek doğrudan ve gerekse dolaylı olarak bitki büyümesini teşvik etme özelliklerinin araştırıldığı görülmektedir. Rhizosferik PGPR, biyolojik azot fiksasyonu, mineral fosfatların çözünmesi ve organik fosfatların mineralizasyonu, siderofor üretimi, çinko ve demir çözülmesi, oksinler, sitokininler, giberellinler, etilen, bazı uçucu maddeler ve benzeri bitki gelişmesini teşvik edici metabolit salgıları, düşük moleküllü uçucu organik bileşik salgılama, besin alımını teşvik etmesi, organik madde mineralizasyonu, rhizosferin düzenlenmesi, 1- aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz enzim üretimi, uçucu

bileşiklerin üretimi, bitki dayanıklılığının uyarılması, yararlı bitki-mikroorganizma birlikteliğini teşvik etme; siderofor, 1,3-glukanaz kitin, antibiyotikler, patojenlerin toksin ve benzeri madde üretimini engelleme gibi birçok mekanizma ile bitki gelişmesini doğrudan veya dolaylı olarak teşvik edebilmektedir (Dobbelaere vd., 2003; Lucy vd., 2004; Şahin vd., 2004; Çakmakçı vd., 2006; 2007a,b, 2017; Narula vd., 2006; Niranjana vd., 2006; Hayat vd., 2010; Santoro vd., 2011; Bhattacharyya ve Jha, 2012; Pérez-Montaño vd., 2014; Chauhan vd., 2015; Çakmakçı 2014, 2015).

Tranel vd. (1993) fitotoksin üretici *Pseudomonas fluorescens* D7 suşunun kışlık buğday test parsellerinde tüylü brom (*Bromus tectorum*) otunun gelişimini selektif olarak baskıladığını ve kök gelişmesini engellediğini ortaya koymuştur. Daha sonra aynı bakteri suşu kullanılarak yürütülen çalışmada bakteri kültüründen kaynaklanan fitotoksinlerin bromun tohum, bitki ve hücrelerini etkilediği, kök gelişmesini %80 oranında inhibe ettiği, brom protoplastlarına zarar verdiği, brom kuru ağırlığını %89-100 oranında azaltabildiği belirlenmiştir (Gealy vd., 1996).

Flores-Vargas ve O'Hara (2006), *Raphanus raphanistrum* (yabani turp), *Lolium rigidum* (yıllık çim), *Arctotheca calendula* (kapavet) bitkilerinin rizosfer, rizoplan ve endorizosferinden izole edilen bakterilerin bitki gelişmesi ve çimlenmesi üzerine etkisini ele aldıkları çalışmada; 3 izolatin yabani turp gelişmesini engellediği, asmaya etki etmediğini ortaya koymuşlardır. *P. fluorescens* (WSM3455) suşunun hidrojen siyanit ürettiği ve kök gelişmesini teşvik ettiği belirlenmiştir. Araştırmacılar rizosferik bakterilerin yabani turp kontrolü üzerinde önemli bir potansiyel olduğunu vurgulamışlardır.

Vrbničanin vd. (2011) tarafından arsız zaylan (*Ambrosia artemisiifolia* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine *Pseudomonas fluorescens* (B1), *Bacillus licheniformis* (B3) ve *B. pumilus* (B4) etkisini ele aldığı çalışmada sulu ortamda tohum çimlenmesinin bakteriye göre değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacı; *P. fluorescens* (B1), *Bacillus licheniformis* uygulamasının tohum çimlenmesini engellediği, *A. chroococcum* (B2), *B. pumilus* (B4) bakterilerinin çimlenmeyi teşvik ettiği oysa *B. Amyloliqefaciens* uygulamasının kontrole benzer sonuç verdiğini ortaya koymuştur.

Martínez-Mendoza vd. (2012), üç farklı *Bacillus subtilis* suşunun yabancı ot tohumları çimlenmesi üzerine etkilerini test ettiği araştırmada, bakteri uygulamalarının *Amaranthus hybridus* ve *Sorghum halepense* tohum çimlenmesini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiş ve test edilen izolatların yabancı ot kontrolünde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Božić vd. (2014), farklı bakteri içeren petri kaplarında yürüttüğü araştırmada *Datura stramonium* L., *Abutilon theophrasti* Med., *Onopordon acanthium* L. ve *Verbascum thapsus* L. türlerinin çimlenmesi üzerine *Bacillus licheniformis* popülasyonu; *B. subtilis*, *B. licheniformis* popülasyonu; *B. megatherium*; *B. humates* uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, test edilen uygulamaların tohum çimlenmesi üzerine engelleyici veya teşvik edici etki gösterdiği ortaya konulmuştur.

Božić vd. (2015), *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. circulans*, *B. licheniformis*, *B. megatherium*, *B. pumilus*, *B. subtilis* ve *P. fluorescens* türlerinin 8 farklı yabancı ot türünde (*Abuthilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Datura stramonium*, *Iva xanthifolia*, *Onopordon acanthium*, *Sorghum halepense* ve *Verbascum thapsus* çimlenme üzerinde etkisini test etmişlerdir. Araştırmada tohumlar petrilerde seçilen bakteri çözeltilerinde çimlendirilmiş, ayrıca her yabancı ot türü için kontrol (suda tohum çimlendirilmesi) araştırmaya dahil edilmiştir ve çimlenme testleri inkübatörde 25°C yürütülmüştür. 8 günlük çimlenme periyodunun sonunda bakterilerin yabancı ot çimlenmesi üzerine etkileri bakteri ve yabancı ot kombinasyonuna bağlı olarak değişmiştir. Örneğin *B. licheniformis*, *Abuthilon theophrasti* Medik. ve *Datura stramonium* L. tohumlarının çimlenmesini engellerken, *Onopordon acanthium* L. tohumlarının çimlenmesini teşvik etmiştir. Elde edilen sonuçlar test edilen bakterilerin tohum çimlenmesini uyarıcı veya engelleyici etki gösterdiği ve sonuç olarak BGTB ların yabancı ot kontrolü için önemli bir potansiyel olduğu ortaya konulmuştur.

Abbas vd. (2017) tarafından bakterilerin yabancı ot gelişmesine karşı etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada tohum inokülasyonunun yabancı yulaf, kanarya otu çimlenmesinin engellediği belirlenmiştir.

Radhakrishnan vd. (2016), iki farklı *Enterobacter* sp. izolatının bitki büyümesini geciktirici özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü araştırmada endojen fotosentetik pigmentler, bitki hormonları ve amino asitlerdeki değişiklikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar *Enterobacter* sp. I-3 bakteri izolatının *Echinochloa crus-galli* L. ve *Portulaca oleracea* L. çimlenmesini önemli ölçüde engellediğini belirlemişlerdir. Araştırmada marul bitkisinde *Enterobacter* sp. I-3 suşunun engelleme mekanizmasını kimyasal herbisit trinexapac-ethyl (TE) ile karşılaştırarak ortaya koymuşlardır. Bakteri ve kimyasal herbisit uygulamasının marul fidelerinde sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, sürgün ağırlığı, kök ağırlığı ve klorofil içeriği üzerinde önemli bir inhibitör etki gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada kontrole kıyaslandığında, endojen giberellinler (GA'lar) ve absisik asit (ABA) analizleri, *Enterobacter* sp. I-3 ile inokule edilmiş bitkilerin daha düşük GA seviyelerine (GA12, GA19, GA20 and GA8) sahip olduğunu ve ABA düzeyi arttığı için de GAs/ABA oranının da düşük olduğu görülmüştür. Çalışmada kimyasal herbisit TE ve *Enterobacter* sp. I-3 uygulanmış bitkilerde aspartik asit, glutamik asit, glisin, treonin, alanin, serin, lösin, izölösün ve tirozin gibi amino asitlerin azaldığı ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, yabancı ot kontrolü için çok az bakteri suşunun herbisit olarak tanımlandığını, *Enterobacter* sp. I-3 suşunun, yabancı otların büyümesini kontrol etmek için GA yolunu ve amino asit sentezini inhibe etmesi nedeniyle kimyasal herbisitlere bir alternatif olabileceğini vurgulamışlardır.

*Bacillus licheniformis* suşunun farklı yabancı ot türlerinin tohum çimlenme ve fide gelişmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada; *Abuthilon theophrasti* Medik., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Cuscuta campestris* Yunck., *Datura stramonium* L. ve *Onopordon acanthium* L. test edilmiştir. Araştırmada, ot türlerinin tohumları *Bacillus licheniformis* içeren su solüsyonunda çimlendirilmiştir. Fide gelişmesine etki ise kökler ortaya çıktıktan sonra suda çimlenen tohumların transferi ile yapılmıştır. Çimlenme testleri karanlık ortamda 25°C ye ayarlanmış inkübatörde gerçekleştirilmiştir. Tohumlarda kökün ortaya çıkması çimlenme olarak değerlendirilmiş, çimlenen tohumlar sayılmış ve 7 gün sonra çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre *Bacillus licheniformis* izolatı *A. theophrasti*, *A. artemisiifolia*, *C. campestris* ve *D. stramonium* tohumlarının çimlenmesini engellerken, aksine olarak *O. Acanthium* tohumları üzerine ters etki yapmıştır. Çimlenmenin aksine bakteri bakteri solüsyonlarının teşvik ettiği ortaya konulmuştur (Matković vd., 2017).

Sarić-Krsmanović vd. (2017), gübreden izole edilen *Bacillus licheniformis*, *B. pumilus* ve *B. amyloliquefaciens*; mısırın rizosferinden izole edilen *B. megatherium*, *Azotobacter chroococcum* ve *Pseudomonas fluorescens* izolatlarının tarla küskütü (*Cuscuta campestris* Yunk.) çimlenme ve gelişmesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Küsküt çimlenme ve başlangıç gelişmesi üzerine etkisi karanlık ve beyaz ışık altında test edilmiş, konukçu bitki olarak karpuz, kırmızı üçgül, yonca ve şeker pancarı kullanılmıştır. Çimlenen tohumlar 10 günlük süre boyunca günlük olarak sayılmış ve fide uzunlukları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; MO3, MO4 ve MO6 çimlenmeyi sırası ile %15, %65 ve %52 engellemiştir. Araştırmacılar bakterilerin parazit bitkilerin çimlenme ve gelişmesi üzerine etkileri konusunda daha kapsamlı çalışma gerektiğini ifade ederken, parazit çimlenme ve gelişmesini engelleyici BGTB'ların tarla koşullarında doğrudan yabancı ot kontrol yöntemi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varmışlardır.

Dahiya vd. (2019), buğday tarlalarında en yaygın olarak karşılaşılan ve verimde %17-62 oranında kayıplara neden olabilen yabancı yulaf için herbisit kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerini dikkate alarak, gıda talebinin karşılanabilmesi ve sürdürülebilirlik açısından önemli olabilecek yabancı otların biyolojik kontrolü için rizosferik toprak örneklerinden bakteri izolasyon çalışması yürütmüşlerdir. İzole edilen seksen sekiz izolatın otuzunun antagonistik ve herbisidal etki gösterdiği, bu otuz izolatın IAA ve ALA üretebildiği, bakterilerden ikişer izolatın yüksek indol asetik asit (IAA) ve d-aminolevulinik asit (ALA) üretebildiği ve 25 izolatın ACC kullanabildiği bunların beş adedinin yüksek ACC deaminaze aktivitesi gösterdiği, seçilen üç bakteri izolatının buğday kök ve gövde ağırlığını artırırken, yulafta kök ve gövde ağırlığını azaltabildiği belirlenmiştir. Çalışmada, yulafta biyolojik kontrolü bakımından en etkin izolatların *Bacillus siamensis* ve *Bacillus endophyticus* olduğu ve bu izolatların biyoherbisit olarak tarla koşullarında test edilmeden önce biyoherbisidal aktivite ve kültür bitki gelişmesini teşvik edici özellikler bakımından test edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Lawrance vd. (2019), yabancı ot öldürücülerin düzenli olarak uygulanmasının insan sağlığı, çevre ve gıda üzerinde çok sayıda toksik etkiye yol açtığını ve yabancı otların ilaçlara karşı direnç kazandığını, mikroorganizma kullanılarak herbisit geliştirilmesinin önemli bir ilgi alanı olması nedeniyle *Momordica charantia* rizosferinden yabancı ot öldürücü etkiye

sahip rizosferik *Pseudomonas aeruginosa* bakteri izole etmişlerdir. Araştırmacılar bu izolatan yabancı ot öldürücü özellikleri ile birlikte, *Pennisetum purpureum*, *Oryza sativa*, *Pisum sativa* ve *Amaranthus spinosum* türlerinde herbisidal etkilerini test etmişlerdir. Araştırmada bu suşun GMS analiziyle *Pseudomonas aeruginosa* H6 tarafından üretilen metabolitlerinin seçilen otlara karşı engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, özellikle yabancı otlara karşı toksik etki gösteren kinolin türevlerinin *Pseudomonas aeruginosa* H6 suşu için ayırt edici metabolit olduğu ve bu bileşenin bu mikroorganizmayı yabancı ot büyümesine karşı potansiyel bir biyoherbisit haline getirdiğini ve bu izolatan yabancı ot yönetimi için zirai kimyasallara uygun bir alternatif olabileceğini vurgulamışlardır.

Dar vd. (2020), tarafından çevresel etkileri olan geleneksel ot kontrolü yöntemlerine biyolojik alternatif geliştirme amacı ile yürütülen araştırmada eş zamanlı olarak buğdayın gelişmesini teşvik ederken *Phalaris minor* ve *Avena fatua* yabancı otlarını kontrol amacıyla *Pseudomonas* suşları üzerinde seçim çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmada dört *Pseudomonas* suşunun (B11, T19, T24 ve T75) in vitro olarak siyanür üretimi, siderofor üretimi, fosfor çözünürlüğü, oksidaz aktivitesi, katalaz aktivitesi ve ACC deaminaz aktivitesi bakımından pozitif etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu suşların marul fidesi fitotoksik analizinde %73 oranında ölüm oranına neden olmuştur. Uyumlu *Pseudomonas* suşları konsorsiyumu, aşılammamış kontrole kıyasla, *A. fatua* ve *P. minor* fide ölümlerini sırasıyla %50,0 ve %56,7'ye kadar artırırken ve bitki kök uzunluğunu sırasıyla %73,8 ve %53,9'a varan oranlarda azaltmıştır. İlaveten bakteri konsorsiyumu kontrole kıyasla, buğday sürgün uzunluğunu, kök uzunluğunu, taze biyokütleyi, kuru biyokütleyi ve yaprak yeşilliğini sırasıyla %41,6, %100, %79,9, %81,5 ve %21,1'e kadar artırmıştır. Araştırmacılar test etmiş oldukları 11 *Pseudomonas* konsorsiyumundan dördünün yabancı ot bastırma ve buğday büyümesini teşvik kapasitesi bakımından etkin olduğunu ilave çalışmalarla desteklenmesi durumunda insan ve çevre sağlığını iyileştirecek biyoherbisitlerin formülasyonlarında kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Pyke vd. (2020), tarafından toprak kaynaklı bakteri olan *Pseudomonas fluorescens* D7 suşunun brom yabancı otunun kontrolü amacıyla tarla koşullarında geniş alanlara uygulandığında (162 ha), üç yıllık sürede tohuma karıştırma veya püskürtme uygulamalarında *B. tectorum*'un yaprak örtüsü, biyokütlesi ve yoğunluğu bakımından

farklılıklar olmadığı, önceki çalışmaların aksine olarak tarla koşullarında biyoherbisidal uygulamalarının her durumda başarılı olmayabildiği görülmüştür.

Li vd. (2021), buğday rizosferinden izole ettiği bakteri izolatlarının yabancı yulaf tohumları çimlenme ve fide gelişmesi üzerine engelleyici etkilerine test ettikleri araştırmada, bakteri süspansiyonlarının yabancı yulaf fidelerinin gelişmesini farklı oranlarda engellediği, bazı izolatların yüksek herbisidal etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar özellikle *Bacillus* suşlarının yüksek derecede herbisit etkisi gösterdiğini vurgulamışlardır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Materyali

##### 3.1.1. Test Edilen Bitkiler ve Özellikleri

Deneme setlerinde kullanılan bitki türleri, inkübasyon sıcaklıkları ve bazı test koşulları Tablo 1’de verilmiştir. Ayrıca araştırmada test edilen bitkilere ait bazı özellikler aşağıda özetlenmiştir. Bu araştırma 2020 ve 2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Dardanos Yerleşkesi seralarında ve açık alanda olmak üzere 3 farklı deneme seti olarak doğal ışık altında iki yıl süreyle yürütülmüştür.

**Darıcan** (*Echinochloa crus-galli* L.): *Poaceae* familyasından darıcan olarak bilinen *Echinochloa crus-galli* L. yabancı bir bitkidir. Türkiye’de önemli yabancı otlar arasında ilk 10’a giren bu bitki tropik, subtropik ve ılıman iklim koşullarına sahip bölgelerde çoğalma göstermektedir (Kaya, 2008). Ortalama olarak 150 cm’ye kadar uzayabilen darıca yıllık bir bitkidir. Bir darıca bitkisinden yaklaşık olarak 40.000 tohum saçılmaktadır. Bu da yabancı otun oldukça hızlı bir şekilde yayılıp bulunduğu ortamdaki bitkiler ile rekabete girmesi demektir. Sonuç olarak darıca, mahsul veriminde büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle ürün kalitesinde verim elde etmek için yabancı otlara karşı erkenden önlemlerin alınması gerekmektedir (Haghnama, 2016).

**Kirpi darı** (*Setaria Viridis* L.): *P. Beauv. Poaceae* familyasının üyesi olan kirpi darı (*Setaria Viridis* L.) tek yıllık ve tohumla çoğalan bir yabancı ottur. Kirpi darı açık yeşil renklidir ve salkımları vardır. Mor veya yeşil renkli olan salkımların etrafı kıllarla çevrilidir. Bu yabancı otun çimlenmesi bitkiden bitkiye değişiklik gösterse de özellikle yaz aylarında gerçekleşmektedir ve çiçeklenmesi 1 ila 3 hafta sürmektedir (Güney Sarıtaş, 2019).

Tablo 1

Çimlendirme denemelerinde kullanılan bitki türleri, inkübasyon sıcaklıkları ve bazı test koşulları

Bitki Türü	İnkübasyon Sıcaklığı (°C)	Gelişme Parametresi Ölçüm (gün)
Dar Yapraklı		
Arpa ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)	20	7-10
Yabani yulaf ( <i>Avena fatua</i> L.)	20	10
Darıcan ( <i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	25	14
Delice ( <i>Lolium rigidum</i> Guadin)	20	10
Kirpi darı ( <i>Setaria viridis</i> L.) Beauv.)	25	7
Ayrık otu ( <i>Agropyron repens</i> )	25	Yeterli Çimlenme sağlanamadı
Püsküllü brom ( <i>Bromus tectorum</i> )	20	Yeterli Çimlenme sağlanamadı
Geniş Yapraklı		
Horoz ibiği ( <i>Amaranthus retroflexus</i> )	25	20
Tarla sarmaşığı ( <i>Convolvulus arvensis</i> L)	25	7-10
Semizotu ( <i>Portulaca oleracea</i> ),	30	10
Kazayağı, sirken ( <i>Chenopodium album</i> L.)	25	10
Yabani hardal ( <i>Sinapis arvensis</i> )	25	10
Köpek üzümü ( <i>Solanum nigrum</i> )	25	Yeterli Çimlenme sağlanamadı
Boru çiçeği ( <i>Datura stramonium</i> L.)	30	Yeterli Çimlenme sağlanamadı

**Tarla sarmaşığı** (*Convolvulus Arvensis* L.): Halk dilinde tarla sarmaşığı olarak adlandırılan *Convolvulus Arvensis* L. ilk kez 1753'te sınıflandırılmıştır (Karaman, 2020). Latince *Convolvulus* sarılıcı, sarılan anlamına gelirken *Convolere* dolaşan anlamına gelmektedir. Özellikle ılıman iklimlerde görülen tarla sarımsağı, *Convolvulaceae* familyasına ait tohumla çoğalan yıllık bir yabancı ottur. Bu ot dünya çapında yabancı otlar arasında ilk 10'da yerini almaktadır (Kuleci, 2009). Sadece bir bitkisinden yaklaşık 500 tane tohum saçılabilir. Boyu 3 metrenin üzerine çıkabilen tarla sarmaşığı tutunduğu bitkiyi sararak besin ve su maddesi için rekabete girmektedir (Güney Sarıtaş, 2019; Kuru,

2019). Uzun kökleri toprakta 60 cm'ye kadar aşağı ulaşabilir ve topraktaki suyu azaltarak bitkiyi susuz bırakarak soldurabilir (Kuleci, 2009; Karaman, 2020).

**Semizotu** (*Portulaca Oleracea L.*): Günlük yaşantımızda bahçelerde ve pazarlarda oldukça sık karşılaştığımız semizotu (*Portulaca Oleracea L.*) *Portulacaceae* familyasındandır (Erkoç, 2021). Hem yemek olarak hem de salata olarak sofralarda kullanılan semizotu oldukça besleyicidir (Taş, 2021). Ancak bitki yetiştiriciliğinde yabancı ot olarak sınıflandırılmakta ve yaygınlık bakımından 8. sırada yerini almaktadır (Kocamanoğlu, 2018). Ilıman iklimin olduğu kuşaklarda yetişen semizotu çeşitli toprak türlerinde yetişebilmektedir. Fakat en iyi killi ve kumlu topraklarda çoğalmaktadır (Kanca, 2020). Olumsuz iklim koşullarına dayanıklı olmasına rağmen kırağı ve soğuk bitkiye zarar vermektedir.

**Sirken** (*Chenopodium Album L.*): 2 metreye kadar uzayabilen sirken (*Chenopodium Album L.*) yıllık bir bitkidir. Başlarda tozlu bir görünüme sahip olan sirken büyüdükçe dallı ve daha köşeli bir hal almaktadır. 3.000 ila 20.000 arasında tohum oluşturabilen bu bitki yabancı ot olarak bilinsede bazı bölgelerde ekmek yapımında veya sebze olarak tüketilmektedir. Humus bakımından zengin topraklarda yetişen sirken topraktaki besin maddelerini çekerek mahsul verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Yentürk, 2021).

**Yabani hardal** (*Sinapis Arvensis L.*): Yabani hardal yaklaşık olarak 27 farklı sinonime sahip olsa da bilimsel olarak en çok *Sinapis arvensis L.* ismi kullanılmaktadır (Şin, 2021). Yabani hardal turpgiller olarak bilinen *Brassicaceae* familyasına aittir. Genellikle ılıman iklimlerde yetişen yabani hardal yüksek adaptasyon yeteneğine sahiptir (Deniz, 2019). Bir bitkiden elde edilen tohum miktarı yaklaşık olarak 1.200'dür ve sadece toprak ile temas sonrası çimlenme gerçekleşebilmektedir (Şin, 2021). Yapılan çalışmalara göre tarım arazilerinde bitkinin besinine ve suyuna ortak olarak ürün verimliliği ve kalitesinde önemli düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir (Erim, 2017; Bayram, 2018).

### 3.1.2. Test Edilen Bakteri Özellikleri

Bu araştırmada test edilen bakteriler Erzurum ilinin Yusufeli-Barhal, İspir-Aksu ve Çamlıkaya ayı vadisi yabancı bitki popölasyonlarının kök rizosfer topraklarından izole edilerek karakterizasyonu yapılan ve indol asetik asit üretimi gibi bazı faydalı özellikleri belirlenerek saklanan; bitki yetiştiriciliğinde kullanılabilme potansiyeline sahip koleksiyonda bulunan 720 izolat arasından seçilen 17 farklı bakteri suşu kullanılmıştır. Bu bakterileri izolasyon kaynağı ve bazı suşu özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Bakteri suşları, izolasyon kaynağı ve bazı suş özellikleri

Bakteri kodu	Bakteri Suşu	İzolasyon Kaynağı	Azot Fiksasyonu	İnorganik Fosfor özme
RCA7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Semizotu	Z+	K+
RC13	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Kirpi Darı	Z+	Z+
RC84	<i>Pseudomonas putida</i>	Hardal	+	+
RC271	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	Yulaf	+	Z+
RC88	<i>Pseudomonas syringae</i>	Borueğı	Z+	+
RC92	<i>Lysobacter-enzymogenes-enzymogenes</i>	Darıcan	-	+
RC69	<i>Alcaligenes xylosoxidans</i>	Hardal	+	-
RC173	<i>Achromobacter xylosoxidans denitrificans</i>	Thymus	+	+
RC96	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Origanum	+	K+
RC291	<i>Bacillus licheniformis</i>	Salvia	+	K+
RC172	<i>Bacillus subtilis</i>	Origanum	+	-
RC5A2	<i>Bacillus pumilus</i>	Brom	-	+
RC18	<i>Bacillus cereus</i>	Brom	+	-
RC14	<i>Bacillus megaterium</i>	Delice	+	+
RC8	<i>Bacillus mycoides</i>	Satureja	+	Z+
RC11T	<i>Bacillus sp.</i>	Ayrıkotu	+	K+
RC54	<i>Enterobacter sp.</i>	Satureja	Z+	

\*+: Pozitif, K+: Kuvvetli pozitif, Z+: Zayıf pozitif, -: Negatif

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Yabancı Ot Tohumlarının Toplanması

Yabancı otların olgun tohumları Temmuz- Ekim ayları arasında toplanmıştır. Araştırma kapsamında dar yapraklı; yabancı yulaf (*Avena fatua* L), darıcan (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv.), delice (*Lolium rigidum* Guadin), kirpi darı (*Setaria viridis* L.) Beauv.), ayrık otu (*Agropyron repens*) ve püsküllü brom (*Bromus tectorum*), arpa (*Hordeum vulgare*). Araştırmada geniş yapraklı; horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus*), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L), semizotu (*Portulaca oleracea*), sirken (kazayağı, *Chenopodium album* L), yabancı hardal (*Sinapis arvensis*) ve köpek üzümü (*Solanum nigrum*) tohumları Çanakkale ili Çan, Yenice, Ayvacık ilçeleri ile Manisa ili Turgutlu ve Salihli ilçelerinden toplanmıştır. Yabancı ot tohumları serada kurutulmuş, daha sonra boş tohumlar ve bitki artıklarını uzaklaştırmak için bir hava akımlı elek üzerinde ovalanarak temizlenmiştir. Kuru tohumlar çimlenme testleri başlangıcına kadar 10 °C'de %35 bağıl nemde saklanmıştır.

### 3.2.2. Deneme Deseni ve Uygulamalar

Araştırma tohumların deiyonize su içinde çimlenme oranının belirlenmesi için filtre kağıtlarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her bir tekerrürde 20 tohum olmak üzere kurulmuştur. Her bir uygulama (her bir test edilecek tohum) başına üç tekerrür (üç petri) ve her bir petriye 20 tohum yerleştirilmiştir.

İkinci ve araştırmanın sonuçlarının alındığı deneme setinde 9 cm'lik test kağıtları kullanılarak petri kaplarına yerleştirilen her bir tohumdan 3 tekerrür olmak üzere 20 tohum 5 ml saf bakteri kültürü ve deiyonize su ile nemlendirilerek test edilmiştir. Kontrol tohumlarında aynı miktar deiyonize su kullanılarak inkübe edilmiştir. Mekanik aşındırma uygulanmış ve sodyum hipoklorit kullanılarak 10 dakika sterilize edilip, sonra on kez damıtık su ile yıkanan tohumlar ayrı ayrı 90 mm x 10 mm otoklavlanmış, petri plaklarına

çift tabaklı filtre kâğıdı arasına pens yardımıyla ekilmiştir. Her bir uygulama başına üç tekerrür (üç petri) ve her bir petriye 20 tohum yerleştirilmiştir.

### 3.2.3. Bakteri Süspansiyonlarının Hazırlığı ve Uygulanması

Yabancı ot çimlenme denemelerinde kullanılan bakteriler, ülkemizdeki çeşitli kültür ve yabani bitkilerin kök rizosferinden izole edilerek bitki gelişme özelliğine sahip 720 bakteri izolatu içerisinde önceden yürütülen çalışmalarda bazı bitkilerde ön çimlenme ve bitki gelişmesine etkileri dikkate alınarak seçilen, Çoruh vadisi, İspir –Aksu ve Çamlıkaya ve Yusufeli-Barhal deresi ve Fırtına deresi kaynaklı, semizotu, Kirpi darı, hardal, yulaf, boru çiçeği, darıca, kekik thymus, kekik origanum, brom, ayrikotu, delice, satireja ve ahududu rizosfer topraklarından izole edilerek saklanan Prof. Dr. Ramazan Çakmakçı'nın koleksiyonuna ait bakteriler kullanılmıştır (Çakmakçı vd., 2006, 2007a,b, 2008, 2009, 2010; Çakmakçı, 2019). Bu izolatlar klasik sistemler ve moleküler sistemlerden MIS sistemi kullanılarak tanımlanmış olup Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu'nda muhafaza edilmektedir.

Çalışmalarda kullanılan bakteri suşlarının süspansiyonları hazırlanırken; daha önceden saflaştırılarak derin dondurucuda muhafaza edilen kültürler Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilerek, 27 °C'de inkübasyona bırakılmış ve 24 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen kolonilerden kültürün saf olup olmadığı da kontrol edilerek saflığında sorun yoksa, taze kültürlerin her birisinden ayrı ayrı öze ile alınarak 250 mL'lik Nutrient Broth (NB) içeren besi ortamına aktararak yatay çalkalayıcı inkübatörde (150 rpm/dk) ayrı ayrı 24 saat geliştirilen bu kültürlerin biyolog türbidimetre ile absorbansları ölçülerek ve absorbansları steril su ile eşitlenmiş ve bakteri konsantrasyonu  $10^8$  hücre/ml olacak şekilde ayarlanmıştır (Çakmakçı vd., 2013).

### 3.2.4. Tohumların Hazırlanması

**Mekanik aşındırma:** Çimlenme testlerinde kullanılan yabancı ot tohumları öncelikle 0 numara zımpara ile 4 dk süreyle zımparalandıktan sonra petrilere yerleştirilmiştir.

**Sodyum hidroksit (NaOH) muamelesi:** Tohumlar %50'lik NaOH çözeltisinde 10 dk bekletilmiştir. Çözeltide bekletilen yabancı ot tohumları 10 defa saf su ile yıkanarak, kurutma kağıtlarında kurutulmuştur.

### 3.2.5. Yabancı Ot Çimlenme Biyoanalizleri

Çimlenme denemelerinde farklı bitki tohumları için inkübasyon sıcaklığı bu bitkiler için önceki araştırmacılar tarafından önerilen optimum çimlenme sıcaklıkları dikkate alınarak seçilmiştir. Optimum çimlenme sıcaklığı olarak: Arpa (*Hordeum vulgare* L.) 20 °C yabani yulaf (Dunwell, 1981); (*Avena fatua* L.) 15-21 °C (Friesen ve Shebeski, 1961); Darıcan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. B.) 25 °C (Sadeghloo vd., 2013; Tünk, 2018; Šoštarčić vd., 2021); Delice (*Lolium rigidum* Guadin) 20-27 (Cook vd. 2005), kirpi darı (*Setaria viridis* L.) Beauv.) 25/15 °C ışık/karanlık (Amini vd. 2015), ayrik otu (*Agropyron repens*) 15-25°C (Batcher, 2002); kırmızı köklü tilki kuyruğu, horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) 25-30 C (Frost vd., 1971; Abacı, 2006; Tünk, 2018; Sid Brahim, 2021), semiz otu (*Portulaca oleraceae* L.) 30-35 °C; (Abacı, 2006; Tünk, 2018), sirken (*Chenopodium album* L.) 20-30 °C (Solak, 2007; Tünk, 2018; Sid Brahim, 2021), yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) 10-25 °C ( Tünk, 2018; Lotffifar vd., 2014) ve tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.) 20-25 °C (Tanveer vd. 2013) dikkate alınarak çimlenme sıcaklıkları belirlenmiştir.

İlk deney setinde bütün tohumların maksimum tohum çimlenme parametresini elde etmek için deiyonize su kullanılmıştır. Bu denemede yeterli çimlenme görülmeyen tohumlar bakterilerin test edildiği ikinci denemeye dahil edilmemiştir. İkinci ve araştırmanın sonuçlarının alındığı deneme setinde 9 cm'lik test kağıtları kullanılarak petri kaplarına yerleştirilen her bir tohumdan 3 tekerrür olmak üzere 20 tohum 5 ml saf bakteri kültürü ve

deiyonize su ile nemlendirilerek test edilmiştir. Kontrol tohumlarında aynı miktar deiyonize su kullanılarak inkübe edilmiştir. Mekanik aşındırma uygulanmış ve sodyum hipoklorit kullanılarak 10 dakika sterilize edilip, sonra on kez damıtık su ile yıkanan tohumlar ayrı ayrı 90 mm x 10 mm otoklavlanmış petri plaklarına çift tabaklı filtre kağıdı arasına pens yardımıyla ekilmiştir. Her bir uygulama başına üç tekerrür (üç petri) ve her bir petriye 20 tohum yerleştirilmiştir. Dolayısı ile denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her bir tekerrürde 20 tohum olmak üzere kurulmuştur.

Farklı bakterilerin  $10^8$  hücre/ml konsantrasyondaki 5 ml solüsyonu uygulanarak çimlenme ve fide gelişme testi yapılmıştır. Denemede bütün tohumlar için steril su kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm çift tabaklı filtre kağıtlar deiyonize su kullanılarak eşit olarak nemlendirilmiş, olası buharlaşmayı önlemek için petri kaplarının üzeri kapatılmış, parafilm ile sarılmış ve bakteri süspansiyonu ile inokule edilen ve kontrol petrieleri karanlık koşullarda 24 °C' de 16/8 saat aydınlık/karanlık aralığında inkübe edilmiştir. Buharlaşmayı azaltmak için petri kapakları kapatılmış ve testler sırasında daha fazla su gerekmemiştir. Tüm testler Uluslararası Tohum Testi Derneği kurallarına göre yürütülmüştür.

Çimlendirme kapları Tablo 1'de verilen bilgilere göre çimlenmeye bırakılmıştır ve ölçümler yapılmıştır. Çimlenme süresinin her gününde çimlenen tohumlar ayrı ayrı sayılmış ve "Uluslararası Tohum Test Birliği" kriterlerine göre 2 mm kökçük uzunluğuna sahip olan tohum, çimlenmiş olarak değerlendirilmiştir (ISTA 1993). Dolayısı ile bu uzunluktan daha düşük kök uzunluğuna sahip olan tohumlar çimlenen tohum olarak değerlendirilmemiştir. Çimlenen tohumların sayısı, çimlenmeye bırakılan toplam tohum sayısına oranlanmış, çimlenme oranı (ÇO) aşağıdaki formüle göre yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Çimlenme Oranı (\%)} = (\text{ÇTS} / \text{TTS} / \times 100)$$

ÇTS: Çimlenme sonunda toplam çimlenen tohum sayısı

TTS: Çimlenmeye bırakılan toplam tohum sayısı

Bu çalışma kapsamında üçüncü deneme seti olarak, bakteri aşılama çalışmalarının tarla toprağı ve steril kumda kültür bitkisi ve yabancı ot çimlenme, çıkış ve gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla, küçük pot ve pet bardaklarda tesadüf parsellerinde 4 tekerrürlü denemeler kurulmuştur. Bu denemeler, 10 dakika boyunca sodyum hipoklorit (%5) ile yüzey sterilize edilen tohumlar steril su ile yıkandıktan sonra, toprak içeren potlara ekilerek  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  de geliştirilmek üzere kurulmuş, steril kum denemesinde her bir pet bardağına ekilen 15 adet bakteri inoküle edilmiş tohum ekilmiş, tarla toprağı denemesinde ise her bir potta bulunan 6 adet on beş günlük fidelerin üzerine 5 ml bakteri kültürü sprey edilmiştir. Bu denemeler COVID sürecine denk geldiği için sağlıklı takip edilemediğinden yeterli veri alınamamış olduğundan, bu tez kapsamında sadece laboratuvar koşullarından yürütülen 2 deneme verileri kullanılmıştır.

### **3.2.6. Kök Uzunluklarının Ölçülmesi**

Denemelerde çimlenmiş olan tohumların kök ve koleoptil ayırım yerinden başlanmak sureti ile en uzun saçak kökün ucuna kadar (Bozcuk, 1978) ve kökle hipokotil ayırım yerinden başlanarak kökün ucuna kadar milimetrik bir cetvel yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Dolayısıyla çimlenen tohumlarda kök uzunluğu en uzun kök ölçümü yapılarak cm cinsinden belirlenmiştir.

### **3.2.7. Koleoptil (sürgün boyu veya Hipokotil) Uzunluklarının Ölçülmesi**

Denemelerde çimlenen fide koleoptilinin (veya hipokotil) ayırım yerinden başlayarak bu organların ucuna kadar milimetrik bir cetvel ile uzunlukları ölçülmüştür. Uzunluk ölçümleri, her petride çimlenen bütün yabancı ot ve arpa tohumlarından çıkan fidelerin tümü üzerinde yapılmıştır. Kök boğazı bölgesinden uç kısma kadar olan uzaklık milimetrik ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

### 3.2.8. İstatistik Analiz

Denemeler tesadüf parsellerine göre üç tekerrürlü ve her bir tekerrürde 20 tohum olacak şekilde yürütülmüş ve varyans analizine tabi tutulmuştur ve ortalamalar arası farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır. Çimlendirme ve başlangıç gelişmesi denemelerinde belirlenen tüm veriler STATISTICA (StatSoft-2003) ve SPSS (IBM SPSS Statistics 20) programları kullanılarak varyans ve karşılaştırma testleri yapılarak, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki ortaya konulmuştur.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 4.1. Test Edilen Bitkilere Ait Çimlenme ve Gelişme Parametreleri

Arpa bitkisinde bakteri aşılamalarının çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler Tablo 3, Tablo 4’ de verilmiştir. Arpa bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

Arpa bitkisinde en yüksek kök uzunluğu *Stenotrophomonas maltophilia* RC96 bakteri aşılması ile ölçülürken, *Bacillus cereus* RC18 aşılması kök uzunluğu kontrol uygulamasına kıyasla önemli miktarda azaltmış, ancak diğer uygulamaların tamamı kontrolle aynı gruba girmiştir. En yüksek arpa gövde uzunluğu *Stenotrophomonas maltophilia* RC96 (5,48 cm) ve kontrol (5,46 cm) uygulamalarında ölçülmüş, kontrol uygulamasına kıyasla *Pseudomonas fluorescens* RC13, *Bacillus cereus* RC18, *Pseudomonas syringae* RC88 ve *Bacillus megaterium* RC14 aşılama ile gövde uzunluğu azalmış, diğer uygulamalar kontrolle aynı gruba girmiştir (Tablo 4). Genel olarak araştırmada test edilen bakterilerin arpa başlangıç kök ve gövde gelişmesini olumsuz etkilemediği görülmüştür.

Tablo 3

Bakteri uygulamalarının arpa bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	18,55	1,55*	0,76	1,69*	0,94	1,99*
Hata	36	11,99		0,45		0,47	

\*:  $p<0,05$  , \*\*:  $p<0,01$ , öd:, Önemli değil

Tablo 4

Bakteri uygulamalarının arpa çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	82,00 ± 3,00 a	6,70 ± 0,55 ab	5,47 ± 0,24 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RCA7	80,00 ± 6,00 ab	6,51 ± 0,26 ab	5,09 ± 0,43 a-c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC13	74,33 ± 2,52 b	6,00 ± 0,82 a-c	4,00 ± 0,39 c
<i>Pseudomonas putida</i> RC84	77,00 ± 3,00 ab	6,64 ± 0,56 ab	4,53 ± 0,92 a-c
<i>Pseudomonas alcaligenes</i> RC271	76,90 ± 3,38 ab	6,46 ± 1,19 ab	4,40 ± 0,68 a-c
<i>Pseudomonas syringae</i> RC88	81,63 ± 6,00 a	6,00 ± 0,82 a-c	4,06 ± 0,48 bc
<i>L.-enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	78,03 ± 4,14 ab	5,84 ± 0,57 a-c	5,35 ± 0,44 a-c
<i>Alcaligenes xylosoxidans</i> RC69	79,78 ± 1,54 ab	6,33 ± 1,13 ab	4,23 ± 1,10 a-c
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	77,11 ± 2,71 ab	6,57 ± 0,29 ab	5,33 ± 0,40 a-c
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> RC96	78,39 ± 2,33 ab	6,87 ± 0,64 a	5,58 ± 0,70 a
<i>Bacillus licheniformis</i> RC291	80,71 ± 3,57 ab	5,85 ± 0,61 a-c	5,41 ± 1,10 ab
<i>Bacillus subtilis</i> RC172	80,48 ± 1,00 ab	6,11 ± 0,45 ab	5,00 ± 0,42 a-c
<i>Bacillus pumilus</i> RC5A2	72,46 ± 5,51 a	6,29 ± 0,24 ab	4,94 ± 0,81 a-c
<i>Bacillus cereus</i> RC18	80,50 ± 3,91 ab	4,73 ± 0,63 c	4,05 ± 0,97 c
<i>Bacillus megaterium</i> RC14	82,13 ± 2,43 a	5,51 ± 1,16 bc	4,10 ± 0,98 bc
<i>Bacillus mycoides</i> RC8	80,03 ± 1,98 ab	6,48 ± 0,30 ab	5,21 ± 0,43 a-c
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	79,10 ± 1,61 ab	6,21 ± 0,31 ab	4,40 ± 0,43 a-c
<i>Enterobacter intermedius</i> RC54	74,23 ± 3,48 b	5,92 ± 0,17 a-c	4,62 ± 0,42 a-c
<b>Ortalama</b>	79,15 ± 3,75	6,16 ± 0,74	4,77 ± 0,79

\*Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

#### 4.1.2. Yabani Yulaf

Bu araştırmada bakteri aşılımlarının yulaf çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerleri ile ilgili verilere ait varyans analiz sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi sırasıyla Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir. Yulaf bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $p \leq 0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 5).

Çimlenme testlerinde kullanılan bakteri izolatların bağlı olarak yulaf çimlenme parametrelerinde belli miktarda azalma ve artışlar belirlenmiştir. Yulaf çimlenme oranı bakımından test edilen toplam 17 bakteri izolatının 9 adedi çimlenme oranını kontrol uygulamasına kıyasla önemli oranda azaltırken, 7 bakteri aşılmasında belirlenen çimlenme oranların kontrol uygulaması ile benzer bulunmuş ve aynı gruba girmiştir. En düşük yulaf

çimlenme değeri *Bacillus* sp. RC11T bakteri aşılamaalarında elde edilmiş ve bu uygulamayı sırasıyla *P. putida* RC84, *B. cereus* RC18, *P. syringae* RC88, *B. subtilis* RC172, *B. pumilus* RC5A2 ve *P. fluorescens* RC13 bakteri aşılamaaları izlemiştir (Tablo 6 ve Tablo 7).

Tablo 5

Bakteri uygulamalarının yabancı yulaf bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	1789,02	94,16**	4,99	20,91**	0,70	2,66**
Hata	36	19,00		0,24		0,26	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Bakteri uygulanmış yabancı yulaf bitkilerinde kök uzunluğu bakımından *P. fluorescens* RCA7, *P. alcaligenes* RC271, *S. maltophilia* RC96 ve *B. licheniformis* RC291 bakteri aşılamaaları ile belirlenen farklılıklar istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır; bu uygulamalar kontrolle aynı gruba girmiştir (Tablo 6). Diğer bakteri aşılamaalarının tamamı kontrol uygulamasına kıyasla yabancı yulaf kök uzunluğu değerini önemli miktarda azaltmıştır (Tablo 6).

Kontrolle kıyasla yabancı yulaf kök uzunluğunu, *B. pumilus* RC5A2, *P. putida* RC84, *Bacillus* sp. RC11T, *P. syringae* RC88, *P. fluorescens* RC13, *B. cereus* RC18 ve *E. intermedius* RC54 uygulamaları sırasıyla %60, %57, %57, %54, %52, %52 ve %42 oranında azaltmıştır (Tablo 7).

Yabancı yulaf gövde uzunluğu *P. fluorescens* RC13, *B. subtilis* RC172, *B. pumilus* RC5A2, *B. mycoides* RC8 ve *Bacillus* sp. RC11T aşılamaaları ile azalmış ve azalma oranları kontrolle kıyasla önemli bulunmuştur. Diğer bakteri aşılamaalarında kontrolle kıyasla yabancı yulaf gövde uzunluğunda kısmı bazı artış ve azalmalar belirlenmiş olmakla birlikte, artış ve azalış oranları önemli bulunmamış ve bu uygulamalar kontrolle aynı gruba girmiştir.

Araştırmada test edilen bakteri uygulamalarında sadece *L. enzymogenes* *enzymogenes* RC92 aşılması ile %2 oranında artan yulaf gövde uzunluğu; *P. fluorescens* RC13 aşılması ile %16, *P. putida* RC84 aşılması ile %12, *P. syringae* RC88 aşılmasında %11, *B. subtilis* RC172 aşılmasında %20, *B. pumilus* RC5A2 aşılmasında %24, *B. mycooides* RC8 aşılmasında %15, *Bacillus* sp. RC11T aşılmasında %23 ve *E. intermedius* RC54 aşılmasında ise %12 oranında azalmıştır (Tablo 7).

Tablo 6

Bakteri uygulamalarının yabancı yulaf çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	76,33 ± 7,37 a	6,29 ± 0,31 a	6,14 ± 0,82 ab
<i>P. fluorescens</i> RCA7	77,33 ± 4,04 a	6,38 ± 0,07 a	6,16 ± 0,34 ab
<i>P. fluorescens</i> RC13	30,67 ± 6,11 d	3,04 ± 0,29 c-e	5,18 ± 0,57 b-d
<i>P. putida</i> RC84	22,33 ± 4,04 e	2,71 ± 0,16 e	5,42 ± 0,66 a-d
<i>P. alcaligenes</i> RC271	72,33 ± 3,51 a	5,64 ± 0,65 a	5,66 ± 0,50 a-d
<i>P. syringae</i> RC88	27,00 ± 4,58 de	2,90 ± 0,46 de	5,47 ± 0,71 a-d
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	69,50 ± 3,50 ab	4,45 ± 0,67 b	6,25 ± 0,65 a
<i>A. xylooxidans</i> RC69	69,67 ± 2,08 ab	4,25 ± 0,64 b	6,12 ± 0,59 ab
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	72,00 ± 3,61 a	4,43 ± 0,47 b	5,82 ± 0,56 a-c
<i>S. maltophilia</i> RC96	74,67 ± 2,52 a	5,51 ± 0,30 a	5,61 ± 0,32 a-d
<i>B. licheniformis</i> RC291	77,47 ± 1,97 a	5,59 ± 0,34 a	5,58 ± 0,24 a-d
<i>B. subtilis</i> RC172	27,67 ± 5,03 de	3,14 ± 0,99 c-e	4,88 ± 0,44 cd
<i>B. pumilus</i> RC5A2	28,70 ± 5,56 de	2,54 ± 0,34 e	4,66 ± 0,57 d
<i>B. cereus</i> RC18	23,33 ± 4,04 de	3,00 ± 0,65 c-e	5,44 ± 0,13 a-d
<i>B. megaterium</i> RC14	75,33 ± 3,06 a	4,41 ± 0,26 b	5,85 ± 0,31 a-c
<i>B. mycooides</i> RC8	63,00 ± 4,00 b	3,82 ± 0,64 bc	5,23 ± 0,63 b-c
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	10,33 ± 3,79 f	2,69 ± 0,15 e	4,71 ± 0,31 d
<i>E. intermedius</i> RC54	54,33 ± 5,69 c	3,65 ± 0,41 b-d	5,39 ± 0,26 a-d
<b>Ortalama</b>	52,8 ± 24,22	4,14 ± 1,33	5,53 ± 0,63

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Tablo 7

Bakteri uygulamalarının yulaf çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-1	-1	0
<i>P. fluorescens</i> RC13	60	52	16
<i>P. putida</i> RC84	71	57	12
<i>P. alcaligenes</i> RC271	5	10	8
<i>P. syringae</i> RC88	65	54	11
<i>L. enzymogenes enzymogenes</i> RC92	9	29	-2
<i>A. xylosoxidans</i> RC69	9	33	0
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	6	30	5
<i>S. maltophilia</i> RC96	2	12	9
<i>B. licheniformis</i> RC291	-1	11	9
<i>B. subtilis</i> RC172	64	50	20
<i>B. pumilus</i> RC5A2	62	60	24
<i>B. cereus</i> RC18	69	52	11
<i>B. megaterium</i> RC14	1	30	5
<i>B. mycoides</i> RC8	17	39	15
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	86	57	23
<i>E. intermedius</i> RC54	29	42	12
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

Yabani yulaf üzerine aşıl原因 bakterilerden herbisidal aktivite ile çimlenmenin engellenmesi ve başlangıç dönemi kök ve gövde gelişmesinin baskılanması bakımından en etkin izolatlar sırası ile RC11T, RC88, RC84, RC13, RC172, RC5A2 ve RC18 bakteri suşları olmuştur. Araştırmada yulaf çimlenme oranı değerleri %10,3 ile %77,5 on günlük inkübasyon sonunda kök uzunluğu 2,54 cm ve 6,38 cm, gövde uzunluğu ise 4,66 cm ile 6,25 cm arasında değişmiştir. Bu araştırma kapsamında yulaf bitkisine bakteri aşıl原因ları ile sadece distile su uygulanmış kontrole kıyasla, çimlenme oranı %1-86, kök uzunluğu %10-60 ve gövde uzunluğunun ise %5-24 arasında azaltılmıştır.

Bu araştırmada *P. putida* RC84 izolatında belirlendiği gibi özellikle *B. subtilis* RC172, *B. pumilus* RC5A2, *Bacillus* sp. RC11T, *B. cereus* RC18 gibi *Bacillus* suşlarının yüksek herbisidal etki göstererek yabani yulaf çimlenme, kök ve gövde gelişmesini önemli ölçüde azaltmıştır. Benzer olarak önceki araştırmalarda tohumlara bakteri aşıl原因ının yabani yulaf, kanarya otu çimlenmesinin engellediği (Abbas vd. 2017), bakteri süspansiyonlarının

yabani yulaf fidelerinin gelişmesini farklı oranlarda etki gösterdiği ve özellikle test edilen bazı *Bacillus* suşlarının yüksek herbisidal etki gösterdiği (Li vd. 2021) belirlenmiştir. Öte yandan yabani yulafın buğday tarlalarında yaygın olarak görüldüğü ve verimde %17-62 oranında kayıplara neden olabildiği, buğday gelişmesini teşvik edici özelliklere sahip *Bacillus siamensis* ve *Bacillus endophyticus* suşlarının buğday kök ve gövde ağırlığını artırırken, yulafta kök ve gövde ağırlığını azaltabildiği ve biyoherbisidal aktivite gösteren bu izolatların yulaf kontrolünde kullanılabileceği vurgulanmıştır (Dahiya vd. 2019).

#### 4.1.3. Darıcan

Darıcan bitkisinde bakteri aşılama oranının çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10’ da verilmiştir. Bitki çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 8).

Deneme bulgularımıza göre darıcan bitkisinde en düşük çimlenme oranı *P. syringae* RC88 (%27,7) aşılmasıyla elde edilmiş, bunu sırasıyla *B. subtilis* RC172 (%28,3), *E. intermedius* RC54 (%28,9), *B. pumilus* RC5A2 (%29,0), *P. putida* RC84 (%29,0), *P. fluorescens* RC13 (%34,1), *Bacillus* sp. RC11T (%36,6), *B. cereus* RC18 (%41,4), *B. mycooides* RC8 (%41,6) ve *B. megaterium* RC14 (%49,4) aşılama oranı takip etmiştir. Bu bakterilerle elde edilen sonuçlar kontrol grubuna göre (%57,6) istatistikî bakımdan önemli ( $p<0,05$ ) azalış gösterirken; diğer bakteri aşılama oranı darıcan çimlenme oranı bakımından kontrolle aynı gruba girmiştir (Tablo 9).

Tablo 8

Bakteri uygulamalarının darıcan bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	475,48	25,55**	0,87	18,36**	1,78	28,86**
Hata	36	18,61		0,05		0,06	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Tablo 9

Bakteri uygulamalarının darıcan çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	57,60 ± 5,60 ab	2,63 ± 0,26 b	3,43 ± 0,31 a
<i>P. fluorescens</i> RCA7	57,63 ± 2,05 ab	3,05 ± 0,08 a	3,82 ± 0,43 a
<i>P. fluorescens</i> RC13	34,13 ± 3,33 c-e	1,59 ± 0,33 de	1,96 ± 0,45 de
<i>P. putida</i> RC84	29,00 ± 5,05 de	1,45 ± 0,10 e	1,64 ± 0,16 e
<i>P. alcaligenes</i> RC271	52,77 ± 4,15 ab	2,51 ± 0,22 b	3,49 ± 0,18 a
<i>P. syringae</i> RC88	27,70 ± 3,99 e	1,48 ± 0,14 e	2,28 ± 0,21 cd
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	57,63 ± 5,90 ab	2,80 ± 0,25 ab	3,44 ± 0,25 a
<i>A. xylooxidans</i> RC69	57,83 ± 2,93 a	2,84 ± 0,27 ab	3,58 ± 0,19 a
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	57,40 ± 6,66 ab	2,56 ± 0,34 b	2,86 ± 0,26 b
<i>S. maltophilia</i> RC96	55,40 ± 3,80 ab	2,03 ± 0,20 c	2,54 ± 0,19 bc
<i>B. licheniformis</i> RC291	57,30 ± 4,03 ab	2,54 ± 0,26 b	3,59 ± 0,22 a
<i>B. subtilis</i> RC172	28,27 ± 5,42 e	1,68 ± 0,06 c-e	2,34 ± 0,09 cd
<i>B. pumilus</i> RC5A2	28,97 ± 4,01 de	1,44 ± 0,07 e	1,96 ± 0,17 de
<i>B. cereus</i> RC18	41,37 ± 2,60 c	2,08 ± 0,20 c	2,60 ± 0,26 bc
<i>B. megaterium</i> RC14	49,43 ± 1,27 b	2,59 ± 0,07 b	3,54 ± 0,19 a
<i>B. mycoides</i> RC8	41,57 ± 3,55 c	1,96 ± 0,10 cd	2,63 ± 0,13 bc
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	36,63 ± 5,29 c-d	1,90 ± 0,36 cd	1,60 ± 0,18 e
<i>E. intermedius</i> RC54	28,90 ± 4,10 de	1,68 ± 0,20 c-e	1,67 ± 0,31 e
<b>Ortalama</b>	44,42 ± 12,85	2,16 ± 0,56	2,72 ± 0,78

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli (p≤0,05) değildir, ±: standart hata

Darıcan bitkisinde *P. fluorescens* RCA7 aşılması kontrole kıyasla 14 günlük inkübasyon sonunda ölçülmüş olan kök uzunluğunu artırırken, test edilen bakterilerden on adedi kontrole kıyasla kök uzunluğunu istatistiki bakımdan önemli oranda azaltmış, diğer bakteri aşılamaalarında ölçülmüş olan kök uzunluğu artış ve azalışları önemli bulunmamış ve kontrolle aynı gruba girmiştir. Darıcan bitkisinde en düşük kök uzunluğu RC84 ve RC5A2

bakteri aşulamalarında ölçülmüş ve bunu sırasıyla RC88, RC13, RC172, RC54, RC11T, RC8, RC96 ve RC18 bakterileri izlemiştir (Tablo 10).

Tablo 10

Bakteri uygulamalarının darıcan çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	0	-16	-11
<i>P. fluorescens</i> RC13	41	40	43
<i>P. putida</i> RC84	50	45	52
<i>P. alcaligenes</i> RC271	8	4	-2
<i>P. syringae</i> RC88	52	44	33
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	0	-7	0
<i>A. xylooxidans</i> RC69	0	-8	-4
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	0	2	17
<i>S. maltophilia</i> RC96	4	23	26
<i>B. licheniformis</i> RC291	1	3	-5
<i>B. subtilis</i> RC172	51	36	32
<i>B. pumilus</i> RC5A2	50	45	43
<i>B. cereus</i> RC18	28	21	24
<i>B. megaterium</i> RC14	14	1	-3
<i>B. mycoides</i> RC8	28	25	23
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	36	28	53
<i>E. intermedius</i> RC54	50	36	51
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

#### 4.1.4. Delice

Delice yabancı otu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları, uygulamalara ait ortalama verileri ve uygulamaların çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu ölçülen parametreleri engelleme etkisi Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 13' de verilmiştir. Delice bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 11).

Tablo 11

Bakteri uygulamalarının delice bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	297,31	70,11**	0,85	45,51**	0,96	19,38**
Hata	36	4,24		0,02		0,05	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Deneme sonuçlarına göre delice bitkisinde en düşük çimlenme oranı *Bacillus* sp. RC11T (%17,4), *B. subtilis* RC172 (%8,6) bakteri aşılması ile elde edilmiştir. Bu bitkide en düşük kök uzunluğu *P. putida* RC84 (% 2,5), *B. pumilus* RC5A2 (% 2,5), *Bacillus* sp. RC11T (2,4), *E. intermedius* RC54 (% 2,3), *P. putida* RC84 (% 2,2), *B. subtilis* RC172 (% 2,2) ve *B. cereus* RC18 (%2,2) aşılımları sonucu alınmıştır. Gövde uzunluğu bakımında en düşük değerler *P. putida* RC84 (%2,5), *B. pumilus* RC5A2 (2,5), *Bacillus* sp. RC11T (%2,5), *B. subtilis* RC172 (%2,4), *P. fluorescens* RC13 (%2,3), *B. cereus* RC18 (%2,3) ve *E. intermedius* RC54 (%2,2) bakteri aşılımlarında elde edilmiştir (Tablo 12). Diğer bakteri uygulamalarında çimlenme oranı, kök ve gövde uzunluğu kontrol uygulamasına benzer bulunmuştur (Tablo 12).

Delice bitkisinde aşıl原因 bakteriler bitki çimlenme ve büyümesini engellemesi bakımından *B. subtilis* RC172, *Bacillus* sp. RC11T, *B. cereus* RC18, *E. intermedius* RC54, *P. syringae* RC88 ve *P. putida* RC84 izolatları etkili olmuştur (Tablo 13).

Tablo 12

Bakteri uygulamalarının delice çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	39,57 ± 2,96 b	3,36 ± 0,10 ab	3,54 ± 0,16 a-c
<i>P. fluorescens</i> RCA7	44,57 ± 1,95 a	3,33 ± 0,09 ab	3,70 ± 0,44 ab
<i>P. fluorescens</i> RC13	32,13 ± 2,12 c	2,22 ± 0,12 d	2,30 ± 0,18 e
<i>P. putida</i> RC84	30,10 ± 2,33 c	2,46 ± 0,20 cd	2,55 ± 0,18 de
<i>P. alcaligenes</i> RC271	38,40 ± 2,80 b	3,43 ± 0,12 ab	3,73 ± 0,44 a
<i>P. syringae</i> RC88	26,03 ± 2,35 d	2,57 ± 0,17 c	2,75 ± 0,34 d
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	44,40 ± 1,73 a	3,30 ± 0,13 ab	3,33 ± 0,10 a-c
<i>A. xylosoxidans</i> RC69	41,23 ± 2,25 ab	3,28 ± 0,04 b	3,38 ± 0,10 a-c
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	40,84 ± 2,57 ab	3,39 ± 0,14 ab	3,42 ± 0,06 a-c
<i>S. maltophilia</i> RC96	41,63 ± 2,24 ab	3,54 ± 0,15 a	3,74 ± 0,35 a
<i>B. licheniformis</i> RC291	39,85 ± 2,65 b	3,47 ± 0,05 ab	3,60 ± 1,20 a-c
<i>B. subtilis</i> RC172	8,65 ± 0,65 f	2,20 ± 0,30 d	2,24 ± 0,12 e
<i>B. pumilus</i> RC5A2	29,93 ± 2,20 c	2,46 ± 0,12 cd	2,51 ± 0,12 de
<i>B. cereus</i> RC18	24,40 ± 0,56 d	2,20 ± 0,09 d	2,28 ± 0,17 e
<i>B. megaterium</i> RC14	41,69 ± 1,40 ab	3,39 ± 0,12 ab	3,30 ± 0,17 bc
<i>B. mycoides</i> RC8	32,08 ± 1,77 c	3,25 ± 0,08 b	3,20 ± 0,10 c
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	17,41 ± 1,30 e	2,39 ± 0,09 cd	2,50 ± 0,14 de
<i>E. intermedius</i> RC54	26,23 ± 1,21 d	2,32 ± 0,15 cd	2,42 ± 0,10 de
<b>Ortalama</b>	33,29 ± 9,91	2,92 ± 0,54	3,03 ± 0,58

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Tablo 13

Bakteri uygulamalarının delice çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-13	1	-5
<i>P. fluorescens</i> RC13	19	34	35
<i>P. putida</i> RC84	24	27	28
<i>P. alcaligenes</i> RC271	3	-2	-5
<i>P. syringae</i> RC88	34	24	22
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	-12	2	6
<i>A. xylosoxidans</i> RC69	-4	3	5
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	-3	-1	4
<i>S. maltophilia</i> RC96	-5	-5	-5
<i>B. licheniformis</i> RC291	-1	-3	-2
<i>B. subtilis</i> RC172	78	35	37
<i>B. pumilus</i> RC5A2	24	27	29
<i>B. cereus</i> RC18	38	34	36
<i>B. megaterium</i> RC14	-5	-1	7
<i>B. mycoides</i> RC8	19	3	10
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	56	29	29
<i>E. intermedius</i> RC54	34	31	32
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

#### 4.1.5. Kirpi Darı

Araştırmanın kirpi darı bitkisi ile yapılan bakteri aşılama çalışmalarının çimlenme oranı, kök ve gövde uzunluğu sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi Tablo 14, Tablo 15 ve Tablo 16'da verilmiştir. Kirpi darı çimlenme oranı önemsiz, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi ise istatistikî bakımdan önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 14).

Tablo 14

Bakteri uygulamalarının kirpi darı bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	263,51	26,31 <sup>öd</sup>	3,06	15,32*	0,85	8,36*
Hata	36	10,01		0,20		0,10	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd: Önemli değil

Kirpi darı bitkisi üzerinde yapılan bakteri aşılama denemelerinin sonuçları incelendiğinde kontrol grubuna göre en düşük çimlenme oranı gösteren bakteri suşları sırası ile *Bacillus* sp. RC11T (%10,60), *P. syringae* RC88 (%19,70), *B. licheniformis* RC291 (%21,02), *B. mycoides* RC8 (%21,30), *P. putida* RC84 (%23,67) ve *E. intermedius* RC54 (%25,27) olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılama kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubuna göre kirpi darı bitki kök büyümesini en çok engelleyen bakteri suşları sırasıyla, *P. syringae* RC88 (1,46 cm), *Bacillus* sp. RC11T (1,47 cm), *B. mycoides* RC8 (1,54 cm), *E. intermedius* RC54 (1,60 cm) ve *B. subtilis* RC172 (1,94 cm) olarak belirlenmiştir. Kirpi darı bitkisi gövde uzunluğu deneme sonuçlarına göre ise *B. mycoides* RC8 (0,87 cm), *Bacillus* sp. RC11T (0,89 cm), *P. syringae* RC88 (0,91 cm) ve *E. intermedius* RC54 (1,14 cm) bakteri suşlarının gövde uzunluğunu kontrol grubuna göre engelleyici etki gösterdiği görülmüştür (Tablo 15).

Kirpi darı bitkisinde bakteri aşılama denemelerinin sonuçlarına göre, bitki çimlenmesini en çok baskılayan bakteri suşunun %72 ile *Bacillus* sp. RC11T olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kirpi bitki çimlenmesinin baskılanma oranlarının ise %32 ile 49 arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, bitki çimlenmesi üzerinde engelleyici etkiye sahip bakteri suşları sırasıyla, %49 ile *B. subtilis* RC172, %48 ile *P. syringae* RC88, %44 ile *B. licheniformis* RC291, %43 ile *B. mycoides* RC8, %37 ile *P. putida* RC84, %33 ile *B. pumilus* RC5A2 ve *E. intermedius* RC54, %32 ile *B. cereus* RC18 bakteri suşları olduğu görülmüştür (Tablo 16). Çalışmada, kirpi darı bitkisinin kök uzunluğunu kontrol grubuna göre en fazla engelleyen bakteri suşları sırasıyla, *P. syringae* RC88 (%64), *Bacillus* sp. RC11T (%63), *B. mycoides* RC8 (%61), *E. intermedius* RC54 (%60) ve *B. subtilis* RC172 (%51) olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde kirpi darı

bitkisinin gövde uzunluğunu %40 ve üzerinde engelleyen bakteri suşlarının ise, *B. mycooides* RC8 (%64), *Bacillus* sp. RC11T (%63), *P. syringae* RC88 (%62), *E. intermedius* RC54 (%53) ve *P. putida* RC84 (%41) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16). Elde edilen bu sonuçlara göre, *Bacillus* sp. RC11T, *P. syringae* RC88, *E. intermedius* RC54, *B. mycooides* RC8 ve *B. subtilis* RC172 bakteri suşlarının kirpi darı bitkisinin gelişmesini baskıladığı ve biyoherbisit uygulamalarında kullanımının uygun olabileceği öngörülebilir.

Tablo 15

Bakteri uygulamalarının kirpi darı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	37,67 ± 4,51 ab	4,00 ± 0,59 ab	2,42 ± 0,55 a
<i>P. fluorescens</i> RCA7	43,00 ± 5,57 a	4,07 ± 0,75 a	2,04 ± 0,44 ab
<i>P. fluorescens</i> RC13	34,79 ± 3,51 ab	3,85 ± 0,35 ab	2,22 ± 0,42 ab
<i>P. putida</i> RC84	23,67 ± 2,52 cd	2,26 ± 0,12 de	1,42 ± 0,35 c-e
<i>P. alcaligenes</i> RC271	35,97 ± 4,17 b	3,73 ± 0,42 ab	2,42 ± 0,23 a
<i>P. syringae</i> RC88	19,70 ± 1,23 cd	1,46 ± 0,35 e	0,91 ± 0,38 e
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	39,44 ± 2,91 ab	4,01 ± 0,17 a	2,42 ± 0,23 a
<i>A. xylosoxidans</i> RC69	34,78 ± 2,27 b	3,39 ± 0,40 a-c	1,90 ± 0,21 a-c
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	34,43 ± 3,03 b	3,28 ± 0,12 a-c	2,02 ± 0,15 a-c
<i>S. maltophilia</i> RC96	40,33 ± 3,51 ab	4,03 ± 0,71 a	1,96 ± 0,56 a-c
<i>B. licheniformis</i> RC291	21,02 ± 2,70 cd	3,16 ± 0,30 bc	1,92 ± 0,22 a-c
<i>B. subtilis</i> RC172	19,34 ± 2,48 d	1,94 ± 0,52 de	1,61 ± 0,25 b-d
<i>B. pumilus</i> RC5A2	25,09 ± 3,03 cd	2,74 ± 0,53 cd	1,98 ± 0,03 a-c
<i>B. cereus</i> RC18	25,44 ± 2,78 c	2,69 ± 0,22 cd	1,66 ± 0,31 b-d
<i>B. megaterium</i> RC14	38,67 ± 3,06 ab	3,98 ± 0,77 ab	2,20 ± 0,21 ab
<i>B. mycooides</i> RC8	21,30 ± 2,82 cd	1,54 ± 0,38 e	0,87 ± 0,18 e
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	10,60 ± 1,87 e	1,47 ± 0,19 e	0,89 ± 0,09 e
<i>E. intermedius</i> RC54	25,27 ± 2,25 cd	1,60 ± 0,31 e	1,14 ± 0,31 de
<b>Ortalama</b>	29,63 ± 9,56	2,96 ± 1,06	1,78 ± 0,58

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Tablo 16

Bakteri uygulamalarının kirpi darı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu engelleme üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-14	-2	15
<i>P. fluorescens</i> RC13	8	4	8
<i>P. putida</i> RC84	37	43	41
<i>P. alcaligenes</i> RC271	5	7	0
<i>P. syringae</i> RC88	48	64	62
<i>L.-enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	-5	0	0
<i>A. xylooxidans</i> RC69	8	15	22
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	9	18	16
<i>S. maltophilia</i> RC96	-7	0	19
<i>B. licheniformis</i> RC291	44	21	21
<i>B. subtilis</i> RC172	49	51	33
<i>B. pumilus</i> RC5A2	33	31	18
<i>B. cereus</i> RC18	32	33	31
<i>B. megaterium</i> RC14	-3	0	9
<i>B. mycoides</i> RC8	43	61	64
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	72	63	63
<i>E. intermedius</i> RC54	33	60	53
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

#### 4.1.6. Tarla Sarmaşığı

Tarla sarmaşığı denemesindeki bakteri aşılama çalışmalarının çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine göre yapılan varyans analizi, uygulamalara ait ortalama veriler, uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi sonuçları Tablo 17, Tablo 18 ve Tablo 19’da verilmiştir. Tarla sarmaşığı çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 17).

Tablo 17

Bakteri uygulamalarının tarla sarmaşığı bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	691,96	79,43**	3,73	29,62**	4,16	17,84**
Hata	36	8,71		0,13		0,23	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Çalışmada bakteri aşılmasının tarla sarmaşığı bitkisinin çimlenmesi üzerine etkisi incelendiğinde 6 bakteri suşunun kontrol grubuna göre çimlenmeyi anlamlı bir şekilde baskıladığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre çimlenmeyi engelleyen bakteri suşları sırasıyla *Bacillus* sp. RC11T (%7,08), *P. putida* RC84 (%16,32), *B. subtilis* RC172 (%17,32), *P. syringae* RC88 (%19,07), *B. cereus* RC18 (%19,19) ve *P. fluorescens* RC13 (%20,67) olarak tespit edilmiştir. Bakteri aşılama denemelerinde tarla sarmaşığı bitkisinin kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde *Bacillus* sp. RC11T (1,67 cm), *P. putida* RC84 (1,99 cm), *P. fluorescens* RC13 (2,14 cm), *P. syringae* RC88 (2,19 cm), *B. subtilis* RC172 (2,18 cm) ve *B. cereus* RC18 (2,27 cm) bakteri suşlarının kontrole kıyasla istatiki olarak anlamlı bir şekilde kök büyümesini engellediği görülmüştür. Benzer şekilde bakteri aşılmasının gövde uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde ise *Bacillus* sp. RC11T (2,13 cm), *B. subtilis* RC172 (2,56 cm), *B. cereus* RC18 (3,15 cm) ve *P. syringae* RC88 (3,01 cm) bakteri suşlarının gövde büyümesinde kontrole kıyasla istatistiki önemli ölçüde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 18

Bakteri uygulamalarının tarla sarmaşığı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	49,83 ± 4,25 a	5,06 ± 0,09 a	5,70 ± 0,37 ab
<i>P. fluorescens</i> RCA7	51,33 ± 2,52 a	5,05 ± 0,16 a	6,09 ± 0,52 a
<i>P. fluorescens</i> RC13	20,67 ± 3,51 d	2,14 ± 0,21 d	4,25 ± 0,34 c
<i>P. putida</i> RC84	16,32 ± 1,52 d	1,99 ± 0,22 d	4,95 ± 0,25 cb
<i>P. alcaligenes</i> RC271	51,33 ± 1,75 a	4,10 ± 0,20 b	6,03 ± 0,23 a
<i>P. syringae</i> RC88	19,07 ± 1,56 d	2,19 ± 0,15 d	3,01 ± 1,16 d
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	47,94 ± 1,56 a	3,27 ± 0,40 c	5,66 ± 0,08 ab
<i>A. xylooxidans</i> RC69	48,13 ± 2,98 a	3,42 ± 0,33 c	5,22 ± 0,29 ab
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	38,52 ± 2,42 b	3,25 ± 0,30 c	4,30 ± 0,91 c
<i>S. maltophilia</i> RC96	48,10 ± 2,40 a	4,22 ± 0,43 b	4,94 ± 0,50 cb
<i>B. licheniformis</i> RC291	48,08 ± 4,70 a	4,95 ± 0,33 a	5,67 ± 0,18 ab
<i>B. subtilis</i> RC172	17,32 ± 2,96 d	2,18 ± 0,21 d	2,56 ± 0,25 d
<i>B. pumilus</i> RC5A2	32,48 ± 4,40 c	3,35 ± 0,78 c	4,07 ± 0,71 c
<i>B. cereus</i> RC18	19,19 ± 2,96 d	2,27 ± 0,45 d	3,15 ± 0,50 d
<i>B. megaterium</i> RC14	51,24 ± 3,15 a	4,55 ± 0,40 ab	5,30 ± 0,27 ab
<i>B. mycoides</i> RC8	41,62 ± 3,51 b	3,31 ± 0,42 c	4,15 ± 0,26 c
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	7,08 ± 1,49 e	1,67 ± 0,43 d	2,33 ± 0,10 d
<i>E. intermedius</i> RC54	40,30 ± 2,44 b	3,32 ± 0,21 c	4,92 ± 0,25 cb
<b>Ortalama</b>	<b>36,03 ± 15,10</b>	<b>3,35 ± 1,13</b>	<b>4,57 ± 1,22</b>

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Araştırma sonuçlarına göre tarla sarmaşığı bitkisine bakteri aşılama deneme sonuçları incelendiğinde, tüm denemelerde kontrol grubuna göre %50 ve üzerinde çimlenmeyi baskılayan bakteri suşları sırasıyla *Bacillus* sp. RC11T (%86), *P. putida* RC84 (%67), *B. subtilis* RC172 (%65), *P. syringae* RC88 (%62), *B. cereus* RC18 (%61) ve *P. fluorescens* RC13 (%51) olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde bakteri aşılama denemelerinin tarla sarmaşığı bitkisinin kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde *Bacillus* sp. RC11T bakteri suşunun bitki kök uzunluğunu kontrole kıyasla en fazla (%67) engelleyen suş olduğu görülmüştür (Tablo 19). Çalışmada kontrole göre %50 ve üzerinde kök uzunluğunu engelleyen diğer bakteri suşları ise sırasıyla *P. putida* RC84 (%61), *P. fluorescens* RC13 (%58), *B. subtilis* RC172 ve *P. syringae* RC88 (%57) ve *B. cereus* RC18 (%55) olarak belirlenmiştir. Araştırma test sonuçlarına göre tarla sarmaşığının gövde uzunluğunu kontrole göre %40 ve üzeri engelleyen bakteri suşları *Bacillus* sp. RC11T (%59), *B. subtilis* RC172 (%55), *P. syringae* RC88 (%47) ve *B. cereus* RC18 (%45) olduğu belirlenmiştir (Tablo 19).

Tablo 19

Bakteri uygulamalarının tarla sarmaşığı çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-3	0	-7
<i>P. fluorescens</i> RC13	59	58	25
<i>P. putida</i> RC84	67	61	13
<i>P. alcaligenes</i> RC271	-3	19	-6
<i>P. syringae</i> RC88	62	57	47
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	4	35	1
<i>A. xylooxidans</i> RC69	3	32	8
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	23	36	25
<i>S. maltophilia</i> RC96	3	17	13
<i>B. licheniformis</i> RC291	4	2	1
<i>B. subtilis</i> RC172	65	57	55
<i>B. pumilus</i> RC5A2	35	34	29
<i>B. cereus</i> RC18	61	55	45
<i>B. megaterium</i> RC14	-3	10	7
<i>B. mycoides</i> RC8	16	34	27
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	86	67	59
<i>E. intermedius</i> RC54	19	34	14
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

Araştırma sonuçlarına göre, tarla sarmaşığının gelişimini engelleme çalışmalarında sırasıyla *Bacillus* sp. RC11T, *P. putida* RC84, *B. subtilis* RC172, *P. syringae* RC88, *B. cereus* RC18 ve *P. fluorescens* RC13 bakteri suşlarının biyoherbisit olarak kullanımının uygun olabileceği söylenebilir.

#### 4.1.7. Semizotu

Yapılan çalışmada bakteri aşılama çalışmalarının semizotunda çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi Tablo 20, Tablo 21 ve Tablo 22' de verilmiştir. Semizotu çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 20).

Tablo 20

Bakteri uygulamalarının semizotu bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	368,79	52,19*	1,06	7,20*	0,38	3,77*
Hata	36	7,07		0,15		0,10	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Çalışmada, semizotu bitkisine bakteri aşılama denemeleri sonuçlarına göre en düşük çimlenme oranına neden olan *E. intermedius* RC54 (%15,33), *P. syringae* RC88 (%21,77), *P. fluorescens* RC13 (%22,00), *P. putida* RC84 (21,83), *Bacillus* sp. RC11T (%23,33) ve *B. pumilus* RC5A2 (%26) bakteri suşlarının kontrol grubuna kıyasla bitki çimlenmesini engellediği gözlenmiştir. Benzer şekilde, kök uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde *B. cereus* RC18 (1,70 cm), *E. intermedius* RC54 (1,81 cm), *B. pumilus* RC5A2 (1,77 cm), *P. syringae* RC88 (1,70 cm), *B. licheniformis* RC291 (2,28 cm), *B. subtilis* RC172 (1,83 cm), *Bacillus* sp RC11T (1,92 cm) ve *P. fluorescens* RC13 (1,94 cm) bakteri aşılama denemelerinde kontrole kıyasla istatistiksel olarak anlamlı azalmalar gözlenmiştir. Bitkinin gövde uzunluğu ölçümlerinde kontrol grubunun gövde uzunluğu 4,15 cm olarak ölçülürken, bakteri aşılması yapılan semizotu bitkisinin gövde uzunlukları 3,10 ile 4,20 cm arasında değişim gösterdiği görülmüştür (Tablo 21).

Tablo 21

Bakteri uygulamalarının semizotu çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	43,67 ± 1,53 b	3,09 ± 0,60 ab	4,15 ± 0,31 a
<i>P. fluorescens</i> RCA7	55,33 ± 3,06 a	3,22 ± 0,59 ab	4,20 ± 0,72 a
<i>P. fluorescens</i> RC13	22,00 ± 3,00 e	1,94 ± 0,13 de	3,15 ± 0,36 e
<i>P. putida</i> RC84	21,83 ± 3,75 e	2,03 ± 0,20 de	3,39 ± 0,12 b-e
<i>P. alcaligenes</i> RC271	37,30 ± 3,69 d	3,30 ± 0,54 a	3,65 ± 0,18 a-e
<i>P. syringae</i> RC88	21,77 ± 1,65 e	1,70 ± 0,31 e	3,30 ± 0,24 c-e
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	44,47 ± 3,85 b	2,83 ± 0,52 a-c	3,79 ± 0,50 a-d
<i>A. xylooxidans</i> RC69	45,10 ± 2,50 b	3,29 ± 0,66 a	3,52 ± 0,25 b-e
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	42,03 ± 1,42 bc	2,78 ± 0,54 a-c	3,86 ± 0,45 a-c
<i>S. maltophilia</i> RC96	42,47 ± 2,06 b	2,55 ± 0,25 b-d	3,96 ± 0,18 ab
<i>B. licheniformis</i> RC291	45,97 ± 0,36 b	2,28 ± 0,34 c-e	3,70 ± 0,35 a-e
<i>B. subtilis</i> RC172	35,67 ± 2,52 d	1,83 ± 0,05 de	3,10 ± 0,16 e
<i>B. pumilus</i> RC5A2	26,00 ± 1,00 e	1,77 ± 0,08 e	3,10 ± 0,13 e
<i>B. cereus</i> RC18	35,23 ± 1,65 d	1,70 ± 0,12 e	3,13 ± 0,27 e
<i>B. megaterium</i> RC14	37,67 ± 3,79 cd	2,80 ± 0,48 a-c	3,60 ± 0,33 a-e
<i>B. mycoides</i> RC8	42,27 ± 2,15 bc	2,05 ± 0,23 de	3,35 ± 0,21 b-e
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	23,33 ± 3,21 e	1,92 ± 0,05 de	3,36 ± 0,05 b-e
<i>E. intermedius</i> RC54	15,33 ± 3,06 f	1,81 ± 0,15 e	3,20 ± 0,19 de
<b>Ortalama</b>	<b>35,41 ± 11,09</b>	<b>2,38 ± 0,66</b>	<b>3,53 ± 0,44</b>

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 17 bakteri suşundan sadece 4 tanesinin semizotu çimlenmesini %50 ve üzerinde engellediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre semizotu çimlenmesini kontrole kıyasla %65 oranla en fazla engelleyen bakteri suşunun *E. intermedius* RC54 olduğu, *P. fluorescens* RC13, *P. putida* RC8 ve *P. syringae* RC88 bakteri suşlarının ise semizotu çimlenmesini %50 oranında engellediği görülmüştür (Tablo 21). Bakteri aşılama denemelerinin semizotunun kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, kök uzamasını kontrole kıyasla %40 ve üzerinde engelleyen bakteri suşlarının sırasıyla *P. syringae* RC88 (%45), *B. cereus* RC18 (%45), *B. pumilus* RC5A2 (%43), *B. subtilis* RC172 (%41) ve *E. intermedius* RC54 (%41) olduğu belirlenmiştir. Semizotu bitkisinin gövde uzamasını %20 ve üzerinde engelleyen 6 bakteri suşunun bulunduğu belirlenmiştir. Buna göre %25 oranında gövde uzamasını engelleyen *B. subtilis* RC172, *B. pumilus* RC5A2 ve *B. cereus* RC18 bakteri suşları, %24 oranında gövde uzamasını engelleyen *P. fluorescens* RC13 bakteri suşu, %23 oranında gövde uzamasını

engelleyen *E. intermedius* RC54 ve %21 oranında gövde uzamasını engelleyen *P. syringae* RC88 bakteri suşu olarak belirlenmiştir (Tablo 22).

Araştırma sonuçlarına göre genellikle semizotuna uygulanan bakteri aşılmasının gövde uzaması üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Buna karşılık *P. fluorescens* RC13, *P. syringae* RC88 ve *E. intermedius* RC54 bakteri suşlarının çimlenmeyi ve kök uzamasını engelleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 22

Bakteri uygulamalarının semizotu çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-27	-4	-1
<i>P. fluorescens</i> RC13	50	37	24
<i>P. putida</i> RC84	50	34	18
<i>P. alcaligenes</i> RC271	15	-7	12
<i>P. syringae</i> RC88	50	45	21
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	-2	8	9
<i>A. xylosoxidans</i> RC69	-3	-7	15
<i>A. xylosoxidans denitrificans</i> RC173	4	10	7
<i>S. maltophilia</i> RC96	3	17	5
<i>B. licheniformis</i> RC291	-5	26	11
<i>B. subtilis</i> RC172	18	41	25
<i>B. pumilus</i> RC5A2	40	43	25
<i>B. cereus</i> RC18	19	45	25
<i>B. megaterium</i> RC14	14	9	13
<i>B. mycooides</i> RC8	3	34	19
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	47	38	19
<i>E. intermedius</i> RC54	65	41	23
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

#### 4.1.8. Sirken

Sirken bitkisinde bakteri aşılamalarının çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülmüş olan parametreleri engelleme etkisi Tablo 23, Tablo 24 ve Tablo 25’de verilmiştir. Sirken bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 23).

Tablo 23

Bakteri uygulamalarının sirken bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	1301,8	125,05**	0,52	15,87**	0,40	11,65**
Hata	36	10,41		0,03		0,03	

\*:  $p<0,05$  , \*\*:  $p<0,01$ , öd:, Önemli değil

Sirken bitkisinde çimlenme oranını *B. pumilus* RC5A2, *Bacillus* sp. RC11T, *B. subtilis* RC172, *E. intermedius* RC54, *P. fluorescens* RC13, *P. syringae* RC88 ve *B. cereus* RC18 uygulanan bakteri aşılamaalarında düşüş göstermiştir. Kök uzunluğu ölçümlerinde ise *P. fluorescens* RC13, *B. subtilis* RC172, *B. pumilus* RC5A2, *B. mycoides* RC8 *Bacillus* sp. RC11T bakteri izolatlarının kök uzamasını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Gövde uzunluğunda ise *P. putida* RC84, *B. subtilis* RC172 ve *B. pumilus* RC5A2 bakteri aşılamaalarının sirken bitkisinin büyümesini engellediği ölçülmüştür. Sirkende çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlendirildiğinde *B. subtilis* RC172 ve *B. pumilus* RC5A2 bakteri izolatları diğer izolatlara göre bitki büyümesini baskılamıştır (Tablo 24).

Tablo 24

Bakteri uygulamalarının sirken çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	69,40 ± 1,14 a	2,71 ± 0,10 ab	3,50 ± 0,35 a
<i>P. fluorescens</i> RCA7	69,83 ± 5,68 a	2,74 ± 0,32 ab	3,54 ± 0,20 a
<i>P. fluorescens</i> RC13	24,92 ± 3,19 e	1,73 ± 0,27 d	3,13 ± 0,20 b
<i>P. putida</i> RC84	31,33 ± 3,59 d	2,52 ± 0,21 b	2,51 ± 0,17 d
<i>P. alcaligenes</i> RC271	59,30 ± 6,16 b	2,96 ± 0,11 a	3,62 ± 0,20 a
<i>P. syringae</i> RC88	24,43 ± 2,87 e	2,59 ± 0,20 b	3,59 ± 0,13 a
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	69,57 ± 1,75 a	2,98 ± 0,16 a	3,58 ± 0,28 a
<i>A. xylooxidans</i> RC69	67,90 ± 4,47 a	2,57 ± 0,22 b	3,65 ± 0,11 a
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	64,13 ± 2,32 ab	2,54 ± 0,16 b	3,14 ± 0,20 b
<i>S. maltophilia</i> RC96	64,30 ± 2,01 ab	2,66 ± 0,15 ab	3,03 ± 0,15 b
<i>B. licheniformis</i> RC291	68,27 ± 3,50 a	2,67 ± 0,16 ab	3,64 ± 0,13 a
<i>B. subtilis</i> RC172	24,07 ± 1,46 e	1,76 ± 0,11 d	2,81 ± 0,12 b-d
<i>B. pumilus</i> RC5A2	16,93 ± 2,03 f	1,75 ± 0,09 d	2,64 ± 0,16 c-d
<i>B. cereus</i> RC18	27,57 ± 2,35 de	2,10 ± 0,11 c	2,98 ± 0,16 b-c
<i>B. megaterium</i> RC14	59,50 ± 2,67 b	2,56 ± 0,29 b	2,96 ± 0,14 b-c
<i>B. mycoides</i> RC8	45,50 ± 2,85 c	1,95 ± 0,15 cd	3,13 ± 0,17 b
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	23,78 ± 2,99 e	1,99 ± 0,10 cd	2,93 ± 0,14 b-c
<i>E. intermedius</i> RC54	25,33 ± 1,99 e	2,10 ± 0,11 c	2,98 ± 0,16 b-c
<b>Ortalama</b>	46,45 ± 20,61	2,38 ± 0,43	3,19 ± 0,39

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

Bakteri uygulamalarının sirken bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğunu engelleme etkisi *B. pumilus* RC5A2, *B. subtilis* RC172, *Bacillus* sp. RC11T, *E. intermedius* RC54 ve *P. putida* RC84 bakteri aşılamaalarında gözlenmiştir (Tablo 25).

Tablo 25

Bakteri uygulamalarının sirken çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	-1	-1	-1
<i>P. fluorescens</i> RC13	64	36	11
<i>P. putida</i> RC84	55	7	28
<i>P. alcaligenes</i> RC271	15	-9	-3
<i>P. syringae</i> RC88	65	5	-2
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	0	-10	-2
<i>A. xylooxidans</i> RC69	2	5	-4
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	8	7	10
<i>S. maltophilia</i> RC96	7	2	14
<i>B. licheniformis</i> RC291	2	1	-4
<i>B. subtilis</i> RC172	65	35	20
<i>B. pumilus</i> RC5A2	76	35	25
<i>B. cereus</i> RC18	60	23	15
<i>B. megaterium</i> RC14	14	6	16
<i>B. mycoides</i> RC8	34	28	11
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	66	27	16
<i>E. intermedius</i> RC54	63	23	15
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

#### 4.1.9 Yabani Hardal

Yabani hardalda bakteri aşulamalarının çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerinin varyans analiz sonuçları, uygulamalara ait ortalama veriler ve uygulamaların ölçülen parametreleri engelleme etkisi Tablo 26, Tablo 27 ve Tablo 28'de verilmiştir. Yabani hardal bitkisi çimlenme oranı, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu bakımından uygulamaların etkisi istatistikî bakımdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Tablo 26).

Tablo 26

Bakteri uygulamalarının yabancı hardal bitkisinde çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çimlenme Oranı (%)		Kök Uzunluğu (cm)		Gövde Uzunluğu (cm)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Uygulamalar	17	440,75	31,51**	4,24	13,15**	3,78	6,96**
Hata	36	13,99		0,32		0,54	

\*:p<0,05 , \*\*: p<0,01, öd.: Önemli değil

Bakteri aşılmasının yabancı hardalda çimlenme üzerine etkisi incelendiğinde, çimlenme oranı bakımından 17 bakteri suşundan 5 tanesinin yabancı hardal çimlenmesini kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde engellediği tespit edilmiştir. Araştırmada belirlenen en düşük çimlenme oranları sırasıyla *B. subtilis* RC172 (%6,90), *P. fluorescens* RC13 (%10,57), *Bacillus* sp. RC11T (%11,37), *B. pumilus* RC5A2 (%17,40) ve *P. syringae* RC88 (%17,43) bakteri aşılama ile birleşmiştir. Diğer bakteri suşlarından 6 tanesinin (RCA7, RC271, RC173, RC96, RC291 ve RC14) ise yabancı hardal çimlenme oranı bakımından kontrol grubu ile benzer olduğu ve aynı gruba girdiği tespit edilmiştir (Tablo 27). Bakteri aşılmasının yabancı hardal kök uzunluğu üzerine etkisine bakıldığında ise en düşük kök uzunluğunun sırasıyla *B. subtilis* *P. fluorescens* RC13 (1,57 cm), *Bacillus* sp. RC11T (1,69 cm), *E. intermedium* RC54 (1,73 cm) ve RC172 (1,93 cm) aşılmasıyla ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde gövde uzamasını yüksek oranda baskılayan bakteri suşları ise *B. subtilis* RC172 (1,89 cm) ve *Bacillus* sp. RC11T (1,96 cm) olduğu belirlenmiştir (Tablo 27). Kontrol uygulamasına kıyasla 8 bakteri aşılmasının (RC13, RC84, RC88, RC172, RC5A2, RC8, RC11T ve RC54) gövde uzunluğunu azalttığı diğer bakteri aşılmasının ise kontrolle benzer sonuç verdiği ve aynı gruba girdiği belirlenmiştir (Tablo 28).

Tablo 27

Bakteri uygulamalarının yabancı hardal çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	42,33 ± 4,51 a	5,23 ± 0,46 a	4,76 ± 0,24 a
<i>P. fluorescens</i> RCA7	42,33 ± 6,51 a	4,93 ± 0,49 a	4,67 ± 0,44 a
<i>P. fluorescens</i> RC13	10,57 ± 1,80 f	1,57 ± 0,35 e	2,03 ± 0,57 de
<i>P. putida</i> RC84	22,33 ± 3,04 cd	2,96 ± 0,14 d	2,26 ± 0,39 c-e
<i>P. alcaligenes</i> RC271	41,33 ± 3,04 a	4,43 ± 0,55 a-c	4,80 ± 1,47 a
<i>P. syringae</i> RC88	17,43 ± 3,09 de	3,07 ± 0,47 d	2,80 ± 0,36 b-e
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	25,97 ± 1,89 bc	3,54 ± 1,00 c-d	3,74 ± 0,83 ab
<i>A. xylooxidans</i> RC69	31,23 ± 1,72 b	3,06 ± 0,26 d	3,41 ± 0,69 a-d
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	37,70 ± 5,24 a	3,63 ± 0,31 b-d	3,55 ± 1,09 a-c
<i>S. maltophilia</i> RC96	42,77 ± 3,40 a	4,33 ± 0,99 a-c	4,60 ± 0,96 a
<i>B. licheniformis</i> RC291	38,07 ± 8,50 a	5,17 ± 1,10 a	3,97 ± 1,11 ab
<i>B. subtilis</i> RC172	6,90 ± 1,73 f	1,93 ± 0,32 e	1,89 ± 0,18 e
<i>B. pumilus</i> RC5A2	17,40 ± 1,78 de	3,11 ± 0,46 d	2,81 ± 0,65 b-e
<i>B. cereus</i> RC18	27,50 ± 2,35 bc	3,27 ± 0,21 d	4,27 ± 0,90 a
<i>B. megaterium</i> RC14	42,00 ± 1,73 a	4,60 ± 0,35 ab	4,83 ± 0,71 a
<i>B. mycoides</i> RC8	30,63 ± 2,97 b	3,45 ± 0,87 cd	2,15 ± 0,61 de
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	11,37 ± 1,46 ef	1,69 ± 0,22 e	1,96 ± 0,30 e
<i>E. intermedius</i> RC54	30,77 ± 3,79 b	1,73 ± 0,23 e	2,15 ± 0,08 de
<b>Ortalama</b>	28,81 ± 12,28	3,43 ± 1,26	3,37 ± 1,26

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortamı

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir, ±: standart hata

Tablo 28

Bakteri uygulamalarının yabancı hardal çimlenme, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu üzerine engelleme etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol			
<i>P. fluorescens</i> RCA7	0	6	2
<i>P. fluorescens</i> RC13	75	70	57
<i>P. putida</i> RC84	47	43	52
<i>P. alcaligenes</i> RC271	2	15	-1
<i>P. syringae</i> RC88	59	41	41
<i>L. enzymogenes-enzymogenes</i> RC92	39	32	21
<i>A. xylooxidans</i> RC69	26	42	28
<i>A. xylooxidans denitrificans</i> RC173	11	31	25
<i>S. maltophilia</i> RC96	-1	17	3
<i>B. licheniformis</i> RC291	10	1	17
<i>B. subtilis</i> RC172	84	63	60
<i>B. pumilus</i> RC5A2	59	41	41
<i>B. cereus</i> RC18	35	38	10
<i>B. megaterium</i> RC14	1	12	-2
<i>B. mycoides</i> RC8	28	34	55
<i>Bacillus</i> sp. RC11T	73	68	59
<i>E. intermedius</i> RC54	27	67	55
<b>Ortalama</b>			

\* Kontrol: Distile su + bakterisiz besi ortam

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar kendi grubunda önemli ( $p \leq 0,05$ ) değildir,  $\pm$ : standart hata

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma sonuçları toplu değerlendirilecek olursa, test edilen bakteri izolatlarının çoğu (özellikle RC13, RC84, RC88, RC172, RC5A2, RC18, RC8, RC11T ve RC54) yabancı ot türlerinin tohum çimlenmesinde ve fide büyümesinde oldukça önemli azalmalara neden olurken, arpa bitkilerinin çimlenme ve fide büyüme oranlarında önemli değişikliklere neden olmamıştır. Bu engelleme test edilen bakteri ve yabancı otları doğasına bağlı olarak değişmiştir. On yedi bakteri izolatının dokuz suşunun aşılması tohum çimlenme, fide ve kök gelişmesini sırasıyla yabani yulaf (%17-86, %39-60 ve %11-24), darıcan (%28-52, %21-45 ve %23-53), delice (%19-78, %3-34 ve %10-37), kirpi darı (%8-72, %4-64 ve %8-64) tarla sarmaşığı (%16-86, %34-67 ve %14-59), semizotu (%3-65, %34-45 ve %18-25), sirken (%34-76, %5-36 ve %11-25) ve yabani hardal (%27-84, %34-70 ve %10-60) yabancı ot türlerinde önemli miktarda azaltmıştır. Seçilen bazı izolatlar çimlenmeyi ve gelişmeyi desteklerken, bu dokuz bakteri suşu, tohumların çimlenmesini ve yabancı otların gelişmesini engelleyen biyoherbisidal ajanlar olarak kaydedilmiştir. Sonuçlarımıza göre serbest yaşayan rizosferik bakterilerin kullanılarak yabancı ot tohumlarının çimlenme ve başlangıç gelişmesinin engellenebildiği ve yabancı ot kontrolünde kullanılabileceği söylenilebilir. Ancak bu konuda etkin izolatlar kullanılarak daha kapsamlı tarla denemelerine gerek vardır.

Araştırmanın sonuçlarına göre, özellikle tarla bitkileri alanında kültür bitkilerine rekabetçi olan yabancı otların, test edilen bazı bakteriler kullanılarak kontrol edilebildiği ve etkin izolatların gerek organik gerekse sürdürülebilir tarım alanında kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Araştırmanın sonuçları, daha sonra yapılacak benzer çalışmalara öncü olacak ve Türkiye doğal koşullarından ve yerli-orjinal izolatlardan biyoherbisit geliştirilmesi konularında yeni araştırmaların planlanmasına katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. İlaveten araştırmada alınmış bulunan olumlu sonuçların tarımda kullanılan kimyasalların azaltılması bakımından da önemli olacağı söylenebilir.

Bu araştırmada test edilen bakteri izolatlarının tohum çimlenmesini engelleyebildiği, yabancı ot kontrolü amacıyla tarla bitkilerinde kullanılabileceği ortaya konulmuş olmakla

birlikte bu konuda etkin izolatlar kullanılarak daha kapsamlı araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada etkin olan bakterilerin tarla bitkilerinde kullanımının kimyasallara kıyasla evre üzerine olumsuz etki yapmayacağı, kimyasallara kıyasla maliyetlerinin düşük olabileceği ve seçilen etkin izolatlardan geliştirilebilecek etkin biyoherbisitlerin bazı yabancı otlar üzerinde selektif etki gösterebileceği söylenbilir.



## KAYNAKÇA

- Abacı, O. (2006). Hatay’da Yerfıstığı Yetiştiriciliğinde Yabancı Ot Mücadelesinde Esas Alınacak Kritik Periyodun ve Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Sıcaklıklarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- Abbas, T., Zahir, Z. A. ve Naveed, M. (2017). “Bioherbicidal activity of allelopathic bacteria against weeds associated with wheat and their effects on growth of wheat under axenic conditions.” *BioControl*, 62(5), 719-730. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9836-6>.
- Ahmad, F., Ahmad, I., Aqil, F., Ahmed Wani, A. ve Sousche, Y. S. (2006). “Plant growth promoting potential of free-living diazotrophs and other rhizobacteria isolated from Northern Indian soil”. *Biotechnology Journal: Healthcare Nutrition Technology*, 1(10), 1112-1123. <https://doi.org/10.1002/biot.200600132>.
- Amini, V., Zaefarian, F. ve Rezvani, M. (2015). “Interspecific variations in seed germination and seedling emergence of three *Setaria species*.” *Brazilian Journal of Botany*, 38(3), 539–545. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0158-6>
- Astrom, B. ve Gerhardson, B. (1989). “Wheat cultivar reactions to deleterious *Rhizosphere bacteria* under genotobiotic conditions.” *Plant and Soil*, 117, 157–165. <https://doi.org/10.1007/BF02220708>.
- Auld B.A. ve Morin L. (1995). “Constraints in the Development of Bioherbicides.” *Weed Technology*, 9(3), 638–652. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00023964>.
- Bailey, K. L., Boyetchko, S. M. ve Langle, T. (2010). “Social and economic drivers shaping the future of biological control: A canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides.” *Biological Control*, 52(3), 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.003>.
- Banowetz, G. M., Azevedo, M. D., Armstrong, D. J., Halgren, A. B. ve Mills, D. I. (2008). “Germination-Arrest Factor (GAF): Biological properties of a novel, naturally-occurring herbicide produced by selected isolates of rhizosphere bacteria.”

Biological Control, 46(3), 380–390.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.04.016>.

Batcher, M. S. (2002). “Element stewardship abstract for *Elytrigia repens* var. *repens* (L.) Desv. ex B.D. Jackson Synonyms: *Agropyron repens* L. (Beauv.), *Elymus repens* (L.) Gould”. In. Tu, M. and Meyers-Rice B. (eds.), The Nature Conservancy, Wildland Invasive Species Program, Department of Vegetable Crops and Weed Sciences, University of California at Davis, CA.

Bayram, M. (2018). Ayçiçeği ve Buğday Bitkisi Kök Eksudatlarının *Sinapis arvensis* L. ve *Sinapis alba* L. Türlerinin Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Allelopatik Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Belair, G., Koppenhofer, A. M., Dionne, J. ve Simard, L. (2010). “Current and potential use of pathogens in the management of turfgrass insects as affected by new pesticide regulations in North America. International Journal of Pest Management, 56(1), 51–60. <https://doi.org/10.1080/09670870903076012>

Berkowitz, D. B., Charette, B. D., Karukurichi, K. R. ve Mcfadden, J. M. (2006). “Alpha-vinylic amino acids: Occurrence, Asymmetric synthesis and biochemical mechanisms.” Tetrahedron: Asymmetry, 17(6), 869–882.  
<https://doi.org/10.1016/j.tetasy.2006.02.026>

Bhattacharyya, P. N. ve Jha, D. K. (2012). “Plant Growth-Promoting *Rhizobacteria* (PGPR): Emergence in Agriculture”. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28, 1327-1350. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>.

Bøckman, O. C. (1997). “Fertilizers and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients: perspectives for future agriculture.” Plant and Soil, 194, 11-14.  
<https://doi.org/10.1023/A:1004212306598>.

Boyetchko, S. M., Bailey, K. L. ve De Clerck-Floate, R. A. (2009). "Current biological weed control agents - Their adoption and future prospects." Prairie Soils and Crops Journal, 2, 38–45.

- Boyette, C. D. ve Hoagland, R. E. (2015). "Bioherbicide potential of *Xanthomonas campestris* for controlling *Conyza canadensis*." *Biocontrol Science and Technology*, 25(2), 229–237. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.966650>
- Božić, D., Jovanović, L., Raičević, V., Pavlović, D., Sarić-Krsmanović, M., ve Vrbničani, S. (2014). "The effect of plant growth promoting *Rhizobacteria* on *Datura stramonium* L., *Abutilon theophrasti* Med., *Onopordon acanthium* L. and *Verbascum thapsus* L. seed germination." *Pesticidi i Fitomedicina*, 29(3), 205-212. <https://doi.org/10.2298/PIF1403205B>.
- Božić, D., Pavlović, D., Sarić-Krsmanović, M. ve Vrbničani, S. (2015). Plant Growth Promoting *Rhizobacteria* as a Possible Part of IWM. Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection. Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS, IOBC-WPRS, November 21-28, Belgrade, 165 – 169.
- Caldwell, C. J., Hynes, R. K., Boyetchko, S. M. ve Korber, D. R. (2012). "Colonization and bioherbicide activity on green foxtail by *Pseudomonas fluorescens* BRG100 in a pest formulation." *Canadian Journal of Microbiology*, 58(1), 1–9. <https://doi.org/10.1139/w11-109>.
- Chauhan, H., Bagyaraj, D. J., Selvakumar, G. ve Sundaram, S.P. (2015). "Novel Plant Growth Promoting *Rhizobacteria*. Prospect and potential". *Applied Soil Ecology*, 95, 38-53. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.05.011>.
- Cook, T., Moore, J. ve Peltzer, S. (2005). "Integrated weed management in Australian cropping systems, cooperative research centre for Australian management." *Grains Research and Development Corporation*, pp.149-153.
- Çakmakçı, R. (2005a). "Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi". *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35), 93-108.
- Çakmakçı, R. (2005b). "Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 97-107.
- Çakmakçı, R. (2009). "Stres koşullarında ACC deaminase üreten bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 109-125.

- Çakmakçı, R. (2014). “Mikrobiyal gübre olarak kullanılabilir mikroorganizmaların etki mekanizmaları ve özellikleri”. Mikrobiyal Gübre Çalıştayı, Ankara. s. 5-17.
- Çakmakçı, R. (2015). Some plant species traditionally consumed as tea in anatolia, *The Third International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, October 1-4, Sarajevo, Bosna and Herzegovina. 470.
- Çakmakçı, R. (2019). “The variability of the predominant culturable plant growth-promoting rhizobacterial diversity in the acidic tea rhizosphere soils in the Eastern Black Sea Region”. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(2), 175- 181. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.639020>.
- Çakmakçı, R., Aslantaş, R., Erdoğan, Ü. ve Erdoğan, Y. (2014). Çoruh vadisinde odun dışı orman altı otsu bitkilerin botanik turizmde önemi, *Third International Non-Wood Forest Products Symposium*. May, 08-10, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş. 647-657.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve Şahin, F. (2006). “Growth promotion of plants by plant growth promoting *rhizobacteria* under greenhouse and two different field soil conditions.” *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (6), 1482-1487. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.019>.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve Şahin, F. (2006). “Growth promotion of plants by plant growth-promoting *rhizobacteria* under greenhouse and two different field soil conditions”. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1482-1487. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.019>.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M. F. ve Erdoğan, Ü. (2007a). “The effect of plant growth promoting *rhizobacteria* on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts”. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(3), 189-199.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M. F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A. ve Sekban, R. (2010). “Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the *rhizosphere* of Turkish tea grown in acidic soils.” *Plant and Soil* 332, 299–318. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0295-4>.

- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü. ve Dönmez, M. F. (2007b). "The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants." *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 288-295. <https://doi.org/10.1002/jpln.200625105>.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü. ve Şahin, F. (2009). "Enzyme activities and growth promotion of spinach by Indole-3-Acetic Acid-Producing *Rhizobacteria*". *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(4), 375-380. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512535>
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B. ve Dönmez, F. (2008). "Çoruh vadisinde yabancı ahududu rizosfer topraklarında heterotrof azot fikseri bakteri çeşitliliği." 4. *Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi*, 8-10 Ekim 2008 Konya. 706-717.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Erat, M., Haznedar, A. ve Sekban, R. (2012). Tea growth and yield in relation to mixed cultures of N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria, *23rd International Scientific-Experts Congress on Agriculture and Food Industry*, September, 27-29, Ege University, İzmir. 17-21.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Sekban, R., Haznedar, A. ve Varmazyari, A. (2013). "The effect of single and mixed cultures of plant growth promoting bacteria and mineral fertilizers on tea (*Camellia sinensis*) growth, yield and nutrient uptake". *Soil Water Journal*, 2(2-1), 653-662.
- Çakmakçı, R., Mosber, G., Milton, A.H., Alatürk, F. ve Ali, B. (2020). "The effect of auxin and auxin-producing bacteria on the growth, essential oil yield, and composition in medicinal and aromatic plants". *Current Microbiology*, 77 (4), 564-577. <https://doi.org/10.1007/s00284-020-01917-4>.
- Çakmakçı, R., Turan, M., Kıtır, N., Güneş, A., Nikerel, E., Özdemir, B. S., Yıldırım, E., Olgun, M., Topçuoğlu, B., Tüfenkçi, Ş., Karaman, M. R., Tarhan, L. ve Mokhtari, N. E. P. (2017). "The role of soil beneficial bacteria in wheat production, a review". Ruth W. and James O. (eds.) in: *Wheat Improvement, Management and Utilization*. (pp. 115-149). Intechopen: UK. <https://doi.org/10.5772/67274>.

- Dahiya, A., Sharma, R., Sindhu, S., Sindhu, S. S. J. P. ve Plants, M. B. O. (2019). “Resource partitioning in the rhizosphere by inoculated *Bacillus* spp. towards growth stimulation of wheat and suppression of wild oat (*Avena fatua* L.) weed”, *Physiology and Molecular Biology of Plants* , 25, 1483–1495. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00710-3>.
- Dar, E., Zahir, Z. A., Asgar, H. N. ve Ahmad, R. (2020). “Preliminary screening of rhizobacteria for biocontrol of little seed canary grass ( *Phalaris minor* Retz.) and wild oat ( *Avena fatua* L.) in wheat”. *Canadian Journal of Microbiology*, 66 (5), 368-376. <https://doi.org/10.1139/cjm-2019-0427>.
- Deniz, F. (2019). Farklı Ekim Zamanlarında Fosforlu Gübre Dozlarının Yabani Hardal (*Brassica: Sinapis arvensis* L.)'ın Tarımsal ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. ve Okon, Y. (2003). “Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere”. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(2), 107-149. <https://doi.org/10.1080/713610853>.
- Dunwell, J.M. (1981). “Dormancy and germination in embryos of *Hordeum vulgare* L.—effect of dissection, incubation temperature and hormone application”. *Annals of Botany*, 48 (2), 203-213. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086114>.
- Egamberdieva, D. (2009). “Alleviation of salt stress by plant growth regulators and IAA producing bacteria in wheat”. *Acta Physiologiae Plantarum* 31, 861–864. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0297-0>.
- Erim, E. (2017). Farklı Dozlarda Uygulanan Azot ve Fosforun Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erkoç, H. A. (2021). Semizotu (*Portulaca oleracea* L.) Bitkisinin Kadmiyum, Nikel Ve Bakır Toleransı ile Biyoakümülyasyonunun Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Evrendilek, G. A. (2015). "Empirical prediction and validation of antibacterial inhibitory effects of various plant essential oils on common pathogenic bacteria". *International Journal of Food Microbiology*, 202, 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.030>.
- Flores-Vargas, R. D. Ve O'hara, G. W. (2006). "Isolation and characterization of *rhizosphere bacteria* with potential for biological control of weeds in vineyards". *Journal of Applied Microbiology*, 100(5), 946-954. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02851.x>.
- Friesen, G. ve Shebeski, L. H. (1961). "The influence of temperature on the germination of wild oat seeds". *Weeds*, 9(4), 634-638. <https://doi.org/10.2307/4040815>.
- Frost, S., Huni, A. ve Kershaw, W. E. (1971). "Evaluation of a kicking technique for sampling stream *Bottom fauna*". *Canadian Journal of Zoology*, 49(2), 167-173. <https://doi.org/10.1139/z71-026>.
- Gadermaier, G., Hauser, M., ve Ferreira, F. (2014). "Allergens of weed pollen: an overview on recombinant and natural molecules". *Methods* 66(1), 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2013.06.014>.
- Gamalero, E., Lingua G., Tombolini, R., Avidano, L., Pivato, B. ve Berta, G. (2005). "Colonization of tomato root seedling by *Pseudomonas fluorescens* 92rkG5: spatio-temporal dynamics, localization, organization, viability and culturability". *Microbial Ecology* 50, 289–297. <https://doi.org/10.1007/s00248-004-0149-9>.
- Gealy, D. R., Gurusiddaiah, S., Ogg, A. G. Jr. ve Kennedy, A.C. (1996). "Metabolites from *Pseudomonas fluorescens* strain D7 inhibit downy brome (*Bromus tectorum*) seedling growth". *Weed Technology*, 10 (2), 282- 287. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00039968>.
- Ghosheh, H. Z. (2005). "Constraints in implementing biological weed control: a review", *Weed Biology and Management*, 5(3), 83–92. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2005.00163.x>.
- Green, J. M. ve Owen, M. D. (2011). "Herbicide-resistant crops: utilities and limitations for herbicide-resistant weed management". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(11), 5819-5829. <https://doi.org/10.1021/jf101286h>.

- Gurusiddaiah, S., Gealy, D.R., Kennedy, A.C. ve Ogg, Jr., A.G. (1994). "Isolation and characterization of metabolites from *Pseudomonas fluorescens*-D7 for control of downy brome (*Bromus tectorum*)". *Weed Science* 42(3), 492–501. <https://doi.org/10.1017/S0043174500076827>.
- Güney Sarıtaş, A. (2019). Termal Yöntemlerle Elde Edilen Sıcak Su Dozlarının *Convolvulus arvensis* L., *Setaria viridis* (L.) ve *Amaranthus retroflexus* L. Yabancı Otları Üzerindeki Etkileri. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Haghnama, K. (2016). Türkiye ve İran Çeltik Ekim Alanlarında Kullanılan Bazı Herbisitlere Karşı *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (Darıcan)'Nin Dayanıklılık Durumunun Araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Halgren, A., Maselko, M., Azevedo, M., Mills, D., Armstrong, D. ve Banowetz, G. (2013). "Genetics of germination-arrest factor (GAF) production by *Pseudomonas fluorescens* WH6: identification of a gene cluster essential for GAF biosynthesis". *Microbiology*, 159(Pt\_1), 36-45. <https://doi.org/10.1099/mic.0.062166-0>.
- Harding, D. P. ve Raizada, M. N. (2015). Controlling Weeds Fungi, Bacteria and Viruses: a Review. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-14, <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00659>.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R. ve Ahmed, I. (2010). "Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a Review". *Annals of Microbiology*, 60, 579-598. <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0117-1>.
- Imaizumi, S. ve Fujimori, T. (1997). "Effectiveness of *Xanthomonas campestris* pv. poae (JT- P482) in controlling two ecotypes of Japanese annual bluegrass (*Poa annua* L.)". *Journal of Weed Science Technology*, 42(2), 125-134.
- Johnson, D. R., Wyse, D. L. ve Jones, K. J. (1996). "Controlling Weeds with *Phytopathogenic bacteria*. *Weed Technology*". 10 (3), 621–624. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00040549>.
- Kanca, O. (2020). Hasat Sonrası Depolama Sıcaklığının Semizotu (*Portulaca oleracea* L.) Bitkisinde Okzalik ve Malik Asit Düzeylerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Karaman, Y. (2020). Farklı İllerdeki Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) Tohumlarının Çimlenme Biyolojisi, Moleküler Özellikleri ile Farklı Sıcaklık ve Karbondioksit

- Konsantrasyonlarındaki Gelişimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Malatya.
- Kaya, E. (2008). Farklı Çeltik Ekim Alanlarından Toplanan *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Darıcan) Popülasyonlarının Morfolojik ve Genetik Farklılığının Saptanması. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kennedy, A. C., Johnson, B. N. ve Stubbs, T. L. (2001). “Host range of a deleterious rhizobacterium for biological control of downy brome”. *Weed Science*, 49(6), 792-797. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0792:HROADR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0792:HROADR]2.0.CO;2).
- Kennedy, A. C., Young, F. L., Elliott, L. F. ve Douglas, C. L. (1991). “Rhizobacteria suppressive to the weed downy brome”. *Soil Microbiology and Biochemistry*, 55(3), s. 722-727. <https://doi.org/10.2136/sssaj1991.03615995005500030014x>.
- Kim, W. C. ve Rhee, I.K. (2012). “Functional mechanism of plant growth retardation by *Bacillus subtilis* ij-31 and its allelochemicals”. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(1), 1375– 1380. <https://doi.org/10.4014/jmb.1207.07031>.
- Kocamanoğlu, Ç. (2018). Semizotunda (*Portulaca oleracea* L.) Yetiştirme Ortamı ve Hüyük Asit Uygulamalarının Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. Ordu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Kordali, Ş. ve Zengin, H. (2009). “Bayburt İli’nde arpa, buğday ve mercimek tohumluklarındaki yabancı ot türlerinin belirlenmesi”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (2), 43–55.
- Kuleci, E. (2009). Orta Karadeniz Bölgesi’nden Toplanan Tarla Sarmaşıklarından (*Convolvulus arvensis* L.) İzole Edilen Fungal Patojenlerin Biyolojik Mücadelede Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kuru, H. H. (2019). Çukurova Bölgesi’nde Çakal Kavunu (*Cucumis Melo* Var. *Agrestis Naudin*) ve Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.)’nın Yaygınlık, Yoğunluk ve Mücadelesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.

- Lawrance, S., Varghese, S., Varghese, E. M., Asok, A. K. ve Jisha, M. S. (2019). “Quinoline derivatives producing *Pseudomonas aeruginosa* H6 as an efficient bioherbicide for weed management”. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18, 101096, <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101096>.
- Li, W., Shen, S. ve Chen, H. (2021). “Bio-herbicidal potential of wheat rhizosphere bacteria on *Avena fatua* L. grass”. *Bioengineered*, 12 (1), 516–526. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1877413>.
- Li, Y. Q., Sun, Z. L., Zhuang, X. F., Xu, L., Chen, S. F. ve Li, M. Z. (2003). “Research progress on microbial herbicides”. *Crop Protection* 22(2), 247–252. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00189-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00189-8).
- Lucy, M., Reed, E. ve Glick, B. R. (2004). “Application of free living plant growth-promoting rhizobacteria”. *Antoine van Leeuwenhoek*, 86, 1-25. <https://doi.org/10.1023/B:ANTO.0000024903.10757.6e>.
- Martínez-Mendoza, E. K., Mena-Violante, H. G., Méndez-Inocencio, C., Oyoque-Salcedo, G., Cortéz-Madrigal, H., Olalde-Portugal, V. ve Angoa-Pérez, M. V. (2012). “Effects of *Bacillus subtilis* extracts on weed seed germination of *Sorghum halepense* and *Amaranthus hybridus*”. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 1887- 1892. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.554>.
- Matković, A., Sarić-Krsmanović, M., Božić, D., Saulić, M. ve Vrbničanin, S. (2017). Effect of *Bacillus licheniformis* on Seed Germination of Different Weed Species, 6. Conférence sur les Moyens Alternatifs de Protection pour une Production Intégrée, Mars, 21-23, France. 238-243.
- McNeil, J. N., Cotnoir, P. A., Leroux, T., Laprade, R. ve Schwartz, J. L. (2010). “A Canadian national survey on the public perception of biological control”. *BioControl*, 55(4), 445-454. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9273-2>.
- Mengüç, Ç. (2018). “Herbisit toksisitesi ve yabancı otlara karşı alternatif mücadele stratejileri”. *Turkish Journal of Weed Science* 21 (1), 61–73.
- Narula, N., Deubel, A., Gans, W., Behl, R. K. ve Merbach, W. (2006). “Paranodules and colonization of wheat roots by phytohormone producing bacteria in soil”. *Plant Soil Environment*, 52(3), 119-129. <https://doi.org/10.17221/3355-PSE>.

- Niranjan, S. R., Shetty, H. S. ve Reddy, M. S. (2006). "Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative for Plant Productivity". Zaki A. Siddiqui (ed.). in: PGPR: Biocontrol and Biofertilization (pp. 197-216). Springer, Netherlands.
- Oerke, E. C. (2006). "Crop Losses to Pests". The Journal of Agricultural Science 144(1), 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>.
- Park, J. M., Radhakrishnan, R., Sang-Mo Kang, S. M. ve Lee, I. J. (2015). "IAA producing *Enterobacter* sp. I-3 as a potent bio-herbicide candidate for weed control: A special reference with lettuce growth inhibition". Indian Journal of Microbiology, 55(2), 207-212. <https://doi.org/10.1007/s12088-015-0515-y>.
- Pérez-Montaño, F., Alías-Villegas, C., Bellogín, R. A., del Cerro, P., Espuny, M. R., Jiménez-Guerrero, I., López-Baena, F. J., Ollero, F. J. ve Cubo, T. (2014). "Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production". Microbiological Research, 169(5-6), 325-336. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>.
- Popovic, M., Andjelkovic, U., Grozdanovic, M., Aleksic, I. ve GavrovicJankulovic, M. (2013). "In vitro antibacterial activity of cysteine protease inhibitor from kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*)". Indian Journal of Microbiology, 53, 100–105. <https://doi.org/10.1007/s12088-012-0319-2>.
- Pyke, D. A., Shaff, S.E., Gregg, M. A. ve Conley, J. L. (2020). "Weed-suppressive bacteria applied as a spray or seed mixture did not control *Bromus tectorum*". Rangeland Ecology and Management, 73(6), 749-752. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.11.001>.
- Quail, J. W., Ismail, N., Pedras, M. S. C., ve Boyetchko, S. M. (2002). Pseudophomins A and B, a class of cyclic lipodepsipeptides isolated from a *Pseudomonas* species. Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications, 58(5), 268-271. <https://doi.org/10.1107/S0108270102004432>.
- Radhakrishnan, R., Alqarawi, A. A. ve Abd\_Allah, E. F. (2018). "Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism". Ecotoxicology and Environmental Safety, 158, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.018>.

- Radhakrishnan, R., Park, J. M. ve Lee, I. J. (2016). “*Enterobacter* sp. I-3, a bio-herbicide inhibits gibberellins biosynthetic pathway and regulates abscisic acid and amino acids synthesis to control plant growth”. *Microbiological Research*, 193, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2016.10.004>.
- Rodelas, B., Gonzalez-Lopez, J., Pozo, C., Salmeron, V. ve Martinez-Toledo, M. V. (1999). “Response of faba bean (*Vicia faba* L.) to combined inoculation with *Azotobacter* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*”. *Applied Soil Ecology*, 12(1), 51-59. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00157-7](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00157-7).
- Ryu, C. M., Farag, M. A., Hu, C. H., Reddy, M. S., Wei, H. X., Paré, P. W. ve Kloepper, J. W. (2003). “Bacterial volatiles promote growth in *Arabidopsis*”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(8), 4927-4932. <https://doi.org/10.1073/pnas.0730845100>.
- Saber, M. S. M. (2001). “Clean Biotechnology for sustainable farming”. *Engineering in Life Sciences*, 1(6), 217-223. [https://doi.org/10.1002/1618-2863\(200112\)1:6<217::AID-ELSC217>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1618-2863(200112)1:6<217::AID-ELSC217>3.0.CO;2-Y).
- Sadeghloo, A., Asghari, J. ve Ghaderi-Far, F., (2013). “Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*)”. *Planta Daninha*, 31(2), 259–266. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200003>.
- Santoro, M. V., Zygadlo, J., Giordano, W. ve Banchio, E. (2011). “Volatile organic compounds from rhizobacteria increase biosynthesis of essential oils and growth parameters in peppermint (*Mentha piperita*)”. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1177-1182. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.07.016>.
- Sarić, M. ve Božić, D. (2009). “Uticaj Zemljišnih Bakterija Na Klijanje Semena Viline Kosice (*Cuscuta campestris* Yunck.) i Lucerke”. *Zaštita bilja*, 60(4), 227-236,
- Saric-Krsmanovic, M. M., Bozic, D. M., Radivojevic, L. M., Umiljendic, J. S. G. ve Vrbnicanin, S. P. (2017). “Effect of *Cuscuta campestris* parasitism on the physiological and anatomical changes in untreated and herbicide-treated sugar beet”. *Journal of Environmental Science and Health*, 52(11), 812-816. <https://doi.org/10.1080/03601234.2017.1356167>.

- Solak, H. (2007). Konya Yöresinde Yaygın Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Šoštarčić, V., Masin, R., Loddo, D., Svečnjak, Z., Rubinić, V. ve Šćepanović, M. (2021). “Predicting the emergence of *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. in maize crop in Croatia with hydrothermal model”. *Agronomy*, 11(10), 2072. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102072>.
- Sülü, S.M., Bozkurt, İ. A. ve Soylu, S. (2016). “Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 103–11.
- Şahin, F., Çakmakçı, R. ve Kantar, F. (2004). “Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria”. *Plant and Soil*, 265, 123-129. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-0334-8>.
- Şin, B. (2021). Amasya, Çorum, Tokat ve Yozgat İllerinde Buğday Alanlarında Bulunan Yabani Hardal (*Sinapis Arvensis* L.)’In Tribenuron-Methyl’e Karşı Dayanıklılığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat.
- Taş, S. (2021). Kışniş (*Coriandrum sativum* L.), Dereotu (*Anethum graveolens* L.) ve Semizotunun (*Portulaca oleracea* L.) Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tateno, A. (2000). Herbicidal Composition for the Control of Annual Bluegrass. U.S. Patent No 6162763 A. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Tranel, P. J., Gealy, D. R. ve Kennedy, A. C. (1993). “Inhibition of downy brome (*Bromus tectorum*) root growth by a phytotoxin from *Pseudomonas fluorescens* strain D7”. *Weed Technology*, 7(1), 134- 139. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00037003>.
- Tursun, N., Tursun, A. Ö., ve Kaçan, K. (2003). “Kahramanmaraş İli ve İlçelerinde şekerpancarı ekim alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi”. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(2), 166-172. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1071821>.

- Tünk, S. (2018). Çukurova Bölgesi Tarla Kültürlerinde Sorun Olan Ana Zararlı Yabancı Ot Türleri ve Çimlenme Biyolojilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Uygur, S. ve Uygur, F. N. (2010). “Yabancı Otların Biyolojik Mücadelesi”. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(1), 79–95.
- Vrbničanin, S., Božić, D., Sarić, M., Pavlović, D. ve Vera Raičević, V. (2011). “Effect of plant growth promoting rhizobacteria on *Ambrosia artemisiifolia* L. seed germination”. Pesticides and Phytomedicine, 26(2), 141–146. <https://doi.org/10.2298/PIF1102141V>.
- Vrbničanin, S., Jovanović, Lj., Božić, D., Pavlović, D. ve Raičević, V. (2008a). Effect Growth–Promoting Bacteria on Germination of *Datura stramonium* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Onopordon acanthium* L. and *Verbascum thapsus* L. 5th International Weed Science Congress, June, 23-27. Canada. 127-127.
- Vrbničanin, S., Jovanović, Lj., Božić, D., Raičević, V. ve Pavlović, D. (2008b). “Germination of *Iva xanthifolia*, *Amaranthus retroflexus* and *Sorghum halepense* under Media with microorganisms”. Journal of Plant Diseases and Protection, 21, 297-302.
- Yentürk, Ö. (2021). Fasulyede Domuz Pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) Ve Sirken (*Chenopodium album* L.)’in Çıkış Sonrası Mücadelesinde Kullanılan Imazamox’un Minimum Dozlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Iğdır.

