



**BAZI FASULYE ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL
KARAKTERLERİ ÜZERİNE PGPR STRAİNLERİNİN
ETKİLERİ**

**Barış YILDIRIM
Yüksek Lisans Tezi**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
I. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ
II. Danışman: Prof. Dr. İrfan ÇORUH
2019**

**T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI FASULYE ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL KARAKTERLERİ ÜZERİNE
PGPR STRAİNLERİNİN ETKİLERİ**

Barış YILDIRIM

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

IĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ ve Prof. Dr. İrfan ÇORUH danışmanlığında Barış YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İrfan ÇORUH.....İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa USTA..... İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ.....İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜRBÜZ İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ..... İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulununsw e / /2018 tarih ve 2018/ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(imza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Barış YILDIRIM



Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2019-FBE-L09

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

ÖZET

BAZI FASULYE ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL KARAKTERLERİ ÜZERİNE PGPR STRAİNLERİNİN ETKİLERİ

YILDIRIM Barış

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

1. Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ

2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

Kasım 2019, 42 sayfa

Bu çalışmada PGPR strainlerinin fasulye verimine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Seyman ve Sarıkız isimleriyle Türkiye’de tescil edilen fasulye çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma petri ve saksı denemeleri şeklinde yürütülmüştür. Petri denemesinde bakteri uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisi %1,5’luk agar içeren petri ortamında değerlendirilmiştir. Saksı denesi 3 farklı bakteri straini, bakteri strainlerinin kombinasyonu, gübre ve negatif kontrol olarak 6 uygulamadan oluşmuştur. Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde uygulamaların çimlenme hızı, ortalama çimlenme zamanı, çıkış süresi, kök uzunluğu, boy uzunluğu, kök ağırlığı, gövde ağırlığı, kuru kök ağırlığı, yaprak sayısı, boğum sayısı, yaş kök ağırlığı, yaş gövde ağırlığı, azot oranı ve protein oranına olan etkileri incelenmiştir. *In vitro* ortamda çeşitler ile uygulamaların interaksyonunun ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı üzerine etkili olduğu görülmüştür. Bakteri uygulamalarının *in vivo* ortamda, Seyman çeşidinde çıkış süresi, kök uzunluğu, boy uzunluğu, boğum sayısı, yaş kök ağırlığı, gövde ağırlığı ve kuru kök ağırlığında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sarıkız çeşidinde bakteri uygulamalarının, çıkış süresi, kök uzunluğu, yaprak sayısı, boğum sayısını arttırdığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, PGPR, Verim, *Phaseolus vulgaris* L

ABSTRACT

THE EFFECT OF PGPR STRAINS ON THE AGRICULTURAL CHARACTERISTICS OF SOME BEAN CULTIVARS

YILDIRIM Barış

Master Thesis, Plant Protection Main Discipline

1stThesis Adviser: Assist. Prof. Dr.Mesude Figen DÖNMEZ

2ndThesis Adviser: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

November 2019, 42 pages

In this study, the effects of PGPR strains on bean yield was investigated. Seymen and Sarıkız cultivars of bean which have been registered in Turkey were used for this purpose. preliminary essays were conducted with petri and flower pot. The effect of bacterial applications on the germination of bean seeds was evaluated in petri containing 1.5% agar. Flower pot essay was performed as 6 application consist of 3 different bacteria strains, combination of bacteria strains, fertilizer and negative control. It was investigated the effect of applications on the germination rate, average germination time, Output time, height, root and stem weight, dry root weight, number of leaves, number of nodes, fresh root and stem weight, nitrogen and protein content. *In vitro*; It was observed that the interaction between bean cultivars and applications was effective average germination time and rate. *In vivo*; output time, stem and root length, number of nodes, fresh root weight, stem weight and dry root weight of Seyman cultivar increased with bacterial applications. It was found that bacterial applications were effective on output time, root length and number of leaves of Sarıkız cultivar.

Key Words: Bean, PGPR, Yield, *Phaseolus vulgaris* L

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Roma’da gerçekleştirilen 146. Konsey toplantısında 2016 yılını “Uluslararası Baklagil Yılı” olarak ilan etmiştir. Özellikle küresel ısınmanın yarattığı sorunlar karşısında, kırmızı ete oranla daha az girdi gerektiren, proteince zengin bir ürün grubu olan baklagiller, insan ve hayvan beslenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Sağlıklı beslenme bakımından çok önemli bir yeri olan yemelik dane baklagiller, dünya’da 2 milyardan fazla insanın protein kaynağıdır ve bitkisel proteinlerin %22’si, karbonhidratların %7’si bu ürünlerden sağlanmaktadır. Baklagiller içerisinde fasulye dünyada 126 ülkede yetiştirilmektedir.

Tarımsal üretimde ürün kalitesi ve verim artışı sağlamak amacıyla kullanılan kimyasalların uzun vadede oluşturabileceği zararı inceleyen araştırmacılar, kimyasallara alternatif çözüm yollarının ortaya konulmasının gerekliliğini ifade etmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda PGPR'ların çeşitli mekanizmalarla bitki büyümesini teşvik ettiği ve bitkinin sistemik dayanıklılığını harekete geçirerek hastalık kontrolünde başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle farklı konukçularda bitki gelişimini arttıran bakterilerin rolünün araştırılması, çeşitli patojen x konukçu interaksyonunda hastalıkları kontrol edebilme özelliklerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu tür çalışmaların hızla çoğaltılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler konusunda bana her konuda yardımcı olan, mesleki deneyimleri ile beni doğru yönlendiren ve çalışmalarım esnasında bana büyük özveri gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi M.Figen DÖNMEZ hocama teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca istatistik analizlerimde bana yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Cem TIRINK hocama, protein analizinde bana yardım eden doktora öğrencisi Zir. Yük. Müh. Işıl TEMEL’e, çalışmalarım esnasında her zaman yardımını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Fırat İNİK’e sonsuz teşekkür ederim. Beni okutup büyüten bu günlere gelmemi çok isteyen rahmetli ANNEM’i saygıyla anıyorum.

Bariş YILDIRIM

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve METOT	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve cihazlar.....	9
3.1.2 Çalışmada kullanılan test bitkileri.....	9
3.1.3. Çalışmada kullanılacak bakteri strainleri	9
3.1.4. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltiler.....	10
3.2. Metot.....	10
3.2.1. PGPR strainlerine ait solüsyonların hazırlanması.....	10
3.2.2. Çalışmada kullanılacak tohumların dezenfeksiyonu.....	11
3.2.3. Fasulye tohumlarının bakteri ile kaplanması.....	11
3.2.4. Bakteri uygulamalarının tohum çimlenmesine etkisi.....	11
3.2.5. Saksı denemesi.....	14
3.2.6. Uygulama sonrası incelenecek özellikler	16
3.2.7. Sonuçların analiz edilmesi.....	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	20
4.1. <i>In Vitro</i> Ortamda Uygulamaların Çimlenme Oranına Etkisi (%).....	20
4.2. <i>In Vitro</i> Ortamda Uygulamaların Çimlenme Hızına Etkisi.	20
4.3. <i>In Vitro</i> Ortamda Uygulamaların Ortalama Çimlenme Zamanına Etkisi (gün).....	21

4.4. <i>In Vivo</i> Ortamda Uygulamaların Bazı Tarımsal Karakterler Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	22
4.4.1. Uygulamaların çıkış süresine etkisi (gün).....	22
4.4.2. Uygulamaların kök uzunluğuna etkisi (cm).....	23
4.4.3. Uygulamaların boy uzunluğuna etkisi (cm).....	24
4.4.4. Uygulamaların yaprak sayısına etkisi (adet).....	25
4.4.5. Uygulamaların boğum sayısına etkisi (adet).....	26
4.4.6. Uygulamaların yaş kök ağırlığına etkisi (g).....	27
4.4.7. Uygulamaların gövde ağırlığına etkisi (g).....	28
4.4.8. Uygulamaların kuru kök ağırlığına etkisi (g).....	29
4.4.9. Uygulamaların kuru gövde ağırlığı üzerine etkisi (g).....	30
4.4.10. Uygulamaların azot oranına etkisi (%).....	31
4.4.11. Uygulamaların ham protein oranına etkisi (%).....	32
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	42

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%.....	Yüzde
(SO ₄) ₂	Sülfat
°C.....	Santigrat derece
µl.....	Mikrolitre
Al ⁺³	Alüminyum
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
Ca ⁺²	Kalsiyum
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Kalsiyum fosfat
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CO ₂ ⁻	Karbondioksit
Da.....	Dekar
dH ₂ O.....	Distile su
dk.....	Dakika
Fe ⁺²	Demir
g.....	Gram
H ⁺	Hidrojen
H ₂ O.....	Su
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
KCl.....	Potasyum klorür
KNO ₃	Potasyum nitrat
KOH.....	Potasyum hidroksit
Mg.....	Miligram
MgSO ₄ ·7H ₂ O.....	Magnezyum sülfat heptahidrat
ml.....	Mililitre
N.....	Azot
N ₂	Azot gazı

NaCl	Sodyum klorür
NaNO₃	Sodyum nitrat
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NH₃	Amonyak
pv	Pathovar
s	Saniye
sa	Saat
sdH₂O	Steril distile su
sp	Tür
spp	Türler

Kısaltmalar

ISR	Bitkide sistemik dayanıklılık
NA	Nutrient agar
NB	Nutrient broth
NK	Negatif kontrol
PGPR	Bitki büyümesini teşvik eden kök bakterileri

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil.3.1. Bakteri strainlerinin fasulye tohumlarına inokule edilmesi.....	11
Şekil.3.2 Bakeri streinlerinin fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisinin test edilmesi.....	13
Şekil.3.3. <i>In vivo</i> ortamda bakteri strainlerinin fasulye bitkisine etkisinin test edilmesi.....	14
Şekil.3.4. Deneme deseni.....	15
Şekil.3.5. Saksı denemesinin kurulması.....	15
Şekil.3.6. Bitkilerin kurutulması.....	17
Şekil.3.7. Bitkilerin kök uzunluklarının ölçülmesi.....	17
Şekil.3.8. Protein analizini işlemi.....	18

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1 Dünya fasulye üretim ve ekim alanları (bin ton).....	2
Çizelge 1.2 Türkiye fasulye üretim ve ekim alanları (ton).....	2
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait bazı bilgiler.....	9
Çizelge 4.1. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çimlenme oranına etkisi (%).....	20
Çizelge 4.2. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çimlenme hızına etkisi	21
Çizelge 4.3. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin ortalama çimlenme zamanına etkisi	22
Çizelge 4.4. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çıkış süresine etkisi (gün).....	23
Çizelge 4.5. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kök uzunluğuna etkisi (cm).....	24
Çizelge 4.6. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin boy uzunluğuna etkisi (cm).....	25
Çizelge 4.7. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin yaprak sayısına etkisi (adet).....	26
Çizelge 4.8. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin boğum sayısına etkisi (adet).....	27
Çizelge 4.9. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin yaş kök ağırlığına etkisi (g).....	28
Çizelge 4.10. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin gövde ağırlığına etkisi (g).....	29
Çizelge 4.11. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kuru kök ağırlığına etkisi (g).....	30
Çizelge 4.12. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kuru gövde ağırlığı etkisi (g).....	31
Çizelge 4.13. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin azot oranına etkisi (%).....	32

Çizelge 4.14. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin ham protein oranına etkisi (%)..... 33



1.GİRİŞ

Yemelik tane baklagiller içinde yer alan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) dünyada en çok üretime ve ekim alanına sahip olan bir bitkidir. Fasulye yetistirciliğinde birim alandan yüksek verim eldesi gerek üretici gerekse ülke ekonomisi açısından büyük öneme sahiptir (Sağlam ve ark., 2005). Fasulye, nohut, mercimek, bezelye, bakla ve börülceyi içine alan yemelik dane baklagiller binlerce yıldır insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Hayvansal proteinlerin çeşitli nedenlerle yeterince sağlanamadığı yerlerde, dengeli bir şekilde beslenebilmek için bitkisel protein kaynaklarına başvurulmaktadır (Adak, 2014). Bitkisel proteinler içerisinde birim alandan en fazla proteinin, yemelik tane baklagillerden üretildiği bildirilmektedir (Şehirli, 1988). Fasulye başta protein olmak üzere, karbohidrat, A, B, D vitaminleri ve fosfor, demir, kalsiyum, potasyum gibi mineral ihtiyacının karşılanmasında önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmakta, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerdeki insanların protein ihtiyacını karşılamada önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Evans and Gridley, 1979; Adams *et al.*, 1985; Şehirli, 1988). İnsan ve hayvan beslenmesinde, özellikle hububatlar ile birlikte çok iyi tamamlayıcı diyet ürünleri olarak kabul edilen baklagiller, besleyici değerlerinden dolayı gelişmiş ülkelerde de diyet programlarının önemli bir öğesini oluşturmaya devam etmektedir (McPhee and Muehlbauer, 2002). Ayrıca yüksek oranda protein içeriğine sahip fasulye samanı da hayvancılık beslemesinde önemli bir kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmesiyle de önem taşımaktadır (Smith and Huyser, 1987; Ergül, 1988). Fasulye insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra toprağa azot kazandırması nedeni ile ekim nöbetinde de önemli bir yere sahiptir (Azkan ve ark., 2004). Bu kapsamda diğer baklagiller gibi fasulye bitkisinin, köklerinde simbiyotik yaşayan *Rhizobium* bakterileri, havada bulunan serbest azotu toprağa bağlaması sonucu, kendisinden sonra ekimi yapılacak bitkiye azotça zengin bir toprak bırakmaktadır (Sepetolu, 1987; Elçi ve ark., 1994; Çokkızgın, 2005).

Baklagiller içerisinde kuru fasulye dünyada en fazla ekim alanına sahip bir üründür ve dünyada 126 ülkede yetiştirilmektedir. Daha çok Asya ve Amerika kıtasında yetiştirilen kuru fasulye ekim alanları 1980-2000 yılları arasında 25 milyon ha düzeyinde iken, son 10 yılda %12 artış göstererek 29 milyon ha'a ulaşmıştır. Kuru

fasulye; 2016 yılı itibariyle baklagil ekim alanlarının %36'sını oluşturmaktadır (Çizelge 1.1) (TEPGE, 2018).

Çizelge 1.1 Dünya fasulye üretim ve ekim alanları (bin ton)

	2012	2013	2014	2015	2016
Alan (bin ha)	29.308	30.293	30.701	29.393	29.126
Verim (ton/ha)	0,84	0,84	0,89	0,9	0,91
Üretim (bin ton)	24.453	24.617	26.854	27.644	26.833
İthalat (bin ton)	1.937	1.818	1.745	1.665	1.948
İhracat (bin ton)	2.013	1.794	1.860	1.781	1.907

2016/2017 üretim döneminde Türkiye’de kuru fasulye üretimi 89,8 bin ha alanda 235 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bu alanların yaklaşık %51’i İç Anadolu Bölgesi’nde yer almış olup İç Anadolu Bölgesi’ni %7,4 ile Doğu Anadolu Bölgesi izlemiştir. 2016 yılında ortalama yağışların artması, uygulanan yetiştirme tekniklerindeki iyileşme ve yöreye uygun verimli çeşitlerin kullanılması bir önceki yıla göre kuru fasulye verimini artırmıştır (Çizelge 1.2) (TEPGE, 2018).

Çizelge 1.2 Türkiye fasulye üretim ve ekim alanları (ton)

	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Alan (ha)	93.174	84.763	91.1103	93.584	89.820
Verim (kg/da)	215	230	236	251	262
Üretim ton)	200.000	195.000	215.000	235.000	235.000
Yurt içi kullanım	237.817	245.636	246.679	281.435	-
İthalat (ton)	28.672	24.408	51.701	31.688	31.352
İhracat (ton)	1.318	2.465	8.724	4.369	2.624

Türkiye’de çoğu tarım alanlarında monokültür uygulaması toprakların veriminde düşmeye neden olmaktadır (Sarıoğlu ve ark., 1993). Bunu önlemek ve verimi

yükseltmek için kullanılan aşırı gübrelemenin yol açtığı bitkisel üretim maliyetleri artışının yanısıra, toprağın biyolojik ve fiziksel olarak olumsuz etkilendiği, ayrıca kimyasal gübrelerin bitkilerde depolanarak ve içme sularına karışarak insan ve hayvan sağlığı açısından önemli sorunlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı, bitkilerin gübre gereksinimlerinin bir kısmının daha az masraflı ve çevre dostu olan biyolojik uygulamalar ile karşılanmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Graham and Vance, 2002).

Toprağın, özellikle rizosfer olarak belirtilen kısmında, yoğun miktarda mikroorganizma popülasyonu bulunmaktadır. Topraktaki fizyokimyasal olaylar tamamen bu mikroorganizmalara bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu mikroorganizma toplulukları arasında genellikle bitki kökleri ile ilişkili olan bakterilerin bir kısmının yararlı olduğu görülmektedir ki bu kök bakterilerine bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri denilmektedir. “Bitki Gelişimini Uyarıcı Kök Bakterileri” anlamına gelen “**Plant Growth Promoting Rhizobacteria**” sözcüklerinin kısaltılmışı olan PGPR terimi ilk kez 1978 yılında kullanılmıştır (Kloepper and Schroth, 1978).

Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri genelde *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Arthobacter*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bradyrhizobium*, *Enterobacter*, *Azospirillum*, *Xanthomonas*, *Pantoea*, *Rhizobium* ve *Azotobacter* gibi bakteri cinslerinde yer almaktadır. Bitki sağlığı ve gelişiminde pek çok fayda sağlamasından dolayı bu mikroorganizmalar "Probiyotik Rizobakteriler" olarak da bilinmektedir (Ram *et al.*, 2013). PGPR'lar bitkiye azot bağlaması, fosforu ve diğer ağır metalleri çözebilmesi, hormon üretmesi, tuzluluk toleransı, mineral ve su alımını artırması, bitki hastalık ve zararlılarının biyolojik mücadelesi, kök gelişimini güçlendirmesi ve desteklemesi, bitkideki enzim aktivitesini artırması, pestisitlerin parçalanması gibi etkilerinden dolayı bitki gelişimini teşvik etmektedir (Dejordjevic *et al.*, 1987; Ferreira *et al.*, 1987; Mayak *et al.*, 2004; Hynes *et al.*, 2008; Çakmakçı, 2009; Wani and Khan, 2010 ; Ma *et al.*, 2011; Ahemad and Khan, 2012; Tozlu ve ark., 2012). Ayrıca bitkide sistemik dayanıklılığı (ISR) artırması, besin yarışı ile patojen gelişimini baskı altında tutması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini engellemesi gibi indirek etkileri ile de bitki gelişimini desteklemektedir (Karuç, 1992).

Günümüzde yetiştiricilikte kullanılan kimyasal gübrelerin oluşturduğu yüksek maliyet, canlılar ve çevre için taşıdığı riskler ciddi boyuta ulaşmıştır. Ancak dünyada ve ülkemizde yapılan çeşitli araştırmalarda PGPR uygulamalarının patojenlerin mücadelesinde etkili olduğu, çok farklı bitkilerde verimi artırdığı ve kimyasal gübre kullanımını azalttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle tez çalışmasının amacını Iğdır ilindeki çeşitli bitkilerden izole edilen bakteri strainlerinin fasulye yetiştiriciliğine etkisinin araştırılması, incelenen bazı tarımsal karakterlerin gübre ve negatif kontrol ile kıyaslanması oluşturmuştur.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyanın birçok yerinde PGPR'lar üzerine birçok çalışma yapılmış olup bu çalışmalarda ciddi verim artışları gözlenmiştir. Bu çalışmalar arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde kanolada % 57, arpada % 5-20, çeltikte % 12-24, kerevizde % 12-15, yerfıstığında % 14-25 verim artışı sağlandığı tespit edilmiştir (Kloepper *et al.*, 1991). Hindistan' da çeltik ve yerfıstığında % 12-35 oranlarında verim artışları elde edilmiştir (Reddy *et al.*, 2003). Çin' de 1979 ve 1985 yılları arasında ülke çapında geniş çaplı PGPR'ler üzerine araştırmalar yapılmış olup tarla uygulamalarında patateste % 22,5, karpuzda % 15,5, çeltikte % 16,2, buğdayda % 11, şeker pancarında % 16,9, mısırdada % 12,5, pamukta % 10,4 verim artışı elde edilmiştir (Chen *et al.*, 1996).

Tripathi *et al.*, (1975), tarafından Hindistan' ın Rajasthan bölgesinde yapılan bir çalışmada 3 nohut çeşidine *Rhizobium* sp. inokulasyonu ve gübre uygulaması yapılmıştır. Negatif kontrol (bakterisi ve gübre uygulaması yapılmamış) parsellerinden 182 kg/da dane verimi, *Rhizobium* sp. inokulasyonu sonucunda ise 251,8 kg/da dane verimi elde edilmiştir.

Neuvel and Floot (1992), tarafından fasulye bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada bakterisi inokulasyonu ve azotlu gübrelemenin etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda kontrole göre en iyi verim artışının bakterisi inokulasyonu ile birlikte 5 kg/da N uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

Önder ve Özkaynak (1994), tarafından yapılan bir çalışmada bodur kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) çeşitleri (Contender-22 Bodur Ayşe, Red Kidney, Selanik, Horoz, 59 Great Northern, Yerli Çalı, Tombul Dermason, White Kidney) üzerinde farklı uygulamaların (Kontrol, Bakteri, Bakteri+N5 ve N5) dane verimi, fenolojik ve morfolojik karakterler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Yürütülen 3 yıllık araştırma sonucunda, en yüksek dane verimi 358,47 kg/da Tombul Dermason çeşidinden elde edilmiştir. "Bakteri + N5" uygulamasında bütün çeşitlerde olduğu gibi Tombul Dermason çeşidinde de en yüksek dane verimi 3718,9 kg/da olarak belirlemiştir ve yıllara göre dane-verimi, ham protein oranı, bitki boyu, bin tane ağırlığı, dal sayısı, bakla sayısı, bir bakladaki tane sayısı ve yaprak sayısı arasında istatistiki ilişkiler olduğu tespit edilmiştir.

Bozoğlu ve ark. (1997), tarafında Samsun'da değişik azotlu gübreler (amonyum nitrat, amonyum sülfat, üre ve diamonyum nitrat) ile farklı dozlarda bakteri inokulasyonunun şehirali-90 kuru fasulye çeşidinin tane verimi ve bazı özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Deneme sonucunda bakteri inokulasyonunun dozlarının nodül sayısına etkisi önemsiz bulunmuş, tohumların bakteri inokulasyonu ve gübre uygulamasının, dane verimini kontrol gurubuna göre her iki yılda da önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Dane verimi bakımından üre ve amonyum nitrat uygulamasının diğer gübrelere ve kontrole göre daha iyi sonuç verdiği, dane verimini arttırdığı bulunmuştur.

Karahan (1997), tarafından yapılan araştırmada Trakya koşullarında bakteri inokulasyonu ile beş azot dozunun (0, 2, 4, 6, 6+4 N kg/da) şehirali 90 çeşidinde verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi değerlendirilmiştir. şehirali 90 bodur fasulye çeşidinde, bitki boyu 39,7 – 46,5 cm, bitkideki yaprak sayısı 10,6 -15,5 adet, salkımda iek sayısı 3,1 – 6,2 adet, bitkideki bakla sayısı 12,3 -17,3 adet, baklada dane sayısı 2,46 – 3,21 adet, 1.000 dane ağırlığı 461,5 -525,2 g, protein oranı % 21,04 - % 23,50, protein verimi 38,7 – 76,6 kg/da ve dane verimi 181,7 -337,6 kg/da olarak belirlenmiştir. Bakteri inokulasyonu yapılan bitkilerde “+4” kg/da azot uygulaması ile birlikte fasulyede dekara en yüksek dane verimi elde edilmiştir.

Bildirici (2003), tarafından yapılan çalışmada farklı azot (0, 2, 4, 6 kg/da N), ve farklı fosfor (0, 4, 6, 8 kg/da P₂O₅) dozları ile bakteri inokulasyonunun şeker fasulyesi çeşidinde verim ve bazı verim unsurlarına etkisi araştırılmıştır. Azot uygulaması ve bakteri inokulasyonunun bitki boyu, bakla sayısı, tane sayısı, tane verimi, nodül sayısı ve ham protein oranı üzerinde etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bin dane ağırlığı ve baklada dane sayısı üzerine ise bu uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Denemenin birinci yılında en yüksek dane verimi 449,10 kg/da ile dekara 2 kg azot (N), 8 kg fosfor (P₂O₅) ve bakteri inokulasyonundan elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek dane verimi 536,90 kg/da ile dekara 6 kg azot (N), 4 kg fosfor (P₂O₅) ve bakteri inokulasyonu yapılan parsellerden alınmıştır. İki yılın ortalamasında ise en yüksek dane verimi 451,95 kg/da olarak 6 kg azot, 4 kg fosfor ve bakteri inokulasyonundan elde edilmiştir.

gt ve ark. (2003), tarafından *Azospirillum brasilense* ve iki *Rhizobium* sp.

türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde nodülasyona etkisinin belirlenmesi amacıyla saksı denemesi kurulmuştur. Sonuçlara göre, 10^6 cfu/ml konsantrasyonunda *Rhizobium* sp. inokulasyonunun, nodülasyonu artırdığı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca *Azospirillum* türünün nodül ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. *Rhizobium* sp. yoğunluğunun artırılmasının nodülasyon açısından bir anlam ve önemi olmadığı görülmüştür.

Nadeem *et al.*, (2004), tarafından fasulye tohumlarının *Rhizobium* sp. ile inokulasyonunun ve farklı azotlu gübre kullanımının bitkinin verim ve gelişmesine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bitkinin dane sayısı, dal sayısı, dane verimi, bin dane ağırlığı ve protein içeriğinin tohum inokulasyonu ile önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Gübre uygulanmasının dane verimini, tohum inokulasyonu ve gübre uygulamasının ise danede protein içeriğini önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Fasulye tohumunun inokulasyonu ve dekara 3 kg azot verilmesinden sonra en yüksek dane verimi elde edilmiştir.

Bildirici ve Yılmaz (2005), tarafından Van ekolojik şartlarında yapılan bir çalışmada bakteri inokulasyonunun fasulye bitkisinde verim ve bazı verim öğelerine etkileri incelenmiştir. Uygulamaların etkisi yıllara göre farklılık göstermekle birlikte; bakteri inokulasyonunun, bitkide bakla sayısı ve dane verimini önemli ve olumlu yönde etkilediği, baklada dane sayısı, bin dane ağırlığı ve ham protein oranını ise etkilemediği tespit edilmiştir.

Söğüt (2005), tarafından yapılan bir çalışmada bakteri uygulaması ile azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir denemede, bakteri ile inokule edilen tohumlardan gelişen bitkilerde meyve sayısı, bitki boyu, 1000 tane ağırlığı, tohum verimi ve hasat indeksinin, azotlu gübre uygulanan çeşitlere göre daha iyi sonuç verdiği ve inokulasyonun özellikle Williams 79 ve CF 492 gibi daha geç olgunlaşan çeşitlerin verimleri üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Canbolat ve ark. (2006), tarafından toprakta mineral ve biyolojik gübrelemenin arpa bitkilerinin gelişimine etkilerinin incelendiği bir çalışmada mineral gübre (N, NP, P) ve bitki gelişimini teşvik edici bakteri türleri (*Bacillus* OSU-142, *Bacillus*

licheniformis, *Pseudomonas putida* RC06, RC04, *Paenibacillus polymyxa* RC05) kontrol uygulaması (bakteri inokule edilmeyen ve mineral gübre uygulanmayan) ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak PGPR uygulamasının kimyasal gübrelere alternatif olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Pirbalouti *et al.*, (2006), tarafından İran'da yapılan bir çalışmada, farklı *Rhizobium* sp. strainlerinin fasulyede verim ve verim unsurlarına etkisini değerlendirmek amacıyla kumlu-tınlı tekstüre sahip toprakta tarla denemesi yürütülmüştür. Bu araştırma tesadüf deneme parselleri deseninde 4 bakteriyel strain (L-125, L-47, L-78, L-109), negatif kontrol ve azotlu gübre uygulaması (100 kg N/ha) olarak kurulmuştur. Araştırma parselleri sonuçlarına göre, dane verimi, bitki başına bakla ve hasat indeksi, dane sayısı ve kuru madde verimi açısından farklı strainlerle inokule edilmiş uygulamalar ile kontroller arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir. L-125 straini ile bulaştırılan tohumlar diğer strainlerden daha yüksek dane verimi göstermiş, benzer sonuçların L-78, L-109 strainleri ile bulaştırılan tohumlardan da alındığı belirlenmiştir.

Küçük ve Kıvanç (2008), tarafından Türkiye'de fasulye tohumunun kalitesine, *Rhizobium* sp.'nin etkisinin araştırıldığı tarla denemesinde, yerel *Rhizobium* sp. strainleri üç çeşit fasulye tohumuna (Akman 98, Göynük 98, Şehirali 90) inokule edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, bakteri uygulamalarının ve azot uygulamalarının tohum kalitesini (tohum verimi, protein oranı, tohum ağırlığı) önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir.

Küçük (2011), tarafından İç Anadolu Bölgesi'nde yürütülen çalışmada Göynük 98, Akman 98 ve Şehirali 90 çeşitlerinde bakteri uygulaması ve azot uygulamalarının verim ve verim komponentlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kontrol, N uygulaması (4 kg/da amonyum nitrat), *Rhizobium* uygulaması ve *Rhizobium* + N uygulaması (4 kg/da amonyum nitrat) şeklinde dört uygulama yapılmıştır. İki yıllık deneme sonucunda *Rhizobium* + N uygulamasının dane verimini (403 kg/da) ve yüz dane ağırlığını (59,16 g), *Rhizobium* uygulamasının ise protein verimini (8,01 kg/da) artırdığı, Göynük 98 çeşidinde ise bu parametreler için en yüksek değerlerin elde edildiği görülmüştür.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Alet ve Cihazlar

Çalışmada; otoklav (HIRAYAMA, HV-50L), magnetik karıştırıcı (WISESTIR, MSH-20A), inkübatör (MEMMERT, INB 500), çalkalayıcı (SATUART, ROTATOR SB3, derin dondurucu -80 °C (VESTEL, FT 280), pH Metre (METTLER TOLADO), hassas terazi (SHIMADZU, ATX224, manyetik karıştırıcı (WISESTIR, MSH-20A), steril kabin (ESCO, Class II Type A2), saf su cihazı (MILLIPORE, DIRECT-Q-3UV), azot – protein tayin cihazları (GERHARDT, Vapodest 30s) ve yaş yakma ünitesi (Gerhardt KT 8s KJELDATHERM) kullanılmıştır.

3.1.2 Çalışmada Kullanılan Test Bitkileri

Çalışmada Seyman ve Sarıkız isimleriyle Türkiye’de tescil edilmiş fasulye çeşitleri kullanılmıştır.

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bakteri Strainleri

PGPR etkisini araştırmak üzere kullanılan bakteri strainleri Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarında yer alan kültür koleksiyonundan seçilmiştir. Strainlere ait bazı bilgiler Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait bazı bilgiler

STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	İZOLE EDİLDİĞİ BİTKİ	N	K	Ca	P	HR
SY-55	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	<i>Xanthium spinosum</i> L. (Yaprak)	-	-	-	+	-
SY-48	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>	<i>Xanthium spinosum</i> L. (kök)	+	K ⁺	+	+	-
SK-63	<i>Rhizobium radiobacter</i>	<i>Veronica chamaedrys</i> L. (kök)	+	-	-	K ⁺	-

N: Azot fikse etme özelliği, **K:** Potasyum çözme özelliği, **Ca:** Kalsiyum kullanma özelliği, **P:** Fosfor çözme özelliği, **HR:** Tütünde aşırı duyarlılık testi, **K+:** Kuvvetli pozitif sonuç, **+**: Pozitif sonuç, **-:** Negatif sonuç

3.1.4. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltiler

Çalışmada kullanılan çözeltilerin ve besiyerlerinin hazırlanış şekilleri aşağıdaki gibidir:

- **%70'lik etil alkol:** 70 ml etil alkolün hacmi steril distile su ile 100 ml'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.
- **Nutrient agar:** 1 L distile su içerisine 28 gr NA karışımı (Oxoid) ilave edilmiştir. Besiyeri otoklavda 121°C'de 15 dk steril edilmiştir. Otoklavdan çıkarıldıktan sonra hazırlanan besiyeri 45°C'ye kadar soğutularak steril petrilere dökülmüş ve katılaşmaya bırakılmıştır.
- **NaOH çözeltisi:** 5 g NaOH tartılarak 100 ml saf suda çözülmüştür.
- **Borik asit solüsyonunun hazırlanması:** 120 gr borik asit 1L saf su içerisinde ısıtılarak tamamen çözülene kadar magnetik karıştırıcıda karıştırılmıştır ve sonra çözelti soğutmaya bırakılmıştır. Soğuyan çözeltilerden erlenmayer içerisine 5 ml olacak şekilde aktarılarak hazırlanmıştır.
- **Titre asit çözeltisinin hazırlanışı:** 2.000 ml'lik büret şişesine 5,56 ml sülfirik asit konulmuş, ardından üzerine 1.994,44 ml saf su ilave edilerek çözelti hazırlanmıştır.
- **Methyl orange solüsyonunun hazırlanması:** İndikatör, 100 ml methyl red ve 10 ml bromik yeşili 50 ml erlenin içine aktarıldıktan sonra karıştırılarak hazırlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. PGPR strainlerine ait solüsyonların hazırlanması

Seçilen bakteri strainleri -80 °C'de muhafaza edilen stok kültürlerinden NA besi ortamına çizgi ekimle inokule edilmiştir. Ekim yapılan petrilere 48 sa süreyle 27 °C'ye ayarlı inkübatörde gelişmeleri için inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen bakteri kültürlerinden bir loop alınarak NB besi ortamına aktarılmıştır. Bakteri inokulasyonu yapılan sıvı besiyerleri bir gece çalkalayıcıda 140 rpm'de inkübe edilmiştir. Elde edilen bakteri solüsyonunun konsantrasyonu sdH₂O ile 10⁷ cfu/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2.2. Çalışmada kullanılan tohumların dezenfeksiyonu

Fasulye çeşitlerine ait tohumlar %70'lik ethyl alkol içerisinde 5 dk bekletilmiş, ardından sdH₂O ile yıkandıktan sonra %5'lik NaOCl'de 3 dk tutulmuştur. Bu süre sonunda tohumlar sdH₂O ile yıkanmış ve süzildükten sonra kurumaya bırakılmıştır.

3.2.3. Fasulye tohumlarının bakteri ile kaplanması

Dezenfekte edilen fasulye tohumları konsantrasyonu 10⁷ cfu/ml olan bakteri süspansiyonları içerisine konulmuş ve çalkalayıcıda 120 rpm'de 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tohumlar süzülüş ve bakterinin yapışmasını sağlamak amacıyla sukroz ile muamele edilmiştir (Şekil 3.1). Petride çimlenme testi için kullanılan tohumlara sukroz ilave edilmemiştir.



Şekil.3.1. Bakteri strainlerinin fasulye tohumlarına inokule edilmesi

3.2.4. Bakteri Uygulamalarının Tohum Çimlenmesine Etkisi

Bakteri uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisi %1,5'lük agar içeren petri ortamında 25± 0,5 °C'de değerlendirilmiştir. Her bir petri kutusuna yüzey dezenfeksiyon yapılmış 20 tohum bırakılmış ve çalışma 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.2). Çimlenen tohumlar hergün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır (Goertz and Coons, 1989; Elkoca, 1997). Çimlenme tamamlandığında

çimlenme oranı, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme zamanı aşağıda belirtilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Murillo-Amador *et al.*, 2002; Yıldırım ve Güvenç, 2006; Kaya ve ark., 2005).

➤ **Çimlenme Oranı**

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = (\text{Çimlenen tohum sayısı}) / 20 \times 100 \quad (3.1)$$

➤ **Çimlenme Hızı**

$$\text{Çimlenme hızı} = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_n/t_n \quad (3.2)$$

n_1, n_2, \dots, n_n ; Çimlenen tohum sayısı

t_1, t_2, \dots, t_n ; Çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısı

➤ **Ortalama Çimlenme Zamanı (OÇZ)**

$$\text{OÇZ (gün)} = \Sigma (fx) / \Sigma f \quad (3.3)$$

f; Sayım gününde çimlenen tohum sayısı

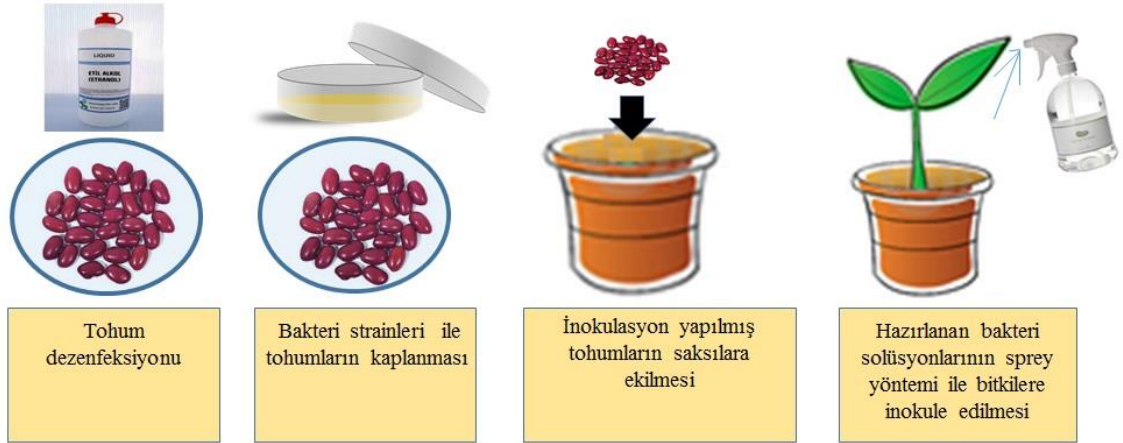
x; Sayım yapılan gün sayısı



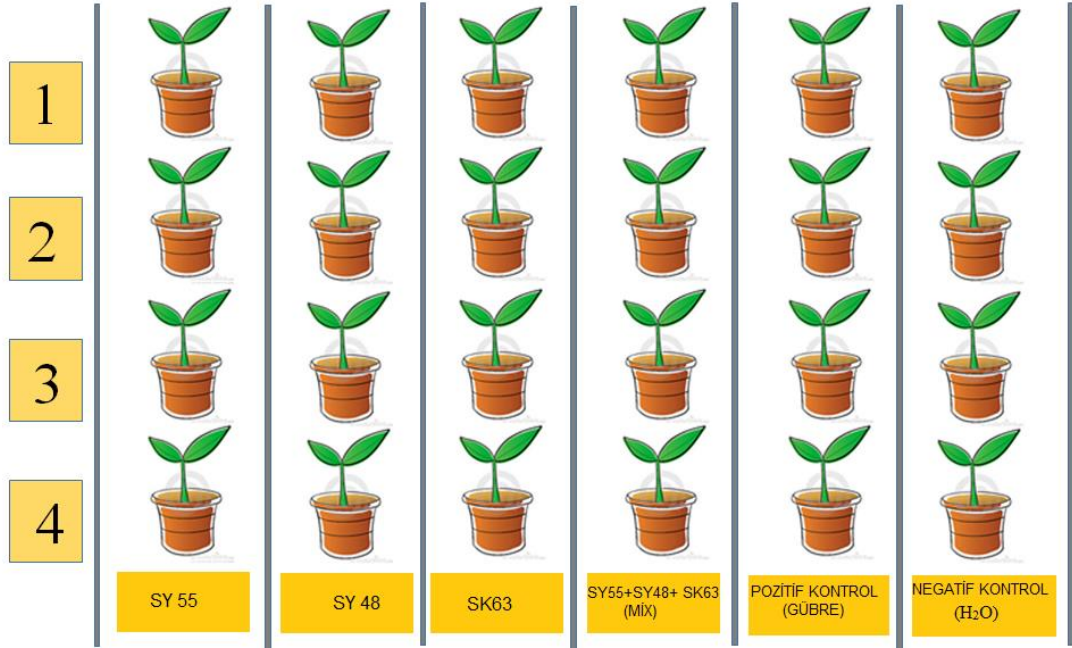
Şekil.3.2 Bakteri strainlerinin fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisinin test edilmesi

3.2.5. Saksı Denemesi

Saksı denemesi 3 adet bakteri straini ve bunların kombinasyonu ile 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.3). Denemede pozitif kontrol olarak gübre (saksı başına 50 ppm N, 250 ppm K ve 100 ppm P), negatif kontrol olarak ise sdH₂O uygulaması yapılmıştır. Her bir uygulama için saksılara 6 adet fasulye tohumu ekilmiş ve çıkıştan sonra seyreltme yapılarak 3 bitki bırakılmıştır (Şekil 3.4). Bakteri uygulaması tohum kodlaması ve gerçek fasulye yaprakları çıktıktan sonra her bir uygulama için hazırlanan bakteri solüsyonlarının spray şeklinde yapılmıştır (Şekil 3.5). Bitkiler 30 gün sonra sökölüp tohumların çıkış süresi, kök ağırlıkları, kök uzunlukları, gövde uzunlukları, bitki boyu, yaprak sayısı ve ana gövdedeki boğum sayısı kaydedilmiştir. Elde edilen değerlerin analizinde SPSS programı kullanılmış ve uygulamalar arasındaki farklılığın önem derecesi Duncan Testi ile belirlenmiştir.



Şekil.3.3. *In vivo* ortamda bakteri strainlerinin fasulye bitkisine etkisinin test edilmesi



Şekil.3.4. Deneme deseni



Şekil.3.5. Saksı denemesinin kurulması

3.2.6. Uygulama Sonrası İncelenen Özellikler

- **Çıkış Süresi (gün):** Ekim tarihinden itibaren saksılardaki bitkilerin çıkış gösterdiği tarihe kadar geçen süre aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Ellis and Roberts, 1980).

$$MGT = \frac{\sum(fx)}{\sum f} \quad (3.4)$$

MGT: Ortalama çıkış süresi

f: Çıkan tohum sayısı

x: Çıkış günü.

- **Bitki Boyu (cm):** Hasat döneminde saksılardan rastgele seçilen 3 bitkinin boyu metre ile ölçülüp ortalaması alınmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Yaprak Sayısı (adet):** Saksılardaki bitkilerin yaprakları tek tek sayılıp ortalaması alınmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Ana Gövdedeki Boğum Sayısı (adet):** Ekimden sonra 4-6. haftada 3 bitkide ana gövde üzerindeki boğumlar sayılıp belirlenmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Toprak Üstü Yaş Ağırlığı (g):** Hasat döneminde saksılarda rastgele seçilen 3 bitkinin her birinin toprak üstü gövde kısımları tartılmış, tartımların ortalaması gr olarak ifade edilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Toprak Üstü Kuru Ağırlığı (g):** Saksılardan elde edilen bitkilerin toprak üstü organları 65 + 2 °C sıcaklıkta ağırlık sabitleşinceye kadar kurutulmuş ve tartılan ağırlık kaydedilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Kök Uzunluğu (cm):** Hasat döneminde saksılardan bitkiler köklü olarak sökülüştür. Sökülen bitkiler kök kaybının olmaması için özenle tel elek üzerinde su ile yıkanıp temizlenmiştir. Daha sonra bitkiler kurutma kâğıdı arasında kurutulmuş ve bitkilerin kök uzunluğu tespit edilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008) (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).
- **Kök Yaş Ağırlığı (g):** Hasat döneminde bir saksıdan rastgele ve seçilen 3 bitki dikkatlice sökülüştür. Daha sonra yıkanan bitki kökleri gövdelerinden ayırıldıktan sonra tartılmış ve ortalaması alınarak g olarak ifade edilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).



Şekil.3.6. Bitkilerin kurutulması



Şekil.3.7. Bitkilerin kök uzunluklarının ölçülmesi

- **Kuru Kök Ağırlığı (g):** Yıkayıp kurutma kağıdında alınan kökler 65 ± 2 °C sıcaklıkta kurutulmuş ve tartılarak ağırlıkları g olarak kaydedilmiş (Kaçar ve İnal, 2008).
- **Azot Oranı:** Kjeldahl yöntemi ile toplam azot analizleri yapılmıştır (Kaçar, 1972).

- **Ham Protein Oranı (%):** Analiz sonucu bulunan azot miktarı 6.25 katsayısıyla çarpılmış bitkilerin ham protein oranı “%” olarak hesaplanmıştır (Bremner, 1965).



Şekil.3.8. Protein analizi işlemi

3.2.7. Sonuçların analiz edilmesi

In vitro ortamda, Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde çimlendirme testi sonucu elde edilen verilerin varyans analizine uygunluğu normallik testi olan Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile değerlendirilmiştir ($p>0,05$). Varyansların homojenliği Levene Homojenlik testiyle belirlenmiştir ($p>0,05$). İnteraksiyon etkisi önemli bulunan ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı için gruplar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi belirlenmiş, gruplar arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

In vivo ortamda, Seyman çeşidinde yaprak sayısı ve boğum sayısı hariç çıkış süresi, kök uzunluğu, boy uzunluğu, kök ağırlığı, gövde ağırlığı, kök kuru ağırlığı,

gövde kuru ağırlığı, ham protein oranı ve azot oranı üzerine 6 farklı uygulamanın etkisini incelemek için yapılan denemede, verilerin varyans analizine uygunluğu normallik testi olan Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile değerlendirilmiş ($p>0,05$). varyansların homojenliği Levene Homojenlik testiyle belirlenmiştir ($p>0,05$). Uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Uygulamaların yaprak sayısı ve boğum sayısı üzerine etkileri varyans analizinin parametrik olmayan karşılığı olan Kruskal Wallis-H testi ile belirlenmiştir. Boğum sayısı için gruplar arası farklılıklar ikili karşılaştırma testi olan Mann Whitney-U ile değerlendirilmiş olup, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Sarıkız çeşidinde 6 farklı uygulamanın etkisini incelemek için yapılan denemede, verilerin varyans analizine uygunluğu normallik testi olan Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile değerlendirilmiş, verinin normal dağılışı gösterdiği anlaşılmıştır ($p>0,05$). Varyansların homojenliği Levene Homojenlik testiyle değerlendirilmiş olup, varyansların homojen olduğu anlaşılmıştır ($p>0,05$). Uygulamalar arası farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Uygulamaların yaprak sayısı ve boğum sayısı üzerine etkileri varyans analizinin parametrik olmayan karşılığı olan Kruskal Wallis-H testi ile değerlendirilmiştir. Yaprak sayısı ve boğum sayısı için gruplar arası farklılıklar ikili karşılaştırma testi olan Mann Whitney-U ile belirlenmiş, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle ifade edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. *In vitro* Ortamda Uygulamaların Çimlenme Oranına Etkisi (%)

Yapılan petri denemesinde uygulamaların çimlenme oranına etkisi değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4,1’de verilmiştir. Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde bakteri inokulasyonu yapılan tohumların ve kontrol grubunda yer alan tohumların %100’ünün çimlendiği tespit edilmiştir. Uygulamaların çimlenme oranına etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çimlenme oranına etkisi (%)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	100*	100
SY48	100	100
SK63	100	100
MİX	100	100
Kontrol	100	100

*Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır,

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*.

4.2. *In vitro* Ortamda Uygulamaların Çimlenme Hızına Etkisi

Bakteri uygulamalarının çimlenme hızına etkisi Çizelge 4.2’de belirtilmiştir. Tohumların bakteri ile kaplanmasının her iki fasulye çeşidinde de istatistiki olarak etkili olduğu bulunmuştur (p= 0,000). SY55, SY48, SK63 ve MİX uygulamalarının negatif kontrole kıyasla iyi sonuç verdikleri ve aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir. Abacı (2018), tarafından fasulye çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada tohumların çimlenme süreleri araştırılmış ve Sarıkız çeşidinin kontrol uygulaması 2,58 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuç bu çalışmanın kontrol uygulamasından alınan veri ile (2,26) yaklaşık olarak aynı orana denk gelmektedir.

Çizelge 4.2. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çimlenme hızına etkisi

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	2,92 ± 0,03 ^{a*}	2,07 ± 0,06 ^a
SY48	3,00 ± 0,01 ^a	2,11 ± 0,02 ^a
SK63	3,01 ± 0,06 ^a	2,08 ± 0,02 ^a
MİX	3,1 ± 0,06 ^a	2,07 ± 0,01 ^a
Kontrol	2,26 ± 0,02 ^b	1,85 ± 0,01 ^b
Sign.	0,000	0,000

*Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*.

4.3. In vitro Ortamda Uygulamaların Ortalama Çimlenme Zamanına Etkisi (gün)

Uygulamaların ortalama çimlenme zamanına etkisi Çizelge 4,3'de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının her iki çeşitin tohumlarının çimlenme zamanına etkisi incelendiğinde Seyman çeşidinde bakteri inokule edilen uygulamaların kontrol uygulamasından daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. En iyi sonucu veren uygulama MİX (6,67 gün) olarak belirlenmiş bunu SK63 (6,88 gün) ve SY48 (6,88 gün) uygulamaları takip etmiştir. Ayrıca SY55 (7,18 gün) uygulamasının kontrole kıyasla tohumların çimlenme zamanını kısalttığı saptanmıştır. Bakteri uygulamalarının ortalama çimlenme zamanına etkisi Sarıkız çeşidinde değerlendirildiğinde bakteri inokulasyonu yapılan uygulamaların kontrol uygulamasından daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. Bakteri uygulamalarının hepsinin aynı grupta yer aldığı, negatif kontrole göre ortalama çimlenme zamanının düştüğü belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar bakteri uygulamaları ile çeşit interaksiyonunun çimlenme hızı, çimlenme zamanı ve çıkış sürelerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.3. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin ortalama çimlenme zamanına etkisi (gün)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	7,18 ± 0,09 ^{b*}	9,47 ± 0,12 ^a
SY48	6,88 ± 0,03 ^a	9,55 ± 0,08 ^a
SK63	6,88 ± 0,18 ^a	9,68 ± 0,08 ^a
MİX	6,67 ± 0,06 ^a	9,72 ± 0,04 ^a
Kontrol	9,00 ± 0,08 ^c	10,92 ± 0,07 ^b
Sign.	0,000	0,000

*Değerler 3 tekrerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*.

4.4. In vivo Ortamda Uygulamaların Bazı Tarımsal Karakterler Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

4.4.1. Uygulamaların çıkış süresine etkisi (gün)

Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamaların Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çıkış süresine etkisi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının çıkış süresine etkisine bakıldığında Seyman çeşidinde bakteri inokulasyonu yapılan tohumların negatif kontrol ve gübre uygulamasına kıyasla daha hızlı çıkış gösterdiği görülmektedir. Tohumların en hızlı çıkışı bakteri strainlerinin karışım şeklinde tohumlara inokulasyonu sonucunda elde edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla 5,08 değeri ile SK63 ve SY48 ve 5,25 değeriyle SY55'nin takip ettiği belirlenmiştir. Uygulamaların etkisi Sarıkız fasulye çeşidinde değerlendirildiğinde aynı şekilde bakteri uygulamalarının tohum çimlenmesini gübre ve negatif kontrole göre daha hızlandırdığı tespit edilmiştir. Uygulamaların erken çıkış gösterme sürelerine bakıldığında SY55 (5,83 gün), SK63 (5,92 gün), MİX (6,08 gün), SY48 (6,33 gün) ve negatif kontrol şeklinde sıralamanın olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çıkış süresine etkisi (gün)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	5,25 ± 0,16 ^{abc*}	5,83 ± 0,10 ^a
SY48	5,08 ± 0,16 ^{ab}	6,33 ± 0,24 ^{bc}
SK63	5,08 ± 0,21 ^{ab}	5,92 ± 0,28 ^{ab}
MIX	4,83 ± 0,21 ^a	6,08 ± 0,16 ^{bc}
Gübre	6,84 ± 0,10 ^{de}	10,08 ± 0,16 ^d
NK	7,42 ± 0,64 ^d	9,42 ± 0,21 ^d
Sign.	0,000	0,000

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.2. Uygulamaların kök uzunluğuna etkisi (cm)

Uygulamaların kök uzunluğuna etkisi çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Bakteri uygulamalarının kök uzunluğuna etkisi Seyman çeşitinde değerlendirildiğinde en iyi sonuç 12,9 cm kök uzunluğu ile SY55 uygulamasından alınmıştır. Bakterilerin karışım şeklinde uygulanması sonucunda elde edilen 11,2 cm kök uzunluğu ise ikinci en iyi sonuç olarak belirlenmiştir. SK63 uygulamasının ise gübre ve negatif kontrole göre kök uzunluğunda etkili olmadığı tespit edilmiştir. Uygulamaların kök uzunluğunu etkisini sarı kız çeşidinde incelendiğinde ise ilk üç sırayı sırasıyla SY55 (16,09 cm), gübre (14,92 cm) ve SK63 (10,85 cm) uygulamalarının aldığı görülmüştür. Karışım şeklinde bakteri uygulamasının, negatif kontrole aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Karaca (2010), tarafından yapılan çalışmada Yunus 90 fasulye çeşidine farklı *Rhizobium* strainlerinin uygulanmasının kök uzunluğu değerlerini etkilediği bulunmuş ve bu değerlerin 14.53–26.70 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek kök uzunluğu 26.70 cm olarak referans strain ile uygulama yapılan bitkilerden belirlenmiştir. En düşük değer ise 14.53 cm olarak kontrol saksısından elde edilen bitkide görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.5. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kök uzunluğuna etkisi (cm)

Çeşitler		
Uygulamalar	Seyman	Sarıkız
SY55**	12,94 ± 0,67 ^{a*}	16,09 ± 0,72 ^a
SY48	10,76 ± 1,04 ^{ab}	9,21 ± 0,36 ^b
SK63	7,46 ± 0,77 ^c	10,85 ± 0,77 ^b
MİX	11,24 ± 0,31 ^a	9,65 ± 0,59 ^b
Gübre	10,33 ± 1,2 ^{ab}	14,92 ± 1,82 ^a
NK	8,58 ± 0,64 ^{bc}	10,33 ± 1,2 ^b
Sign.	0,003	0,000

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.3. Uygulamaların boy uzunluğuna etkisi (cm)

Seyman ve Sarıkız çeşitinde uygulamaların boy uzunluğuna etkisi Çizelge 4.6'de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının boy uzunluğuna etkisi Seyman çeşidinde değerlendirildiğinde 35,71cm ile SY55 uygulamasının en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. SY48 straini ve gübre uygulamasının sırayla 32,13 cm ve 31, 58 cm değerleri ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bakteri strainlerinin karışım şeklinde uygulanmasının etkisi negatif kontrol ile kıyaslandığında daha düşük bulunmuştur. Sarıkız çeşidinde ise tüm uygulamaların boy uzunluğuna etkisi istatistiksel olarak kontrol gurubu ile aynı bulunmuştur ve etkisiz olduğu görülmüştür. Söğüt (2005), tarafından *Bradyrhizobium japonicum* inokulasyonu ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim unsurlarına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bakteri inokulasyonu yapılan parsellerden elde edilen bitki boyu değerleri, azotlu gübre uygulaması yapılan parsellere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, bitki boyu bakımından çeşitler arasında önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Neuvel ve Floot (1992), tarafından fasulye bitkisine bakteri inokulasyonu ve azotlu gübrelemenin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrole göre en iyi verim unsurlarının bakteri inokulasyonu ile birlikte 5 kg/da N uygulamasından elde edildiği

belirlenmiştir. Bu araştırmacıların bulguları, bu çalışmayı sonuçlarımızdan elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Çizelge 4.6. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin boy uzunluğuna etkisi (cm)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	35,71 ± 1,59 ^{a*}	31,53 ± 2,47
SY48	32,13 ± 1,5 ^{ab}	25,75 ± 0,98
SK63	27,81 ± 0,95 ^{bc}	28,33 ± 2,53
MİX	26,19 ± 1,33 ^c	31,17 ± 1,04
Gübre	31,58 ± 1,9 ^{ab}	30,92 ± 0,37
NK	29,42 ± 2 ^{bc}	27,58 ± 1,07
Sign.	0,007	0,114

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.4. Uygulamaların yaprak sayısına etkisi (adet)

Yapılan uygulamaların fasulye çeşitlerindeki yaprak sayısına etkisi Çizelge 4.7'de ifade edilmiştir. Uygulamaların yaprak sayısına etkisi Seyman çeşidinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiş olup, uygulamalar arasında hiçbir fark olmadığı saptanmıştır. Ancak Sarıkız çeşidinde yapılan karşılaştırma testi sonucunda SY55 uygulamasının yaprak sayısına etkisi 4,17 adet ile en iyi sonuç olarak belirlenmiştir. İkinci en iyi sonuç 3,83 adet ile negatif kontrol uygulamasından alınmış, SK63, MİX ve gübre uygulamalarının ise yaprak sayısına etkileri bakımından aynı grupta yer aldıkları ve etkisiz oldukları tespit edilmiştir Yorgancılar ve ark., (2003), tarafından yapılan bir çalışmada ise fasulyede çeşit seçimi yönünden verimi doğrudan etkileyen kriterler açısından sırasıyla baklada dane sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu ve 1000 tane ağırlığının dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir. Akkurt (2010), tarafından fasulyede yapılan bir çalışmada steril ve steril olmayan şartlarda yürütülen denemede en

az yaprak sayısı Gina çeşidinde sterilli ve bakteri uygulamasından 19.7 adet, Judia çeşidinde ise sterilsiz ve bakteri uygulamasında 21.5 adet olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin yaprak sayısına etkisi (adet)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıız
SY55**	3,42 ± 0,08*	4,17 ± 0,07 ^a
SY48	3 ± 0,001	3,5 ± 0,07 ^{cd}
SK63	3,08 ± 0,08	3,67 ± 0,001 ^c
MIX	3,17 ± 0,1	3,33 ± 0,001 ^e
Gübre	3,33 ± 0,14	3,67 ± 0,14 ^c
NK	3,17 ± 0,1	3,83 ± 0,07 ^b
Sign.	0,170	0,002

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.5. Uygulamaların boğum sayısına etkisi (adet)

Uygulamaların bitkilerin boğum sayısına etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının boğum sayısına etkisi Seyman çeşidinde değerlendirildiğinde en iyi sonuç 2,67 ile SY55 ve 2,58 ile SY48 bakteri uygulamalarından tespit edilmiştir. Boğum sayısında etkiye sahip ikinci en iyi sonuç gübre uygulamasından (2,5) elde edilmiştir. Uygulamanın Sarıkız fasulye çeşidi üzerinde etkisine bakıldığında boğum sayısına en iyi etki eden uygulama SY55 olarak belirlenmiştir. Bu sonucu SK63 ve gübre uygulamasının 2,83 ve 2,92 değerleri ile takip ettiği görülmüştür. SY48 uygulamasının boğum sayısına etkisinin negatif kontrol uygulamasından daha iyi sonuç verdiği, MIX uygulamasının negatif kontrol gurubu ile aynı grupta yer aldığı, dolayısıyla etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Akkurt (2010), tarafından yapılan çalışmada fasulye çeşitlerinin ve bakterili ve bakterisiz koşulların bitkideki boğum sayısına etkisinin olmadığı bulunmuştur. Bu çalışmada da Seyman çeşitinde yapılan uygulamaların boğum sayısı üzerinde etkisiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin boğum sayısına etkisi (adet)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	2,67 ± 0,14 ^{a*}	3,33 ± 0,24 ^a
SY48	2,58 ± 0,08 ^a	2,5 ± 0,1 ^{bc}
SK63	2,08 ± 0,08 ^b	2,83 ± 0,1 ^{ab}
MİX	2,17 ± 0,1 ^b	2,33 ± 0,001 ^c
Gübre	2,5 ± 0,22 ^{ab}	2,92 ± 0,16 ^{ab}
NK	2,17 ± 0,1 ^b	2,33 ± 0,14 ^c
Sign.	0,030	0,005

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.6. Uygulamaların yaş kök ağırlığına etkisi (g)

Çeşitlerin yaş kök ağırlığına uygulamaların etkisi Çizelge 4,9'da belirtilmiştir. Bakteri uygulamaların kök ağırlığına etkisi Seyman çeşidinde incelendiğinde SY55, MİX, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir. SY48 ve SK63 bakteri uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve negatif kontrolle kıyaslandığında fasulyede kök ağırlığı üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sarıkız fasulye çeşidinde bakteri uygulamalarının olumlu sonuç vermediği tespit edilmiş olup, en iyi kök ağırlığı gübre uygulamasından elde edilmiştir. Karaca (2010), tarafından yapılan çalışmada bakteri uygulamaları yapılan bitkilerin kök ağırlığı, yapılmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Strainler arasında kök ağırlıkları yönünden farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek kök ağırlığı, 1.96 gr olarak 3 nolu strain uygulamasının yapıldığı bitkinin kökünde bulunmuş olup, en düşük kök ağırlığı ise 0.36 gr olarak kontrol grubundan elde edilmiştir. Bu farklılığın çalışılan strain farklılığından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin yaş kök ağırlığına etkisi (g)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	0,54 ± 0,09 ^{a*}	0,99 ± 0,14 ^{bc}
SY48	0,32 ± 0,02 ^b	0,75 ± 0,11 ^{bc}
SK63	0,23 ± 0,06 ^b	0,74 ± 0,09 ^{bc}
MIX	0,56 ± 0,02 ^a	0,64 ± 0,05 ^c
Gübre	0,56 ± 0,06 ^a	1,73 ± 0,3 ^a
NK	0,72 ± 0,07 ^a	1,23 ± 0,12 ^b
Sign.	0,000	0,001

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.7. Uygulamaların gövde ağırlığına etkisi (g)

Uygulamaların Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde gövde ağırlığına etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Uygulamaların gövde ağırlığı üzerine etkisi değerlendirildiğinde Seyman çeşidinde en iyi sonuç 6,86 gr ile SY55 straininin uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında ikinci iyi sonuç 6,54 gr ile gübre uygulamasından alınmıştır. SY48 ve SK63 uygulamalarının negatif kontrol uygulamasına göre olumsuz sonuç verdiği tespit edilmiştir. Sarıkız çeşidinden elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalarını bitkilerin gövde ağırlığında önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Karaca (2010), tarafından yapılan çalışmada fasulyede bakteri uygulaması yapılan bitkilerin vejetatif aksamlarının azotun etkisi ile daha iyi gelişme gösterdiği, en yüksek üst aksam ağırlığının bakteri uygulamasının yapıldığı bitkide 3.97 gr, en düşük ise kontrol grubunda 1.06 gr olduğu bulunmuştur. Bu bitkilerin toprak üstü aksam ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre daha fazla geliştiği belirtilmiştir. France (1995) ve Daba and Haile (2000), tarafından fasulye bitkisinde yapılan verim çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin gövde ağırlığına etkisi (g)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	6,86 ± 0,31 ^{a*}	9,33 ± 0,41
SY48	5,38 ± 0,33 ^{cd}	8,03 ± 0,85
SK63	4,31 ± 0,35 ^d	9,84 ± 0,67
MİX	4,7 ± 0,05 ^{cd}	7,37 ± 0,87
Gübre	6,54 ± 0,46 ^{ab}	8,58 ± 0,52
NK	5,64 ± 0,49 ^{bc}	8,36 ± 0,5
Sign.	0,001	0,159

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MİX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.8. Uygulamaların kuru kök ağırlığına etkisi (g)

Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde uygulamaların kuru kök ağırlığına etkisi Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Uygulamaların kuru kök ağırlığına etkisi değerlendirildiğinde Seyman çeşidinde en iyi sonuç 0,11 gr ile SY55 straininin uygulamasından elde edilmiştir. SY48 ve gübre uygulamasının 0,7 gr ile aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Bakterilerin karışımından elde edilen MİX uygulamasının negatif kontrol uygulaması ile aynı sonucu verdiği, kuru kök uzunluğuna etkisinin olmadığı belirlenmiştir. SK63 uygulamasının kuru kök ağırlığına etkisi negatif kontrol uygulaması ile kıyaslandığında olumsuz sonuç verdiği tespit edilmiştir. Sarıkız çeşidinde elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda uygulamaların etkisiz olduğu saptanmıştır. Aryal *et al.*, (2003), tarafından Wonder fasulye çeşidinde *Rhizobium* inokulasyonunun bitkilerde kök kuru ağırlığını ve nodül oluşumunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ficus (1981), tarafından bitkilerin kök ağırlığı üzerinde toprak yapısı ve sulamanın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Yaman ve Sepetoğlu (1997), tarafından yapılan çalışmada kök kuru ağırlığının gövde kuru ağırlığı ile önemli ilişkisi olduğu ifade edilmiş ve kök kuru ağırlığının 1.25-1.48 g/bitki arasında değiştiği bildirilmiştir. Akkurt (2010), tarafından yürütülen denemede kullanılan fasulye çeşitlerinin kuru kök

ağırlığına etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek kuru kök ağırlığı 1.68 g ile Judia çeşidinden elde edilmiştir. Bakteri inokulasyonunun kuru kök ağırlığına etkisinin de önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kuru kök ağırlığına etkisi (g)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	0,11 ± 0,02 ^{a*}	0,25 ± 0,01
SY48	0,07 ± 0,001 ^b	0,09 ± 0,01
SK63	0,04 ± 0,01 ^c	0,1 ± 0,01
MIX	0,06 ± 0,001 ^{bc}	0,11 ± 0,02
Gübre	0,07 ± 0,01 ^b	0,22 ± 0,15
NK	0,06 ± 0,001 ^{bc}	0,12 ± 0,01
Sign.	0,001	0,336

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.9. Uygulamaların kuru gövde ağırlığı üzerine etkisi (g)

Uygulamaların kuru gövde ağırlığına etkisi Çizelge 4.12’de belirtilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde kuru gövde ağırlığına uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Akkurt (2010), tarafından fasulye çeşitlerinin bitki kuru gövde ağırlığına etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek kuru gövde ağırlığı 16.2 g ile Judia çeşidinden, en düşük kuru gövde ağırlığı ise 11.8 g ile Balkız çeşidinden elde edilmiştir. Sterilizasyon ve bakteri inokulasyonunun bitkide kuru gövde ağırlığına etkisi ise önemli çıkmamıştır. Çalışma sonuçlarındaki farklılıkların kullanılan çeşitten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin kuru gövde ağırlığı etkisi (g)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	0,5 ± 0,05*	0,71 ± 0,04
SY48	0,44 ± 0,03	0,63 ± 0,06
SK63	0,38 ± 0,03	0,74 ± 0,04
MIX	0,36 ± 0,01	0,66 ± 0,04
Gübre	0,46 ± 0,04	0,69 ± 0,08
NK	0,41 ± 0,02	0,65 ± 0,06
Sign.	0,066	0,711

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.10. Uygulamaların azot oranına etkisi (%)

Uygulamaların Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin azot oranına etkisi Çizelge 4.13'de verilmiştir. Seyman fasulye çeşitinde uygulamaların azot oranına etkisi incelendiğinde çeşit ve uygulamaların interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($p=0,207$). Azot oranına uygulamaların etkisi Sarıkız çeşitinde değerlendirildiğinde ise istatistiki olarak etkinin önemli olduğu görülmüştür. Uygulamalar içerisinde SY55, SK63 ve bakterilerin karışım şeklinde muamelesinin azot oranına etkisinin en yüksek değerde olduğu ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin azot oranına etkisi (%)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55 **	6,19 ± 0,15*	7,69 ± 0,06 ^a
SY48	6,08 ± 0,44	6,2 ± 0,13 ^c
SK63	6,45 ± 0,55	7,76 ± 0,13 ^a
MIX	6,46 ± 0,37	7,55 ± 0,13 ^a
Gübre	5,57 ± 0,1	6,88 ± 0,04 ^b
NK	5,41 ± 0,29	6,65 ± 0,37 ^{bc}
Sign.	0,242	0,000

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

4.4.11. Uygulamaların ham protein oranına etkisi (%)

Seyman ve Sarıkız çeşitinde 6 farklı uygulamanın ham protein oranına etkisi Çizelge 4.14'de belirtilmiştir. Seyman fasulye çeşidinde bakteri uygulamalarının istatistiksel olarak ham protein oranı üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak sayısal olarak bakteri inokule edilen saksılardaki bitkilerin ham protein oranının negatif kontrol uygulamasından elde edilen sonuçtan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Uygulamaların Sarıkız çeşidinde ham protein oranına etkisi değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. En iyi sonuç SK63 (48,51), SY55 (48,04) ve MIX (47,22) uygulamalarından alınmıştır. Önder (1992), tarafından fasulye genotiplerinin ham protein oranlarının çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiği ifade edilmiş olup bu faktörlerin başında genetik yapı, iklim ve toprak faktörleri ile kültürel uygulamalar ve yetiştirme şartlarının geldiği bildirilmektedir. Aynı zamanda değişik şartlarda yetiştirilen fasulyelerin ham protein oranlarının farklı olduğu belirtilmiştir. Akçin (1998), tarafından yapılan çalışmada ise ham protein oranının gübreleme, sulama, iklim ve toprak yapısına göre değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Nadeem *et al.*, (2004), tarafından yapılan bir çalışmada, bitkinin protein içeriğinin tohumun bakteri ile inokulasyonundan önemli derecede etkilendiği bulunmuştur. Aynı şekilde gübre

uygulamasının da dane verimini ve danenin protein içeriğini önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir. Nitekim benzer şekilde Küçük ve Kıvanç (2008), tarafından azotlu gübrelemenin ve *Rhizobium* sp.'nin inokulasyonunun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, inokulasyon ve azotlu gübrelemenin önemli derecede tohum kalitesini (tohum verimi, protein oranı, tohum ağırlığı) artırdığı belirlenmiştir. Erman ve ark., (2009), tarafından yem bezelyesine *Rhizobium* sp. inokulasyonunun ve azot uygulamasının etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada; azot uygulamasının, bitki boyu, dal sayısı, kök ve üst aksam kuru ağırlığı, nodül sayısı, tohum verimi, biomas verimi, hasat indeksi ve tohumun protein oranını her iki yılda da önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Bu araştırmacıların sonuçlarına bakıldığında bu çalışmadaki protein oranlarının yüksek olmasının belirtilen sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.14. Bakteri ve gübre uygulamalarının Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin ham protein oranına etkisi (%)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Seyman	Sarıkız
SY55**	38,71 ± 0,96*	48,04 ± 0,37 ^a
SY48	37,98 ± 2,72	38,71 ± 0,80 ^c
SK63	40,29 ± 3,45	48,51 ± 0,82 ^a
MIX	40,38 ± 2,30	47,22 ± 0,80 ^a
Gübre	34,84 ± 0,66	42,65 ± 0,22 ^b
NK	33,84 ± 1,78	41,55 ± 2,33 ^{bc}
Sign.	0,242	0,000

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır, aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

****SY-55**; *Stenotrophomonas maltophilia*, **SY-48**; *Microbacterium esteraromaticum*, **SK-63**; *Rhizobium radiobacter*, **MIX**; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, **NK**; Negatif kontrol

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada PGPR strainlerinin fasulye verimine etkileri araştırılmıştır. Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitleri kullanılarak araştırma petri ve saksı ve denemesi şeklinde yürütülmüştür. 4 farklı bakteri uygulaması SY-55; *Stenotrophomonas maltophilia*, SY-48; *Microbacterium esteraromaticum*, SK-63; *Rhizobium radiobacter*, MİX; *Stenotrophomonas maltophilia*+*Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, gübre ve negatif kontrol olmak üzere 6 uygulamanın etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak *in vitro* ortamda Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde bakteri uygulamalarının ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı özellikleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. *In vivo* ortamda ise Seyman çeşitinde uygulamaların çıkış süresi, kök uzunluğu, boy uzunluğu, boğum sayısı, yaş gövde ağırlığı ve kuru kök ağırlığı özellikleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Sarıkız çeşitinde çıkış süresi, kök uzunluğu, yaprak sayısı, boğum sayısı, azot oranı ve ham protein oranı özellikleri üzerinde uygulamaların etkili olduğu belirlenmiştir.

Dünyada ve ülkemizde aşırı ve bilinçsiz gübreleme sonucunda toprağın biyolojik verimi olumsuz yönde etkilenmekte üretim maliyeti artmakta ve canlı sağlığı negatif yönde etkilenmektedir. Bu olumsuzlukları engellemek veya oluşabilecek zararları azaltmak amacıyla bitki gelişimini uyarıcı kök bakterilerinin kullanılması, üretim masraflarını azaltacak, toprak biyolojisi ve fiziksel yapısı iyileştirilecek, insan ve çevre sağlığı açısından önemli bir sorun oluşturmayacaktır. Gelişmiş ülkelerde PGPR bakterilerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Yaptığımız bu çalışmada PGPR bakterilerin bitki gelişimi üzerine etkilerinde önemli sonuçlar alınmıştır. Bu tür çalışmaların artırılması ve tarımsal alanda bu tür uygulamalara önem verilmesinin gerektiği kanaatimizdir. Ayrıca bu çalışmanın devamında araştırılması gereken konular aşağıda belirtilmiştir.

- ✓ Saksı ve petri denemesinde iyi sonuç veren bakteri strainleri sera ve tarla şartlarında test edilebilir.
- ✓ Çalışmada olumlu özellikleri belirlenen bakteri strainlerinin farklı konukçu – patojen interaksiyonlarında biyokontrol özellikleri araştırılabilir.

- ✓ Çiftçiler için köy toplantıları ve tarla günleri düzenlenerek PGPR bakterilerin verim üzerine etkileri anlatılabilir.
- ✓ Çeşitli ürünlerde kimyasal gübre programına bakteri uygulamaları dahil edilerek gübre sayısı azaltılabilir.



KAYNAKLAR

- Abacı, E., 2018. *Farklı termal suların fasulye (Phaseolus vulgaris L.)’de çimlenme ve bazı fide gelişim özelliklerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. 58.
- Adak, M.S., 2014. Türkiye’de yemelik baklagillerin önemi, üretimi ve izlenen politikalar. *Tarım ve Mühendislik*, 103, 24-30
- Adams, M.V., Coyne, D.P., Davis, J.H.C., Grahaw, P.H., Francia, C.A., 1985. *Grain Legumes Crops*. Collins, London. 478.
- Ahemad, M., Khan, M.S., 2012. Productivity of greengram in tebuconazole–stressed soil, by using a tolerant and plant growth-promoting Bradyrhizobium sp.MRM6 strain. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34, 245-254.
- Akçin, A., 1998. *Yemelik Dane Baklagiller*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 8, 377.
- Akkurt, M., 2010. *Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) bitkisinde bakteri aşılmasının azot fiksasyonuna ve bitkinin kök ve toprak üstü organlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu. 66.
- Bremner, J.M., Lancaster, J.D., 1965. "Organic Forms of Nitrogen *I.*" *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties* methods of soil an b. 1238-1255.
- Bozoğlu, H., Peksen, E., Gülümser, A., 1997. Değişik azotlu gübrelerin ve farklı dozlarda bakteri kültürü ile asılamanın kuru fasulyede tane verimi ve bazı özellikler üzerine etkisi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 183–187.
- Canbolat, M., Bilen, S., Çakmakçı, R., Şahin, F., Aydın, A., 2006. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biology and Fertility of Soils*, 42(4), 350-357.
- Chen, Y., Mei, R., Lu, S., Liu, L., Kloepper, J.W., 1996. The use of yield increasing

bacteria (YIB) as plant growth-promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. *Utkhede, RS & Gupta, VK (Ed.) Management of soil born diseases. Ludhiana. Kalyani Publishers, 165-184.*

Çakmakçı, R., 2009. Stres koşullarında ACC deaminaz üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin tesvik edilmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 109-125.

Daba, S., Haile, M., 2000. Effects of rhizobial inoculant and nitrogen fertilizer on yield and nodulation of common bean. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (5), 581-591.

Dejordjevic, M.A., Gabriel, D.W., Rolfe, B.G., 1987. *Rhizobium*-the refined parasite of legumes. *Annual review of phytopathology*, 25(1), 145-168.

Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1980. *Towards a Rational Basis For Seed Testing Seed Quality. In: Hebblethwaite P. ed. Seed Production. Butterworths, London, 605-635.*

Elkoca, E., 1997. *Fasulye (Phaseolus vulgaris L)'de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 76.

Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H.H., 1994. *Tarla bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1385, Ankara, 239.

Evans, A., Gridley, H.E., 1979. Propect for the Improvement of Protein and Yield in Food Legumes, *Curr. Advances in plant sciences*, 32, 1-47.

Ergül, M., 1988. *Yemler Bilgisi ve Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No;487, izmir, 67-85.

Erman, M., Yildirim, B., Necat, T., Fatih, C., 2009. Effect of phosphorus application and Rhizobium inoculation on the yield, noducation and nutrient uptake in field pea (*Pisum sativum* sp. arvense L.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2),301-304.

Ferreira, M.C.B., Fernandes, M.S., Döbereiner, J., 1987. Role of Azospirillum brasilense nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants. *Biology and*

fertility of soils, 4(1-2), 47-53.

Ficus, E.L., 1981. Analysis of the component of area growth of bean root system. **Crop Science**, 21(6), 909-913.

France, A.A., 1995. Nitrogen nutrition of the bean crop. *Agronomica*, 70, 4-5.

Hynes, R.K., Leung, G.C., Hirkala, D.L., Nelson, L.M., 2008. Isolation, selection, and characterization of beneficial rhizobacteria from pea, lentil and chickpea grown in Western. *Canadian Journal of Microbiology*, 54(4), 248-258.

Graham, P.H., Vance, C.P., 2002. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crop Research*, 65, 93-106.

Kacar, B., İnal, A., 2008. *Bitki Analizleri* (I. Basım). Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri No: 63, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Karahan, A., 1997. *Trakya Koşullarında Şehirali-90 (Phaseolus vulgaris L. dekap) Bodur Fasulye Çeşidinde Bakteri Aşılama ve Değişik Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ. 91.

Karuç, K., 1992. İnokulasyonun Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve Münavebe Bitkisi Buğday (*Triticum aestivum*) Verimi Üzerine Etkileri İle İnokulasyon Bakterisinin Toprakta Canlı Kalma Süre ve Oranının Belirlenmesi. *Tarım ve Köy İşleri Bak., Köy Hizmetleri Genel Müd., Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Genel Yayın No: 192*, 60

Kaya, M.D., Kaya, G., Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı Brassica türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(4), 448-452.

Kloepper, J.W., Schroth, M.N., 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Rdishes. *In proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*, 2, 879-882.

Kloepper, J.W., Tipping, R.M.E.M., Lifshitz, R., 1991. *Plant Growth Promoting Mediated by Bacterial Rhizosphere Colonizers*. The Rhizosphere and Plant

- Growth, D. L. Keister and P. B. Cregan eds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 315-326.
- Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2008. The effect of *Rhizobium sp.* inoculation on seed quality of bean in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(14), 1856–1859.
- Küçük, Ç., 2011. Inoculation with *Rhizobium spp.* In Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Varieties. *Zemdirbyste-Agriculture*, 98(1): 49-56.
- Ma, Y., Rajkumar, M., Vicente, J.A., Freitas, H., 2011. Inoculation of endophytic bacteria on host and non-host plant-effects on plant growth and Ni uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 195, 230-237.
- Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004. Plant growth-promoting bacteria conferresistance in tomato plants to salt stress, Plant physiol. *Biochem*, 42(6), 565-572.
- McPhee, K.E., Muehlbauer, F.J., 2002. Improving the nutritional value of cool season food legumes. *Journal of Crop Production*, 5(1-2), 191-211.
- Neuvel, J., Floot, H., 1992. Research on French Beans. Inoculum can Lower Nitrogen App. *Groenter Fruit*, 2(2), 18–19.
- Öğüt, M., Kılıç, M., Brohi, A.R., 2003. *Azospirillum brasilense* ve iki *Rhizobium sp.* türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) çeşitlerinde nodülasyona etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(31), 5–12.
- Önder, M., Özkaynak, İ., 1994. Bakteri aşılması ve azot uygulamasının bodur kuru fasulye çeşitlerinin tane verimi ve bazı özellikleri üzerine etkileri. *Turkey Journal of Agricultural and Forestry*, 18, 463-471.
- Pirbalouti, A.G., Golparvar, A.R., Rostampoor, S.A., 2006. Evaluation of seed yield and yield components of common bean Iranian cultivars for inoculation with four strains of *Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli*. *Jornal of Agronomy*, 5(3), 382-386
- Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013. Role of PGPR in different crops-anoverview. *Indian Journal of Statistics*, 52(1),1-13.

- Reddy, C.S.K., Ghai, R., Kalai, V.C., 2003. Polyhydroxyalkanoates: an overview, *Bioresource Technology*, 87(2), 137 -146.00
- Sağlam, S., Çiftçi. C.Y., Khawar, K.M., Atak, M., Özcan, S., 2005. *In Vitro* Koşullarda Fasulye Bitkisine Dört Yapraklı Aşamada Transformasyon Çalışmaları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 291-294
- Sarioğlu, G., Özçelik, S., Kaymaz, S., 1993. Elazığ ve Yöresinde Üretilen Mercimek Bitkilerinden Etkili Nodozite Bakterilerinin (*Rhizobium leguminosarum biovar. viceae*) Seçimi. *Doğa Turkey Journal of Agriculture and Forestry*, 17, 569–573.
- Sepetoğlu, H., 1987. *Yemelik Dane Baklagiller*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir. 24 262.
- Smith, K.J., Huyser, W., 1987. World distribution and significance of soybean. *Agronomy*, 1-22.
- Söğüt, T., 2005. Aşılama ve Azotlu Gübre Uygulamasının Bazı Soya Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 213-218.
- Şehirli, S., 1988. *Yemelik Tane Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1089 Ankara. 435.
- TEPGE, 2018. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. [.https://arastirma.tarim.gov.tr/tepge](https://arastirma.tarim.gov.tr/tepge) Ocak 2018, Ürün No:06 Erişim Tarihi(07,09,2018).
- Tripathi, R.S., Dubey, C.S., Kham, A.W., Agrawal, K.B., 1975. Effect of Application of *Rhizobium Inoculum* on the Yield of Gram (*Cicer arietinum* L.) Varieties in Chambol Commanded Area of Rajasthan. *Rajasthan, Science And Culture*, 41(6), 266-269.

- Tozlu, E., Karagöz, K., Babagil, G.E., Dizikısa, T., Kotan, R., 2012. Effect of some plant growth promoting bacteria on yield, yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. aras 98). *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2), 101-106
- Wani, P.A., Khan, M.S., 2010. *Bacillus* species enhance growth parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in chromium stressed soils. *Food and chemical toxicology*, 48(11), 3262-3267.
- Yaman, M., Sepetoğlu, H., 1997. Fasulyede ekim zamanının bitki büyümesi ve morfolojik özellikler üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 51-65.
- Yıldırım, E., Güvenç, İ., 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(5), 347-353.
- Yorgancılar, Ö., Kenar, D., Şehirali, S., 2003. Farklı azot dozu uygulamasının bodur fasulye çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine etkisi, *Türkiye 5.Tarla Bitkileri Kongresi*, 5,13-17

ÖZGEÇMİŞ

12.05.1987 tarihinde Iğdır merkeze bağlı Erhacı köyünde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erhacı Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Iğdır Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2009 yılında Kafkas Üniversitesi Elektrik Programı'ndan mezun oldu 2012 yılında Adıyaman Üniversitesi Kâhta Meslek Yüksekokulun'dan Tıbbı ve Aromatik Bitkiler Programını birincilikle bitirdi. Aynı yıl dikey geçiş sınavıyla Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ne yerleşti. 2015 yılında bölümünü başarıyla tamamlayarak Ziraat Mühendisi ünvanını almaya hak kazandı. 2016 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı, Evli ve bir çocuk babasıdır.

