PGPR BAKTERİ İZOLATLARININ BAZI FASULYE GENOTİPLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hilal ANGIN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı

2021

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

PGPR BAKTERİ İZOLATLARININ BAZI FASULYE GENOTİPLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Effect of PGPR Bacterial İsolates on Plant Development in Some Bean Genotypes)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hilal ANGIN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU

Erzurum

Temmuz, 2021

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Hilal ANGIN tarafından hazırlanan "PGPR bakteri izolatlarının bazı fasulye genotiplerinde bitki gelişimi üzerine etkisi" başlıklı çalışması 28 / 07 / 2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tahıllar ve Yemeklik Baklagiller Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Metin TOSUN *Atatürk Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU *Atatürk Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Fatih ÇIĞ *Siirt Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve …… sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü
Aslı Islak İmzalıdır

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:8674

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

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU danışmanlığında sunulan "PGPR bakteri izolatlarının bazı fasulye genotiplerinde bitki gelişimi üzerine etkisi" başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	**Tezin Benzerlik Oranı (%)**	**Maksimum Oran (%)**
Giriş	*%7*	**30**
Kuramsal Temeller	*%4*	**30**
Materyal ve Yöntem	*%22*	**35**
Bulgular	*%4*	**20**
Tartışma	*%0*	**20**
Tezin Geneli	*%18*	**25**

Not: *Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının* ***%5'den*** *büyük olmaması gerekir.*

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	**Tez Danışmanı**
Hilal ANGIN	**Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU**
9.8.2021	**9.8.2021**
İmza:Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

***** Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☒ Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçilmesinden son aşamasına kadar hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan ve her konuda yardımcı olan hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU'na, tezimin laboratuvar çalışmalarında desteğini gördüğüm hocalarım Sayın Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP'a, Doç. Dr. Melek EKİNCİ'ye, Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL'a, Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU'na, tezimin her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm hocalarım Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK'e, Arş. Gör. Zehra TOKTAY'a, kıymetli arkadaşlarım Nagihan Nur İŞCAN'a, Halit AKTAŞ'a, Zeliha ANGIN'a ve bugünlere kadar gelmemde her zaman yanımda olan anneme, babama ve tüm aile bireylerime teşekkür ederim.

Hilal ANGIN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PGPR BAKTERİ İZOLATLARININ BAZI FASULYE GENOTİPLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hilal ANGIN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU

Amaç: Bu araştırma sera koşullarında NPK ve bakteri uygulamasının fasulye genotiplerinde (Hınıs ve İspir) bitki gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2020-2021 yıllarında yürütülmüştür.

Yöntem: Yürütülen denemede kontrol, NPK uygulaması ve 6 farklı *Rhizobium* sp. izolatı (FR-2, FR-4, FR-9, FR-19, FR-20, FR-22) yer almıştır. Araştırma her uygulamada 3 tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür.

Bulgular: Elde edilen bulgulara göre fasulye bitkisinde bakteri uygulamasının bitki boyu gövde çapı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak sayısı, nodül sayısı, gövde protein oranı ve toplam klorofil miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak klorofil miktarı ve kökteki protein miktarı üzerine NPK uygulamasının etkisinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç: Genel olarak, çalışmada kullanılan farklı bakteri izolatlarının, ele alınan parametreler üzerine etkisinin NPK uygulamasına göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: bakteri, fasulye**,** NPK, PGPR

Temmuz 2021, 64 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF PGPR BACTERIAL ISOLATES ON PLANT DEVELOPMENT IN SOME BEAN GENOTYPES

Hilal ANGIN

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Esin DADAŞOĞLU

Purpose: This research was carried out in order to determine the effects of NPK and bacteria applications on the growth of bean gen3otypes (Hınıs and İspir) in greenhouse conditions between 2020-2021.

Method: Control, NPK application and 6 different *Rhizobium* sp. bacterial isolates (FR-2, FR-4, FR-9, FR-19, FR-20, FR-22) were included in the experiment. The research was carried out with 3 replications in each application.

Findings: According to the findings, it was determined that the application of bacteria in bean plants increased the plant height, stem diameter, plant fresh and dry weight, root fresh and dry weight, root length, leaf area, leaf number, nodule number, stem protein ratio and total chlorophyll amount. However, it was better that the effect of NPK application on chlorophyll and protein content in the root.

Results: In general, it was concluded that the effect of different bacterial isolates on parameters used in the study was better than the NPK application.

Keywords: bacteria, bean, NPK, PGPR

July 2021, 64 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ x
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ xi
KURAMSAL TEMELLER 7
MATERYAL ve YÖNTEM 17
Materyal 17
Metot 17
Toprak örneği 17
Bakteri suşlarının elde edilmesi ve tanılanması 17
Denemenin kurulması 18
Denemede incelenen karakterler 18
ARAŞTIRMA BULGULARI 21
Bakteri İzolatları ve Sekans Tanı Sonuçları 21
Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 21
Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamalarının Fasulye Genotiplerinde Bitki Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisi 21
Bitki boyu (cm) 21
Kök uzunluğu (cm) 23
Kök yaş ağırlığı (g/bitki) 24
Gövde yaş ağırlığı (g/bitki) 25
Kök kuru ağırlığı (g/bitki) 26
Gövde kuru ağırlığı (g/bitki) 27
Gövde çapı (mm) 28
Klorofil miktarı (SPAD) 29
Yaprak alanı (cm^2/bitki) 31
Yaprak sayısı (adet/bitki) 32

Nodül sayısı (adet/bitki) 33
Gövdede protein oranı 35
Kökte protein oranı 36
Klorofil a (mg/g) 36
Klorofil b (mg/g) 37
Toplam klorofil (mg/g) 38
TARTIŞMA VE SONUÇ 40
KAYNAKLAR 44
ÖZGEÇMİŞ 51

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye 2014-2019 Fasulye Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi.....2
Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Genotipler İle İlgili Genel Bilgiler.....17
Tablo 3. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....21
Tablo 4. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Bitki Boyuna Ait Varyans Analizi Sonuçları.....21
Tablo 5. Farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasından elde edilen bitki boylarına ait değerler (cm). 22
Tablo 6. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Uzunluğuna Ait Varyans Analizi Sonuçları.....23
Tablo 7. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Uzunluğuna Ait Değerler (cm) 24
Tablo 8. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....24
Tablo 9. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Yaş Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki). 25
Tablo 10. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları 25
Tablo 11. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Yaş Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).....26
Tablo 12. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....26
Tablo 13. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Kuru Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).....27
Tablo 14. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları 27
Tablo 15. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Kuru Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).....28
Tablo 16. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Çapına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....28
Tablo 17. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Çaplarına Ait Değerler (mm).....29
Tablo 18. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil Miktarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....29

Tablo 19. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil Miktarlarına Ait Değerler (SPAD).....30
Tablo 20. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Yaprak Alanına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....31
Tablo 21. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Yaprak Alanına Ait Değerler (cm^2/bitki).....32
Tablo 22. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Yaprak Sayısına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....32
Tablo 23. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Yaprak Sayısına Ait Değerler (adet/bitki).....32
Tablo 24. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Nodül Sayısına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....33
Tablo 25. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Nodül Sayısına Ait Değerler (adet/bitki).....35
Tablo 26. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....35
Tablo 27. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Protein Oranına Ait Değerler (%).....35
Tablo 28. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....36
Tablo 29. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Protein Oranına Ait Değerler (%).....36
Tablo 30. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil a'ya Ait Varyans Analizi Sonuçları.....37
Tablo 31. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil a'ya Ait Değerler (mg/g).....37
Tablo 32. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil b'ye Ait Varyans Analizi Sonuçları.....37
Tablo 33. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil b'ye Ait Değerler (mg/g).....38
Tablo 34. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Toplam Klorofil'e Ait Varyans Analizi Sonuçları.....38
Tablo 35. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Toplam Klorofil'e Ait Değerler (mg/g).....39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fasulye bitkisinde bitki boylarına ait görüntü.....22
Şekil 2. Negatif kontrol, bakteri uygulaması ve NPK uygulamasının kök uzunluklarına ait görüntü.....23
Şekil 3. Fasulye bitkisine ait kök görüntüsü 25
Şekil 4. Negatif kontrol, bakteri uygulaması ve NPK uygulamasının bitki gelişimlerine ait görüntü.....26
Şekil 5. Fasulye bitkisinde ait gövde çapı ölçümüne ait görüntü. 29
Şekil 6. Fasulye bitkisinde klorofil miktarının ölçümüne ait görüntü. 30
Şekil 7. Fasulye bitkisinde yaprak alanına ait görüntü.....31
Şekil 8. Kökte nodül oluşumuna ait görüntü.....34

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

% **:** Yüzde

cm **:** Santimetre

cm^2 **:** Santimetrekare

FAO **:** Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

g **:** Gram

mg/g **:** Miligram/gram

mm **:** Milimetre

PGPR **:** Plant Growth Promoting Rhizobacteria

SPAD **:** Klorofil

TUİK **:** Türkiye İstatistik Kurumu

GİRİŞ

Bitkiler (*Plantae*); fotosentez yaparak inorganik maddelerden organik maddeler üreten, kloroplast içeren, çok hücreli, hücre zarının dışında asıl maddesi selülozdan oluşan hücre çeperi bulunan ökaryotik ve ototrof canlılardır. Bitkiler özellikle karasal yaşamın oksijen ve besin kaynağıdırlar. Diğer canlıların yaşayabilmesi için besin zincirinde birincil üreticiler olarak görev yaparlar. Oksijen ve besin maddeleri gibi temel yaşam unsurları üretmelerinin yanı sıra yeryüzündeki ısı kontrolünün sağlanması, atmosfer gazlarının dengesinin korunması gibi tüm canlılar için hayati önem taşıyan işlerde rol oynarlar.

İnsanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan yaklaşık 30 bitki grubu içinde en önemlileri tahıllar, endüstri bitkileri, sebzeler, meyve ağaçları ve baklagillerdir. Bununla birlikte dünya florasında yaklaşık 250.000 bitki türünün bulunduğu fakat bunlardan 3000 türün besin değerine sahip olduğu bildirilmektedir (Babaoğlu 2001).

Tüm dünya ülkelerinde gün geçtikçe hızla artan nüfus, beraberinde yetersiz ve dengesiz beslenme gibi sorunları getirmektedir. Dengeli beslenme karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral maddeleri düzenli ve yeterli miktarda tüketmekle mümkün olmaktadır. Fakat ülkemizde insan beslenmesinin en önemli beslenme kaynağını karbonhidratlar oluşturmakta ve özellikle hayvansal proteinlerin tüketimi gelişmiş ülkelerin çok gerisinde kalmaktadır.

Geçmişten günümüze kadar insan beslenmesinde önemli yer tutan yemeklik tane baklagiller; fasulye, nohut, mercimek, bezelye, bakla ve börülce olarak karşımıza çıkmaktadır. Hayvansal proteinlerin çeşitli nedenlerle yeterince tüketilmediği toplumlarda, dengeli ve sağlıklı bir şekilde beslenebilmek için bitkisel proteinlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu eksikliğin giderilmesinde yemeklik baklagiller oldukça önemlidir (Adak, 2014). Baklagil grubunda yer alan bitkiler içerdikleri çeşitli vitaminler ve potasyum, fosfor, kalsiyum, demir gibi birçok mineral bakımından da oldukça zengindirler ve yine sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli yer tutan yüksek oranda diyetsel lif içerirler (Pekşen ve Artık, 2005). Bunun yanı sıra insan ve hayvan beslenmesinde, özellikle hububatlar ile birlikte kullanıldıklarında çok iyi tamamlayıcı diyet ürünleri olarak kabul edilen baklagiller, besleyici özelliğinden dolayı gelişmiş ülkelerde de diyet programlarının büyük bir bölümünü oluşturmaya devam etmektedirler (McPhee and Muehlbauer, 2002). Bunun başlıca nedeni ise baklagillerin yüksek oranda lysine amino asidi içermeleri olarak ifade edilmiştir. Genel olarak insan beslenmesinde bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si, hayvan beslenmesinde ise proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'i yemeklik tane baklagillerden karşılanmaktadır. Böylelikle bileşiminde

yaklaşık olarak %18-31.6 oranında protein içeren yemeklik tane baklagiller, insanların yetersiz ve dengesiz beslenmesinde bağlı olarak ortaya çıkan birçok beslenme probleminin çözümünde etkin bir şekilde rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak baklagiller, dünyada iki milyar insanın beslenmesine katkı sunan ve protein kaynağı durumundadır (Adak vd, 2010).

Baklagiller (*Leguminosea*) yaklaşık 700 cins ve 18.000 tür ile çiçekli bitkiler içerisinde en geniş bitki grubu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kadar geniş bir bitki grubu olan baklagiller, doğrudan hayvan ve insan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra tıbbi bitki özelliğinden faydalanılarak ilaç endüstrisinde, kağıt, mobilya, boya, reçine ve kozmetik sanayi gibi birçok alanda hammadde olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca köklerindeki nodül oluşturan faydalı bakteriler sayesinde biyolojik azot fiksasyonunun temelini oluştururlar ve toprak verimliliğinin arttırılmasında önemli katkıları bulunmaktadır (Özdemir, 2002).

Türkiye baklagillerin çoğu için gen merkezidir. Tüketimi insanlar tarafından yaygın olmasına rağmen, baklagil tarımında istenilen seviyeye gelinememiştir (Karayel, 2012). Türkiye'de kişi başına yıllık ortalama 5-6 kg nohut, 4-5 kg mercimek ve 3-4 kg fasulye şeklinde bir tüketim göz önünde bulundurulduğunda (Önder, 2014), yemeklik baklagillerin ülkemiz insanlarının beslenmesindeki önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Baklagiller familyasında yer alan bitkilerin en önemlilerinden birisi olan fasulye *(Phaseolus vulgaris*)'nin anavatanı Orta Amerika'dır. Fasulye Amerika kıtasının keşfiyle beraber önce Avrupa'ya daha sonra ise tüm dünya ülkelerine yayılmıştır (Graham and Ranalli, 1997). 2018 yılı itibari ile dünyada yaklaşık olarak 34 milyon ha alanda fasulye ekimi yapılmakta ve üretimi 30 milyon ton civarındadır (FAO, 2020). Ülkemizde ise 2019 yılı verilerine göre 889.385 da alanda, 225.000 ton üretim gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2020). 2019 yılında ülkemizde, fasulye üretim alanının yaklaşık %51'i İç Anadolu Bölgesi'nde olup bunu %15 ile Doğu Anadolu Bölgesi takip etmiştir. 2019 yılında fasulye üretiminin %24,3'ünü Konya, %16,5'ini Niğde, %13,7'sini Karaman ve %8,9'unu Bitlis oluşturmuştur (Anonim, 2020).

Tablo 1. Türkiye 2014-2019 Fasulye Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi (TÜİK, 2020)

Fasulye	Ekim alanı(da)	Üretim (ton)	Verim (kg)
2014	911.103	215.000	236
2015	935.840	235.000	251
2016	898.197	235.000	262
2017	897.221	239.000	266
2018	848.045	220.000	259
2019	889.385	225.000	253

Fasulye *Papilionoideae* alt familyası, *Phaseoleae* sınıfı, *Leguminosae* familyasının üyesidir. *Phaseolus* cinsinin 230'a yakın türü bulunmaktadır, ancak bunlardan yaklaşık 20 tanesi ekonomik öneme sahiptir (Günay 1992; Balkaya 1999). *Phaseolus* cinsi içerisindeki en önemli 5 tür; *P. lanatus var. lanatus, P. acutifolius, P. coccineous* ve *P. vulgaris* insan tüketimi için yetiştirilmektedir (Smartt 1979; Bliss 1980). Türkiye'de ticari amaçla yetiştirilen fasulyelerin tamamı *P. vulgaris* türlerine aittir (Balkaya ve Yanmaz 2003).

Fasulye 75 cm derine inebilen kazık köklü bir bitkidir. Bitki sıklığı, çeşit özelliği ve besin maddelerinin durumuna göre kökler 65 cm çapında bir alana yayılabilir. Fasulyenin Ph isteği optimum 5.2-7 arasındadır. Optimum çimlenme sıcaklığı 15-20°C, optimum büyüme ve çimlenme sıcaklığı 20-25°C'dir. Fasulye tınlı-kumlu topraklarda oldukça iyi bir gelişme gösteren sıcak iklim bitkisidir. İklim ve toprak istekleri göz önüne alındığında, dünyada geniş ekolojik alanlarda ve Türkiye'nin hemen hemen her yerinde yetiştirilebilme özelliğine sahiptir (Ülker, 2008).

Fasulye bitkisi, diğer baklagiller gibi *Rhizobium* bakterileri ile simbiyotik yaşama özelliğine sahip olmakta ve bu özelliği ile köklerinde oluşan nodoziteler aracılığıyla, havanın serbest azotunu bağlamakta ve toprağın azotça zenginleşmesini sağlamaktadır. *Rhizobium* bakterisi ile yemeklik tane baklagiller arasında gerçekleşen ortak yaşam ile baklagillerin toprağa bağladıkları azot miktarı, bitki cinsi ve çevre şartlarına bağlı olmakla beraber, yılda genel olarak 5-20 kg/da olarak tespit edilmiştir (Şehirali, 1988). Biyolojik yolla toprağa bağlanan azot miktarının bir yılda yaklaşık 175 milyon ton olduğu ve bunun yaklaşık olarak yarısının baklagil-*Rhizobium* ortak yaşamı sayesinde sağlandığı bildirilmektedir (Sarıoğlu vd, 1993).

Azot, bitki gelişmesinde dolayısı ile insan ve hayvan yaşamında önemli bir yere sahip olan makro besin elementidir. Azot atmosferde yüksek oranda (%78) bulunmasına rağmen bitkisel üretim sistemlerinde eksikliği en çok görülen, bitkilerin en çok ihtiyaç duyduğu besin elementi olarak tespit edilmiştir. Tüm canlıların önemli yapısal unsurlarının bileşimi olarak kabul edilen proteinin yapı taşı olan azot; aynı zamanda klorofil, enzim ve vitaminlerinde yapısında bulunan önemli bir besin elementidir. Fakat, belli başlı bazı bakteriler (*Rhizobium, Clostridium, Azotobacter, Klebsiella, Bacillus, Amylobacter*), mavi-yeşil algler (*Anabaena, Nostoc, Calothrix, Oscillatoria*) ve mantarlar (Mycorhiza) dışında, bitkiler de dahil olmak üzere hiçbir canlı, azotu doğrudan kullanma özelliğini taşımamaktadır (Akman, 2017).

Bitkisel üretimin artırılmasında ve bitki zararlılarının kontrolünde bilinçsizce ve aşırı miktarda kimyasal kökenli girdilerin (gübre, pestisit vb.) kullanımı sonucunda, toprak sağlığının bozulması, çevre kirliliğinin artması, patojen ve zararlı popülasyonlarının ortaya

çıkması gibi birçok olumsuz durum ortaya çıkmaktadır (Saber, 2001; Bockman, 1997). Günümüzde tarımsal ekosistemlerinde birçok tehlikeli kimyasal madde bulunmaktadır. Bu kimyasal maddeler bitki, toprak, yüzey ve yeraltı suları ve gıdalara çeşitli yollarla bulaşmaktadır. Dünya genelinde yeterli miktarda ve kalitede güvenilir gıda temin edilmesinin temeli sürdürülebilir ve güvenilir tarımla mümkündür. Kimyasal kullanımına dayalı tarımsal yöntemler, tarım alanlarında su ve rüzgar erozyonunun artması, toprakta çeşitli besin elementi tükenmesi, toprak organik maddesinin kaybı gibi toprak verimliliğini azaltıcı birçok unsuru barındırmaktadır (Saber,2001). Sürdürülebilir tarımsal sistemler geleceğimizin sağlanması için temel unsur olmakta ve yaygın olarak başvurulan kimyasal girdilerin kullanımını en aza indirerek sağlıklı ve güvenilir gıda maddesi üretimi mecburi hale gelmektedir. Sürdürülebilir tarımsal sistemler, organik artıklar dâhil birçok girdinin geri dönüşümünü, biyolojik aktiviteye bağlı gübreler sayesinde toprak florasının desteklenerek güçlendirilmesi, yine organik temele dayandırılarak hastalık ve zararlılarla mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi ve tarımsal-ekosistemlerde yer alan çeşitli kirleticilerin biyolojik yollarla mücadele edilmesi gibi temel prensipleri esas almaktadır. Çeşitli araştırmacılar tarafında sürdürülebilir tarım için biyolojik gübrelemenin üstün yönleri ön plana çıkarılırken, kimyasal gübrelemenin çeşitli olumsuz yönlerinden dolayı organik kökenli yeni yaklaşımların, biyolojik alternatiflerin araştırılması, geliştirilmesi, adaptasyonu ve benimsenmesi gündeme getirilmiş ve bu konuda birçok araştırma yapılmıştır.

Biyolojik azot fiksasyonunun etkin olarak yapılması durumunda, baklagil bitkileri köklerinde yaşayan *Rhizobium* bakterileri yoluyla atmosfer azotundan yararlanmakta, bunun sonucunda daha az azotlu gübre uygulamasıyla tarımsal üretim yapmak mümkün olmaktadır. Daha az kimyasal gübre kullanımı hem ekonomik hem de ekolojik yönden yarar sağlamaktadır.

Birim alandan daha fazla verim elde etmek amacıyla bilinçsizce uygulanan kimyasal gübreler toprağın biyolojik verimliliğinde azalmalara neden olmaktadır. Bu sorun öncelikle toprak canlıları olmak üzere simbiyotik yaşayan yararlı mikroorganizmaları da etkilemektedir. Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve toprak kalitesinin artırılması için yeni yöntemler üzerinde çalışmalar başlamıştır (Bolat, 2006). Bu yöntemlerin başında da bitki köklerinde simbiyotik olarak yaşayan, doğal mikroorganizmaların ekolojik tarımda kullanılması gelmektedir.

Tarımsal üretimin ana amacı, günden güne artan dünya nüfusu için verimli, kaliteli ve güvenilir ürünlerin üretimidir. Yetiştiricilikte kullanılan farklı kimyasallar, bitkilerde verim ve verim unsurlarını artırmanın yanı sıra bitki hastalık ve zararlılar ile mücadelede de önem arz etmektedir. Tarımsal alanlarda geniş bir şekilde kullanılan kimyasalların; toprak florasına zarar

vermesi, çevre kirliliğine neden olması, hayvan ve insan sağlığını çeşitli yollarla olumsuz etkilemesi, maliyetinin fazla olması gibi olumsuz nedenler, bitkisel üretimde yararlı mikroorganizmaların kullanımını önemli ölçüde arttırmaktadır.

Toprakta gerçekleşen fizyokimyasal olaylar tamamen mikroorganizma sistemine dayanır. Serbest yaşam sürdüren, bitki büyümesini teşvik eden, biyolojik mücadele veya biyolojik gübreleme amacıyla kullanılan bakterilere Bitki Gelişimini Teşvik Eden (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR) Rhizobakteriler adı verilmektedir. PGPR terimi ilk kez 1978 yılında kullanılmıştır (Kloepper and Schroth, 1978).

Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri genelde *Lactobacillus, Bacillus, Paenibacillus, Klebsiella, Serratia, Arthobacter, Burkholderia, Pseudomonas, Bradyrhizobium, Enterobacter, Azosprillium, Xanthomonas, Pantoae, Rhizobium* ve *Azotobacte*r gibi bakteri cinslerinde yer almaktadır. Bitki gelişiminde birçok fayda sağlamasından dolayı bu mikroorganizmalar "Probiyotik Rizobakteriler" olarak da bilinmektedir (Ram *et al.,* 2013). PGPR'lar bitkiye azot bağlaması, fosfor ve diğer bazı 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; Çakmakcı, 2009; Ahemad and Khan, 2013; Tozlu ve ark., 2012).

PGPR'ler bitki kök çevresini ve kök yüzeyini yaşama alanı kabul eden toprak canlılarıdır. Yaşam alanı edinmek amacıyla bitkinin kök yüzeyi ve rizosfer alanını habitat edinen bu bakteriler bitki büyüme ve gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. PGPR'ler atmosferdeki serbest azotu bağlayarak ve fosforu çözerek, bitkilerde enzim ve fitohormon üretilmesi gibi doğrudan etkiler ile bitki büyüme ve gelişimini pozitif yönde etkilerken, bitkilerde stres şartlarına karşı sistemik dayanıklılığı (ISR) artırması, alan ve besin maddesi mücadelesi ile patojen gelişimini baskılaması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini engellemesi gibi çeşitli ve dolaylı etkileri ile bitki büyüme ve gelişimini desteklemektedirler (İmriz ve ark., 2014).

Bitki gelişimine etki eden bakteriler toprak ve bitki köklerinde bulunur. Bu bakteriler sürdürülebilir tarım için önemli araçlardır. Yukarıda da belirtildiği gibi PGPR'lerin etki mekanizmaları ile bitki gelişimi üzerine etkileri göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bitki hastalıklarının PGPR ile kontrolü, bitki gelişmesini teşvik etmedeki önemli rolleri, biyogübreleme gibi konular araştırmacılar tarafından önemli ölçüde dikkate değer bulunmuştur (Antoun and Prevost, 2006).

PGPR bakterileri hem verim artırıcı özellikleri açısından, biyogübre olarak, hem de biyolojik savaşta biyopestisit olarak ele alındıklarında önemli oranda başarı göstermektedirler. PGPR'ler oldukça popüler olan Organik Tarım, Entegre Ürün Yönetimi gibi tarım tekniklerinin merkezinde yer alan, vazgeçilmez ögeler olarak düşünülmektedir (Tilak *et al*., 2005).

Günümüzde kimyasal kökenli girdilerin kullanımının aşırı artması ve çevresel sorunların ortaya çıkması, bilim insanlarını doğal (organik kökenli) girdilere bağlı üretim yöntemlerinin arayışına yöneltmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmada farklı fasulye (*Phaseolus vulgaris*) genotiplerinde PGPR kullanımının verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Çerekçi (1992) tarafından Yalova-5 ve Şehirali-90 fasulye çeşitlerinde bakteri izolatları (*Rhizobium phaseoli) ve* farklı azot dozlarının etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda aşılanan bakterinin bitki ağırlığı, tane verimi, bitki boyu ve bitki bakla ağırlığını artırdığı tespit etmiştir.

Farklı azot dozları ve farklı bakteri izolatlarının Şehirali-90 fasulye çeşidinde verim üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise tane veriminin önemli derecede artış gösterdiği tespit edilmiştir (Bozoğlu vd, 1997).

Öğüt vd (2003) tarafından yapılan çalışmada *Azospirillum* ve *Rhizobium* kombine aşılamasının fasulye nodülasyonuna etkisi incelenmiştir. Çalışmada, *Rhizobium* aşılamasının tüm nodülasyon özelliklerini artırdığı belirlenmiştir.

Bilen (2003) tarafından yapılan çalışmada aşısız uygulama olarak 5 dozda azotlu mineral gübrelemenin ve aşılı uygulama olarak 3 *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* izolatlarının 1, 3, 5, 7 ve 9 günlük kültürleri ile aşılamanın Şeker fasulyesinde kök, gövde ve yaprak kuru madde miktarı, nodül sayısı, nodül kuru madde miktarı, nodül azot içeriği, toplam azot içeriği ve simbiyotik etkinlik ve fosfor içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, fasulye bitkisinde en yüksek simbiyotik etkinliğe sahip olduğu tespit edilen *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* Ciat 899 izolatının 5 günlük kültürleri ile aşılama işlemi bitkinin kuru madde miktarını, nodül sayısını, nodül kuru ağırlığını, nodül azot içeriğini, toplam azot içeriğini ve fosfor içeriğini arttırmış, bu artışlar dekara 5 kg azotlu mineral gübreleme ile eşdeğer bulunmuştur.

Singh & Singh (2005) yaptıkları tarla denemesinde, VAM (*Gigaspora albida, Glomus albidum, Sclerocystis sinuosa* ve *Scutellospora erythropa*), Rhizobium ve fosfor uygulamalarının fasulyede (*Phaseolus vulgaris* cv. PDR 14) büyüme ve verim parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tohum sayısı, bitkide tohum sayısı ve bitkide tohum ağırlığı mikoriza ve *Rhizobium* aşılamasının birlikte uygulandığı bitkilerde daha yüksek bulunmuştur.

Akkurt (2010) tarafından fasulye bitkisinde bakteri aşılamasının azot fiksasyonuna ve bitkinin kök ve toprak üstü organlarına etkisinin araştırıldığı çalışmada, beş farklı fasulye çeşidi, iki bakteri aşılaması ve sterilize edilmiş ve sterilize edilmemiş iki farklı ortam kullanmıştır. Çalışma sonucunda; çeşitler arasında bitki boyu, kök uzunluğu, kuru gövde

ağırlığı, kuru kök ağırlığı, bitkide nodül sayısı ve bitki başına nodül ağırlığı bakımından istatistiksel olarak önemli derecede farklılık belirlenmiştir.

Konya yöresinden izole edilen doğal *Rhizobium* bakterilerinin kuru fasulyede verim ve verim unsurlarına etkisinin araştırıldığı bir sera denemesinde nodüllerden izole edilen ve ön denemelerden sonra etkili oldukları belirlenen 6 adet izolat seçilmiş ve *Rhizobium tropici* ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada bitki boyu, kök uzunluğu, bitkide nodül sayısı, nodül ağırlığı, simbiyotik etkinlik, bitkinin toplam kuru madde ağırlığı ile bitkinin %N değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı izolatlatlarla aşılanan bitkilerde verim unsurlarının, aşılanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Uyanöz vd, 2010a).

Küçük (2011) İç Anadolu Bölgesi koşullarında Göynük 98, Akman 98 ve Şehirali 90 aşılama ve azot uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. Çalışmada kontrol, N uygulaması, *Rhizobium* aşılaması ve *Rhizobium* aşılaması+N uygulaması ele alınmıştır. İki yıllık çalışma sonuçlarına göre *Rhizobium* aşılaması+N uygulamasının bitki kuru ağırlığını, tane verimini ve 1000 tane ağırlığını, *Rhizobium* aşılamasının ise protein verimini önemli derecede artırdığı belirlenmiştir.

Tajini vd (2012), *Glomus intraradices* ve *Rhizobium tropici* CIAT899'nin birlikte inokulasyonunun fasulyede simbiyotik azot fiksasyonu ve fosfor kullanım etkinliğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, iki fasulye genotipi kullanılmıştır. Serada kumlu toprak karışımında yetiştirilen bitkiler 50 gün sonra hasat edilmişlerdir. AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) ile aşılanan fasulye bitkileri, aşılanmayan kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında nodülasyonda önemli derecede artış tespit edilmiştir. AMF ve *Rhizobium* birlikte aşılandığında, tek başına aşılanan bitkilere göre bitki büyüme parametrelerinde önemli artışlar olduğu belirlenmiştir.

Öğüt ve ark. (2001) tarafından farklı fasulye çeşitleri kullanılarak yapılan çalışmada *Azospirillum brasilense* ve *Rhizobium* bakterilerinin bitki büyümesine etkisi incelenmiştir. *Rhizobium* bakterilerinin, sap ve kök ağırlığını, kökteki azot oranını ve bitki boyunu artırdığı bildirilmiştir.

Küçük ve Kıvanç (2008) tarafından farklı fasulye çeşitlerinde yapılan çalışmada kullanılan *Rhizobium* bakterisinin tane verimini, protein oranını ve tane ağırlığını önemli derecede artırdığı bildirilmiştir.

Küçük, (2011) tarafından farklı fasulye çeşitleri kullanılarak yapılan çalışmada *Rhizobium* ve azot uygulamalarının tane verimini, bin tane ağırlığını ve protein verimini artırdığı bildirilmiştir.

Karaca ve Uyangöz (2011) tarafından fasulyede *Rhizobium*'ların etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise *Rhizobium*'ların nodül sayısını, bitkinin kaldırdığı azot miktarını ve verimini artırdığı bildirilmiştir.

Turan ve ark. (2016) tarafından fasulyede yapılan çalışmada kullanılan *Rhizobium* bakterisinin P miktarını ve nodül sayısını artırdığı bildirilmiştir.

Önder (1992) tarafından kuru fasulyede yapılan çalışmada tane verimi ve protein oranı incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda tane veriminin ve en yüksek ham protein oranının bakteri uygulamasında olduğu bildirilmiştir.

Türkmen vd. (2016) fasulyede yaptıkları çalışmada azotun *Rhizobium* bakteri nodülasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemişlerdir. Fasulyeler perlit kültüründe yetiştirilmiş ve azotlu gübre, bakteri aşılama, gübre + bakteri aşılama, kontrol olmak üzere 4 farklı uygulama gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda; sadece bakteri aşılanan uygulamada 92.88 adet/bitki nodül oluştuğu ancak diğer gruplarda nodülasyon oluşumu gözlenmemiştir.

Uyangöz vd, (2010) tarafından Konya yöresinden izole edilen doğal *Rhizobium* bakterilerinin kuru fasulyede verim ve verim unsurlarına etkisinin araştırıldığı sera denemesinde nodüllerden izole edilen ve ön denemelerden sonra etkili oldukları belirlenen 6 adet izolat seçilmiş ve *Rhizobium tropici CIAT 899* referans suşu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada bitki boyu, kök uzunluğu, bitkide nodül sayısı, nodül ağırlığı, simbiyotik etkinlik, bitkinin toplam kuru madde ağırlığı ile bitkinin %N değerleri incelenmiştir. İncelemeler sonucunda farklı izolatlarla aşılanan bitkilerde verim unsurlarının, aşılanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Şehirali ve ark. (1981), Ankara koşullarında fasulyede yaptıkları çalışmada, bakteri aşılaması yapılan parseller ile 5 kg/da saf azot eşdeğeri üre verilen parsellerdeki tane veriminin birbirine yakın ve bu verimin kontrole göre % 98 fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Neuvel ve Floot (1992) tarafından, fasulye bitkisinde aşılama ve azotlu gübrelemenin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrole göre en iyi verim artışının aşılama ile birlikte 5 kg/da N uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir.

Chaverra ve Graham (1992), aşılamada kullanılan *Rhizobium sp.* izolatları arasında simbiyotik etkinlik bakımından büyük farklar bulunduğunu, üstün *Rhizobium sp*. izolatları ile yapılan aşılamalar sonucunda, nodül sayısını, nodül ağırlığını ve bitkideki azot miktarını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir.

Karahan ve Şehirali (1999), Trakya koşullarında fasulyede yaptıkları bir araştırmada bakteri aşılama ve gübre uygulamasının tane verimini arttırıcı yönde etkisinin bulunduğunu saptamışlar ve ekimle birlikte 4 kg/da azot uygulamasının en yüksek ve ekonomik tane verimini artırdığını bildirmişlerdir.

Hungria ve ark. (2001) tarafından, Negro-Argel ve Corioca fasulye çeşitlerinde farklı izolatların etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, izolatlardan bazılarının tarla koşullarında etkili olduğu ve fasulye verimini artırdığı sonucuna varılmıştır.

Kaya ve Sökmen (2001) fasulye bitkisinin köklerinden izole edilen 37 izolat ile kurulan sera denemesi sonucunda, bitkilerin kuru ağırlıkları dikkate alınarak, 7 izolatın etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Fasulyede tohuma aşılama ve farklı azotlu gübre seviyesinin verim ve gelişme üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, bitkinin dal sayısı, tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi ve protein içeriğinin tohumun aşılanması ile önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Gübre uygulaması tane verimini, ayrıca tohum aşılaması ve gübre uygulaması tanede protein içeriğini önemli derecede artırmıştır. Mevcut bulgulara dayanarak, fasulye tohumunun aşılanmasından ve dekara 3 kg azot verilmesinden sonra en yüksek tane verimi elde edildiği tespit edilmiştir (Nadeem ve ark. 2004).

Karahan (1997) tarafından Trakya koşullarında yapılan çalışmada bakteri aşılaması ve beş azot dozunun Şehirali 90 çeşidinde verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Şehirali 90 bodur fasulye çeşitinde, bakteri aşılaması ve değişik azot dozlarının etkisi ile bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, salkımdaki çiçek sayısı, bitkideki bakla sayısı, bakladaki tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, protein oranı, protein verimi ve tane veriminin artırıldığı bildirilmiştir.

Bildirici (2003) tarafından Van ilinin ekolojik şartlarında yapılan çalışmada dört farklı azot, dört farklı fosfor ve bakteri uygulamasının fasulyede verim ve verim unsurları üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda azot ve bakteri uygulamalarının, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, birincil ve ikincil dal sayısı, bitkide tane verimi, nodül sayısı, ham protein oranı ve hasat indeksi gibi karakterler üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Uyanöz (2007), fasulyede yaptığı çalışmada çiftlik gübresi, mikoriza, *Rhizobium* ve kimyasal gübrelemenin tekli, ikili, üçlü ve dörtlü kombinasyonunun etkilerini araştırmıştır. Verim öğeleri makro ve mikro besin elementlerinin tüm aşılama ve gübre uygulamalarıyla arttığını ortaya koymuştur. Tekli ve ikili uygulamaların verim ve verim öğeleri üzerine karışık uygulamalardan daha etkili olduğunu bildirmiştir. En yüksek tane verimini çiftlik gübresi +

mikoriza uygulamasından elde etmiştir ve en yüksek biyolojik verimin ise mikoriza + rhizobium uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

Bulut (2013) tarafından Van ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada, bakteri aşılı ve aşısız organik gübrelemenin bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, baklada tane sayısı, yüz tane ağırlığı, tanede protein oranı ve nodül sayısına etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda fasulye yetiştiriciliği açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek tane verimi aşılama ve organik gübre uygulamasından elde edilmiş, en düşük tane verimi kontrol parselinden elde edilmiştir.

Özturan Akman (2017) gübreli ve gübresiz koşullar altında *Rhizobium* ve mikorizanın yalnız başına ve birlikte inokulasyonunun Zülbiye fasulye çeşidinde bitki gelişimine, bazı tarımsal karakterler üzerine, tane verimine ve tohumun besin maddesi içeriği üzerine etkilerini araştırmıştır. Gübreleme uygulamaları ana parsellere, *Rhizobium* uygulamaları ve mikoriza uygulamaları (M0: Mikorizasız ve M1: Mikoriza ile inokulasyon) olacak şekilde yürütülmüştür. Gübre, *Rhizobium* ve mikoriza uygulamalarının bitki boyuna, bitki başına tane sayısına, tane verimine, yüz tane ağırlığına, tane ham protein oranına etkileri önemsiz bulmuştur.

Figueiredo *et al.* (2008), tarafından fasulyede *Rhizobium* bakterileri ile iki farklı *Paenibacillus polymxa* uygulamalarının azot içeriği, nodül sayısı ve gelişimini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada *Rhizobium* bakteri aşılaması ve *Paenibacillus polymxa* ikili uygulamasının tek başına *Rhizobium* aşılamasına göre; bitki gelişimi, bitki azot içeriği ve nodül sayısı bakımından daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Argaw *et al.* (2015), bitkiler için gerekli olan azot miktarını belirlemek amacıyla 4 farklı lokasyonda *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli* aşılamalarının fasulye bitkisi üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, 20 kg/ha N uygulaması altında bitki kuru ağırlığı ve nodül sayısının her bitkide azalma gösterdiğini, *Rhizobium* aşılaması ve 40 kg/ha N birlikte uygulamasının en yüksek etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Önder ve ark. (2003), Konya yöresinde fasulye ve nohutta simbiyotik azot fiksasyonun tespiti, için *Rhizobium sp.* bakteri aşılamasının yapıldığı bir çalışmada, araştırma sonucuna göre, *Rhizobium sp.* izolatları ile aşılanmış tohumlar nodül sayısını ve tane verimini artırdığı belirlenmişdir.

Bildirici ve Yılmaz (2005), tarafından Van ekolojik koşullarında yapılan bir çalışmada bakteri inokulasyonunun fasulye bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkileri incelenmiştir. Uygulamaların etkisi yıllara göre farklılık göstermekle birlikte; bakteri

inokulasyonunun, bitkide bakla sayısı ve dane verimini önemli ve olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Pirbalouti *et al.* (2006) tarafından farklı *Rhizobium* bakteri izolatlarının fasulyede verim ve verim unsurları üzerine etkileri araştırılmak amacıyla tarla denemesi yürütülmüştür. Araştırma tesadüf deneme parsellerinde 4 bakteri izolatı, negatif kontrol ve azotlu gübre uygulaması olarak kurulmuştur. Araştırma sonucuna göre dane verimi, bitki başına bakla sayısı ve kuru madde verimi açısından farklı bakteri izolatları ile inokule edilmiş uygulamaların olumlu etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Konya ekolojik koşullarında 3 yıl süre ile (1987, 1988, 1989) bodur kuru fasulyede gerçekleştirilen çalışmada bakteri aşılama *(Rhizobium fhaseoli)* ve azot uygulamalarının tane verimine, morfolojik ve fenolojik özelliklerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek tane veriminin Bakteri + N uygulamasında, en yüksek ham protein oranının ise yine Bakteri + N uygulamasında elde edildiğini buna karşılık en düşük değerin kontrol grubunda gözlendiği bildirilmiştir (Önder, 1992).

Tsigie ve ark. (2011)'nın, Hindistan koşullarında; mercimek ve soya fasulyesinde, bazı rizobakteri izolatlarının *(Bacillus subtilis, Klebsiella planticola, Proteus vulgaris)* ve *Bradyrhizobium japanicum, Rhizobium leguminosarum biovar. vicae* rizobakterilerinin etkilerini inceledikleri araştırmada; *Bacillus subtilis* ile aşılamanın mercimekte tane verimini % 7, soya fasulyesinde ise % 8 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Karasu ve ark. (2009) tarafından nohutta adaptasyonu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada kullanılan *Rhizobium* bakterisinin verim ve verim unsurlarını artırdığı bildirilmiştir.

Erman vd. (2012), 2008 ve 2009 yıllarında Van ekolojik koşullarında mercimekte farklı dozlarda humik asit ve *Rhizobium* bakteri aşılamasının verim, verim öğeleri ve nodülasyona etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada aşılama uygulamasıyla birlikte artan dozlardaki humik asit uygulamasının kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. En yüksek protein oranının *Rhizobium* aşılamasından elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Kağan (2012) tarafından, bakteri aşılaması ve azot uygulamalarının verim ve verim ögelerine etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada; 4 farklı uygulama ve 4 farklı nohut çeşidi kullanılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda nohutta bakteri aşılamasının verimi arttırmada etkili olduğu ancak aşılama ile birlikte 2.5 kg/da N uygulanmasının da tavsiye edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir.

Kağan ve Kayan (2014) tarafından yapılan 2011 ve 2012 yıllarını kapsayan 2 yıllık çalışmada Eskişehir ekolojik koşullarında nohutta bakteri aşılama ve azot uygulamalarının

verim ve verim parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kontrol grubu, bakteri aşılama, azotlu gübreleme ve azotla birlikte bakteri aşılama işlemleri gerçekleştirilmiş ve farklı nohut çeşitleri kullanılmıştır. Sadece azot uygulaması yapılan parsellerde kontrole göre bitki başına düşen tohum ve bakla sayısında önemli artışlar görülmüştür. Sadece bakteri uygulanan parselde kontrole göre bitki başına düşen bakla sayısında önemli artışlar görülürken azotla birlikte bakteri uygulanan parsellerde kontrole göre önemli bir gelişme görülememiş ve bakteriyle azotun birlikte kullanımı önerilmemiştir.

Kabi ve Behari (1990) Hindistan'da 5 farklı bölgede mercimek ve nohut bitkilerine uyguladıkları bakteri aşılamasının nodül sayısına, tane verimine ve bitki ağırlığına olumlu etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Akdağ ve Düzdemir (2001) tarafından yapılan bakteri aşılamasının nohut bitkisinin değişik dönemlerinde bazı bitkisel özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve toplam bitki ağırlığı, kök ağırlığı, toprak üstü ağırlığı, etkili nodül sayısı ve ağırlığı, toprak üstü aksamının azot içeriğini önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir.

Karasu ve ark (2009), tarafından 1999-2000 yılları arasında Bursa'da yürütülmüş olan çalışmada 3 farklı mercimek çeşidi ile 5 farklı azot dozu ve *Rhizobium* bakterisi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda bakteri aşılaması tohum verimini, bitki boyunu, ilk bakla yüksekliğini, bakladaki tane sayısını, bitkideki tane sayısını, hasat indeksini ve 1000 tane ağırlığını önemli ölçüde etkilerken, azot uygulamalarının hiçbir verim ve verim özellikleri üzerine etkisi olmadığı belirtilmiştir. 2 yılın ortalaması olarak en yüksek tohum veriminin yerel populasyonda olduğu saptanmıştır.

Ünver ve ark. (1999), macar fiği ve mercimekte farklı bakteri aşılama yöntemleri ile azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, bakteri aşılamasının olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve uygulanan 2 kg/da azotlu gübrenin nodozite etkileri ve bitki boyunu daha da artırdığını gözlemlemişlerdir. Yıllarca baklagil yetiştirilmeyen arazilerde bakteri aşılaması ile ekimle eş zamanlı uygulanan azotlu ve fosforlu gübreler ile baklagil bitkilerinin toprak üstü ve toprak altı kısımlarının daha iyi geliştiğini ifade etmişlerdir.

Balachandran ve Nagarajan (2002) tarafından Hindistan koşullarında börülcede yapılan çalışmada mikrobiyal gübreleme (*Rhizobium, Bacillus megatherium var. Phosphaticum*), kimyasal gübreleme ve bu gübrelerin kombinasyonlarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kontrol parsellerinde incelenen özelliklerin değerleri düşük, kombine uygulaması yapılan parsellerdeki değerlerin en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir.

Özdemir vd. (1999), Hatay ekolojik koşullarında bezelyede *Rhizobium* aşılamasının ve gübrelemenin nodülasyona ve verime etkisini araştırmışlardır. Denemede, azot (N), fosfor (P), azot + fosfor (N + P), aşılama, gübresiz ve aşılamasız kontrol uygulamaları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *Rhizobium* aşılamasının nodül sayısını ve nodül kuru ağırlığını arttırdığı, sadece N uygulama ile aşılama uygulamasının benzer tohum verimi sağladığı tespit edilmiştir.

Bursa ili ekolojik koşullarında 1999 ve 2000 yıllarında nohut çeşitlerinde *Rhizobium* bakteri aşılaması ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi için gerçekleştirilen çalışmada 5 farklı dozda (0, 3, 6, 9, 12 kg/da) azotlu gübreleme yapılmıştır. Gerçekleştirilen aşılama ile bitkide tane sayısında artış görülürken tane veriminde ise azalma görüldüğü ve 6 kg N/da uygulamasından daha yüksek dozlardaki N uygulamalarında tane verimi ve verim unsurlarında azalmalar görüldüğü tespit edilmiştir (Kaçar vd., 2004a).

Mut ve Gülümser (2003), tarafından Damla–89 nohut çeşidinde *Rhizobium* bakterisinin aşılanması ile birlikte molibden ve çinko uygulamalarının nohuttaki bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Denemede aşılı ve aşısız olmak üzere iki aşı faktörüyle birlikte çinko ve molibdenin 3'er farklı dozu 10-20 cm boyundaki bitkilere yapraktan uygulamışlardır. Çalışma sonucunda; tanedeki ham protein oranının bakteri aşılanan parsellerde kontrol parsellere göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Rhizobium, fosfat çözücü bakteri ve *Trichoderma spp.*'nin kombine uygulamalarının nohutta verim, besin alımı ve büyümeye etkilerinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, *Rhizobium* aşılamanın bitki boyunda, bitkideki dal sayısında, bitki ağırlığında, nodül oluşumunda, bitki besin elementi alımında etkili olduğu tespit edilmiştir (Rudresh vd., 2005).

Karasu vd. (2009) tarafında Bursa ekolojik koşullarında 2 yıl süreli yapılan bakteri aşılama *(Rhizobium ciceri)* ve farklı dozlarda azot uygulamalarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda artan dozlarındaki azot uygulamalarının uygun olmadığını, tohum ekiminden önce etkili bakteriler ile aşılama yapılmasının tavsiye edilebilir olduğunu bildirmişler.

Vuralın (2010) tarafından yapılan çalışmada farklı dozlarda uygulanan molibdenin bakla *(Vicia faba L.)* bitkisinin azot içeriğine etkisi araştırılmıştır. Deneme sonucunda azot kazancının en fazla olduğu molibden dozu 0,15 ppm olarak tespit edilmiştir.

Kaya ve ark. (2002), bezelyede farklı bakteri aşılama yöntemleri ile *Rhizobium leguminosarum* bakterisi ve amonyum nitrat gübresinin verim ve verim unsurları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırıcılar nodül oluşumu, tane verimi ve çevre yönünden tohuma

aşılama yapılmasının ve 2-4 kg N/da gübre uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Chaverra ve Graham (1992), aşılamada kullanılan *Rhizobium sp.* izolatları arasında simbiyotik etkinlik bakımından büyük farklar bulunmakta, fasulyede *Rhizobium sp*. izolatları ile yapılan aşılamaların sonucu olarak, nodül sayısını, nodül ağırlığını ve bitkideki azot miktarını önemli ölçüde artırdığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Erman ve ark. (2009), yem bezelyesine *Rhizobium sp.* aşılaması ve azot uygulamasının etkisine baktıkları bir çalışmada; azot uygulaması, bitki boyu, dal saysı, kök ve üst aksam kuru ağırlığı, nodül sayısı, tohum verimi, hasat indeksi ve tohumun protein oranını önemli derecede etkilediğini tespit etmişlerdir.

Akdağ ve Düzdemir (2001) tarafından yapılan çalışmada nohut bitkisinde bakteri aşılaması yapmış bu aşılamanın bazı bitkisel özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda toplam bitki ağırlığı, kök ağırlığı, nodül sayısı ve toprak üstü ağırlığı özelliklerini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir.

Martyniuk ve ark., (2018), Sarı lüpen ve bezelye nodülasyonunun yüksek olduğu ve soya fasulyesi nodülasyonunun düşük olduğu toprakta, tohum ve toprağa *Rhizobium* aşılaması yapılarak nodülasyon ve tohum verimine etkisini araştırmışlardır. Sarı lüpen ve bezelyede aşılama yönteminin nodül sayısına, çiçeklenme aşamasındaki bitki büyümesine ve tohum verimine etkisini önemsiz bulmuşlardır. Soya fasulyesinde ise tam tersi bir durum tespit edilmiş olup nodülasyon yoğunluğuna, çiçeklenme aşamasında taze ve kuru sürgün ağırlığına ve ürüne artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir. Kontrol parsellerine göre soya fasulyesinde tohuma bakteri uygulaması verimi önemli ölçüde artırmıştır.

Son yıllarda, geniş bir alanda bulunan PGPR grubu bakterilerin etkisi sera ve tarla şartlarında patates, fasulye, soya fasulyesi, bezelye, mercimek, domates, biber, hıyar, buğday, arpa, yulaf, mısır, turp, elma, turunçgil, bazı süs bitkileri ve orman ağaçlarında çalışılmıştır (Biswas *et al.,* 2000; Asghar *et al.,* 2002; Bashan *et al.,* 2004; Kloepper *et al.,* 2004; Khalid *et al.*, 2004; Gray and Smith, 2005; Mehnaz and Lazarovits, 2006). Yapılan araştırmalarda PGPR'lerin birçok bitki türünde erken çimlenme, bitki boyu, bitki ağırlığı, sürgün dokularının gelişmesi, kök büyümesi, yaprak alanı, erken çiçeklenme, klorofil miktarında artış, besin içeriğinin dengelenmesi gibi bir dizi mekanizma ile bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek bitki gelişimini arttırdıkları belirtilmiştir (Schippers *et al.,* 1987; Guo *et al.,* 2004; Kokalis-Burelle *et al.,* 2006; Sharafzadeh, 2012; Singh *et al.,* 2014; Fan *et al.,* 2017).

Doğan ve ark. (2007) tarafından yerfıstığında yapılan çalışmada kullanılan *Rhizobium* bakterisi ile demir uygulamalarının bitkinin azot içeriğini, nodülasyonu, nodül sayısını ve nodül ağırlığını artırdığı bildirilmiştir.

Bayraklı ve ark. (2017) tarafından soya da yapılan çalışmada kullanılan *Rhizobium japonicum* bakterisinin tane verimini, tane azot içeriğini ve tane ile kaldırılan azot miktarını artırdığı bildirilmiştir.

İşler ve Çoşkan (2009), tarafından Isparta ilinde *Bradyrhizobium japonicum* bakterisi 1809 nolu suşu ile 6 farklı bakteri aşılama yöntemini soyaya uygulanmıştır. Deneme sonuçlarına göre, soyada uygulanan bakteri aşılama yöntemlerinin azot fiksasyonunu artırdığı sonucuna varılmıştır.

Zahir ve ark.(2007) tarafından 2007 yılında Pakistan da yapılan kumlu-killi-tınlı toprak özeliğinde ve yarı kurak iklim koşullarında gerçekleştirilen çalışmada Azotobacter ile aşılanan mısırın verim ve verim öğelerine etkileri araştırılmıştır. Alınan sonuçlara göre Azotobacter bakterisinin bitki boyu, toplam verim ve tane veriminde artışa neden olduğu saptanmıştır.

Abou-Aly (2009), Mısır'ın El-Bostan bölgesinde 2006-2008 yılları arasında humik asidin ve PGPR bakterilerinin buğday çeşidinde verim ve verim öğelerine etkilerini araştırmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda, hem humik asit hem de PGPR uygulamasının başakta başakçık sayısı, bin tane ağırlığı ve tane veriminde artış sağladığı bildirilmiştir.

Yazdani ve ark. (2009), İran'da 2007 yılında yaptıkları bir çalışmada fosfat çözücü mikroorganizmalar ve PGPR uygulamasının mısır bitkisinin verim ve verim öğelerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda fosfat çözücü mikroorganizmalar ve PGPR uygulamasının 1000 dane ağırlığı, tohum verimi ve hasat indeksini artırdığı tespit edilmiştir.

Ahmad (2016) tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada kanola bitkisine PGPR uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; toplam verim, 1000 tane ağırlığı, bakla sayısı, baklada tohum sayısı ve bitki boyunda artış olduğu tespit edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Hınıs ve İspir olmak üzere iki farklı yerel genotip kullanılmıştır. Bunlardan Hınıs tescil belgesi almış olup, çeşit niteliğindedir. İspir fasulyesi 'coğrafi işaret tescil belgesi' almış olup, henüz tescil edilmemiştir. Dolayısıyla her iki fasulye tipi için genel bir ifade olarak 'genotip' terimi kullanılmıştır.

Materyal

Fasulye genotiplerinin PGPR kullanımının verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2020-2021 yıllarında, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezine ait kontrollü sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmanın ölçüm ve analizleri Bahçe Bitkileri Bölümü Sebzecilik Laboratuvarı ve Tarla Bitkileri Bölümü Yem Bitkileri Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bitkisel materyal olarak İspir ve Hınıs genotipleri kullanılmıştır (Tablo 2.).

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Genotipler İle İlgili Genel Bilgiler

Genotip	Özellikleri
Hınıs	Bitki boyu 98 cm yükseklikte, meyveleri yeşil renkte, büyüme özelliği sarılıcı tiptedir, tohumu beyazdır.
İspir	Bitki boyu 150-170 cm, meyveleri yeşil renkte, büyüme özelliği yarı sarılıcı tiptedir, tohumları beyazdır.

Metot

Toprak örneği

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Müdürlüğü 4 no'lu deneme sahasından alınan toprak örneği kullanılmıştır.

Bakteri suşlarının elde edilmesi ve tanılanması

Erzurum merkezde farklı alanlarda yetiştiriciliği yapılan fasulye bitkilerinin köklerinden örnekler alınarak araç buzdolabında muhafaza edilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Nodül içeren kökler sdH_2O ile iyice yıkandıktan sonra nodüllerin dış yüzeyleri ethanol ile steril edilmiş ve petri kaplarında steril bistüri ile parçalanmış içerisinde 0,9 ml sdH_2O bulunan tüplere aktarılmıştır. Tüpler hematolojik çalkalayıcıda 2 saat karıştırıldıktan sonra 0,1 ml alınarak YEMA (Yeast Extract Mannitol Agar) besiyeri bulunan petrilerde steril koşullarda

ekim yapılmış ve 28^{o}C'de inkübatörde 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra elde edilen saf kültürler –80 ^{o}C'de muhafaza edilmiştir (Vincent, 1970).

Saf olarak elde edilen bakteri izolatları içerisinde bitki büyümesini teşvik edici özellikleri bakımından en iyi olduğu tespit edilen ve denemelerde kullanılan 6 farklı bakteri izolatı sekans analizi ile hizmet alımı yapılarak tanılanmıştır.

Denemenin kurulması

Fide çalışması için stok kültürlerden sera denemesinde kullanılacak olan izolatların YMB (Yeast Mannitol Broth) besiyeri içinde sıvı kültürleri hazırlanmıştır. Fasulye tohumları %10'luk sodyum hypochloritte 5 dakika bekletilerek yüzeysel dezenfeksiyon yapılmış daha sonra sdH_2O ile 5 kez yıkanarak kurutulmuştur. 10^8kob/ml olacak şekilde hazırlanan bakteri solüsyonları içerisine tohumlar konularak yatay çalkalayıcıda tohumlara iyice bulaşma sağlanıncaya kadar bekletilmiştir. Tohumlara aşılama yapıldıktan sonra steril kurutma kağıtları içerisinde kurutularak saksı denemeleri için hazır hale getirilmiştir. Aşılanan tohumlar toprak, kum (2:1) karışımı bulunan 70 cm uzunluğunda, 17 cm derinliğindeki saksılara ekilmiştir. Çalışmada 6 farklı bakteri izolatı, NPK (1,6 g Üre, 1,8 g TSP ve 0,8 g K_2SO_4) ve kontrol olmak üzere 8 farklı uygulama yapılmıştır. Araştırma tam şansa bağlı deneme deseninde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Yaklaşık 45 gün sonra bitkilerde çeşitli gözlem, ölçüm ve tartım yapılmıştır.

Denemede incelenen karakterler

Bitki boyu (cm)

Yapılan çalışma sonunda bitkilerin gövde uzunlukları cetvel ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Kök uzunluğu (cm)

Yapılan çalışma sonunda bitkilerin kök uzunlukları cetvel ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Kök yaş ağırlığı (g/bitki)

Bitkilerin hasat edilmesi ile birlikte, bitki kökleri toprak içerisinden dikkatli bir şekilde çıkarılmış ve köklerde bulunan toprakların uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama işleminden sonra kökler üzerinde kalan nemlilik, kağıt havlu yardımıyla alınmış ve daha sonra hassas terazide (0,001 gram) tartılarak kök yaş ağırlığı gram olarak belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Gövde yaş ağırlığı (g/bitki)

Hasat edildikten sonra toprak seviyesinden hasat edilen bitkiler hassasiyetindeki terazide tartılarak yaş ağırlıkları gram olarak belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Kök kuru ağırlığı (g/bitki)

Uzunluğu ölçülen kökler kese kağıtları içerisine konularak 67 ±2°C'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve daha sonra hassas terazide tartımı yapılarak kök kuru ağırlığı gram cinsinden belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Gövde kuru ağırlığı (g/bitki)

Hasat edilen bitkilerin toprak üstü aksamı kese kağıtları içerisinde konularak 67 ±2°C'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve daha sonra hassas terazide (0,001 gram) tartımı yapılarak gövde kuru ağırlığı gram olarak belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Bitki gövde çapı (mm)

Her bir tekerrürdeki bitkilerin gövde çapları kotiledon yapraklarının üstündeki kısımdan kumpas kullanılarak ölçülmüş ve mm cinsinden belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Yaprak klorofil SPAD değeri

Yaprak klorofil değeri taşınabilir klorofil metre cihazı (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc., Japan) ile belirlenmiştir.

SPAD değer skalasında 1=kloratik veya sarı rengi, 50= koyu yeşil rengi ifade etmektedir (Kılıçarslan, 2019).

Yaprak alanı (cm^2/bitki)

Yaprak alan ölçümleri hasadı yapılan her bir bitkide bütün yapraklar bitkilerden ayırt edilerek yaprak alanı ölçer (CI-202, Leaf Area Meter) ile ölçülmüş ve toplam yaprak alanı cm^2 cinsinden belirlenmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Yaprak sayısı (adet/bitki)

Bitkilerin kök boğazı bölgesinden başlanarak oluşturduğu yaprak sayısı sayılmış ve adet olarak ifade edilmiştir (Kılıçarslan, 2019).

Nodül sayısı

Hasat edilen bitkilerin köklerinde oluşan aktif nodüller sayılarak belirlenmiştir (Kaçar 1972).

Gövdede Protein Oranı

Kurutulan örnekler öğütüldükten sonra 0,3 g'lık örneklerde Mikro Kjeldahl metoduyla toplam azot tayini yapılmış ve gövdedeki ham protein oranı bulunmuştur (Kaçar ve İnal 2008).

Kökte Protein Oranı

Gövde protein oranı öğütülmüş ve bunlardan 0,3 g'lık örnekler alınarak Mikro Kjeldahl metoduyla toplam azot tayini yapılmış ve kökteki ham protein oranı bulunmuştur (Kaçar ve İnal 2008).

Klorofil (a, b ve toplam klorofil) miktarı (mg/g)

Klorofil a ve b konsantrasyonu için soğutulmuş bir havanda 100 mg taze yaprak örneği, 4 ml aseton %80'lik (v/v) kullanılarak homojen hale getirildikten sonra, hacmi %80'lik aseton ile 10 ml'ye tamamlanmış ve karışım 6000 rpm'de soğukta santrifüjlenmiştir. Elde edilmiş süpernatant absorbansı spektrofometrede 663 ve 645 nm'de okunarak pigment konsantrasyonu Joshi *et al*. (2013)'de belirtilen şekilde hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar SPSS şansa bağlı tam parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan 1994).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bakteri İzolatları ve Sekans Tanı Sonuçları

Erzurum merkezde farklı alanlarda yetiştiriciliği yapılan fasulye bitkilerinin köklerinden alınan örneklerden toplamda 24 adet farklı bakteri izolatı elde edilmiştir. Elde edilen izolatların fosfat çözünürlüğü ve azot fikse etme özellikleri belirlenerek bitki gelişimini teşvik edici özelliklere sahip en iyi 6 izolat sekans analizi sonucunda *Rhizobium* sp. olarak tanılanmıştır.

Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tablo 3. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellik	**Değer**	
pH (1;2,5)	7,76	Hafif alkalin
EC (dS/m)	0,23	tuzsuz
Kireç (%)	8,15	Orta kireçli
Organik madde(%)	1,67	az
P_2O_5 (kg/da)	5,72	az
K_2O (kg/da)	138	yeterli
Tekstür	% kil : 14 % silt: 12 % kum: 74	tınlı kum

Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamalarının Fasulye Genotiplerinde Bitki Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisi

Bitki boyu (cm)

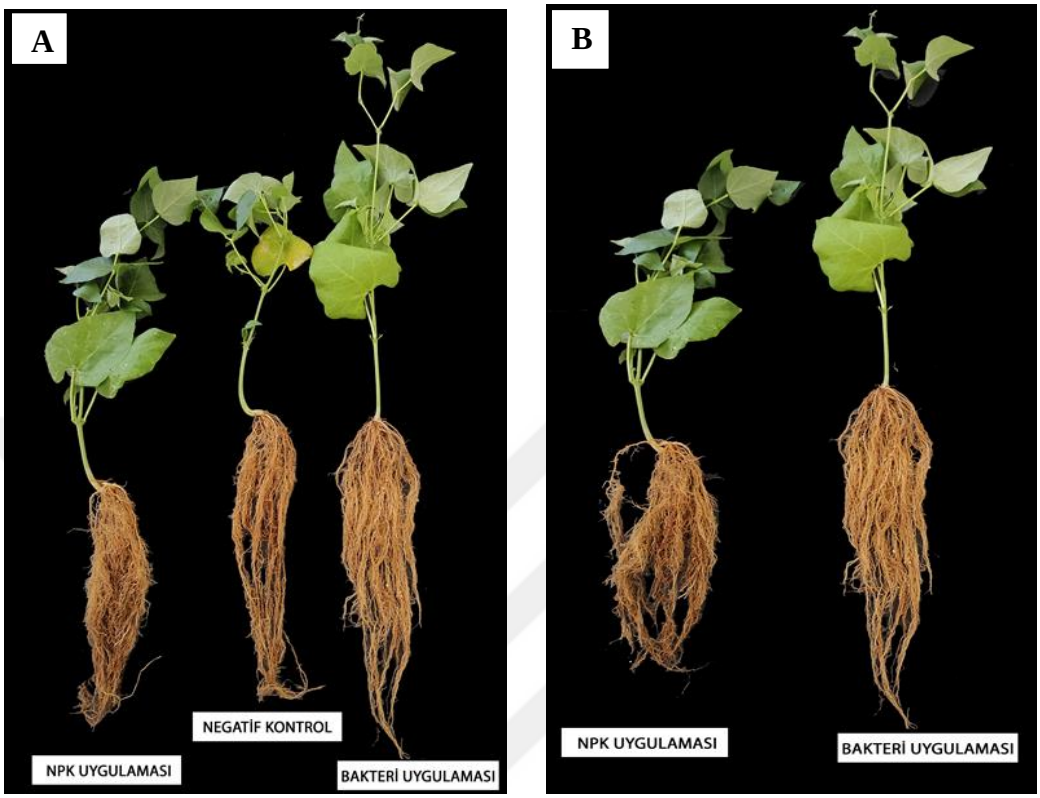
Hınıs ve İspir fasulyesinde farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasının bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 4' de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre bitki boyu üzerine uygulama ve genotiplerin etkisinin ve aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonunun çok önemli ($p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.).

Tablo 4. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Bitki Boyuna Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**	**P**
Uygulama	7	74,51	8,13	0,000**
Genotip	1	3343,68	364,94	0,000**
Uygulama x genotip	7	33,81	3,69	0,005**
Hata	32	9,16		
Toplam	47			

**: p< 0,0 01 düzeyinde çok önemli

Hınıs fasulyesinde, çalışmada kullanılan izolatlardan tamamının kontrol uygulamasına göre, 5 tanesinin ise NPK uygulamasına göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bakteri izolatlarından en iyi sonuç 58,12 cm ile FR-22 kodlu bakteri izolatından elde edilmiş olup, bunu sırasıyla FR-9, FR-4 ve FR-19 kodlu izolatların takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 5.).



Şekil 1. Fasulye bitkisinde bitki boylarına ait görüntü **A)** Bakteri uygulaması, negatif kontrol ve NPK uygulamasına ait 45. günün sonundaki bitki boyları **B)** Bakteri uygulaması ve NPK uygulamasına ait 45. günün sonundaki bitki boyları.

Tablo 5. Farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasından elde edilen bitki boylarına ait değerler (cm).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	42,75de	47,41cd	46,71cd	52,16bc	53,17ab	51,83bc	49,41bc	58,12a	50,20A
İspir	31,99g-ı	37,03hı	37,33fg	38,83ef	34,83f-h	32,04g-ı	27,67ı	35,39f-h	33,50B
Ort.	37,37D	42,22BC	42,02BC	45,50AB	44,00AB	41,94BC	38,54CD	46,71A	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Uygulamalara ait ortalama değerler dikkate alındığında en fazla bitki boyu (46,71 cm) FR-22 kodlu bakteri izolatından elde edilmiş, bunu 45,50 cm ile FR-4 kodlu izolat izlemiştir. Genotiplere ait ortalama değerlere bakıldığında ise bitki boyu bakımından Hınıs genotipin (50,20 cm) İspir genotipinden (33,50cm) daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Tablo.5.).

Kök uzunluğu (cm)

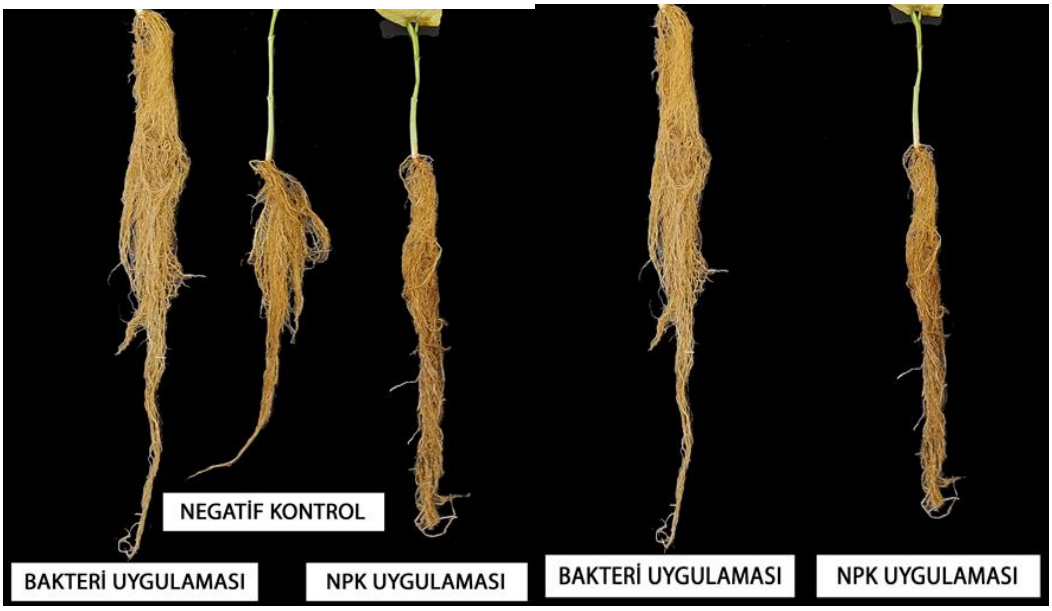
Hınıs ve İspir genotiplerinde farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasının kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 6' da verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre kök uzunluğu üzerine uygulama ve genotiplerin etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu görülmüştür. Bununla birlikte uygulama x genotip interaksiyonunun da etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 6.).

Tablo 6. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Uzunluğuna Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	121,19	12,83	0,000**
Genotip	1	128,64	13,62	0,001**
Uygulama x genotip	7	78,73	8,33	0,000**
Hata	32	9,45		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Kök uzunluğu bakımından veriler incelendiğinde en yüksek değer 62,46 cm ile FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiş, bunu FR-2 (54,75 cm), ve FR-4 (51,17 cm) kodlu izolatlar takip etmiştir. Uygulamalar arasındaki ortalamalar ele alındığında ise en iyi sonuç 56,33 g FR-9 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Genotipler arasındaki ortalamalara göre kök uzunluğuna sahip en yüksek değerin 48,75 cm ile İspir genotipi olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).



Şekil 2. Negatif kontrol, bakteri uygulaması ve NPK uygulamasının kök uzunluklarına ait görüntü

Tablo 7. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Uzunluğuna Ait Değerler (cm)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	42,08ef	47,30c-e	42,85ef	45,30d-f	50,20b-d	44,33ef	41,32 f	50,40b-d	45,47A
İspir	41,25 f	41,90ef	54,75 b	51,17bc	62,46 a	50,32b-d	44,42ef	43,71ef	48,75B
Ort.	41,67D	44,6CD	48,80B	48,23 B	56,33 A	47,33BC	42,87D	47,06BC	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Kök yaş ağırlığı (g/bitki)

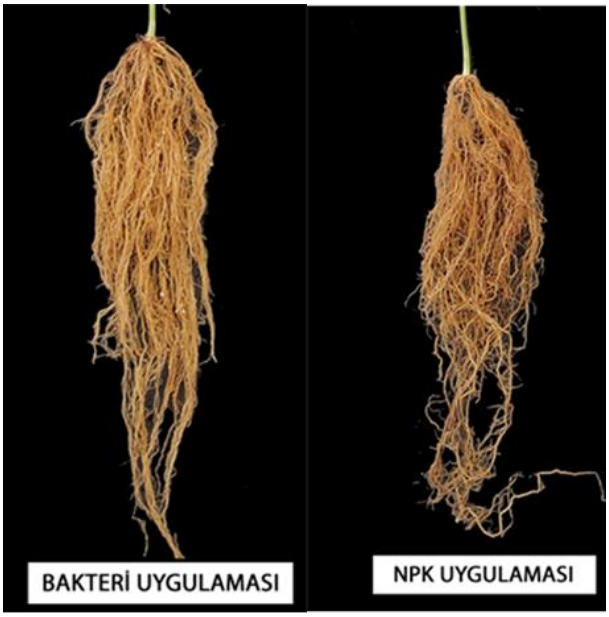
Kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları Tablo 8' de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre kök yaş ağırlığı üzerine uygulama, genotiplerin ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	177,45	10,86	0,000**
Genotip	1	4620,90	282,89	0,000**
Uygulama x genotip	7	103,75	6,35	0,000**
Hata	32	16,33		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Uygulamalara göre ortalamalara bakıldığında en iyi sonuç 44,72 g ile FR-19 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Veriler incelendiğinde en yüksek değer 54,56 g ile FR-20 kodlu bakteri izolatından Hınıs genotipinden elde edilmiştir. Bunu 53,09 g ile FR-4 ve 51,94 g ile FR-9 kodlu izolatlar takip etmiştir. Bakteri izolatlarının genotip üzerine etkisi incelendiğinde Hınıs genotipinin, İspir genotipine göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir (Tablo 9.).



Şekil 3. Fasulye bitkisine ait kök görüntüsü

Tablo 9. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Yaş Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	35,73cd	47,54ab	40,18 c	53,09 a	51,94 a	48,08ab	54,56 a	49,97 a	47,64A
İspir	19,90 f	22,42 f	25,41ef	31,51de	25,59ef	41,35bc	23,70 f	34,21cd	28,01 B
Ort.	27,82C	34,98 C	32,79 C	42,30AB	38,77 B	44,72 A	39,13B	42,09AB	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Gövde yaş ağırlığı (g/bitki)

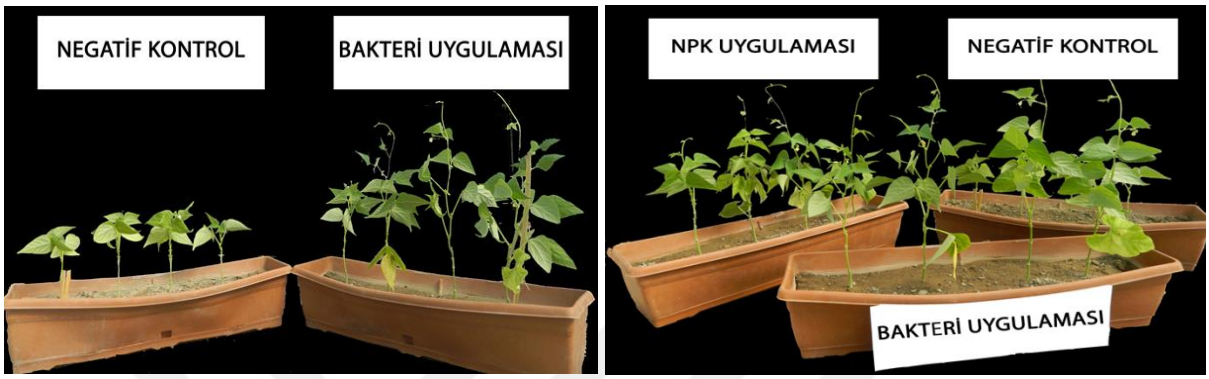
Farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasının gövde yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre gövde yaş ağırlığı üzerine uygulama, ve genotiplerin etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonunun da önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	528053,73	1,02	$0,437^{ns}$
Genotip	1	645943,68	1,25	$0,273^{ns}$
Uygulama x genotip	7	514442,09	0,99	$0,454^{ns}$
Hata	32	518150,92		
Toplam	47			

ns: $p>0,05$ düzeyinde önemsiz

Gövde yaş ağırlığı bakımından veriler incelendiğinde en iyi sonuç 58,03 g ile FR-2 kodlu bakteri izolatından Hınıs genotipinden elde edilmiştir. Bunu 54,39 g ve 53,30 g gövde yaş ağırlığı ile FR-4 ve FR-9 kodlu izolatların takip ettiği görülmüştür. Uygulamalara ait ortalama değerlere bakıldığında en fazla gövde yaş ağırlığı 43,13 g ile FR-2 bakteri izolatından elde edilmiştir. Genotipler arasındaki ortalamalara göre gövde yaş ağırlığına ait en yüksek değerin 51,43 g ile Hınıs genotipi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11).



Şekil 4. Negatif kontrol, bakteri uygulaması ve NPK uygulamasının bitki gelişimlerine ait görüntü.

Tablo 11. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Yaş Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	43,62	46,40	58,03	54,39	53,30	54,20	49,80	51,73	51,43
İspir	22,56	26,45	28,24	28,08	26,56	36,93	23,49	27,15	27,43
Ort.	33,09	36,43	43,13	41,23	39,93	45,57	36,65	39,44	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Kök kuru ağırlığı (g/bitki)

Araştırmada uygulamaların kök kuru ağırlık üzerine etkisi önemli ($p<0,05$) olmuştur. Bununla birlikte genotiplerin ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin de çok önemli ($p<0,001$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12.).

Tablo 12. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	0,99	3,16	0,012*
Genotip	1	16,02	51,19	0,000**
Uygulama x genotip	7	1,75	5,59	0,000**
Hata	32	16,33		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli, *: $p< 0,05$ düzeyinde önemli

Kök kuru ağırlığı bakımından ortalama değerlere bakıldığında ilk sırada 5,83 g ile FR-9 kodlu bakteri izolatı (Hınıs çeşidinde) yer almıştır. Bunu sırasıyla FR-20 (5,79 g) ve FR-2 (5,51 g) ile bakteri izolatları izlemiştir. İspir çeşidinde ise en iyi sonuç, 5,47 g ile FR-19 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında ki ortalamalar dikkate alındığında ise en fazla kök kuru ağırlığı (5,26 g) FR-19 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir (Tablo13.).

Tablo 13. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Kuru Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	4,08 de	4,77 a-d	5,51 ab	4,60b-d	5,83 a	5,04a-d	5,79 a	5,26 a-c	5,11 A
İspir	3,32e	4,02 de	4,26 c-e	4,30 c-e	3,41e	5,47 ab	3,33e	3,52e	3,95 B
Ort.	3,7CD	4,40 C	4,88 AB	4,45 BC	4,62A-C	5,26 A	4,56A-C	4,39BC	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Gövde kuru ağırlığı (g/bitki)

Farklı bakteri izolatları ve NPK uygulamasının gövde kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Tablo 14' de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre gövde kuru ağırlığı üzerine uygulama, genotip ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	4,12	11,83	0,000**
Genotip	1	143,56	411,91	0,000**
Uygulama x genotip	7	1,73	4,97	0,001**
Hata	32	0,35		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Veriler incelendiğinde en iyi sonuçların 9,36 g, 9,35g, 9,34 g ile sırasıyla FR-19, FR-22, FR-4 kodlu izolatlardan Hınıs genotipinden elde edildiği görülmüştür. İzolatlardan elde edilen değerlerin tamamı NPK uygulamasından daha yüksek olmuştur. İspir genotipinde ise en fazla gövde kuru ağırlığı 6,73 g ve 6,70 g ile FR-19 ve FR-4 kodlu bakteri izolatlarından elde edilmiştir. Genotipler arasındaki ortalamalara göre gövde kuru ağırlığına ait en yüksek değerin 8,81 g ile Hınıs genotipi olduğu belirlenmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Kuru Ağırlıklarına Ait Değerler (g/bitki).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	7,54 b	7,61 b	9,08 a	9,34 a	9,27 a	9,36 a	8,93 a	9,35 a	8,81 A
İspir	3,52 g	5,80 cd	5,90 cd	6,70 bc	4,67 ef	6,73 bc	4,17 fg	5,34 de	5,35 B
Ort.	5,53 E	6,71 CD	7,49 AB	8,02 A	6,97B-D	8,05 A	6,55 D	7,35A-C	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Gövde çapı (mm)

Gövde çapına ait varyans analizi sonuçlarına göre uygulamaların etkisi önemli ($p<0,05$) iken, genotiplerin etkisi çok önemli ($p<0,001$) olmuştur. Aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin de çok önemli ($p<0,001$) olduğu görülmüştür (Tablo 16.).

Tablo 16. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Çapına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	0,11	2,80	0,022*
Genotip	1	0,76	18,81	0,000**
Uygulama x genotip	7	0,15	3,73	0,005**
Hata	32	0,04		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli, *: $p< 0,05$ düzeyinde önemli

Gövde çapı bakımından veriler incelendiğinde en iyi sonuç (4,12 mm) FR-4 kodlu izolattan, İspir genotipinden elde edilmiştir. Bunu 3,95 mm ve 3,77 mm gövde çapı ile FR-2 ve FR-19 kodlu izolatların takip ettiği görülmüştür. Uygulamalara ait ortalama değerlere bakıldığında en fazla gövde çapı 3,78 mm ile FR-4 bakteri izolatından elde edilmiştir. Genotipler arasında farklılık olduğu açıkça görülmektedir (Tablo 17).

Şekil 5. Fasulye bitkisinde ait gövde çapı ölçümüne ait görüntü.

Tablo 17. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Çaplarına Ait Değerler (mm)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	3,23ef	3,35d-f	3,21f	3,44c-f	3,46c-f	3,54c-f	3,72b-d	3,48c-f	3,43A
İspir	3,46c-f	3,48c-f	3,95ab	4,12a	3,62b-e	3,77a-c	3,51c-f	3,53c-f	3,68B
Ort.	3,35C	3,42BC	3,58A-C	3,78A	3,54A-C	3,66AB	3,62AB	3,51BC	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Klorofil miktarı (SPAD)

Klorofil miktarına ait varyans analizi sonuçlarına göre uygulama ve genotiplerin etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu, buna karşın uygulama x genotip interaksiyonunun önemsiz ($p>0,05$) olduğu görülmüştür (Tablo 18).

Tablo 18. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil Miktarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	22,98	5,58	0,000**
Genotip	1	72,03	17,48	0,000**
Uygulama x genotip	7	7,64	1,85	$0,111^{ns}$
Hata	32	4,12		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli, ns: $p>0,05$ düzeyinde önemsiz

Her iki genotipte de bakteri izolatlarının tamamının kontrol uygulamasına göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Ancak Hınıs genotipinde, NPK uygulamasından elde edilen değer izolatların tamamından daha yüksek olmuştur. İspir genotipinde ise 5 izolatın NPK ile aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Bakteri izolatları arasında en iyi sonuç 38,83 ile FR-20 kodlu bakteri izolatından Hınıs genotipinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 38,77 ve 38,10 klorofil miktarı ile FR-19 ve FR-4 kodlu izolatların takip ettiği görülmüştür.

Şekil 6. Fasulye bitkisinde klorofil miktarının ölçümüne ait görüntü.

Tablo 19. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil Miktarlarına Ait Değerler (SPAD)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	35,83	43,07	37,60	38,10	37,20	38,77	38,83	36,07	38,18A
İspir	30,60	37,50	36,13	36,30	36,07	34,80	37,43	37,03	35,73B
Ort.	33,22C	40,28A	36,87B	37,20B	36,63B	36,78B	38,13AB	36,55B	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Uygulamalara ait değerler dikkate alındığında en fazla ortalama klorofil miktarı 40,28 ile NPK uygulamasından elde edilmiş olup, bunu 38,13 ile FR-20 kodlu bakteri izolatının izlediği görülmüştür. Genotiplere ait ortalamalara bakıldığında ise klorofil miktarı bakımından Hınıs çeşidinin daha iyi olduğu (38,18) sonucuna varılmıştır (Tablo 19.).

Yaprak alanı (cm^2/bitki)

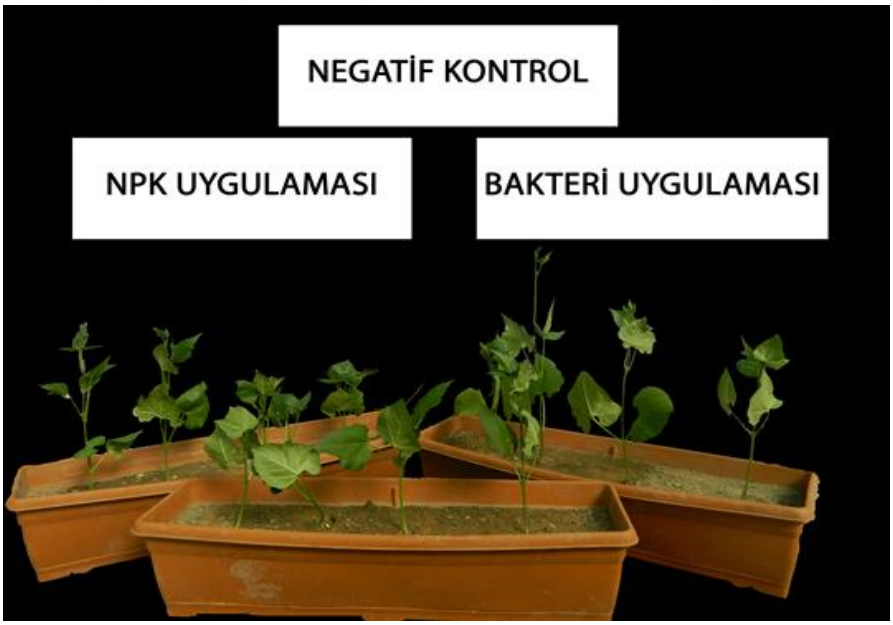
Hınıs ve İspir genotiplerinde farklı bakteri ve NPK uygulamalarının yaprak alanına ait varyans analiz sonuçları Tablo 20'de verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre uygulamaların, genotiplerin ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisi çok önemli ($p<0,001$) bulunmuştur (Tablo 20).

Tablo 20. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Yaprak Alanına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	10466,76	30,83	0,000**
Genotip	1	140177,60	412,91	0,000**
Uygulama x genotip	7	4626,254	13,63	0,000**
Hata	32	339,49		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Çeşitler arasındaki ortalamalara göre en yüksek yaprak alanı Hınıs (272,50 cm^2) genotipinden elde edilmiştir. Yaprak alanı bakımından veriler incelendiğinde en yüksek değerler 348,44 cm^2 ile FR-4 ve 346,88 cm^2 ile FR-19 kodlu izolattan Hınıs genotipinden 208,89 cm^2 ile FR-4 ve 205,40 cm^2 ile FR-2'den İspir genotipinden elde edilmiştir (Tablo 21).



Şekil 7. Fasulye bitkisinde yaprak alanına ait görüntü

Tablo 21. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Yaprak Alanına Ait Değerler (cm^2/bitki)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	156,65fg	242,58c	242,42 c	348,44a	297,11b	346,88 a	243,37c	302,55 b	272,50A
İspir	141,90fg	141,66fg	205,40de	208,89d	165,67f	174,78ef	128,36g	148,70fg	164,42B
Ort.	149,2D	192,1B	223,91 B	278,67A	231,39B	260,83A	185,87C	225,63B	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Yaprak sayısı (adet/bitki)

Yaprak sayısına ait varyans analizi sonuçlarına göre uygulamaların, genotiplerin etkisi çok önemli ($p<0,001$) olmuştur. Aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin de çok önemli ($p<0,001$) olduğu görülmüştür (Tablo 22).

Tablo 22. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Yaprak Sayısına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	1,06	3,68	0,005**
Genotip	1	25,52	88,29	0,000**
Uygulama x genotip	7	1,13	3,90	0,004**
Hata	32	0,29		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Yapılan çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının etkisine bakıldığında en iyi sonuç 7.50 adet/bitki ile Hınıs genotipinde, NPK uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 6,42 adet/bitki ile FR-20 kodlu bakteri izolatı izlemiştir. Bakteri uygulamasından elde edilen sonuçların tamamı NPK uygulamasından daha düşük olmuştur. Ancak, İspir genotipinde FR-22 kodlu bakteri izolatından (5,00 adet/bitki) NPK'ya (4,75 adet/bitki) göre daha yüksek değerde sonuç elde edilmiştir (Tablo 23).

Tablo 23. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Yaprak Sayısına Ait Değerler (adet/bitki)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	5,67 b-d	7,50 a	5,25 cd	6,17 bc	6,17 bc	5,58b-d	6,42 b	5,50b-d	6,03 A
İspir	3,58 f	4,75 de	4,92 de	4,75 de	4,67 de	4,75 de	4,17 ef	5,00 de	4,57 B
Ort.	4,63 C	6,13 A	5,08 BC	5,46 B	5,42 B	5,17 BC	5,29 BC	5,25 BC	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Nodül sayısı (adet/bitki)

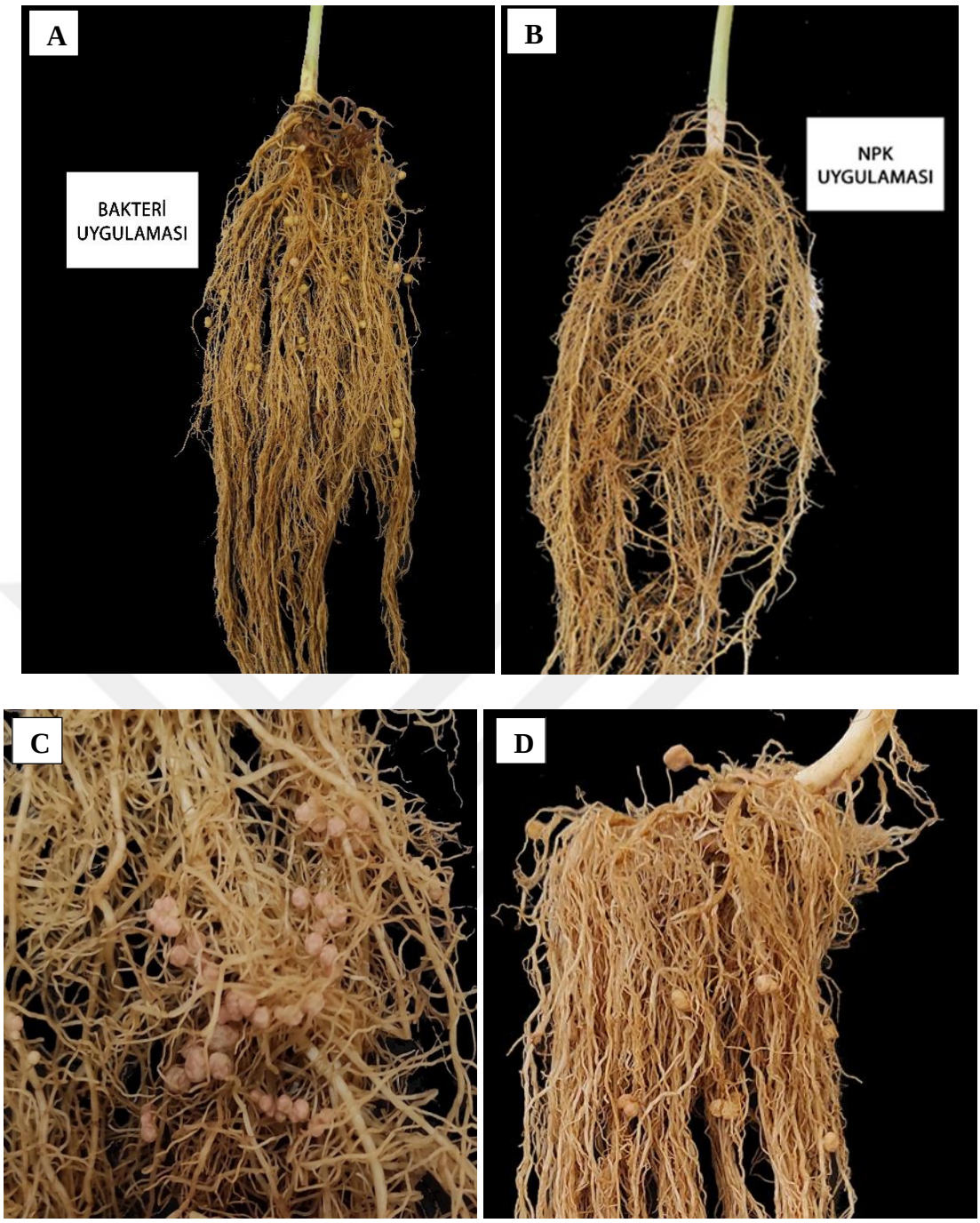
Hınıs ve İspir genotiplerinde farklı bakteri ve NPK uygulamalarının nodülasyon sayısına ait varyans analiz sonuçları Tablo 24'de verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre uygulama, genotip ve uygulama x genotip interaksiyonu çok önemli ($p<0,001$) bulunmuştur (Tablo 24).

Tablo 24. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Nodül Sayısına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	1197,71	84,95	0,000**
Genotip	1	5003,10	354,85	0,000**
Uygulama x genotip	7	342,18	24,27	0,000**
Hata	32	14,10		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

İzolatlardan tamamının kontrol uygulamasına ve NPK uygulamasına göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bakteri izolatlarından en iyi sonuç, 63,83 adet/bitki ile FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiş olup, bunu sırasıyla FR-4, FR-2 ve FR-19 kodlu izolatların takip ettiği belirlenmiştir. Uygulama ortalamalarına göre, en fazla nodül 46,08 adet/bitki ile FR-9 kodlu izolattan elde edilmiştir (Tablo 25).



Şekil 8. Kökte nodül oluşumuna ait görüntü A) İspir genotipinde bakteri uygulaması sonuçunda nodül oluşumuna ait görüntü B) Hınıs genotipinde NPK uygulaması sonucunda oluşan görüntü C) İspir genotipinde bakteri uygulaması sonucunda oluşan görüntü D) Hınıs genotipinde bakteri uygulaması sonucunda oluşan görüntü.

Tablo 25. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Nodül Sayısına Ait Değerler (adet/bitki)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	2,33 ı	2,37 ı	3,17 hı	15,67ef	28,33 d	15,00ef	9,17 f-h	11,50 e-g	10,94 A
İspir	6,50 g-ı	13,33ef	44,42bc	48,42 b	63,83 a	40,00 c	18,00 e	14,33ef	31,10 B
Ort.	4,42 E	7,85 E	23,79 C	32,04 B	46,08 A	27,50 C	13,58 D	12,92 D	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Gövdede protein oranı

Protein oranına ait varyans analiz sonuçları Tablo 26'da verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre uygulamaların ve genotiplerin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonu da çok önemli ($p<0,001$) olmuştur (Tablo 26).

Tablo 26. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Gövde Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	36,60	24,22	0,000**
Genotip	1	33,68	22,29	0,000**
Uygulama x genotip	7	6,47	4,28	0,002**
Hata	32	14,10		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Yapılan çalışmada kullanılan bakteri izolatlarından protein oranına dair en iyi sonuç %17,62 ile FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiştir. (Tablo 27.). Hınıs genotipinde ise en yüksek protein oranı (%17,06) FR-2 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Ancak her iki genotipte de NPK uygulamasının daha yüksek oranda protein içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 27).

Tablo 27. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Gövde Protein Oranına Ait Değerler (%).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	16,39c-f	19,79 b	17,06c-e	16,62 c-e	15,70c-f	14,68 ef	14,92 ef	14,12 f	16,16 A
İspir	18,07 bc	25,83 a	16,28c-f	16,12c-f	17,62cd	16,54c-e	16,89c-e	15,35d-f	17,84 B
Ort.	17,23 B	22,81 A	16,67 B	16,37 B	16,66 B	15,61BC	15,90BC	14,74 C	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Kökte protein oranı

Kökteki protein oranına ait varyans analizi sonuçlarına göre uygulama ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisi çok önemli ($p<0,001$) olmuştur. Ancak genotiplerin etkisinin önemsiz ($p>0,05$) olduğu görülmüştür (Tablo 28).

Tablo 28. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Kök Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	44,32	45,49	0,000**
Genotip	1	0,44	0,45	$0,507^{ns}$
Uygulama x genotip	7	4,80	4,93	0,001**
Hata	32	0,97		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli, **: $p<0,05$ düzeyinde önemsiz

Kök protein oranına ait değerlere bakıldığında, gövde protein oranın da olduğu gibi en yüksek oran her iki çeşitte de NPK uygulamasından elde edilmiştir. Hınıs genotipin de en yüksek oran % 13,69 ile FR-2 kodlu izolattan, İspir genotipinde ise % 13,63 ile FR-19 kodlu izolattan elde edilmiştir (Tablo 29.).Her bir genotipte izolatlara ait değerlere bakıldığında birbirine yakın olduğu görülmektedir (Tablo 29.).

Tablo 29. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Kök Protein Oranına Ait Değerler (%)

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	16,40 c	18,46 b	13,69 d	13,26d-f	11,76 e-g	12,09d-g	12,49 d-g	12,03 d-g	13,77
İspir	15,53 c	21,24 a	11,67fg	10,94 g	12,91 d-f	13,63 de	13,47 d-f	12,33 d-g	13,97
Ort.	15,97 B	19,85 A	12,68 C	12,10 C	12,33 C	12,86 C	12,98 C	12,18 C	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Klorofil a (mg/g)

Araştırmada farklı bakteri uygulamalarının klorofil a üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 30'da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulama ve genotiplerin etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu görülmüştür. Aynı şekilde uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin de çok önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 30).

Tablo 30. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil a'ya Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	0,005	4,79	0,001**
Genotip	1	0,011	10,56	0,003**
Uygulama x genotip	7	0,005	5,27	0,000**
Hata	32	0,001		
Toplam	47			

**: p< 0,001 düzeyinde çok önemli

Ortalamalara ait sonuçlara göre klorofil a bakımından genotipler arasında istatiksel olarak bir farklılık meydana gelmemiştir. Uygulamaların tamamından birbirine yakın değerler elde edilmiştir (Tablo 31).

Tablo 31. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil a'ya Ait Değerler (mg/g).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	0,38 c	0,56 a	0,49 b	0,54 ab	0,54 ab	0,54 ab	0,53 ab	0,53 ab	0,51 A
İspir	0,55 ab	0,56 a	0,54 ab	0,53 ab	0,53 ab	0,55 ab	0,54 ab	0,55 ab	0,54 B
Ort.	0,46 B	0,56 A	0,52 A	0,54 A	0,54 A	0,54 A	0,53 A	0,54 A	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Klorofil b (mg/g)

Araştırmada farklı bakteri uygulamalarının klorofil b üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 32'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uygulama ve genotiplerin etkisi çok önemli ($p<0,001$) olmuştur. Bununla birlikte uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin de çok önemli ($p<0,001$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 32).

Tablo 32. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Klorofil b'ye Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	0,04	17,94	0,000**
Genotip	1	0,19	96,27	0,000**
Uygulama x genotip	7	0,04	18,17	0,000**
Hata	32	0,002		
Toplam	47			

**: p< 0,001 düzeyinde çok önemli

Çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının klorofil b üzerine etkisine bakıldığında 0,61 mg/g ile FR-20 kodlu izolattan Hınıs genotipinden, 0,68 mg/g ile FR-2 kodlu izolattan İspir genotipinden elde edilmiştir. Ancak İspir genotipinde NPK uygulamasından daha yüksek sonuç elde edilmiştir (Tablo 33.). Genotiplere ait ortalama değerler ele alındığında İspir genotipinin klorofil b içeriğinin daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 33.).

Tablo 33. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Klorofil b'ye Ait Değerler (mg/g).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	0,32 h	0,56 cd	0,40 g	0,55 cd	0,47e-g	0,52 d-f	0,61 bc	0,47e-g	0,49 A
İspir	0,62 bc	0,83 a	0,68 d	0,64 b	0,48d-g	0,45 fg	0,55 c-e	0,65 b	0,61 B
Ort.	0,47 C	0,69 A	0,54 C	0,60 B	0,47 D	0,48 D	0,58 BC	0,56 BC	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Toplam klorofil (mg/g)

Farklı bakteri uygulamalarının toplam klorofil üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 34' de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre uygulamaların, genotiplerin ve uygulama x genotip interaksiyonunun etkisinin çok önemli ($p<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 34).

Tablo 34. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasının, Toplam Klorofil'e Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F	P
Uygulama	7	0,05	8,83	0,000**
Genotip	1	0,18	35,56	0,000**
Uygulama x genotip	7	0,03	5,87	0,000**
Hata	32	0,005		
Toplam	47			

**: $p< 0,001$ düzeyinde çok önemli

Yapılan çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının etkisinin İspir genotipinde, Hınıs genotipine göre daha iyi olduğu görülmüştür. İspir genotipinde en iyi sonuç 1,06 mg/g ile FR-2 kodlu bakteri izolatından elde edilmiş bunu 1,00 mg/g ile FR-19 kodlu bakteri izolatı takip etmiştir. Ancak izolatlardan elde edilen değerlerin tamamının NPK uygulamasından daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 35).

Tablo 35. Farklı Bakteri İzolatları ve NPK Uygulamasından Elde Edilen Toplam Klorofil'e Ait Değerler (mg/g).

Uyg. / Genotip	K	NPK	FR-2	FR-4	FR-9	FR-19	FR-20	FR-22	Ort.
Hınıs	0,56 g	0,96 b-e	0,84 d-f	0,88 c-f	0,82 f	0,86 c-f	0,97 b-d	0,82 f	0,84 A
İspir	0,94 b-f	1,11 a	1,06 ab	0,83 ef	0,85 d-f	1,00 ac	0,94 b-f	0,99 ac	0,96 B
Ort.	0,75 E	1,04 A	0,95 BC	0,86CD	0,83 DE	0,93 BC	0,96AB	0,90B-D	

Aynı satırda ve sütunda aynı küçük harf ile gösterilen rakamlar arasındaki farklar önemsizdir. Aynı satırda ve sütunda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada iki farklı fasulye genotipinde (Hınıs, İspir) PGPR kullanımının verim ve verim unsurları üzerine etkileri ile ilgili karakterler incelenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 4- 35' de verilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmaya benzer olarak, daha önce yapılan çalışmalarda bitki boyunun bakteri uygulamalarından olumlu yönde etkilendiği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Şehirali ark., 1983; Önder ve Özkaynak, 1994; Bozoğlu ve ark., 1997; Odabaş ve Gülümser, 2001; Bildirici, 2003; Bilen, 2003, Uyanöz vd. 2010a, Akkurt, 2010). Araştırıcılar, fasulyede bakteri uygulamalarının bitki boyunu 39,70-46,50 cm (Karahan, 1997), 40,32-45,55 cm (Babaoğlu ve ark., 1999), 49,08-60,17 cm (Karaca, 1997) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacıların sonuçları ile çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermekte olup, bakteri uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi olumlu olmuş ve en yüksek bitki boyu (46,71 cm) FR-22 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada klorofil miktarı bakımından en iyi sonuç (43,07) NPK uygulamasından Hınıs genotipinden elde edilmiştir. Ancak bakteri uygulamalarının her iki fasulye genotipinde de kontrole göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Özellikle İspir genotipinde bakteri izolatlarının tamamından, NPK uygulamasına yakın değerler elde edilmiştir. Kayan ve ark.(2021) tarafından fasulyede yapılan iki yıllık çalışmada bakteri uygulamalarının klorofil içeriği ortalama olarak 41,02, Yakupoğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada da klorofil içeriği 33,30 olarak tespit edilmiş olup, bakteri izolatlarının klorofil miktarını artırdığı belirtilmiştir. Nwoko (2014) ve Havugimana vd, (2016) tarafından yapılan çalışmalarda da, yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak bakteri uygulamasının klorofil miktarı üzerine olumlu etki ettiği belirtilmiştir.

Çalışmamızda en fazla gövde yaş ağırlığı (58,03 g) FR-2 kodlu bakteri izolatından, Hınıs genotipinden elde edilmiştir. Çalışmaya benzer olarak Özturan-Akman, (2017) tarafından yapılan iki yıllık çalışmada *Rhizobium* uygulamalarından elde edilen ortalama değer 51,56 g olarak tespit edilmiştir. Her iki çalışmada da bakteri izolatlarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisinin olumlu olduğu belirlenmiştir.

Farklı bakteri izolatlarının etkisini belirlemek amacıyla yaptığımız çalışmada en fazla gövde kuru ağırlığı (9,36 g, 9,35 g, 9,34 g) 3 farklı bakteri izolatından elde edilmiştir. Fasulye bitkisinde daha önce yapılan çalışmalarda; gövde kuru ağırlığının 16,34-33,83 g/bitki (Yaman & Sepetoğlu 1997); 5,02-21,5 g/bitki Küçük (2011); 1,21-5,68 g/bitki (Uyanöz vd. 2010a)

değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz değerler ile yapılan çalışmalardan elde edilen değerler arasındaki farklılıkların kullanılan bakteri izolatları ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Sonuçlara benzer olarak, Aryal vd (2003) tarafından yapılan çalışmada da bakteri aşılamasının bitki kuru ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir.

Yürüttüğümüz çalışmada en yüksek kök yaş ağırlığının (44,72 g) FR-19 kodlu bakteri izolatından elde edildiği görülmüştür. Daha önce araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda bakteri uygulamasından elde edilen kök yaş ağırlığı değerlerinin 1,0-1,8 g (Al-Askar & Rashad, 2010) ve 0,91-1,45 g (Çiftçi vd, 2010) arasında değiştiği bildirilmiştir. Elde etmiş olduğumuz sonuçlar, diğer araştırıcıların bulgularından daha yüksek olmuştur. İmamoğlu (2019) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise en iyi sonuç 70,0 g ile bakteri izolatından elde edilmiştir. Bu durumun, yine çalışmalarda kullanılan farklı izolat tiplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kök kuru ağırlığı bakımından bakteri izolatlarının, NPK ve kontrol uygulamalarına göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. En yüksek kök kuru ağırlığı (5,83 g) FR-9 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Aryal vd (2003), Wonder fasulye çeşidinde *Rhizobium* bakterisinin bitkilerde kök kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Yaman & Sepetoğlu (1997) çalışmasında bakteri uygulamasının kök kuru ağırlığını artırdığını saptamış, 1.25-1.48 g/bitki arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sonuçlarımız Yaman & Sepetoğlu (1997)'nin sonuçlarından yüksek olarak tespit edilmiştir. . Aynı şekilde Akkurt (2010) tarafından yapılan çalışmada da bakteri uygulamasının kök kuru ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak Türkmen vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada bakteri uygulamasının diğer uygulamalara göre arasında fark olmadığını bildirmiştir.

Yaptığımız çalışmada en fazla kök uzunluğu (62,46 cm) FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda kök uzunluğunun 9,7-16,1 cm (Al-Askar & Rashad, 2010), 21,33-28,36 cm (Uyanöz vd, 2010a) ve 17,00-30,33 cm (Karaca & Uyanöz, 2011) arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar, çalışmamızda elde etmiş olduğumuz sonuçlara göre daha düşük olsa da, sonuçlara benzer olarak, en yüksek kök uzunluğu bakteri uygulanmış fasulye genotiplerinden elde edilmiştir. Bu duruma, çalışmalarda kullanılan farklı bakteri izolatlarının sebep olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda en fazla yaprak alanının (348,44 cm^2) FR-4 kodlu bakteri izolatından, Hınıs genotipinden elde edildiği tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Yakupoğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada da en iyi sonuç (199,70 cm^2) bakteri uygulamasından elde edilmiştir.

Fasulye bitkisinde farklı bakteri izolatlarının etkisini belirlemek amacıyla yaptığımız çalışmada, en fazla yaprak sayısı (7.50 adet/bitki) Hınıs genotipinden NPK uygulamasından elde edilmiştir. İspir genotipinde ise en fazla yaprak (5,00 adet/bitki) FR-22 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Karahan (1997) tarafından yapılan çalışmada da, çalışmada kullanılan bakteri izolatının yaprak sayısını artırdığı (10,6- 15,5 adet/bitki) saptanmıştır. Aynı şekilde, Akkurt (2010) bakteri uygulamasının yaprakçık sayısını artırdığını belirtmiştir. Türkmen vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada da en fazla yaprak sayısı (4,3- 5,9 adet/bitki) azot-bakteri kombine uygulamasından elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada nodül sayısı bakımından bakteri izolatlarının, NPK ve kontrol uygulamalarına göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. En fazla nodül (63,83 adet/bitki) FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiştir. Yapılan çalışmaya benzer olarak, Öğüt vd, (2003) tarafından yapılan çalışmada, *Rhizobium* türlerinin aşılandığı fasulyede, nodül sayısının 69,2-137,1 adet; Karaca ve Uyanöz, (2011) tarafından yapılan çalışmada ise nodül sayısının 53-90 adet arasında değiştiği belirtilmiştir.

Yaptığımız çalışmada NPK uygulamasının kök ve gövdedeki protein oranına ait değerler bakteri uygulamasından yüksek bulunmuştur. Bakteri izolatlarına ait değerlere bakıldığında en yüksek protein oranı gövde de (%17,62) FR-9 kodlu bakteri izolatından İspir genotipinden elde edilmiş olup, kökte de en yüksek protein oranı (% 13,69) FR-2 kodlu bakteri izolatından elde edilmiştir. Daha önce yapılan birçok araştırmada, fasulyede bakteri uygulamalarında tane protein oranının % 17,40 ile % 28,00 arasında değişim gösterdiği ve bakteri uygulamalarının protein oranını artırdığı sonucuna varılmıştır (Şehirali ve ark., 1983; Önder ve Özkaynak, 1994; Bozoğlu ve ark., 1997; Bildirici, 2003; Bilen, 2003; Çetin Karaca, 2010; Küçük, 2011; Tajini ve ark., 2012; Bulut, 2013; Özturan Akman, 2017). Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen değerler benzerlik gösterse de, çalışmamızda bakteri uygulamasının protein oranı üzerine etkisinin önemli olmadığı görülmektedir.

Yapılan çalışmada toplam klorofil içeriği üzerine bakterilerin olumlu etki ettiği görülmüştür. Araştırmacılar tarafından fasulyede yapılan çalışmalarda da *Rhizobium*ların toplam klorofil içeriğini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır (Bambara and Ndakidemi 2009; Safikhani *et al.* 2013; Mfilinge, 2014). Börülce ve soya fasulyesinde de yapılan çalışmaya benzer olarak Rhizobium'ların toplam klorofil içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Tairo and Ndakidemi, 2013; Nyoki and Ndakidemi, 2014). Rhizobial inokulasyonun, yaprak fotosentezini (Zhou ve ark., 2006) ve yapraklardaki klorofil içeriğini (Tajini ve ark., 2006) artırarak baklagil bitkilerinin fizyolojik büyüme koşullarını etkileyebileceği (Lanier ve ark., 2005) bildirilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının her iki genotipe ait incelenen parametreler üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür. Kullanılan izolatların incelenen parametre ve genotiplere bağlı olarak etkisi değişmekle birlikte, FR-9, FR-19 ve FR-20 kodlu izolatların biyogübre olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak böyle bir sonuça ulaşabilmek için çalışmanın tarla şartlarında en az 2 yıl süre ile ve tohum verimi ile ilgili karakterlerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abou-Aly, H.E., Mady, M.A., 2009. Effect of humic acid and biofertilizers on wheat (Triticum aestıvum L.) productivity. *Annals of Agric. Sci Moshtohor,* 47(1): 1-12.

Adak, M. S., Güler, M. ve Kayan, N., 2010, Yemeklik Baklagillerin Üretimini Artırman Olanakları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, Ankara, 329-341.

Adak, M. S., 2014, Türkiye'de Yemeklik Baklagillerin Önemi, Üretimi ve İzlenen Politikalar, *Tarım ve Mühendislik*, 103, 24-30.

Ahmad, S., Daur, I., Gamıl Al-Solaımanı, S., Mahmood, S., Bakhashwaın, A., Madkour, M., Yasır, M., 2016. Effect of rhizobacteria inoculation and humic acid application on canola (Brassica Napus L.) *Crop. Pak. J. Bot,* 48(5), 2109-2120.

Ahemad, M. ve Kibret, M., 2013. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria:current perspective. Journal of King Saud University-Science (Article in Press).

Akbulut, B., 2011. Burdur ilinde yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Akdağ, C., 2001. Tokat'ta yüksek verim sağlayacak nohut çeşitleri ile ekim zamanlarının belirlenmesi. GOP Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 59, Araş. Serisi No: 19, Tokat

Akkurt, M (2010)., Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde bakteri aşılamasının azot fiksasyonuna ve bitkinin kök ve toprak üstü organlarına etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.

Al-Askar A. A and Rashad Y M (2010). Arbuscular mycorrhizal fungi: A biocontrol agent against common bean *Fusarium* root rot disease. *Plant Pathology Journal,* 9(1): 31-38.

Albayrak, S. ve C. S. Sevgimay., 2005 "Ankara ve Samsun koşullarında bakteri aşılamasının Yaygın Fiğ (Vicia sativa L.) çeşitlerinin kuru ot ve tohum verimleri üzerine etkileri ve stabilite analizi". Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (3): 263-269.

Anonim., 2020. Tarım Ürünleri Piyasaları Kuru Fasulye. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştime Enstitüsü (TEPGE), Ürün No: BÜ-11, Ankara.

Antoun ve ark., Baguley, D. M., Moffat, D. A., Prevost, A. T. 2006. Reproducibility of volume measurements of vestibular schwannomas–a preliminary study. *Clinical Otolaryngology*, 31(2): 123-129.

Argaw, A., Akuma, A., (2015). *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* sp.inoculation improves the agronomic efficiency of N of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Environ. Syst. Res.* 4, 11. doi: 10.1186/s40068-015-0036-z

Babaoğlu, M., 2001. Temel Laboratuvar Teknikleri. Selçuk Üniversitesi Basımevi. Konya. 18-21.

Balachandran, D. and Nagarajan, P., 2002. Dual inoculation of Rhizobium and phosphobacteria with phosphorus on black gram cv Vamban. Madras Agric. J. 89(10-12):691-693.

Balkaya, A., 1999. Karadeniz bölgesindeki taze fasulye *(Phaseolus vulgaris L)* gen kaynaklarının toplanması, fenolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve taze tüketime uygun tiplerin teksel seleksiyon yöntemi ile seçimi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Balkaya, A. ve Yanmaz, R., 2003. Bazı taze fasulye çeşit adayları ile ticari çeşitlerin morfolojik özellikler ve protein markörler yoluyla tanımlanmaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9(2), 182-188.

Bambara, S. and Ndakidemi, P.A., (2009) Effects of Rhizobium Inoculation, Lime and Molybdenum on Photosynthesis and Chlorophyll Content of Phaseolus vulgaris L. African Journal of Microbiology Research, 3, 791-798.

Bildirici, N., 2003, Van-Gevaş Koşullarında Farklı Azot ve Fosfor Dozları ile Bakteri Aşılamasının (*Rhizobium phaseoli*) Şeker Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L) Çeşidinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi*, Van, 86.

Bildirici, N., Yilmaz, N., The effect of different nitrogen and phosphorus doses and bacteria inoculation (Rhizobium phaseoli) on the yield and yield components of field bean (Phaseolus vulgaris L.). J. Agron. 2005, 4, 207–215.

Bilen, S., (2003). Farklı yaşlardaki değişik Rhizobium kültürleri ile aşılamanın ve çeşitli dozlardaki azotlu mineral gübrelemenin fasulye (Phaseolus vulgaris) bitkisinin kuru madde miktarı, simbiyotik özellikleri ve fosfor içeriği üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum.

Bliss, F.A., 1980. Common bean in hybridization of crop plants (Eds.W.R. Fehr and H.H. Handley), American Society of Agronomy-Crop Singh Science Society of America, Madison, Wisconsin, 273-284.

Bockman, O.C., 1997. Fertilizers and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients: Perspectives for future agriculture. Plant Soil, 194, 11-14.

Bozoğlu, H., Gülümser, A., 1997. Kuru fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) bazı tarımsal özelliklerin korelasyonları ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi (15-18 Kasım 1999), Cilt III, Çayır-Mera Yembitkileri ve Yemeklik Baklagiller, 360-365, Adana.

Bremer, E., Van Kessel C., Karamanos, R., 1989. İnoculant, phosphorus and nitrogen responses of lentil. Can. J. Plant Sci., 69: 691-701.

Bulut, N., 2013. Aşılı Aşısız Koşullarda Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Organik Gübrelerin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.47, Van.

Chaverra, M.H. and Graham, P.H., 1992. Cultivar variation in traits affecting early nodulation of common bean. Crop Sci. 32, 1432–1436.

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

Çerekçi, A.Ş., 1992. İki bodur fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşidinde bakteri aşılaması ve azot dozlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Dejordjevic, M.A., Gabriel, D.W., Rolfe, B.G.,1987. Rhizobium-the refined parasite of legumes. Annu. Rev Phytopathology, 25, 145-168.

Doğan, K., Gök, M., Arıoğlu, H., 2008. Bakteriyel Aşılama ve Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yerfıstığı Bitkisinde Biyomas, Dane Verimi ve Azot içeriklerine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:13, sayı: 1-2. S. 53-64.

Erman, M., Çığ, F. ve Bakırtaş, E., 2012. Farklı Humik Asit ve Rhizobium Bakterisi Aşılamanın Mercimekte Verim, Verim Öğeleri ve Nodülasyona Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1), 64-67.

FAO., 2020. “Resources, Production, Crops”, http://www.fao.org/faostat/en/QC Erişim tarihi: 02.02.2019.

Ferreira, M.C.B., Fernandes, M.S., and Döberenier, J., 1987. Role of Azospirillum brasilense nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants. Biol. And Ferti. of Soils, 4: 47-53.

Figueiredo, M. V. B., Burity, A. H., Cosme, R.M., Chanway, C.P., 2008. Alleviation of drought stres in the common bean (*Phaselous vulgaris L.*) by co-inoculation with *Paenibacillus polymxa* and *Rhizobium tropici*

Gepts, P., Beavis, W.D., Brummer, E.C., Shoemaker, R.C., Stalker, H.T., Weeden, N.F. and Young, N.D., 2005. Legumes as a model plant family.Genomics for food and feed report of the cross-legume advances through genomics conference. Plant Physiology, 137, 1228-1235.

Graham, P. and Ranalli, P., 1997. Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L). Field Crops Research, 53: 131-146.

Gök, M., Martin, P., 1993. Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya, Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. Of Agricultural and Forestry 17: 753-761.

Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe bitkileri Bölümü, Ankara, Cilt 4, s 103.

Hernandez, L.G. and Hill, G.D., 1983. Effect of Plant Population and Inoculation on Yield and Yield Components of Chickpea (Cicer arietinum L) Proceedings. Agronomy Society of New Zealand, 13, 75-79.

Hungria, M., Franco, A. A., Sperent, J.I., 1993. New sources of high temperature tolerant rhizobia for Phaseolus vulgaris L. Plant Soil. 149. 103–109.

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 Canada. Can. J. Microbiol., 54, 248-258.

İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi. 12(2): 1-19.

İşler, E., Coşkan, A., 2009. Farklı Bakteri (Bradyrhizobium Japonicum) Aşılama Yöntemlerinin Soyada Azot Fiksasyonu ve Tane Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 2009, 15(4), 324-331.

Joshi, R., Ramanarao, M.V., Baisakh, N., 2013. Arabidopsis plants constitutively overexpressing a myo-inositol 1-phosphate synthase gene (SaINO1) from the halophyte smooth cordgrass exhibits enhanced level of tolerance to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 65, 61-66.

Kabi, M.C., Behari, K., (1990). Improvement of the yield of chickpea and lentil in Burdwan soils through attachment of rhizospheres with native rhizobia. Indian Agriculturist, 34: 163–68.

Kaçar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: Ankara 453: 55-86.

Kaçar, O., Göksu, E., Çakmak, F., Çöplü, N., Azkan, N., 2004. Determination of Rhizobium Inoculation and Different Nitrogen Dozes on Yield and Yield Components of Some Chickpea Variety and Lines (Cicer arietinum L.) in Bursa Conditions. J. of Uludag Üniv. Agricultural Faculty 18(2): 123-135.

Kaçar, B. ve İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.

Karaca, Ü., Uyanöz, R., 2011. Yunus 90 Kanada ve Akman 98 fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılamanın verim ve verim unsurlarına etkisi. *Toprak ve Su Sempozyumu*, 25-27 Mayıs, 160-166, 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, 91, Tekirdağ.

Kağan, S., 2012. Bakteri Aşılama ve Azot Uygulamasının Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 60s.

Kağan, S. ve Kayan, N., 2014. The Influence of Inoculation and Nitrogen Treatments on Yield and Yield Components in Chickpea (Cicer arietinum L.) Cultivars. Legume Research: An International Journal . Aug, Vol. 37 Issue 4, p363-371.

Karahan, A. ve S. Şehirali., 1999. Trakya koşullarında Şehirali 90 fasulye çeşidinde (Phaseolus vulgaris L. var. nanus DEKAP) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. 15–20 Kasım, s. 389–394. Adana.

Karasu, A., Öz, M., Doğan, R., 2009. The effect of bacterial inoculation and different nitrogen doses on yield and yield components of some chickpea genotypes (Cicer arietinum L.). African Journal of Biotechnology. 8 (1): 59-64.

Karayel, R., 2012. Samsun'da Ekilen Bezelye Genotiplerinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Islah Materyali Olarak Uygunluğunun Değerlendirilmesi, OMÜ Fen Bilimleri Enst. Basılmamış Doktora Tezi, s:119. Samsun.

Kaya, Ş. ve Sökmen, Ö., 2001. Ege koşullarında en fazla azot tespit etme özelliği gösteren fasulye nodozite bakterilerinin (Rhizobium sp. phaseoli) sera ve tarla koşullarında seçilmesi. Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. 119, 369-380.

Kaya, M.D., Çiftçi C.Y., ve M. Kaya., 2002. Bakteri aflılaması ve azot dozlarının bezelye (Pisum sativum L.)'de verim ve verim unsurlarına etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 8(4): 300- 305.

Kılıçarslan, S., 2019. Kuraklık stresinin fasulyede bitki gelişimi ile bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

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.

Küçük, Ç., 2011. Inoculation with Rhizobium spp. in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Zemdirbyste = Agriculture*, 98: 49-56.

Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2008. Fasulyenin ürün verimi ve tohum kalitesinde rhizobium inokulasyonunun etkisi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Lanier, J.E., Jordan, D.L., Spears, J.F., Wells, R., Johnson, P.D., 2005. Peanut response to inoculation and nitrogen fertilizer. Agronomy. Journal. 97, 79- 84.

Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant physiol. Biochem., 42, 565-572.

Tadayon, M. A., Pavlova, I., Martyniuk, K. M., Mohanty, A., Roberts, S. P., Barbosa, F., Denny, C. A., Lipson, M., Sci. Rep. 2018, 8, 10756.

McPhee, K. E and Muehlbauer, F. J., 2002. Improving the nutritional value of cool season food legumes. *Journal of Crop Production,* 5(1-2): 191-211.

Moreira, D.D.L., Leitão, S.G., Gonçalves, J.L.S., Wigg, M.D. and Leitão, G.G., 2005. Antioxidant and antiviral properties of Pseudopiptadenia contorta (*Leguminosae*) and of quebracho (*Schinopsis* sp.) extracts. Química Nova, 28(3), 421-425.

Müftüoğlu, N. M. ve Demirer, T., 1998, Toprakta Azot Bilançosu, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 175-185.

Nadeem, M.A., Ahmad, R. and Ahmad, M.S., 2004. Effect of seed inoculation and different fertilizer levels on the growth and yield of mungbean (Vigna radiata L.). Journal of Agronomy 3 (1): 40–42.

Neuvel, J. and Floot, H., 1992. Research on French Beans. Inoculum can Lower Nitrogen App. Groenter Fruit, Vollegrandsgroenter 2:2, 18-19; 2pl, Holland.

Nyoki, D. and Ndakidemi, P.A., 2014 Effects of Phosphorus and Bradyrhizobium japonicum on Growth and Chloro- A. Mfilinge et al. 1425 phyll Content of Cowpea (Vigna unguiculata (L) Walp). American Journal of Experimental Agriculture, 4, 1120-1136.

Öğüt, M., Kılıç, M., Bhohi, A. R., 2001. *Azospirillum brasilense* ve iki rhizobium türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde nodülasyona etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 17(31): 5-12.

Önder, M., 1992. Bodur Kuru Fasulye Çeşitlerinin Tane Verimine ve Morfolojik, Fenolojik, Teknolojik Özelliklerine Bakteri Aşılama ve Azot Uygulamalarının Etkisi. S.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi (Basılmamış), Konya.

Önder, M., Babaoğlu, M., Gezgin, S., Konuk, M., Yiğit, F., Ceyhan, E., Yorgancılar, M.., 2003. Konya Bölgesi'nde Fasulye ve Nohutta Simbiyotik Azot Fiksasyonun Tesbiti, Rhizobium Irklarının İzolasyonu ve Bakteri Aşılaması. TÜBİTAK/TARP2041.

Önder, M., 2014. Yemeklik tane baklagillerin beslenmedeki önemi. Tarım ve Mühendislik, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayım Organı, Sayı: 104/2013 105/2014 ISSN 1300-0071.

Özturan Akman, Y., 2017. Rhizobium ve Mikoriza Uygulamalarının Fasulye (Phaseolus vulgaris L.)'nin Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Karakterleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.155, Samsun.

Özdemir, S., Karadavut, U. ve C.Erdoğan, 1999. Rhizobium aşılaması ve gübrelemenin bezelyenin (Pisum sativum L.) nodulasyonu ve verimine etkisi. Türk Tarım Orman Dergisi. 23 (Ek Sayı 4). 869-874.

Özdemir, S., 2002. Yemeklik baklagiller. Hasad yayıncılık, ll-30s.

Pekşen, E. ve Artık, C., 2005, Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 110-120.

Pirbalouti, A. G., Golparuar, A. R. and Rostampoor, S. A., 2006. Evaluation of seed yield and yield components of common bean Iranian cultivars for inoculation with four strains of Rhizobium sp. leguminosarum biovar phaseoli. Journal of Agronomy 5(3): 382–386. 2006.

Ram, G., Ramteke, P. W., & Adhikari, G. D. (2013). Effect of PGPR isolates on growth promotion of tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.). *International Journal of Bioinformatics and Biological Sciences,* 141–149.

Rudresh, D. L., Shivaprakash, M. K. ve Prasad, R. D., 2005, Effect of Combined Application of Rhizobium, Phosphate Solubilizing Bacterium and Trichoderma spp. on Growth, Nutrient Uptake and Yield of Chickpea (*Cicer aritenium* L.) *Applied Soil Ecology*, 28 (2), 139-146.

Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. Eng. Life Sci., 1, 217-223.

Sağlam, S.F., 2014. Samsun İli Nebyan Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* var.*communis*) Popülasyonlarının Islahı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Sarıoğlu, G., Özçelik, S. ve Kaymaz, S. 1993. Elazığ ve yöresinde üretilen mercimek bitkilerinden etkili nodozite bakterilerinin (Rhizobium sp. leguminosarum biovar. Viceae) seçimi. Tr. J. of Agric and For 17: 569-573.

Singh, N., Singh, K., 2005. Impact of VA-mycorrhiza, rhizobium and phosphorus on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* L. *Physiological Research*, 18(1): 59-63.

Smartt, J., 1979.Interspecific hybridization in the grain legumesa review, Economic Botany, 33(3), 329-337.

Sprent, J. I., Sprent, P., 1990. Nitrogen Fixing Organisms. In: *Pure and Applied Aspects*. London: Chapman and Hall.

Şehirali, S., 1981. Bodur fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Dekap.), ekim sıklığının verimle ilgili bazı karakterler üzerine etkisi. Ankara Ünversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 738. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 429, Ankara.

Şehirali, S., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı: 314, 435 s., Ankara.

Tairo, E.V., Ndakidemi, P.A., 2013. Bradyrhizobium japonicum inoculation and phosphorus supplementation on growth and chlorophyll accumulation in soybean (Glycine max L.). American Journal of Plant Sciences, 4, 2281.

Tajini, F., Trabelsi, M., Drevon, J., 2012. Combined inoculation with *Glomus intraradices* and *Rhizobium tropici* CIAT 899 increases phosphorus use efficiency for symbiotic nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19: 157-163.

Tajini, F., Drevon, JJ., Lamouchi, L., Aouani, M.E., Trabelsi, M., 2008. Response of common bean lines to inoculation: comparison between the Rhizobium tropici CIAT899 and the native Rhizobium etli 12a3 and their persistence in Tunisian soils. World journal of microbiology & biotechnology. 24, 407-417.

Tilak, K V B R., Ranganayaki, N., Pal, KK., De, R., Saxena, AK., Nautiyal, CS., Mittal, S., Tripathi, AK., Johri, BN., 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89 (Suppl 1): 136-150.

Tsigie, A., Kolluru, V. B., Tillak, R., Anil, K., Saxena., 2011. Field response of legumes to inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria. Biol. Fertil. Soils 47:971-974.

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). J Agric Faculty Atatürk Univ 43: 101–106.

TUİK., 2020. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr, (07.03.2020).

Turan, M ., Ekinci, M., Yildirim, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., Dursun, A., 2016. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (Brassica oleracea) seedlings. Turk. J. Agric. For., 38: 327-333.

Türkmen, O. S., Özçelik, F., Nizam, Ö., Baytekin, H., 2016. Topraksız fasulye kültüründe azotun rhizobium bakteri nodülasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25(1): 201-205.

Uyanöz, R., 2007. The Effects of Different Bio Organic, Chemical Fertilizers and Their Combination on Yield, Macro and Micro Nutrition Content of Dry Bean (Phaseolus vulgaris L.). International Journal of Agricultural Research, 2(2): 115-125.

Uyanöz, R., Karaca, Ü. ve Karaarslan, E., 2010a. Konya yöresinden izole edilen doğal rhizobium bakterilerinin kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) verim ve verim unsurlarına etkisi. 5. Ulusal Bitki Besleme Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül 2010, 252-260, Bornova, İzmir.

Uyanöz, R., Karaaslan, E., Karaca Çetin, Ü., Çelik, Ö., 2010b. Tuzlu alanlardan izole edilen mikoriza sporuyla aşılanmış buğday bitkisinde beslenme ve gelişim durumu. 5. Ulusal Bitki Besleme Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül 2010, 275-282, Bornova, İzmir.

Ülker, M., 2008, Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Ünver, S., Kaya, M., Hakyemez, B. H., 1999. Mercimek ve Macar Fiğinde Farklı Aşılama Yöntemleri ile Azot Dozlarının Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Dergisi

Vuralın, A., Müftüoğlu, N. M., 2012. Farklı dozlarda uygulanan molibdenin bakla (Vicia faba L.) bitkisinin azot içeriğine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1), 53-62.

Yaman, M., Sepetoğlu, H., 1997. Fasulyede ekim zamanının bitki büyümesi ve morfolojik özellikler üzerine etkisi. *Anadolu,* 7(2): 51-65.

Yazdani, D., Rezazadeh, Sh., Amin, Gh., Zainal Abidin, M., Shahnazi, S., Jamalifar, H., 2009. Antifungal Activity of Dried Extracts of Anise (Pimpinella anisum L.) and Star anise (Illicium verum Hook. f.) Against Dermatophyte and Saprophyte Fungi. Journal of Medicinal Plants, Volume 8;24-29.

Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fak. Ders Kitapları Serisi,A. Ü. Ziraat Fak. Ofset Tesisi.

Zahir, Z.A., Arshad M., Frankenberger, W.T., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in Agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.

Zhou, XJ., Liang, Y., Chen, H., Shen, SH., Jing, YX., 2006. Effects of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization on photosynthetic physiology of soybean. Photosynthetica. 44, 530-535.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Hilal Angın
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Palandöken Anadolu İmam Hatip Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (2018)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	