T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI KÖK BAKTERİLERİNİN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) BAKTERİYEL YANIKLIK (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) HASTALIĞINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Furkan TUNÇTÜRK
DANIŞMAN: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

VAN-2017

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI KÖK BAKTERİLERİNİN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) BAKTERİYEL YANIKLIK (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) HASTALIĞINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Furkan TUNÇTÜRK

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-FBE –YL173 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Suat ŞENSOY danışmanlığında, Furkan TUNÇTÜRK tarafından sunulan **"Bazı Kök Bakterilerinin Fasulyede *(Phaseolus vulgaris* L.*)* Bakteriyel Yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) Hastalığına Etkilerinin Araştırılması"** isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 07/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Suat ŞENSOY İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇIĞ İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08./09/2017 tarih ve 2017/41-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.

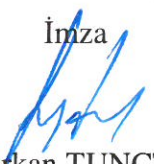
İmza

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

İmza



Furkan TUNÇTÜRK

ÖZET

BAZI KÖK BAKTERİLERİNİN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) BAKTERİYEL YANIKLIK (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) HASTALIĞINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

TUNÇTÜRK, Furkan
Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Suat ŞENSOY
Ağustos 2017, 54 sayfa

Mevcut tez çalışmasında, Van havzasında yaygın olarak yetiştirilen Gina fasulye çeşidi üzerinde, 25 °C sabit sıcaklık, % 60-65 nem ve 12 saat ışık 12 saat karanlık ortamda, 10 farklı PGPR izolatının fasulye bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalığı etmenine karşı etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, hastalık şiddetine, bitki boyuna, bitki çapına, sürgün yaş ağırlığına, sürgün kuru ağırlığına, kök yaş ağırlığına, kök kuru ağırlığına, sürgünlerde ve köklerdeki fosfor (P), sodyum (Na), magnezyum (Mg), potasyum (K), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) miktarlarına bakılmıştır. R15/1, R17/1, R53/2, R54/2 ve R55/1 PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile karşılaştırıldığında daha geniş sürgün çapına ulaştıkları saptanmıştır. R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök yaş ağırlığına sahip oldukları belirlenmiştir. R17/1 ve R53/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. R53/2 ve R55/1 PGPR + izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek düzeyde kök kuru ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R38/1 ve 66/3 PGPR izolatları hariç tüm PGPR+ izolatlarının, hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök çinko içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları yönüyle R38/1 ve 66/3 izolatlarının kontrol uygulaması ile kıyası sonucu önemli derece artış sağlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, Fide gelişim parametreleri, PGPR, Xap.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME ROOT BACTERIA ON BEAN BLIGHT BACTERIA (*Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli* (Xap)) IN BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

TUNÇTÜRK, Furkan
M. Sc. Thesis, Horticulture Science
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Suat ŞENSOY
September 2017, 54 pages

In the present thesis study, the effects of 10 PGPR isolates against *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap) on the Gina bean variety were investigated. In the study, phosphorus (P), sodium (Na), magnesium (Mg), potassium (K), phosphorus (K), and phosphorus in root and plant roots, plant height, shoot diameter, shoot dry weight, shoot fresh weight, root dry weight, root fresh weight, the contents of calcium (Ca), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) were measured. R15/1, R17/1, R53/2, R54/2 and R55/1 PGPR+ isolates were found to reach larger shoot diameter when compared to disease inoculated control (K+). It has been found that R15/1, R17/1, R53/2 and R54/2 PGPR+ isolates have a higher shoot fresh weight than disease inoculated control (K+) application. It has been determined that R15/1, R17/1, R53/2 and R54/2 PGPR isolates have higher root fresh weight than disease inoculated control (K+) application. It has been found that R17/1 and R53/2 PGPR isolates have a higher shoot dry weight than the disease-inoculated control (K+) application. R53/2 and R55/1 PGPR+ isolates were found to have higher root dry weight than disease inoculated control (K+) application. Compared with the disease inoculated control (K+) application and PGPR+ isolates, it was found that all PGPR+ isolates except R15/1, R38/1 and 66/3 PGPR isolates had higher root zinc content than the disease-inoculated control (K+) application. It has been found that chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid amounts are significantly increased compared to control applications of R38/1 and 66/3 isolates.

Keywords: Bean, Seedling growth parameters, PGPR, Xap

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi, destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli Danışmanım Prof. Dr. Suat ŞENSOY'a teşekkür ederim.

Denemenin kurulum aşamasında yardımlarını sunan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖPRÜ'ye ve Arş. Gör. Özlem ÇAKMAKÇI'ya teşekkür ederim.

Tez jürimde yer alan ve değerli katkılarını sunan sayın Prof. Dr. Suat ŞENSOY, Yrd. Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ ve Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇIĞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın sonlanmasında, analizlerin yapımında emeği geçen babam Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK'e, değerli kardeşlerim Sümeyye CENGİZ, Bilal TUNÇTÜRK ve Afra TUNÇTÜRK'e, arkadaşlarım Selma KIPÇAK ve Dilan BİLGE'ye, kuzenim İbrahim BUDAĞ'a teşekkür ederim.

Yardımlarını esirgemeyen Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü hocalarından Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK ve Yrd. Doç. Dr. Haluk KULAZ'a teşekkür ederim.

Ayrıca tüm zor zamanlarımda bana hem maddi hemde manevi desteklerini sunan ve sabır gösteren değerli babama, anneme, eşime ve tüm aileme desteklerinden dolayı minnettar olduğumu bildiririm.

Çalışmama maddi destek sunan Y.Y.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

2017

Furkan TUNÇTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖN SÖZ v
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELER LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR xv
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ 3
3. MATERYAL VE YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.2. Yöntem 9
3.2.1. Kök Bakteri izolatlarının uygulanması 9
3.2.2. Hastalık etmeni (Xap) uygulaması 10
3.2.3. Çalışmada İncelenen Özellikler 11
3.2.3.1. Fide Gelişim Özellikleri 11
3.2.3.1.1. Sürgün boyu 11
3.2.3.1.2. Sürgün çapı 11
3.2.3.1.3. Sürgün yaş ağırlığı 11
3.2.3.1.4. Kök yaş ağırlığı 11
3.2.3.1.5. Sürgün kuru ağırlık 11
3.2.3.1.6. Kök kuru ağırlık 11
3.2.3.2. Hastalık şiddeti 1-5 skalası 12
3.2.3.3.Sürgün ve kökte mineral madde analizleri 12
3.2.3.4. Klorofil ve karotenoid içeriğinin belirlenmesi 13
3.2.4. Yetiştirme ortamı ve özellikleri 14
3.2.4.1. Perlit içeriği 15
3.2.4.2. Besin solüsyonu içeriği 15
3.2.5. Çalışmanın yürütüldüğü iklim odası ve laboratuvar 16
3.3. Veri Analizleri 16

Sayfa

4. BULGULAR 17
4.1. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Hastalık Şiddetine Etkisi (%).....17
4.2. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Boyuna Etkisi (cm).....17
4.3. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Çapına Etkisi (mm).....18
4.4. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Yaş Ağırlığına Etkisi (g) 19
4.5. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Yaş Ağırlığına Etkisi (g) 19
4.6. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Kuru Ağırlığına Etkisi (g) 20
4.7. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Kuru Ağırlığına Etkisi (g) 21
4.8. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Fosfor (P) İçeriğine Etkisi (%).....22
4.9. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Fosfor (P) İçeriğine Etkisi(%).....22
4.10. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Sodyum (Na) İçeriğine Etkisi (%) 24
4.11. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Sodyum (Na) İçeriğine Etkisi (%) 24
4.12. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (%) 25
4.13. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (%) 26
4.14. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm).....27
4.15. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kökte bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm).....28
4.16. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (%).....29
4.17. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (%).....30

Sayfa

4.18. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (ppm) 31
4.19. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (ppm) 32
4.20. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (ppm) 32
4.21. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (ppm) 33
4.22. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (ppm) 34
4.23. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (ppm) 35
4.24. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (%) 36
4.25. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (%) 37
4.26. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Yaprakta Klorofil a Miktarına Etkisi (µg/L) 38
4.27. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Klorofil b İçeriğine Etkisi (µg/L) 40
4.28. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Toplam Klorofil İçeriğine Etkisi(µg/L) 41
4.29. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Karotenoid İçeriğine Etkisi (µg/l) 42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 45
KAYNAKLAR 49
ÖZGEÇMİŞ 54

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1.Hastalık şiddeti belirleme skalası (%) 12

Çizelge 3.2. A besin solüsyonu içeriği 15

Çizelge 3.3. B besin solüsyonu içeriği 15

Çizelge 4.1. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Hastalık Şiddetine Etkisi (%) . 17

Çizelge 4.2. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün boyuna etkisi (cm) 18

Çizelge 4.3. Fasulyede PGPR ve (Xap) uygulamalarının sürgün çapına etkisi (mm)..... 18

Çizelge 4.4. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün yaş ağırlığına etkisi (g) 19

Çizelge 4.5. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök yaş ağırlığına etkisi (g)… .20

Çizelge 4.6. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün kuru ağırlığına etkisi(g)21

Çizelge 4.7. Fasulyede PGPR Xap uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi (g)..... 22

Çizelge 4.8. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün fosfor (P) içeriğine etkisi (%) 22

Çizelge 4.9. Fasulyede PGPR Xap uygulamalarının kök fosfor (P) içeriğine etkisi (%) 23

Çizelge 4.10. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün Na içeriğine etkisi (%)24

Çizelge 4.11. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök sodyum (Na) içeriğine etkisi (%) 25

Çizelge 4.12. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün magnezyum (Mg) içeriğine etkisi (%) 26

Çizelge 4.13. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök magnezyum (Mg) içeriğine etkisi (% 27

Çizelge 4.14. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm) 28

Çizelge 4.15. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm) 29

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 4.16. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün potasyum (K) içeriğine etkisi (%) 30

Çizelge 4.17. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök potasyum (K) içeriğine etkisi (%) 30

Çizelge 4.18. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün demir (Fe) içeriğine etkisi (ppm) 31

Çizelge 4.19. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Fe içeriğine etkisi (ppm). 32

Çizelge 4.20. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün mangan (Mn) içeriğine etkisi (ppm) 33

Çizelge 4.21. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Mn içeriğine etkisi (%)... 34

Çizelge 4.22. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün çinko (Zn) içeriğine etkisi (ppm) 35

Çizelge 4.23. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Zn içeriğine etkisi (ppm) 36

Çizelge 4.24. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi (%) 37

Çizelge 4.25. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Ca içeriğine etkisi (%)... 38

Çizelge 4.26. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının klorofil a miktarına etkisi (µg/l) 39

Çizelge 4.27. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının klorofil b içeriğine etkisi (µg/l) 40

Çizelge 4.28. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının toplam klorofil içeriğine etkisi (µg/l) 42

Çizelge 4.29. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının karotenoid içeriğine etkisi (µg/l) 43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.1.Deneme ortamından bir görüntü 9

Şekil 3.2.Hastalık bulaştırılmış bitkilerin polietilen şeffaf örtü ile neminin yükseltilmesi 10

Şekil 3.3.Hastalıklı yaprak örneği 12

Şekil 3.4. Bitki örneklerinin spektrofotometrede okutulması. 13

Şekil 3.5. Bitki örneklerinin klorofil ve karotenoid içeriklerinin belirlenmesi 14

Şekil 3.6. İklimlendirme odası..... 16

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
(K+)	Pozitif kontrol
(K-)	Negatif kontrol
+	Hastalık inokule edilmiş uygulama
-	Hastalık inokule edilmemiş uygulama
******	Önem derecesi P≤0.01
*****	Önem derecesi P≤0.05
ppm	mg/l
g	Gram
µg	Mikrogram
cm	Santimetre
mm	Milimetre
ml	Mililitre
%	Yüzde
Xap	*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*
℃	Santigrat derece
R15/1	*Pseudomonas koreensis*
R17/1	*Pseudomonas* sp.
R33/3	*Pseudomonas* sp.
R38/1	*Pseudomonas* sp.
R52/1	*Pseudomonas* sp.
R53/1	*Pseudomonas* sp.
R54/1	*Pseudomonas koreensis*
R55/1	*Pseudomonas koreensis*
66/3	*Bacillus subtilis*
Mg	Magnezyum

P	Fosfor
K	Potasyum
Zn	Çinko
Ca	Kalsiyum
Na	Sodyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
$CaCl_2$	Kalsiyum klorür
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria

1. GİRİŞ

Fasulye *Leguminosae* (Baklagiller) familyasına bağlı bir kültür bitkisidir. Botanikte fasulyeler, aynı tür ismini taşımakla beraber, aralarında bitki şekli, çiçek, meyve ve tohum bakımından büyük farklar mevcuttur. Bunlar arasında dünya ülkelerinde en fazla yetiştirilen ve halkın en fazla kullandığı başlıca formlar şunlardır: *Phaseolus vulgaris* var. *comminus*: Sırık fasulyeleri; *Phaseolus vulgaris* var. *nanus*: Yer (bodur) fasulyeleri (Anonim, 2008a).

Dünya'da yemeklik tane baklagiller içerisinde fasulye 2014 yılı için 32 milyon 139 bin ha'lik ekim alanisahiptir. 26 milyon 530 bin ton kuru olarak, 21 milyon 721 bin ton yaş bakla olarak üretimi mevcuttur. Ülkemizde ise 2014 yılı itibariyle fasulyenin ekim alanı yaş fasulyede 74.000 ha, kuru fasulyede 90.449 ha olarak belirtilmiştir. Üretim miktarı ise 638.469 ton yaş fasulye olarak, 215.000 ton kuru fasulye olarak belirtilmiştir (www.fao.org 2017).

Fasulyenin Anavatanı Güney Amerika'dır (Doğan, 2006). Dünyada fasulye üretiminde ilk sırada olan ülke Çin'dir. Fasulye dünyada bol miktarda tüketilen, besin değeri yüksek bir kültür bitkisidir (Anonim,2008b). Ülkemizin birçok yerinde taze sebze ve kuru olarak üretilen fasulye en fazla Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilmektedir (Bozkurt, 2009).

Fasulye, zayıf ve dallanan kazık köke sahiptir. Kök sistemi genellikle yüzlek olmakla birlikte bazen derinlere de gidebilir. Fasulye gövdesi otsu yapıda olup dik veya sarılıcı ve hafif tüylüdür (Anonim, 2007). Bitki boyu çeşide göre değişir. Gövde rengi ile çiçek rengi birbiriyle ilişkilidir. İlk oluşan kotiledon yaprakları dışında oluşan gerçek yapraklar üçlü bileşik yaprak şeklindedir. Fasulyede çiçekler çeşide göre farklı renklere sahiptir. Kendine döllenen bir bitkidir. Fasulye tohumları baklalar içinde yer alır. Fasulye sıcak iklim sebzesidir (Anonim, 2008a).

Fasulyeler diğer *Leguminosae* familyası bitkileri gibi tropik ve subtropik alanların önemli ürünlerindendir. Ancak dünyada özellikle fasulye yetiştiriciliği yapılan alanlarda tuzluluk ve kuraklığın artmasıyla ihtiyacın karşılanamaması riski ortaya çıkmaktadır. Bitkiler kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklıklar, besin elementi

eksiklikleri gibi abiyotik stresin dışında, hastalık ve zararlılar gibi biyotik stres koşullarından da etkilenirler (Özpay, 2008).

Bitkisel üretimin azalmasına sebep olan çevresel stres faktörleri giderek artmaktadır. Bitki gelişimi kuraklık, tuzluluk, su basması, organik kirleticiler, böcek zararı ve virüs gibi birçok biyotik ve abiyotik stres faktörleri tarafından engellenebilir. Bazı bakteriler de çevresel stres faktörlerinden bitkilerin daha az etkilenmelerine yardımcı olmaktadır (Çakmakçı, 2009). Bu bakteriler de PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)'lardır. PGPR'lar bitki gelişimini uyaran kök bakterileri olarak adlandırılırlar (Altın ve Bora, 2005). Bu bakterilerin tercih edilme sebebi bitkilerin hem farklı stres koşullarına karşı dayanıklılığını hem de hastalık oluşturan pek çok etmene karşı doğal dayanıklılığı teşvik etmesidir (Güllüce ve ark., 2012). Genel olarak rizosferde bulunan kök bakterinin % 2-5'inin PGPR olduğu bilinmektedir. Bunların çeşitliliği de bitki türü, toprak yapısı ve toprakta bulunan besin maddesi miktarına göre değişmektedir (Anonim, 2014).

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenmeleri için verimin ve üretim potansiyelinin artırılması gerekmektedir (Aydın ve ark.,2012). Yüksek verim için fazla girdi kullanılmakta ve bu da çevresel sorunlara, doğal kaynakların tükenmesine sebep olmaktadır (Bayrak ve Ökmen,2014). PGPR'lar kimyasal gübreye alternatif olarak sürdürülebilir tarımda kullanılabilirler (Das ve ark.,2013). Dünyanın birçok yerinde kirleticiler olarak bilinen endüstriyel gübre ve çeşitli pestisit kullanımının azaltılması için PGPR'ın biyolojik gübre olarak kullanımı giderek artmaktadır (Çakmakçı, 2005).

PGPR'lar özellikle sağlıklı bitkiye uygulandıklarında sistemik dayanıklılığı aktifleştirerek özellikle bakırlı bileşik uygulamaları gibi kimyasal uygulamalarından daha iyi sonuçlar vermektedir (Aydın ve ark., 2012).

Bu çalışmada fasulye bitkisinde (*Phaseolus vulgaris* L.), ülkemizde ve dünyada yüksek miktarlarda ürün kaybına neden olan Bakteriyel Yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalığı etmenine karşı bazı kök bakterilerinin etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Hastalık etmeni Xap nin 1892-1928 yılları arasında Kuzey Amerika'da fasulye yetiştirilen birçok alanda yaygın olduğu, yine 1899- 1941 yılları arasında Fransa, Avusturya, Bulgaristan, Romanya, Macaristan, İtalya, İspanya, Yugoslavya, İsviçre, Norveç, Rusya, Japonya, Çin, Hindistan, Filipinler, Avusturalya, Mısır, Somali, Madagaskar ve Sudan'da hastalığın varlığı bildirilmiştir (Bozkurt, 2009). Günümüzde etmen Antartika kıtası dışındaki bütün kıtalarda geniş bir yaygınlıkta bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Xanthomonas axonopodis pv. *phaseoli* (Xap) enfekteli tohum ve bitki artıklarında ve konukçusu veya konukçusu olmayan birçok bitki üzerinde canlı kalabilmektedir (Saettler, 1991). Tohum enfeksiyonu, bakterinin uzun mesafelere taşınmasında ve etmenin yeni alanlarda epidemi yapmasında çok önemlidir. Hastalık etmeni, enfekteli tohumlarda yaklaşık 30 yıl canlılığını koruyabilmektedir (Trujillo ve Saettler, 1980).

Hastalık etmeni ülkemizde ilk defa 1966 yılında Sönmezalp tarafından belirlenmiştir. Xap'nin Niğde, Kayseri, Yozgat ve Doğu Anadolu'nun bazı alanlarında olduğu belirlenmiştir (Bozkurt, 2009). Demir ve Gündoğdu (1994), Balıkesir ilinde yaptıkları bir çalışmada sörveyler sonucu özellikle *Xanthomonas* pv. *phaseoli*ve *Pseudomonas* pv. *phaseolicola*'nın yaygın olduğunu belirlemişlerdir. Kahveci ve Maden (1994) tarafından yapılan izolasyon çalışmalarında Ankara, Artvin, Bursa ve Karadeniz bölgesinde *Pseudomonas* pv. *phaseolicola*, Adana, Amasya, Ankara, Antakya, Denizli, İzmir, Samsun, Uşak ve Tokat'ta ise *Xanthomonas* pv. *phaseoli*'nin zarar oluşturduğunu belirlemişlerdir.Hastalığın primer enfeksiyon kaynağı enfekteli tohumlar olup sekonder yayılmalar enfekteli tohumlardan gelişen bitkilerden patojenin yağmur, sulama suyu ve rüzgar yoluyla sağlıklı bitkilere taşınması ile gerçekleşmektedir. (Steadman ve ark., 1975), özellikle yağmurlama sulamanın sekonder enfeksiyonların oluşmasında çok önemli olduğunu belirtmiştir (Sabet ve Ishag, 1969; Kaiser ve Vakili, 1978).

Yoshii ve ark., (1976), yaptıkları çalışmada doğal olarak enfekteli alanlarda hastalığın % 22, yapay enfeksiyon sonucu ise % 45 ürün zararına neden olduğunu

saptamışlardır. Serracin ve ark., (1991), *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)'nin neden olduğu verim kaybını belirleyebilmek için Xap'ye karşı dayanıklı (XAN 155), orta düzeyde dayanıklı (EAP 10-88) ve duyarlı (Catrachita) çeşitlerle yaptığı denemede tarla koşullarında hastalık sonucu % 22- 41.6 arasında ürün kaybı meydana geldiğini belirlemiştir. Fasulyenin en önemli baklagil bitkisi olduğu Etyopya ve Kenya gibi ülkelerde verimde meydana gelen azalmanın en önemli nedeninin *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* olduğu ve hastalığın yaklaşık olarak % 10-75 arasında ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Girna ve ark., 1995; Makini, 1995).

Bakteriyel yanıklığa dayanıklılığın kalıtımı ile ilgili yapılan bir araştırmada *Phaseolus acutifolius* (tepary bean) fasulye türü içinde yapılan melezlemeler sonucu elde edilen F_1, F_2 ve F_3, döllerinden elde edilen sonuçlara göre dayanıklılığın dominant bir gen tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Drijfhout ve Blok, 1987). Silva ve ark., (1989)'da bakla ve yapraktaki dayanıklılığın dominant tek bir gen tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir.

Zapata ve ark., (2011) fasulyede bakteriyel yanıklığın dünyada sınırlandırıcı bir faktör olduğunu ve bir çok ticari çeşitte bu hastalığa karşı dayanıklılığın yetersiz olduğunu belirtmişleridir. Yaptıkları çalışmada farklı fasulye hatlarında, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)'nin farklı ırklarında sonuçlarında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı yaprak reaksiyonları gösteren hatlar duyarlı bir ebeveynle melezlenmiş ve sonuçta dayanıklılığın tek bir dominant genle sağlandığı bulunmuştur.

Yapılan bazı dayanıklılık çalışmaları fasulye yaprak ve meyvelerinin Xap'ye karşı farklı reaksiyonlar meydana getirdiğini göstermiştir. Schuster ve ark., (1983) Dominik Cumhuriyetinde enfekteli fasulyelerden izole edilen 7 Xap izolatı ile Nebraska EK-11 izolatını 8 farklı fasulye hattına karşı test etmiş ve BAT 93 (CIAT) çeşidinin Nebr. EK-11 izolatı dışındaki tüm Xap izolatlarına karşı yapraklarının dayanıklı, meyvelerin ise hassas olduğunu belirlemiştir. BBSR-130 nolu fasulye hattının ise DR-12 nolu Xap izolatına karşı yapraklarda duyarlılık reaksiyonu gösterirken bu hattın meyvelerde tüm Xap izolatlarına karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Webster ve ark. (1983), Jules fasulyesinin ve PI 207262 hattının ılıman iklim kuşağında Xap'ye karşı orta düzeyde dayanıklı iken aynı fasulye çeşit ve hattının tropikal bölgelerde etmene karşı duyarlı olduğunu belirlemiştir. Yapmış olduğu bu

çalışmayla çeşit-patojen interaksiyonlarında iklim özelliklerinin ne derece önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Scot ve Michaels (1992), *Phaseolus vulgaris/ Phaseolus acutifolius* melezi olan 20 fasulye hattı, 5 dayanıklı ve 3 duyarlı çeşit kullanarak bakteriyel yanıklığın etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* 'ye karşı bu hat ve çeşitlerin tarla performanslarını iki farklı lokasyonda incelemişlerdir. Yaprak lezyonlarının şiddeti bakımından hatlar arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Duyarlı olan hatlarda verimde kontrole göre her iki lokasyonda da % 25 azalma belirlenirken, dayanıklı hatlarda bir fark bulunmamıştır. En büyük verim kaybı hastalıktan en çok etkilenen hatlarda yaşanmıştır. Bu çalışmanın sonunda dayanıklı bir ıslah hattı geliştirilmiştir.

Arnaud-Santana ve ark., (1993), 3 ılıman ve 15 tropikal bölgeye ait toplam 15 fasulye hattında, 4 farklı bakteriyel yanıklık etmeninin türü ile bakla ve yaprak belirtileri arasındaki reaksiyonları incelemiştir.Buna göre Fasulye hatlarından XAN-159, BAC-6, ve XAN-112 dayanıklılıkta en iyi yaprak ve bakla reaksiyonunu gösterdiği belirlenmiştir.

Mabagala (1997), 2 dayanıklı ve 5 duyarlı olmak üzere toplam 7 fasulye hattında çiçek tomurcuğu, açılmış çiçek ve baklada (üreme dokuları) bakteriyel yanıklık etmenini belirlemek amacıyla tarla koşullarında 18 günlük fidelere yapay inokulasyon yapmıştır. İnokulasyon sonrası, hem dayanıklı hem duyarlı genotiplerin çiçek tomurcuğu, açılmış çiçek, bakla ve tohumlarında yüksek miktarda patojen varlığı tespit edilmiştir. Üreme dokuları aşamaları arasında etmenin populasyon seviyesinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiş ve dayanıklı genotiplerin infekteli tohumlarında gözle görülür bir hastalık belirtisinin olmadığı bildirilmiştir.

Miklas ve ark. (1999), 4 farklı fasulye germplazm hattının (ICB-3, ICB-6, ICB-8 ve ICB-10) Xap'ye karşı orta düzeyde dayanıklı olduğunu ve ayrıca bu 4 hattın Xap dışında fungal etmenlerden *Macrophomina phaseolina* ve *Uromyces appendiculatus*'a karşı tarla epidemilerinde dayanıklılık gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır.

Dursun ve ark. (2002), Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış olan 22 fasulye genotipinin bakteriyel yanıklık etmeninin MFD-11 nolu ırkına karşı dayanıklılık durumlarını araştırmışlardır. Bu amaçla sera koşullarında 4 haftalık bitkilere yapay inokulasyon yapılmıştır. Yapay inokulasyon sonuçları 1-5 skalasına göre

değerlendirilmiş ve 21 genotipin kısmen hassas, hassas ve yüksek derecede hassas, AG-7117 genotipinin ise dayanıklı bulunduğunu belirlemişlerdir.

Ferreira ve ark. (2003), Brezilya'da bakteriyel yanıklığın önemli kayıplara yol açan temel bakteriyel hastalıklardan biri olduğunu belirtmiş ve bu nedenle HAB-52 (duyarlı) × BAC-6 (dayanıklı) ebeveynlerinin melezlemesinden elde edilen 109 rekombinant ıslah hattının (F_7) doğal infeksiyon koşullarında iki farklı bölgede dayanıklılık durumlarını araştırmışlardır. Dayanıklılıkta çevre ve genotip etkileşimi önemli bulunmuş, herhangi bir genotip bir çevrede dayanıklı bulunurken diğer çevrede duyarlı bulunmuştur. Genetik sonuçlarda yüksek bir kalıtım değerine ulaşılmış (% 91.77) ve bu değerin, çalışılan populasyonun dayanıklı bireylerin seçimi için yeterli bir sonuç olduğunu belirtmişlerdir.

Dönmez (2004), Erzurum ve Erzincan illerinde yaygın olarak üretimi yapılan 36 fasulye genotipini Xap ve *Pseudomonas* pv. *phaseolicola*'ya karşı testlemiş 35 izolat her iki patojene karşı duyarlı iken 36K 25 genotipinin her iki patojene karşıda yüksek düzeyde dayanıklı olduğunu belirlemiştir.

Akbaş (2005), Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen fasulye çeşit ve genotiplerini Xap ve *Pseudomonas* pv. *phaseolicola*'ya karşı testlemiş ve 36K genotipinin her iki patojene karşı dayanıklı Yakutiye-98 ve Kantar-05 çeşitlerinin ise hassas olduğunu saptamıştır.

Fininsa ve Tefera (2006), dört yıl süreyle 201 fasulye genotipinin antraknoz, köşeli yaprak lekesi ve bakteriyel yanıklık hastalıklarına karşı reaksiyonlarını incelemişlerdir. İlk yıl bu genotiplerden 117'si köşeli yaprak lekesi, 171'i antraknoz ve 161'i bakteriyel yanıklığa karşı dayanıklı çıkmıştır. 26 genotipin ise her üç hastalığa karşı dayanıklı çıktığı belirlenmiştir. Sonraki iki yılda 26 genotip dışında 10 genotip daha her üç hastalığa karşı dayanıklı çıkmış ve son yıl bu 10 genotipin dayanıklılık derecesi ve agronomik performansları saptanmıştır. Seçilen genotiplerin bitki başına bakla ve bakla başına tohum sayısının benzer oldukları ve geç olgunlaştıkları saptamıştır.

Çakır ve ark. (2007), Eskişehir ve çevresinde yetiştirilen fasulyelerden izole ettikleri Xap ve *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*'yı bölgede yaygın olarak yetiştirilen 6 çeşit ve 8 fasulye hattına karşı testlemiş ve sera koşullarında yapmış

oldukları bu çalışmada fasulye çeşit ve hatlarının farklı düzeyde duyarlılık gösterdiğini saptamışlardır.

Marquez ve ark. (2007), dört farklı fasulye bölgesinden elde edilen *Phaseolus vulgaris, Phaseolus coccineus* ve *Phaseolus acutifolius* türlerine ait 31 fasulye genotipinin Colorado ve Wisconsin eyaletlerinden alınmış iki farklı bakteriyel yanıklık etmenine ait izolat ile dayanıklılık durumlarını ve izolatlar ile etkileşimini iki yıl süreyle incelemişlerdir. Farklı bakteri yoğonlukları ile sera koşullarında inokulasyon yapılmış ve inokulasyon sonuçları 1-9 skalası ile değerlendirilmiştir. Colorado ve Wisconsin izolatlarının değerlendirme zamanı ve yoğunluğunda büyük farklılıklar gözlenirken, Wisconsin izolatının 10^8 yoğunluğundan yüksek olanlarda inokulasyondan 21 günden sonra üç fasulye türüne ait genotiplerin hiçbirinde etkili olmadığını bildirmiştir.

Osdaghi ve ark. (2009), bir ticari çeşit ve 22 fasulye hattının bakteriyel yanıklığa karşı reaksiyonlarını sera ve tarla koşullarında araştırmışlardır. Hastalıklı yaprak alanı ve hastalık sonucu gelişen beneklerin sayısı ile dayanıklılığı değerlendiren araştırmacılar hem sera hem tarla koşullarında ticari çeşit (Khomein) ve iki hattın (Ks21479 ve Ks31169) duyarlı, üç hattın (Ks51103, BF13607 ve BF13608) ise dayanıklı olduklarını tespit etmişlerdir. Bu üç hattın çeşit geiştirmek için ıslah programlarında kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Mısır'da farklı kaynaklardan alınan tohum örneklerinden *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap) etmeninin izolesi yapılmış ve toplamda 18 izolat elde edilmiştir. Yapılan patojenite testleri sonucunda bu izolatlardan 13 tanesinin patojenik olduğu saptanmış ve bakteriyel yanıklık etmeni olduğu belirlenmiştir (Abd-Alla ve ark., 2010).

Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin, gelişmeyi teşvik mekanizmaları tam olarak açıklanamamış ancak bu bakterilerin N fikse ettiği, bitkisel hormon üretebildiği, fosfat çözebildiği, enzim aktivitesini arttırdığı, stres etileni miktarını azalttığı, antibiyotik ve enzim gibi bileşikler sentezleyerek veya rekabet gibi mekanizmalarla patojenlere karşı antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir (Çakmakçı ve ark., 2012). PGPR uygulamalarıyla çimlenme oranı, kök gelişmesi, verim, yaprak alanı, klorofil oranı, azot oranı, protein oranı, kök ve gövde ağırlığı artmakta, yaprakların yaşlanması gecikmekte ve bazı hastalıklara dayanıklılık sağlamaktadır (Çakmakçı, 2005).

Türkiye'de en yaygın çalışılan bakteri grubu, azot fiske eden, fosfat çözen ve bitkisel hormon üretebilen *Bacillus* cinsine ait türlerdir (Güneş ve ark., 2013).

Srinivasan ve ark. (1996), *Rhizobium* etli TAL 182 ile birlikte *Bacillus* sp. inokulasyonununfasulyede saçak kök gelişimini uyardığı ve *Rhizobium* bakterilerinin fasulye nodülasyonunu arttırdığı göstermiştir.

Çakmakçı (2009), stres koşullarında ACC Deaminaze üretici bakterilerin bitki gelişimine etkisine ilişkin çalışma yapmıştır. Aminosikloropan karboksilat deaminaze (ACCD) enzimi içeren bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin, özellikle farklı çevresel koşullarda etilen düzeyini azaltarak bitki büyüme ve gelişmesine katkı sağladığını belirtmiştir. Etilen düzeyinin azalması farklı çevresel streslere karşı bitkilerin daha dayanıklı olmasına imkan sağlamaktadır.

Yang ve ark. (2009), rizosferde bulunan bakterilerle bitkinin biyotik stres koşullarına toleransını incelemişler. Bunun sonucunda PGPR'ların sistemik toleransı uyardığı ve tarım topraklarında nitrat ve fosfat birikimini önleyerek topraktan gelen besin alımını arttırıp gübre ihtiyacını azalttığı sonucuna varmışlardır. Gübre ihtiyacının azalmasıyla beraber su kirliliğine etkileri azalır ve çiftçiler için daha tasarruflu bir yol seçmiş olur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme çalışması Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri iklim odası, Bahçe Bitileri laboratuarı ve Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuarında yürütülmüştürÇalışmanın bitkisel materyalini Gina fasulye çeşidi oluşturmuştur. Bakteriyel inokulum kaynağı olarak biri Ege Üniversitesi diğer sekizi Yüzüncü Yıl Üniversitesinde yürütülen ön çalışmalarda belirlenen dokuz bakteri izolatı kullanılmıştır. Çalışmada 9 kök bakterisi uygulaması ve bir kontrol uygulaması yapılmıştır. Hastalığın inokulasyonu var (Xap+), yok (Xap-) şeklinde planlanmıştır.



Şekil 3.1. Deneme ortamından bir görüntü.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kök Bakteri izolatlarının uygulanması

Bakteri uygulaması için her bir kök bakterisi izolatı (**R15/1:** *Pseudomonas koreensis***; R17/1:** *Pseudomonas* sp.; **R33/3:** *Pseudomonas* sp.; **R38/1:** *Pseudomonas* sp.; **R52/1:** *Pseudomonas* sp.; **R53/1;** *Pseudomonas* sp.; **R54/1:** *Pseudomonas*

koreensis; **R55/1:** *Pseudomonas koreensis*; **66/3:** *Bacillus subtilis*) 5 cm'lik petrilerdeki KB besiyerine ekilerek 48 saat 24 ^{o}C'de geliştirilmiştir. Yıkanan tohumlar öncelikle bakteriyle kaplanıp ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bakteri kültürleri % 1.5'luk CMC (Karboksi Metil Selüloz) ile süspanse edilmiştir. Kotiledon yapraklar açıldıktan sonra fide başına 20 ml gelecek şekilde besin solüsyonu verilmiş ve gerçek yapraklar oluşup ikinci gerçek yaprakların açılması sırasında kök bakteri izolatları (10^{8}cfu/ml) köklere içirme biçiminde (10 ml/fide) uygulanmıştır (Akköprü, 2012).

Çalışma 5 hafta içinde sonuçlandırılmıştır. Çalışma sonunda 3.2.3'te belirtilen fide gelişim parametreleri ve besin elementi içerikleri incelenmiştir.

3.2.2 Hastalık etmeni (Xap) uygulaması

Fideler iki gerçek yaprak tamamen açıldıktan sonraki aşamaya geldiğinde *Xap*'nin 48 saatlik kültürlerinden hazırlanan 10^{8} cfu/ml (OD=0.13) yoğunluğundaki süspansiyon fasulye fidelerine pülverize edilmiştir. Daha sonra hastalık için uygun nemin oluşabilmesi amacıyla saksıların bulunduğu raflar polietilen şeffaf örtü ile kapatılarak nemin yükselmesi sağlanmıştır. Bitkiler bu şekilde 48 saat tutulduktan sonra örtüler açılmıştır.



Şekil 3.2. Hastalık bulaştırılmış bitkilerin polietilen şeffaf örtü ile neminin yükseltilmesi.

Hastalık uygulamasından yaklaşık üç hafta sonra bitkiler bu çalışma kapsamında oluşturulan 1-5 skalası kullanılarak Thousend Heuberger formülü ile hastalık şiddeti belirlenmiştir (Bozkurt, 2009).

3.2.3. Çalışmada incelenen özellikler

3.2.3.1. Fide gelişim özellikleri

3.2.3.1.1. Sürgün boyu

Kök boğazından itibaren cetvel ile cm biriminde ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.1.2. Sürgün çapı

Kumpas kullanılarak mm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.3.1.3. Sürgün yaş ağırlığı

Hassas terazi ile g cinsinden ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.1.4. Kök yaş ağırlığı

Hassas terazi ile g cinsinden ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.1.5. Sürgün kuru ağırlık

Etüv'de70 °C de 48 saat bekletildikten sonra sabit ağırlığa ulaşan örnekler hassas terazide tartılarak sürgün kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.3.1.6. Kök kuru ağırlık

Etüv'de 70 °C de 48 saat bekletilerek hassas terazide kuru ağırlık ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.2. Hastalık şiddeti 1-5 skalası

Xap'nın fasulye genotiplerinde oluşturduğu hastalık şiddetinin belirlenmesi amacıyla kullanılan 1-5 skalası Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Hastalık şiddeti belirleme skalası (%)

Skala değeri	Açıklama
1	Belirti yok
2	Yaprağın % 1-5'i nekroz veya teksel lekeler
3	Yaprağın % 6-25'i nekroz
4	Yaprağın % 26-50'i nekroz
5	Yaprağın % 50'i nekroz veya ölüm

Skala değerlerinin kullanılarak genotiplerin reaksiyonunun Thousend Heuberger formülü ile hesaplanması sonucu, değerlendirmeler 1-<2: dayanıklı, 2-<3: orta düzeyde dayanıklı, 3-<4: hassas, 4-<5: yüksek düzeyde hassas şeklinde yapılmıştır.

Thousend Heuberger hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$\textbf{Hastalık şiddeti}\% = \frac{\textbf{Σ(Skala değeri x skalada değerlendirmeye giren birey sayısı)}}{\textbf{(En yüksek skala değeri x toplam birey sayısı)}} \boldsymbol{x100}$$



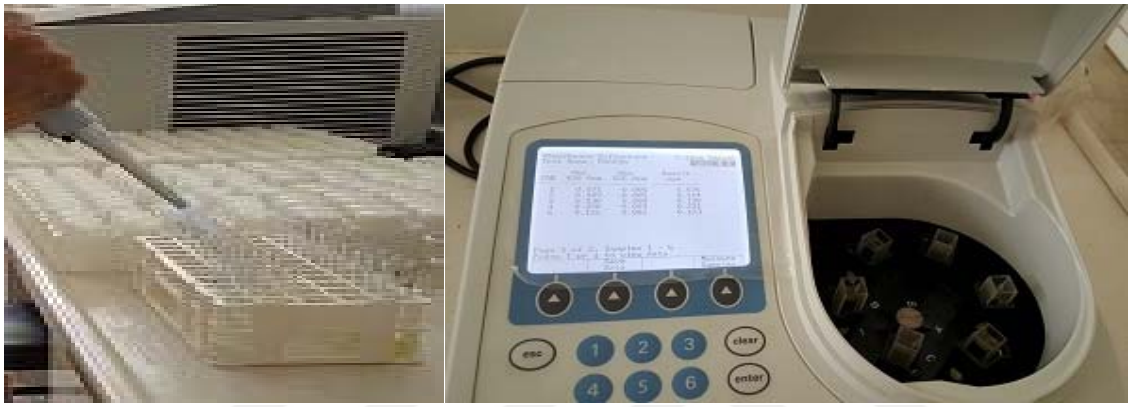
Şekil 3.3. Hastalıklı yaprak örneği

3.2.3.3. Sürgün ve kökte mineral madde analizleri

Kurutma kağıtlarında nemi alındıktan sonra 70 °C'de 48 saat kurutulacak bitki örnekleri öğütülerek, 0.5 gramı yakma işlemine tabi tutulmuş ve çeşitli aşamalardan sonra elde edilen süzüklerden Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okutularak

demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve potasyum (K), sodyum (Na) (ppm) içerikleri belirlenmiştir. Bitki örneklerinde klor (Cl) su ekstraktında AgNO3 ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Fosfor analizi bitki yaprak ve köklerinden alınan örneklerle, 0.5 gr yakma işlemine tabi tutularak ve çeşitli aşamalardan sonra elde edilen süzüklerle, vanadomolibdofosforik sarı yöntemi ile Spektrofotometre kullanılarak yapılmış, fosfor (P) değerleri (ppm) tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).



Şekil 3.4. Bitki örneklerinin spektrofotometrede okutulması.

3.2.3.4. Klorofil ve karotenoid içeriğinin belirlenmesi

Fasulye bitkilerinin sürgün uçlarından alınan yaprak örneklerinden 0.25 gr ayrılmıştır. % 80'lik aseton çözeltisi hazırlanmıştır. Alınan numuneler fallop tüpüne konularak üzerine 10 ml aseton çözeltisi eklenip homojenizatörde parçalanmıştır. Daha sonra santrifüj tüplerine aktarılan örnekler 4000 rpm de 8 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekler 25 ml'lik balon jojelere süzülüp aseton çözeltisi eklenerek hacmen 25 ml'ye tamamlanmıştır. Işık almayan yerde bir süre bekletildikten sonra örnekler kuartzlara doldurulup spektrofotometrede aşağıda verilen dalga boylarında okunmuştur.



Şekil 3.5. Bitki örneklerinin klorofil ve karotenoid içeriklerinin belirlenmesi.

Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları aşağıdaki hesaplama yöntemleriyle hesaplanmıştır (Lichtenthaler ve Wellburn, 1984).

Klorofil a (µg/ml) = $12.95(A_{663}) - 2.81(A_{646})$

Klorofil b (µg/ml) = $20.13(A_{646}) - 5.03(A_{663})$

Toplam klorofil (µg/ml) = Klorofil a + Klorofil b

Karotenoid (µg/ml) = $(1000A_{470} - 3.27[\text{klorofil a}] - 104[\text{klorofil b}])/227$

3.2.4. Yetiştirme ortamı ve özellikleri

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 8 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur. Böylelikle denemede toplam 480 saksı bitki kullanılmıştır. Denemede 250 ml'lik saksılar kullanılmıştır. Deneme iklimlendirme odasında gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak perlit kullanılmıştır. Çalışma süresince bitkiler musluk suyu ile sulanmıştır. Musluk suyu kullanılarak Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te belirtilen solüsyonlar, 5 litre suya 10 ml A besin solüsyonu, 10 ml B besin solüsyonu gelecek şekilde karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti deneme süresince üç defa bitkilere içirilmiştir.

3.2.4.1. Perlit içeriği

SiO_2 (% 72.0 – 76.0), Al_2O_3 (% 11.0 – 17.0), K_2O (% 4.0 – 5.0), Na_2O (% 2.9 – 4.0), CaO (% 0.5 – 2.0), MgO (% 0.1 – 0.5), Fe_2O_3 (% 0.5 – 1.5), TiO_2 (% 0.03 – 0.2), MnO_2 (% 0.03 – 0.1), SO_3 (% 0 – 0.2), H_2O (% 2 – 7).

3.2.4.2. Besin solüsyonu içeriği

Çizelge 3.2. A besin solüsyonu içeriği

A Besin solüsyonu (%)*	
Toplam Azot (N)	10.03
Amonyum Azotu (NH_4-N)	1.6
Nitrat Azotu (NO_3-N)	8.7
Suda çözünür potasyum oksit (K_2O)	7.5
Kalsiyum (Ca)	8.6
Demir DTPA (Fe)	0.3

*1 litre suya 2 ml A ve 2ml B karıştırıldığında suyun EC değerini 2.2 mS/cm' ye çıkarır

Çizelge 3.3. B besin solüsyonu içeriği

B Besin solüsyonu (%)*	
Toplam Azot (N)	2.1
Nitrat Azotu (NO_3-N)	2.1
Suda Çözünür Fosfor Pentaoksit (P_2O_5)	6.4
Suda çözünür potasyum oksit (K_2O)	11.6
Magnezyum (Mg)	1.6
Çinko (Zn)	0.01
Bakır (Cu)	0.003
Mangan (Mn)	0.1
Bor(B)	0.03
Molibden (Mo)	0.004

*1 litre suya 2 ml A ve 2ml B karıştırıldığında suyun EC değerini 2.2 mS/cm' ye çıkarır.

3.2.5. Çalışmanın yürütüldüğü iklimlendirme odası ve laboratuar

İklimlendirme odası; 24 ± 2 ^{o}C sıcaklıkta 12 saat aydınlık 12 saat karanlık, % 60 – 65 nem şartlarında olup bitkiler burada yetiştirilmiştir.



Şekil 3.6. İklimlendirme odası

3.3. Veri Analizleri

Çalışma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS paket programı kullanılmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. BULGULAR

4.1. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Hastalık Şiddetine Etkisi (%)

Bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalık etmeninin, PGPR izolatlarının Gina fasulye çeşidinde, hastalık şiddetine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.1). Ortalama hastalık şiddeti miktarı, % 14.74 olarak bulunmuştur. Hastalık şiddeti kontrol grubunda % 32.60 olarak tespit edilmiştir. Fasulye sürgünlerinde hastalığa en yüksek dayanımı R54/2 PGPR izolatı % 9.53 hastalık şiddeti miktarı ile göstermiştir. En az dayanım ise R33/1 PGPR izolatında tespit edilmiştir. Ayrıca PGPR olarak kullanılan tüm izolatların kontrole göre önemli derecede hastalık şiddetini azalttığı saptanmıştır. Kontrol grubu istatistiksel olarak bir grubu oluştururken, diğer tüm izolatlar ikinci bir grupta yer almıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Hastalık Şiddetine Etkisi (%)

	PGPR										
	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
H.Ş.	**32.60^{a}**	13.13^{b}	12.62^{b}	16.63^{b}	14.62^{b}	12.13^{b}	10.90^{b}	**9.53^{b}**	10.99^{b}	14.30^{b}	14.74

**: P≤0.01

4.2. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Boyuna Etkisi (cm)

PGPR izolatları ve Xap uygulamalarının Gina fasulye çeşidinde, sürgün boyuna etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.2). Ortalama sürgün boyu miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda 47.51 cm, Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalarda ise 47.62 cm olarak bulunmuştur. Fasulye sürgünlerinde en yüksek boy miktarı, Xap etmeninin bulaştırılmadığı R55/1 PGPR grubunda 57.15 cm olarak tespit edilirken, en düşük boy miktarı ise 38.77 cm ile Xap etmeninin bulaştırıldığı R52/1 PGPR grubunda elde edilmiştir. Ortalama sürgün boy miktarı, kontrol uygulamasında 48.67 cm iken, PGPR izolatlarında 42.62 cm ile 53.22 cmdeğerleri arasında değişmiştir. Hastalık inokule edilmiş PGPR izolatları ile hastalık

inokule edilmiş kontrol (K+) karşılaştırıldığında R17/1,R53/2 ve R54/2 izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) değerinden daha yüksek sürgün boyuna ulaştıkları saptanmıştır. Ayrıca hastalık inokule edilmiş izolatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde R15/1, R17/1, R33/1 ve R54/2 izolatlarının hastalık inokule edilmemiş izolatlara göre daha uzun sürgün boyuna ulaştıkları tespit edilmiştir. (Çizelge 4.2)

Çizelge 4.2. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün boyuna etkisi (cm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	51.40	47.33	52.17	44.60	45.27	**38.77**	51.90	53.60	50.60	39.47	47.51
-	45.93	44.50	43.80	41.33	50.20	46.47	52.13	47.20	**57.15**	47.53	47.62
Ort.	48.67	45.92	47.98	42.64	47.73	42.62	52.04	50.40	53.22	43.50	

4.3. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Çapına Etkisi (mm)

PGPR ve Xap uygulamalarının Gina fasulye çeşidinde, sürgün çapına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.3). Ortalama sürgün çapı, Xap bulaştırılan uygulamalarda 2.99 mm, Xap bulaştırılmayan uygulamalarda 3.14 mm olarak ölçülmüştür. En yüksek sürgün çapı, Xapetmeninin bulaştırılmadığı R15/1 PGPR grubunda 3.85 mm olarak tespit edilirken, en düşük çap ise 2.71 mm ile Xap hastalık etmeninin bulaştırıldığı R52/1 PGPR uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama sürgün çapı, kontrol uygulamasında 2.94 mm iken, PGPR izolatlarında 2.77 mm ile 3.54 mm arasında yer almıştır. R15/1, R17/1, R53/2, R54/2 ve R55/1PGPR+ izolatları hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile karşılaştırıldığında daha geniş sürgün çapına ulaştıkları saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Fasulyede PGPR ve (Xap) uygulamalarının sürgün çapına etkisi(mm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	2.95	3.22	3.06	2.83	2.81	**2.71**	3.12	2.98	3.26	2.97	2.99
-	2.93	**3.85**	3.14	3.46	2.96	2.84	2.79	3.33	3.19	2.92	3.14
Ort.	2.94	3.54	3.10	3.15	2.89	2.77	2.92	3.15	3.23	2.95	

4.4. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Yaş Ağırlığına Etkisi (g)

Xap etmeni bulaştırılan ile Xap bulaştırılmayan ortalamaların Gina fasulye çeşidinde, sürgün yaş ağırlığına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.4). Ortalama sürgün yaş ağırlığı miktarı, Xap bulaştırılan uygulamalarda 4.07 g, Xap bulaştırılmayan uygulamalarda 4.98 g olarak ölçülmüş ve aralarındaki değerler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.01). En yüksek yaş ağırlık miktarı 5.54 g ile Xap bulaştırılmayan R53/2 PGPR grubunda ölçülürken, en düşük yaş ağırlık miktarı ise 2.86 g ile Xap bulaştırıldığı R38/1 PGPR grubunda elde edilmiştir. Xap bulaştırılan bütün bitkilerin sürgün yaş ağırlığının, Xap bulaştırılmayan tüm bitkilerin sürgün yaş ağırlığından daha düşük olduğu saptanmıştır. Ortalama sürgün yaş ağırlık miktarı, kontrol uygulamasında 4.46 g iken, PGPR izolatlarında 3.78 g ile 5.30 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Hastalık uygulanmış kontrol (K+) ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R15/1, R17/1 ve R52/1 PGPR- izolatları hariç geriye kalan tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-)'den daha yüksek toplam sürgün yaş ağırlığına sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Fasulyede PGPR ve Xapuygulamalarının sürgün yaş ağırlığına etkisi(g)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	4.25	4.34	5.18	3.43	**2.86**	3.18	4.96	4.82	4.04	3.61	4.07^{B**}
-	4.67	4.25	4.27	5.38	5.36	4.39	**5.54**	5.48	5.44	4.99	4.98^{A}
Ort.	4.46^{OD}	4.30	4.73	4.60	4.11	3.78	5.30	5.15	4.60	4.30	

**: P≤0.01

4.5. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Yaş Ağırlığına Etkisi (g)

Gina fasulye çeşidinde, Ortalama kök yaş ağırlığı miktarı, Xap bulaştırılan uygulamalarda 1.86 g, Xap bulaştırılmayan uygulamalarda 2.27 g olarak ölçülmüş ve aralarındaki değerler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.5).

Fasulye köklerinde en yüksek yaş ağırlık miktarı 2.72 g ile Xap bulaştırılmayan R38/1 PGPR grubunda belirlenirken, en düşük yaş ağırlık miktarı ise 1.51 g ile Xap bulaştırılan 66/3 PGPR uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol grubu hariç, Xap hastalık etmeninin bulaştırıldığı tüm PGPR uygulamalarının kök yaş ağırlığının, Xap hastalık etmeni bulaştırılmayan bitkilerin kök yaş ağırlığından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ortalama kök yaş ağırlık miktarı, kontrol uygulamasında 1.83 g iken, PGPR izolatlarında 1.77 g ile 2.74 g arasında yer almıştır (Çizelge 4.5.). Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında, R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök yaş ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Fasulyede PGPR ve Xapuygulamalarının kök yaş ağırlığına etkisi(g)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	1.84	2.03	1.98	1.69	1.75	1.53	2.30	2.01	1.98	**1.51**	1.86^{B**}
-	1.81	2.41	2.01	2.30	**2.72**	2.33	2.53	2.50	2.11	2.04	2.27^{A}
Ort.	1.83	2.22	1.99	2.05	2.74	1.93	2.44	2.26	2.03	1.77	

**: P≤0.01

4.6. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Kuru Ağırlığına Etkisi (g)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan PGPR izolatları ortalamaları sürgün kuru ağırlığına etkisi yönüyle istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 4.6). Ortalama sürgün kuru ağırlığı miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda 0.52 g, Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalarda 0.60 g olarak ölçülmüş ve aralarındaki değerler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.05). Fasulye sürgünlerinin en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.69 g ile Xap etmeninin bulaştırılmadığı R33/1 ve R38/1 PGPR grubunda ölçülürken, en düşük sürgün kuru ağırlık miktarı ise 0.36 g ile Xap etmeninin bulaştırıldığı R38/1 PGPR grubunda elde edilmiştir. Kontrol grubu ve R17/1 PGPR grubu hariç, Xap etmeninin bulaştırıldığı tüm bitkilerin sürgün kuru ağırlığının, Xap etmeni bulaştırılmayan bitkilerin sürgün kuru ağırlığından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ortalama sürgün kuru ağırlık miktarı, kontrol uygulamasında 0.57 g iken, PGPR izolatlarında 0.49 g ile 0.63 g arasında yer almıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları

karşılaştırıldığında R17/1 ve R53/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün kuru ağırlığına etkisi(g)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.60	0.57	0.64	0.47	**0.36**	0.44	0.64	0.54	0.56	0.41	0.52^{B*}
-	0.55	0.59	0.45	**0.69**	**0.69**	0.55	0.62	0.59	0.63	0.61	0.60^{A}
Ort.	0.57	0.58	0.54	0.60	0.53	0.49	0.63	0.56	0.59	0.51	

*: P≤0.05

4.7. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Kuru Ağırlığına Etkisi (g)

Gina fasulye çeşidinde, PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun, kök kuru ağırlığına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.7). Ortalama kök kuru ağırlığı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda 0.14 g, Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalarda 0.17 g olarak ölçülmüş ve aralarındaki değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05). Fasulye köklerinin en yüksek kuru ağırlık miktarı 0.21 g ile Xap etmeninin bulaştırılmadığı R38/1 PGPR grubunda ölçülürken, en düşük kök kuru ağırlık miktarı ise 0.10 g ile Xap etmeninin bulaştırıldığı 66/3 PGPR grubunda elde edilmiştir. Kontrol grubu, R17/1 ve R55/1 PGPR grupları hariç, Xap etmeninin bulaştırıldığı bütün bitkilerin kök kuru ağırlığının, Xap etmeni bulaştırılmayan bitkilerin kök kuru ağırlığından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlıkları ortalamaları, kontrol uygulamasında 0.15 g iken, PGPR izolatlarında 0.13 g ile 0.19 g arasında yer almıştır. R53/2 ve R55/1 PGPR + izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek düzeyde kök kuru ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Fasulyede PGPR Xap uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi (g)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.18	0.13	0.19	**0.10**	0.14
-	0.14	0.17	0.12	0.19	**0.21**	0.19	0.20	0.19	0.12	0.15	0.17
Ort.	0.15^{OD}	0.16	0.13	0.16	0.17	0.15	0.19	0.16	0.16	0.13	

4.8. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Fosfor (P) İçeriğine Etkisi

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) etmeninin ve PGPR x XAP interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, sürgün fosfor miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.8). Bununla birlikte ortalama sürgün fosfor miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (% 0.44), kontrol uygulamalarına (% 0.52) göre daha düşük bulunmuştur.

Fasulye sürgünlerinde en yüksek fosfor miktarı, Xap etmeninin bulaştırılmadığı kontrol grubunda % 0.64 olarak tespit edilirken, en düşük fosfor miktarı %0.26 ile R55/1 bakterisinin ve Xap etmeninin bulaştırıldığı uygulamada elde edilmiştir. Ortalama sürgün fosfor miktarı, kontrol uygulamasında % 0.53 iken, PGPR izolatlarında % 0.38 ile % 0.59 değerleri arasında yer almıştır.

Çizelge 4.8'de de görüldüğü üzere R33/1 ve R54/2 PGPR izolatları hariç tüm PGPR izolatlarında Xap uygulaması sürgün fosfor miktarını azaltmaktadır.

Çizelge 4.8. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün fosfor (P) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.42	0.42	0.43	0.63	0.40	0.35	0.47	0.50	**0.26**	0.43	0.44
-	**0.64**	0.55	0.50	0.55	0.43	0.50	0.49	0.47	0.46	0.57	0.52
Ort.	0.53	0.48	0.46	0.59	0.41	0.42	0.48	0.49	0.38	0.50	

4.9. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Fosfor (P) İçeriğine Etkisi (%)

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, kök fosfor

miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.9). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların kök fosfor miktarı ortalamaları (% 0.45), ile Xap etmeni bulaştırılmayan kök fosfor miktarı ortalamaları (% 0.53) arasında önemli düzeyde (P≤0.01) farklılık olduğu görülmüştür. Xap etmeninin, kök fosfor miktarını, R33/1 ve R52/1 PGPR'ları hariç tüm PGPR uygulamalarında azalttığı gözlenmiştir. Ortalama kök fosfor miktarı, kontrol uygulamasında %0.45 değerini içerirken, kök fosfor kontrol uygulaması ortalaması ile Xap kök fosfor ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları kök fosfor ortalama değerleri % 0.41 ile % 0.51 arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük kök fosfor değeri % 0.35 ile R15/1 Xap+ uygulamalarında tespit edilirken, en yüksek kök fosfor değeri ise % 0.69 ile R38/1 Xap- uygulamasında tespit edilmiştir. PGPR× Xap+ arasında en yüksek değeri % 0.64 ile R33/1 PGPR uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9'da PGPR+ izolatları hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile karşılaştırıldığında R17/1, R33/1, R53/2, R55/1 ve 66/3 izolatlarının daha yüksek kök fosfor değerine sahip oldukları saptanmıştır. Özellikle R33/1 PGPR izolatının hastalık bulaştırılmasına rağmen önemli ölçüde kökte fosfor miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R15/1, R17/1, R38/1, R54/1, R55/1 ve 66/3 PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek kök fosfor miktarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Fasulyede PGPR Xap uygulamalarının kök fosfor (P) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.41^{b-e*}	$\mathbf{0.35^{e}}$	0.47^{b-e}	0.64^{ab}	0.39^{de}	0.41^{c-e}	0.47^{b-e}	0.40^{c-e}	0.50^{a-e}	0.43^{b-e}	0.45^{B**}
-	0.47^{b-e}	0.55^{b-e}	0.59^{a-d}	0.44^{b-e}	$\mathbf{0.69^{a}}$	0.41^{c-e}	0.46^{b-e}	0.61^{a-c}	0.56^{a-e}	0.60^{a-d}	0.53^{A}
Ort.	0.45	0.45	0.53	0.54	0.51	0.41	0.47	0.48	0.53	0.51	

**: P≤0.01 *: P≤0.05

4.10. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Sodyum (Na) İçeriğine Etkisi (%)

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalık etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, sürgün sodyum miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.10). Ortalama sürgün sodyum miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (% 1.11), kontrol uygulamalarına (% 0.81) göre önemli ölçüde (P≤0.01) daha yüksek bulunmuştur. Kontrol uygulaması kadar olmasa bile, R53/2 ve R55/1 izolatları hariç PGPR uygulamalarında da Xap etmeninin az da olsa sürgün sodyum miktarını arttığı gözlenmiştir. Ortalama sodyum miktarı, kontrol uygulamasında % 1.85 değeri ile yüksek bir oran içerirken, PGPR izolatları % 0.72 ile % 1.12 değerleri arasında ve farklı istatistiksel grupta (P≤0.01) yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, Xap etmeni bulaştırılan kontrol uygulaması (K+), en yüksek sürgün sodyum içeriği (% 3.71) ile ayrı bir gruplamada yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük sodyum içerikleri elde edilmiştir (P≤0.01). Sürgün sodyum içeriği bakımından Xap etmeni bulaştırılan kontrol uygulamasını, R53/2 × Xap- ve R33/1× XAP+ PGPR uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.10. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün Na içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	**3.71**^{a**}	1.15^{c}	0.98^{c}	1.39^{bc}	0.84^{c}	0.82^{c}	**0.50**^{c}	0.86^{c}	0.84^{c}	0.86^{c}	1.11^{A**}
-	0.60^{c}	0.73^{c}	0.62^{c}	0.77^{c}	0.73^{c}	0.63^{c}	2.05^{b}	0.65^{c}	1.02^{c}	0.69^{c}	0.81^{B}
Ort.	1.85^{A**}	0.90^{B}	0.84^{B}	1.08^{B}	0.80^{B}	0.72^{B}	1.12^{B}	0.76^{B}	0.92^{B}	0.79^{B}	

**: P≤0.01

4.11. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Sodyum (Na) İçeriğine Etkisi (%)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan PGPR izolatlarının ortalamaları arasında kökte sodyum miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 4.11). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların kök sodyum miktarı ortalamaları (% 3.56), ile Xap etmeni bulaştırılmayan kök sodyum miktarı ortalamaları (% 4.19) arasında önemli düzeyde (P≤0.05) farklılık olduğu

görülmüştür. Xap etmeninin, kök sodyum miktarını, R17/1, R38/1, R52/1, R54/2, 66/3 PGPR ve kontrol uygulamalarında azalttığı, R33/1, R53/2, R55/1 PGPR uygulamalarında arttırdığı, R15/1 PGPR uygulamasında ise değişmediği saptanmıştır. Ortalama kök sodyum miktarı, kontrol uygulamasında % 4.07 değerini içerirken, kök sodyum kontrol uygulaması ortalaması ile Xap kök sodyum ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları kök sodyum ortalama değerleri % 3.27 ile % 4.61 arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük kök sodyum değeri % 2.88 ile R38/1 Xap+ uygulamasında tespit edilirken, en yüksek kök sodyum değeri ise % 5.69 ile R52/1 Xap- uygulamasında tespit edilmiştir. PGPR × Xap+ arasındaki en yüksek değer % 5.15 olarak R55/1 PGPR uygulamasında saptanmıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile PGPR+ ler karşılaştırıldığında; R33/1, R53/2, R54/2 ve R55/1 izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) den yüksek oldukları tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) ile PGPR– ler karşılaştırıldığında ise R52/1 ve R54/2 izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sodyum içeriğine sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök sodyum (Na) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	3.21	3.27	3.67	4.75	**2.88**	3.10	3.42	3.42	5.15	3.21	3.56^{B*}
-	4.65	3.27	4.13	4.47	4.38	**5.69**	2.78	5.00	3.66	4.21	4.19^{A}
Ort.	4.07	3.27	3.90	4.61	3.48	4.21	3.04	4.05	4.26	3.71	

*: P≤0.05

4.12. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (%)

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, sürgün magnezyum (Mg) miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.12). Ortalama sürgün magnezyum miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda % 0.65, Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalarda % 0.67 olarak,

bulunmuştur. Tüm fasulye sürgünleri arasında en yüksek magnezyum miktarı, Xap etmeninin bulaştırılmadığı R33/1 grubunda % 0.8 olarak tespit edilirken, en düşük magnezyum miktarı % 0.52 ile R55/1 bakterisinin Xap etmeninin bulaştırılmadığı uygulamada elde edilmiştir. Ortalama sürgün magnezyum miktarı, kontrol uygulamasında % 0.65 iken, PGPR izolatlarında % 0.55 ile % 0.73 değerleri arasında yer almıştır. PGPR+ izolatları ile hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R38/1, R54/2 ve 66/3 PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün magnezyum miktarına sahip oldukları, özellikle R54/2 izolatının diğerlerinden öne çıktığı belirlenmiştir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) ile PGPR- karşılaştırıldığında ise R17/1 ve R55/1 hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün magnezyum miktarını içerdikleri saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün magnezyum (Mg) içeriğine etkisi (%)

						PGPR					
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.63	0.69	0.63	0.63	0.66	0.63	0.62	0.76	0.58	0.66	0.65
-	0.66	0.68	0.57	**0.80**	0.70	0.67	0.69	0.69	**0.52**	0.72	0.67
Ort.	0.65	0.69	0.6	0.73	0.67	0.65	0.65	0.73	0.55	0.69	

4.13. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (%)

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalık etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, kök magnezyum miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$) (Çizelge 4.13). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların kök magnezyum miktarı ortalamaları (% 0.90) ile Xap etmeni bulaştırılmayan kök magnezyum miktarı ortalamaları (% 0.93) arasında istatistiksel açıdan farklılığın önemsiz düzeyde ($P>0.05$) olduğu görülmüştür. Xap etmeninin, kök magnezyum miktarını, kontrol uygulamasında ve R15/1, R17/1, R33/1, R53/2, R55/1, uygulamalarında arttırdığı, R38/1, R52/1, R54/2, 66/3 PGPR uygulamalarında azalttığı saptanmıştır. Ortalama kök magnezyum miktarı, kontrol uygulamasında % 0.85 değerini içerirken, kök magnezyum kontrol uygulaması

ortalaması ile Xap kök magnezyum ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları kök magnezyum ortalama değerleri % 0.79 ile % 1.10 arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük kök magnezyum değeri % 0.77 ile R38/1+Xap uygulamasında tespit edilirken, en yüksek kök magnezyum değeri ise % 1.58 ile R54/2-Xap uygulamasında tespit edilmiştir. (Çizelge 4.13). Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R33/1, R53/2 ve R55/1 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök magnezyum içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR– izolatları karşılaştırıldığında ise sadece R15/1 PGPR izolatının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulamasından daha düşük kök magnezyum içeriğine sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök magnezyum (Mg) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	0.92	0.80	0.92	1.18	**0.77**	0.85	0.95	0.78	1.02	0.82	0.90
-	0.81	0.78	0.89	0.96	1.00	0.89	0.89	**1.58**	0.83	0.91	0.93
Ort.	0.85	0.79	0.90	1.07	0.88	0.87	0.91	1.10	0.93	0.87	

4.14. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Bakır (Cu) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan PGPR izolatları ortalamaları sürgün bakır içeriğine etkisiistatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.14). Ortalama sürgün bakır miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (13.45 ppm), Xapbulaştırılmayan uygulamalara (17.66 ppm) göre önemli ölçüde (P≤0.01) daha düşük bulunmuştur. Bütün PGPR uygulamalarında, R17/1 izolatı hariç Xap etmeninin sürgün bakır miktarını azalttığı gözlenmiştir. Ortalama bakır miktarı, kontrol uygulamasında 14.23 ppm değerini içermektedir. PGPR izolatları bakır değerleri ortalamaları 13.94 ppm ile 19.23 ppm değerleri arasında yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek sürgün bakır içeriği 22.24 ppm ile R38/1-Xap'de görülürken, en düşük sürgün bakır içeriği 7.99 ppm olarak R55/1+Xap'de

görülmektedir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R52/1 ve R55/1 PGPR izolatları hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek bakır içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Lakin özellikle R15/1 ve R33/1 izolatları diğer PGPR izolatlarına göre sürgün bakır içeriğinin daha yüksek olması ile öne çıkmaktadır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R17/1 ve R54/2 izolatları hariç tüm PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den yüksek oldukları saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	13.54	15.41	13.73	16.15	13.86	12.01	13.85	13.42	**7.99**	13.65	13.45^{B**}
-	14.92	15.88	13.32	21.30	**22.24**	21.19	16.79	14.29	19.68	19.47	17.66^{A}
Ort.	14.23	15.65	13.53	19.23	17.22	15.68	15.03	13.94	15.01	16.56	

**: P≤0.01

4.15. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kökte Bakır (Cu) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların kök bakır miktarı ortalamaları (14.95 ppm) , ile Xap etmeni bulaştırılmayan kök bakır miktarı ortalamaları (16.03ppm) arasında istatistiksel açıdan farklılığın önemli düzeyde (P≤0.05) olduğu görülmüştür.(Çizelge 4.15). Xap etmeninin, kök bakır miktarını, R33/1, R53/2, R55/1, 66/3, uygulamalarında arttırdığı, kontrol uygulamasında ve R15/1, R17/1, R38/1, R52/1, R54/2, PGPR uygulamalarında istatistiksel olarak önemsiz miktarda azalttığı saptanmıştır. Ortalama kök bakır miktarı, kontrol uygulamasında 13.22ppm değerini içerirken, kök bakır kontrol uygulaması ortalaması ile Xap kök bakır ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları kök bakır ortalama değerleri 12.48 ppm ile 19.21 ppm arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük kök bakır değeri 10.65 ppm ile R52/1+Xap uygulamasında tespit edilirken, en yüksek kök bakır değeri ise 22.41 ppm ile R33/1+Xap uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Hastalık inokule edilmiş

kontrol (K+) ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında, R52/1 izolatı hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) izolatından daha yüksek kök bakır miktarı içerdikleri saptanmıştır. Özellikle R33/1 ve R55/1 izolatlarının kök bakır miktarı açısından diğer PGPR izolatlarına göre öne çıktıkları belirlenmiştir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) izolatı ile PGPR- izolatı karşılaştırıldığında ise R53/2 ve 66/3 PGPR izolatları hariç tamamının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök bakır içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	11.30^{OD}	12.65	14.62	**22.41**	15.30	**10.65**	14.45	15.59	18.04	14.17	14.95^{B*}
-	14.51	17.24	21.35	16.02	17.43	14.92	12.55	20.20	16.22	13.14	16.03^{A*}
Ort.	13.22^{OD}	14.95	18.66	19.21	16.16	12.48	13.31	16.74	17.13	13.55	15.49

*: $P \leq 0.05$

4.16. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (%)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan bitkilerin PGPR ortalamaları arasında, sürgün potasyum miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Fakat PGPR uygulamaları ile kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşmadığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 4.16). Ortalama sürgün potasyum miktarının, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (% 4.00), Xap bulaştırılmayan uygulamalara (% 4.60) göre önemli ölçüde ($P \leq 0.01$) düşük olduğu saptanmıştır. Tüm PGPR uygulamalarında, Xap etmeninin sürgün potasyum miktarını azalttığı gözlenmiştir. Ortalama potasyum miktarı, kontrol uygulamasında % 4.39 değerini içermektedir. Sürgün potasyum içeriği açısından PGPR izolatları potasyum değerleri ortalamaları % 3.46 ile % 5.29 değerleri arasında yer almıştır. Çizelge 4.16'dan görüleceği gibi, en yüksek sürgün potasyum içeriği % 5.32 ile R33/1-Xap'de tespit edilmiş, en düşük sürgün potasyum içeriği ise % 3.28 değeriyle R55/1+Xap'de saptanmıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R17/1, R33/1, R53/2, R54/2 PGPR izolatlarının hastalık

inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün potasyum içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Fakat özellikle R33/1 ve R54/2 izolatları diğer PGPR izolatlarına göre öne çıktıkları belirlenmiştir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R33/1 ve R54/2 PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den yüksek oldukları saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün potasyum (K) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	3.92	4.02	3.99	5.25	3.47	3.59	3.95	4.76	**3.28**	3.74	4.00^{B**}
-	4.86	4.30	4.67	**5.32**	4.65	4.32	4.43	5.00	3.65	4.83	4.60^{A}
Ort.	4.39	4.16	4.26	5.29	3.94	3.95	4.14	4.88	3.46	4.29	

**: P≤0.01

4.17. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (%)

PGPR izolatlarının, bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalık etmeninin ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, kök potasyum miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05) (Çizelge 4.17). Ortalama kök potasyum miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (% 1.23), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara (% 1.42) göre daha düşük bulunmuştur. Fasulye köklerinde en yüksek potasyum miktarı, Xap etmeninin bulaştırılmadığı kontrol grubunda % 1.86 olarak tespit edilirken, en düşük potasyum miktarı % 0.91 olarak, R55/1 bakterisinin bulaştırıldığı uygulamada elde edilmiştir. Ortalama kök potasyum miktarı, kontrol uygulamasında %1.56 iken, PGPR izolatlarında % 1.11 ile % 1.44 değerleri arasında yer almıştır.

Çizelge 4.17. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök potasyum (K) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	1.11	0.99	1.36	1.70	1.12	1.26	1.44	1.20	**0.91**	1.10	1.23
-	**1.86**	1.22	1.44	1.40	1.26	1.39	0.93	1.71	1.34	1.78	1.42
Ort.	1.56	1.11	1.40	1.55	1.19	1.33	1.14	1.41	1.17	1.44	1.33

4.18. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan bitkilerin ortalamaları arasında sürgün demir miktarları, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.18). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların sürgün demir miktarı ortalamaları (95.00 ppm), ile Xap etmeni bulaştırılmayan sürgün demir miktarı ortalamaları (134.5 ppm) arasında önemli (P≤0.01) düzeyde farklılık olduğu görülmüştür. PGPR uygulamalarında da Xap etmeninin sürgün demir miktarını azalttığı gözlenmiştir. Ortalama demir miktarı, kontrol uygulamasında 118.4 ppm değerini içerirken, kontrol ortalaması ile Xap ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilememiştir (P>0.05). PGPR izolatları ortalama sürgün demir miktarları 103.5 ppm ile 128.6 ppm değerleri arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük değer 78.52 ppm ile R55/1+Xap uygulamasında tespit edilirken, en yüksek değer 155.3 ppm ile R15/1-Xap uygulamasında tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R38/1 ve R54/2 PGPR izolatlarının daha yüksek sürgün demir içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R15/1, R33/1 ve 66/3 PGPR- izolatlarının daha yüksek sürgün demir içeriğine sahip oldukları saptanmıştır.

Çizelge 4.18. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün demir (Fe) içeriğine etkisi (ppm)

Xap	**PGPR**										
	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	100.9	88.6	94.48	86.78	105.1	91.02	93.01	111.4	**78.52**	95.46	95.00^{B**}
-	135.8	**155.3**	127.0	142.8	118.4	122.8	133.1	129.1	128.6	143.6	134.5^{A}
Ort.	118.4	128.6	107.4	120.4	110.4	106.9	109.1	120.2	103.5	119.5	

**: P≤0.01

4.19. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan bitkilerin PGPR ortalamaları arasında, kök demir miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 4.19). Ortalama kök demir miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalar (365.2 ppm), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara (458.6 ppm) göre önemli ölçüde (P≤0.05) daha düşük bulunmuştur. PGPR uygulamalarında Xap etmeninin kök demir miktarını azalttığı gözlenmiştir. Ortalama demir miktarı, kontrol uygulamasında 380.4 ppm değeri ile düşük bir oran içerirken, PGPR izolatları 374.8 ppm ile 479.3 ppm değerleri arasında yer almıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1+ PGPR izolatı hariç tüm PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök demir içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R38/1, R54/2 ve 66/3 PGPR- izolatları hariç tüm PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek kök demir içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Fe içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	296.18	**257.5**	434.9	406.7	368.8	309.3	423.9	352.3	462.2	333.0	365.2^{B*}
-	436.63	489.6	476.1	475.4	431.0	490.3	437.3	425.7	**496.5**	416.5	458.6^{A*}
Ort.	380.4	396.8	455.5	447.9	399.9	386.91	432.0	381.7	479.3	374.8	

*: P≤0.05

4.20. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan bitkilerin PGPR ortalamaları arasında, sürgün mangan miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.20). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların sürgün mangan miktarı ortalamaları (71.98 ppm), ile Xap etmeni bulaştırılmayan sürgün mangan miktarı

ortalamaları (96.49 ppm) arasında önemli (P≤0.01) düzeyde farklılık olduğu görülmüştür. Xap etmeninin, sürgün mangan miktarını, R38/1 hariç tüm PGPR uygulamalarında azalttığı gözlenmiştir. Ortalama sürgün mangan miktarı, kontrol uygulamasında 83.59 ppm değerini içerirken, sürgün mangan kontrol uygulaması ortalaması ile Xap sürgün mangan ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları sürgün mangan ortalama değerleri 72.48 ppm ile 87.24 ppm arasında yer almıştır (Çizelge 4.20). Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük değer 59.51 ppm ile R55/1+Xap uygulamasında tespit edilirken, en yüksek değer ise 109.03 ppm ile R33/1-Xap uygulamasında tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R38/1 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün mangan içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R38/1, R52/1 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç tüm PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün mangan içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün mangan (Mn) içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	76.44	77.81	65.00	61.95	76.98	70.54	66.38	89.99	**59.51**	75.19	71.98^{B**}
-	96.21	96.66	101.15	**109.03**	76.79	94.43	100.3	100.52	85.45	100.61	96.49^{A}
Ort.	83.59	87.24	79.46	85.49	76.91	82.49	79.95	95.26	72.48	87.90	

**: P≤0.01

4.21. Fasulyede PGPR Xap Uygulamalarının Kök Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (ppm)

Gina fasulye çeşidinde, Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan bitkilerin PGPR ortalamaları arasında, kök mangan miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur P≤0.01) (Çizelge 4.21). Ortalama kök mangan miktarı, Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalar (227.7 ppm), Xap etmeni bulaştırılan uygulamalara göre (165.9 ppm) önemli ölçüde (P≤0.01) daha yüksek bulunmuştur. Tüm Xap etmeni uygulanan PGPR

izolatlarının kök mangan miktarını, Xap etmeni uygulanmayan kök mangan PGPR izolatlarına göre azalttığı tespit edilmiştir. Ortalama mangan miktarı, kontrol uygulamasında 260.4ppm değerini içerirken, PGPR izolatları 183.5 ppm ile 248.7 ppm değerleri arasında yer almıştır. PGPR x +Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek kök mangan içeriği216.9 ppm ile R33/1 izolatında yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük mangan içerikleri elde edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R33/1, R53/2, R54/2 ve R55/1 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök mangan içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R38/1, R52/1 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç tüm PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek kök mangan içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Mn içeriğine etkisi(%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	160.40	143.1	149.8	216.9	152.7	**124.1**	196.3	184.7	216.4	153.8	165.9^{B**}
-	327.08	271.0	297.9	260.9	230.1	262.6	262.1	**344.6**	222.6	293.2	227.7^{A}
Ort.	260.4	207.1	209.1	239.0	183.7	183.5	235.8	248.7	219.5	223.5	

**: P≤0.01

4.22. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (ppm)

Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan PGPR'ların ortalamaları arasında sürgün çinko miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.22). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların sürgün çinko miktarı ortalamaları (30.65ppm), ile Xap etmeni bulaştırılmayan sürgün çinko miktarı ortalamaları (38.27ppm) arasında önemli düzeyde (P≤0.01) farklılık olduğu görülmüştür. Xap etmeninin, sürgün çinko miktarını, R54/2 hariç tüm PGPR uygulamalarında azalttığı gözlenmiştir. Ortalama sürgün çinko miktarı, kontrol uygulamasında 36.74ppm değerini içerirken, sürgün çinko kontrol uygulaması ortalaması ile Xap sürgün çinko ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları sürgün çinko ortalama değerleri 30.15ppm ile 44.34ppm arasında yer almıştır (Çizelge 4.22). Tüm PGPR

uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük değer 23.97ppm ile R55/1 Xap+ uygulamasında tespit edilirken, en yüksek değer ise 46.83ppm ile R33/1 Xap- uygulamasında tespit edilmiştir. PGPR'lar arasında en yüksek Xap+ değerini ise 41.84ppm ile R33/1 de tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R33/1, R52/1, R53/2 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün çinko içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise sadece R33/1 PGPR- izolatının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün çinko içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün çinko (Zn) içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	30.01	26.29	28.27	41.84	24.56	31.72	31.24	38.53	**23.97**	28.62	30.65^{B**}
-	43.48	39.71	32.84	**46.83**	40.19	34.98	31.48	38.21	41.66	31.67	38.27^{A}
Ort.	36.74	34.34	30.56	44.34	30.81	33.35	31.34	38.37	32.82	30.15	

**: P≤0.01

4.23. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (ppm)

Bakteriyel Yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) etmeninin, PGPR izolatlarının ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, kök çinko miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.23). Ortalama kök çinko miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalar (50.67 ppm), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara göre (46.04 ppm) önemsiz ölçüde (P>0.05) daha yüksek bulunmuştur. Bazı PGPR uygulamaları ortalamaları ile Kontrol uygulaması ortalaması arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (P≤0.01). R54/2 ve R55/1 istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken R17/1, R33/1 ve R52/1 farklı bir grupta yer almıştır. Ayrıca kontrol ortalaması, R15/1,R17/1, R38/1, R52/1, R53/2 ve 66/3 PGPR'larının ortalamaları ise üçüncü bir grupta yer almıştır. PGPR×Xap interaksiyon değerlerine istatistiksel olarak bakıldığında R33/1+, R54/2+, R54/2- ve R55/1+ aynı

istatistiksel grupta yer alırken, R33/1+, R54/2+, R55/1+ ve R55/1- farklı istatistiksel grupta yer almıştır. R17/1-, R38/1-,R52/1+, R53/2+ ve R55/1- üçüncü istatistiksel grupta yer almaktadır. Dördüncü istatistiksel grupta ise hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-, R17/1+, R17/1-, R33/1-, R38/1+, R38/1-, R53/2+, R53/2-, 66/3+ ve 66/3- yer almaktadır (P≤0.05). Ortalama çinko miktarı, kontrol uygulamasında 39.30 ppm değerini içerirken, PGPR izolatlarında 36.97 ppm ile 80.33 ppm değerleri arasında yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek kök çinko içeriği 81.08 ppm ile R33/1 izolatında yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük çinko içerikleri elde edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R38/1 ve 66/3 PGPR izolatları hariç tüm PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök çinko içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R17/1, R38/1, R54/2, R55/1 ve 66/3 PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün çinko içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Zn içeriğine etkisi (ppm)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	38.1^{d*}	37.54^{d}	41.23^{d}	$\mathbf{81.08^{ab}}$	34.23^{d}	50.97^{cd}	49.46^{cd}	76.16^{ab}	75.41^{ab}	$\mathbf{32.63^{d}}$	50.67
-	40.1^{d}	39.12^{d}	47.78^{cd}	37.10^{d}	45.7^{cd}	38.09^{d}	35.25^{d}	86.58^{a}	62.72^{bc}	41.31^{d}	46.04
Ort.	39.30^{C**}	38.33^{C}	45.16^{BC}	54.70^{B}	38.82^{C}	45.45^{BC}	38.8^{C}	80.33^{A}	67.80^{A}	36.97^{C}	

**: P≤0.01 *: P≤0.05

4.24. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Sürgün Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (%)

Xap uygulanan ve Xap uygulanmayan PGPR'ların ortalamaları arasında sürgün kalsiyum miktarları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.24). Xap etmeni bulaştırılan uygulamaların sürgün kalsiyum miktarı ortalamaları (% 1.14), ile Xap etmeni bulaştırılmayan sürgün kalsiyum miktarı ortalamaları (% 1.61) arasında önemli düzeyde (P≤0.01) farklılık olduğu görülmüştür. Xap etmeninin, sürgün kalsiyum

miktarını, tüm PGPR uygulamalarında azalttığı gözlenmiştir. Ortalama sürgün kalsiyum miktarı, kontrol uygulamasında % 1.45 değerini içerirken, sürgün kalsiyum kontrol uygulaması ortalaması ile Xap sürgün kalsiyum ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık (P>0.05) tespit edilememiştir. PGPR izolatları sürgün kalsiyum ortalama değerleri % 1.06 ile % 1.50 arasında yer almıştır. Tüm PGPR uygulamaları değerlendirildiğinde, en düşük sürgün kalsiyum değeri % 0.89 ile R33/1+Xap uygulamasında tespit edilirken, en yüksek sürgün kalsiyum değeri ise % 1.93 ile R53/2-Xap uygulamasında tespit edilmiştir. PGPR× +Xap arasında en yüksek değeri % 1.40 ile kontrol uygulamasında tespit edilirken, bir sonraki en yüksek değer % 1.35 ile R15/1 uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.24). Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında tüm PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha düşük sürgün kalsiyum içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R15/1 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün kalsiyum içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının sürgün kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi (%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	1.40	1.35	1.03	**0.89**	1.08	1.06	1.04	1.32	0.94	1.17	1.14^{B**}
-	1.49	1.36	1.69	1.83	1.74	1.68	**1.93**	1.57	1.19	1.82	1.61^{A}
Ort.	1.45	1.36	1.30	1.45	1.35	1.37	1.39	1.44	1.06	1.50	

**: P≤0.01

4.25. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Kök Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (%)

Bakteriyel Yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) hastalık etmeninin, PGPR izolatlarının ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, kök kalsiyum miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0.05). (Çizelge 4.25). Ortalama kök kalsiyum miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (% 1.30), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara (% 1.38) göre daha düşük

bulunmuştur. PGPR uygulamalarında Xap etmeninin kök kalsiyum miktarını kontrol grubu, R33/1 ve R54/2 hariç azalttığı gözlenmiştir. Ortalama kalsiyum miktarı, kontrol uygulamasında % 1.52 olurken, PGPR izolatları % 1.72 ile % 1.08 değerleri arasında yer almıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R33/1 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök kalsiyum içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise sadece R54/2 PGPR- izolatının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek sürgün çinko içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının kök Ca içeriğine etkisi(%)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	1.60	**0.88**	1.30	1.69	1.07	1.18	1.49	1.64	1.18	1.09	1.30
-	1.47	1.27	1.44	1.28	1.30	1.43	1.24	**1.83**	1.34	1.27	1.38
Ort.	1.52	1.08	1.37	1.53	1.17	1.30	1.34	1.72	1.27	1.18	

4.26. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Yaprakta Klorofil a Miktarına Etkisi (µg/l)

Xap hastalık etmeninin, PGPR izolatlarının ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde yaprakta klorofil miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$) (Çizelge 4.26). Ortalama yaprak klorofil miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalar (14.66 µg/l), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara göre (15.45 µg/l) önemsiz ölçüde ($P > 0.05$) daha düşük bulunmuştur. Bazı PGPR uygulamaları ortalamaları ve kontrol uygulamasının ortalamasını istatistiksel olarak değerlendirecek olursak;

R38/1, kontrol grubu ortalaması, R15/1 ve 66/3 PGPR ortlamaları ilk istatistiksel grupta yer alırken, kontrol grubu ortalaması, R15/1, R17/1, R33/1, R52/1, R53/2 ve 66/3 PGPR'ları ikinci bir grupta yer almıştır. Üçüncü bir istatistiksel grup olarak R55/1 PGPR ortalamasını ve dördüncü istatistiksel grup olarak da R54/2 PGPR ortalaması tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). PGPR × Xap interaksiyonunun klorofil a değerlerinin istatiksel olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Bu değerlerden hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-,

R17/1-, R33/1-, R38/1+, R38/1-, R52/1-, R53/2-, R53/2+, R54/2+, R55/1-, 66/3+ ve 66/3- değerlerinin istatistiksel olarak aynı grupta olduğu saptanmıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-, R17/1-, R33/1+, R33/1-, R38/1+,R52/1-, R53/2+, R53/2-, R54/2, R55/1-, 66/3+ ve 66/3- değerlerinin ikinci istatistik grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-, R17/1+,R17/1-, R33/1+, R33/1-, R38/1+, R52/1-, R53/2+, R53/2-, R54/2+, R55/1- ve 66/3- değerleri üçüncü istatistiksel grupta bulunmaktadır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R17/1+, R33/1+, R33/1+, R33/1-, R52/1+, R53/2-, R54/2+, R55/1+ ve R55/1- dördüncü istatistiksel grupta yer almıştır. Beşinci istatistiksel grupta ise R17/1+, R33/1+, R52/1+, R54/2-, R55/1+ ve R55/1- değerlerinin olduğu tespit edilmiştir.

Ortalama klorofil a miktarı, kontrol uygulamasında 16.10 µg/l değerini içerirken, PGPR izolatlarında 11.58 µg/l ile 17.79 µg/l değerleri arasında yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek klorofil a içeriği 18.04 µg/l ile R38/1- izolatında yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük klorofil a içerikleri elde edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R38/1 ve 66/3 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek klorofil a miktarına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R53/2, R54/2 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek klorofil a içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının klorofil a miktarına etkisi (µg/l)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	17.18^{a-c*}	15.56^{a-c}	11.81^{c-e}	11.91^{b-e}	17.53^{a-c}	12.31^{de}	16.04^{a-c}	13.73^{a-d}	**9.52^{de}**	17.92^{ab}	14.66
-	15.01^{a-d}	17.20^{a-c}	17.30^{a-c}	15.07^{a-d}	**18.04^{a}**	15.74^{a-c}	14.73^{a-d}	11.31^{e}	12.95^{a-e}	15.87^{a-c}	15.45
Ort.	16.10^{AB**}	16.38^{AB}	15.11^{A-C}	13.81^{A-D}	17.79^{A}	14.03^{BCD}	15.25^{AB}	12.76^{D}	11.58^{CD}	17.1^{AB}	

**: P≤0.01 *:P≤0.05

4.27. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Klorofil b İçeriğine Etkisi (µg/l)

PGPR izolatlarının klorofil b miktarları ortalamalarıistatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.27). Ortalama klorofil b miktarı, kontrol uygulamasında 3.79 µg/l değerini içerirken, PGPR izolatlarında 2.96 µg/l ile 4.25 µg/l değerleri arasında yer almıştır. Ortalama klorofil b miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (3.64 µg/l), kontrol uygulamalarına (3.61 µg/l) göre önemsiz ölçüde (P>0.05) daha yüksek bulunmuştur. Kontrol uygulaması ortalaması ile PGPR ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılıklar vardır. Kontrol grubu, R15/1, R17/1, R38/1, R53/2 ve 66/3 PGPR'larının ortalamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Kontrol, R15/1, R17/1, R33/1, R52/1, R53/2, R55/1 ve 66/3 PGPR ortalamalarının ikinci istatistiksel grupta yer aldıkları tespit edilmiştir. R52/1, R54/2 ve R55/1 PGPR ortalamalarının ise üçüncü istatistiksel grupta oldukları tespit edilmiştir. Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarla, bulaştırılmayan uygulamalar karşılaştırıldığında;

Kontrol uygulaması, R53/2 ve 66/3 PGPR uygulamalarının klorofil b miktarlarının Xap+ uygulamalarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan PGPR'larda ise Xap etmeninin klorofil b miktarını olumsuz etkilediği saptanmıştır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R38/1 ve 66/3 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek klorofil b miktarına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R33/1 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek klorofil b içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının klorofil b içeriğine etkisi (µg/l)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	4.10	3.85	3.13	3.01	4.16	3.03	3.87	3.26	**2.37**	4.23	3.64
-	3.49	4.09	4.12	3.40	**4.34**	3.70	3.62	3.50	2.88	3.56	3.61
Ort	3.79^{AB**}	3.97^{AB}	3.73^{AB}	3.25^{BC}	4.25^{A}	3.36^{BC}	3.72^{AB}	2.96^{C}	3.08^{BC}	3.96^{AB}	

**: P≤0.01

4.28. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Toplam Klorofil İçeriğine Etkisi (µg/l)

Xap etmeninin, PGPR izolatlarının ve PGPR x XAP interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, toplam klorofil miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$) (Çizelge 4.28). Ortalama toplam klorofil miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (18.23 µg/l), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara göre (19.05 µg/l) önemsiz ölçüde ($P > 0.05$) daha düşük bulunmuştur. Bazı PGPR uygulamaları ortalamaları ile Kontrol uygulaması ortalaması arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P \leq 0.01$). Kontrol, R15/1, R17/1, R38/1, R52/1,R53/2 ve 66/3 istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, Kontrol, R15/1, R17/1,R33/1, R52/1, R53/2 ve 66/3 farklı bir grupta yer almıştır. R17/1, R33/1, R52/1, R55/1 PGPR'larının ortalamaları ise üçüncü bir grupta yer almıştır.R33/1, R54/2 ve R55/1 PGPR ları ise dördüncü istatistiksel grupta yer almışlardır.

PGPR × Xap interaksiyon değerlerine istatistiksel olarak bakıldığında hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-, R17/1+, R17/1-, R33/1+, R33/1-, R38/1+, R38/1-, R52/1-, R53/2+,R53/2-, R54/2+, R55/1-, 66/3+ ve 66/3- aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R17/1+, R33/1+, R33/1-, R52/1+, R53/2-, R54/2+, R55/1+ ve R55/1- farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. R17/1+, R33/1+, R52/1+, R54/2-, R55/1+ ve R55/1- üçüncü istatistiksel grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Ortalama toplam klorofil miktarı, kontrol uygulamasında 19.89 µg/l değerini içerirken, PGPR izolatlarında 14.29 µg/l ile 22.03 µg/l değerleri arasında yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek toplam klorofil içeriği 22.38 µg/l ile R38/1 PGPR izolatında yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük toplam klorofil içerikleri elde edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R38/1 ve 66/3 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek toplam klorofil miktarına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R33/1, R53/2, R54/2 ve R55/1 PGPR- izolatları hariç geriye kalan tüm izolatların hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha yüksek toplam klorofil içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının toplam klorofil içeriğine etkisi (µg/l)

	PGPR										
Xap	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	21.29^{a*}	19.41^{a}	14.94^{abc}	14.91^{abc}	21.69^{a}	15.34^{bc}	19.90^{a}	16.99^{ab}	**11.99^{bc}**	22.15^{a}	18.23
-	18.49^{ab}	21.29^{a}	21.42^{a}	18.48^{ab}	**22.38^{a}**	19.44^{a}	18.34^{ab}	13.81^{c}	15.83^{abc}	19.42^{a}	19.05
Ort.	19.89^{AB*}	20.35^{AB}	18.83^{ABC}	17.05^{BCD}	22.03^{A}	17.39^{ABCD}	18.97^{AB}	15.72^{D}	14.29^{CD}	21.06^{AB}	

**: P≤0.01 *:P≤0.05

4.29. Fasulyede PGPR ve Xap Uygulamalarının Karotenoid İçeriğine Etkisi (µg/l)

PGPR izolatlarının ve PGPR x Xap interaksiyonun Gina fasulye çeşidinde, karotenoid miktarına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.01) (Çizelge 4.29). Ortalama karotenoid miktarı, Xap etmeni bulaştırılan uygulamalarda (3.13 µg/l), Xap etmeni bulaştırılmayan uygulamalara göre (3.21 µg/l) önemsiz ölçüde (P>0.05) daha düşük bulunmuştur. Bazı PGPR uygulamaları ortalamaları ile Kontrol uygulaması ortalaması arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (P≤0.05). Kontrol, R15/1, R17/1, R38/1,R53/2 ve 66/3 istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, Kontrol, R15/1, R17/1, R52/1, R53/2 R55/1 ve 66/3 farklı bir grupta yer almıştır. R17/1, R33/1, R52/1, R53/2, R55/1 PGPR'larının ortalamaları ise üçüncü bir grupta yer almıştır. R17/1, R33/1, R52/1, R54/2 ve R55/1 PGPR ları ise dördüncü istatistiksel grupta yer almışlardır.

PGPR×Xap interaksiyon değerlerine istatistiksel olarak bakıldığında hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1-, R17/1-, R33/1-, R38/1+, R38/1-, R52/1-, R53/2+,R53/2-, R54/2+, R54/2-, R55/1-, 66/3+ ve 66/3- aynı istatistiksel grupta yer almaktadır. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+), hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-), R15/1+, R15/1- R17/1+, R17/1-, R33/1-, R38/1-, R52/1+, R52/1-, R53/2+, R53/2-, R54/2+,R54/2-, R55/1, 66/3+ ve 66/3- farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. R17/1+, R52/1+,R53/2-, R54/2+, R54/2-, R55/1+, R55/1-,66/3+ ve 66/3- üçüncü istatistiksel grupta yer almaktadır

R17/1+, R52/1+, R54/2-, R55/1+, R55/1- ve 66/3+dördüncü istatistiksel gruplandırmada bulaunmaktadır.R33/1+ ise tüm diğer istatistiksel gruplardan farklı olarak beşinci grupta yer almaktadır (P≤0.05). Ortalama karotenoid miktarı, kontrol

uygulamasında 3.44 µg/l değerini içerirken, PGPR izolatlarında 2.65 µg/l ile 3.90 µg/l değerleri arasında yer almıştır. PGPR x Xap interaksiyonuna bakıldığında, en yüksek karotenoid içeriği 4.19 µg/l ile R38/1 PGPR izolatında yer alırken, diğer uygulamalarda nispeten daha düşük karotenoid içerikleri elde edilmiştir. Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R38/1 ve 66/3 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek karotenoid miktarına sahip oldukları saptanmıştır. Hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) uygulaması ile PGPR- izolatları karşılaştırıldığında ise R53/2, R54/2, R55/1 ve 66/3 PGPR- izolatlarının hastalık inokule edilmemiş kontrol (K-) den daha düşük karotenoid içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Fasulyede PGPR ve Xap uygulamalarının karotenoid içeriğine etkisi (µg/l)

Xap	**PGPR**										
	Kontrol	R15/1	R17/1	R33/1	R38/1	R52/1	R53/2	R54/2	R55/1	66/3	Ort.
+	3.65^{ab*}	$3.35a^{b}$	2.31^{bcd}	**2.23^{e}**	**4.19^{a}**	2.71^{bcd}	3.29^{ab}	2.83^{abc}	2.81^{cd}	3.89^{abcd}	3.13
-	3.23^{ab}	3.59^{ab}	3.53^{ab}	3.30^{ab}	3.70^{ab}	3.29^{ab}	3.02^{abc}	2.39^{abcd}	2.78^{abcd}	3.05^{abc}	3.21
Ort.	3.44^{AB**}	3.49^{AB}	3.04^{ABCD}	2.87^{CD}	3.90^{A}	2.96^{BCD}	3.13^{ABC}	2.65^{D}	2.79^{BCD}	3.47^{AB}	3.18

**: P≤0.01 *:P≤0.05

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Önemli miktarda verim ve kalite kayıplarına neden olan bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (Xap)) fasulyede yaygın bir hastalıktır. Bakteriyel yanıklık hastalığının, Kuzey Amerika'da, 1892-1928 yılları arasında, fasulye yetiştirilen alanlarda yaygın olduğu, yine 1899- 1941 yılları arasında Fransa, Avusturya, Bulgaristan, İspanya, Yugoslavya, İsviçre, Romanya, Macaristan, İtalya, Norveç, Rusya, Japonya, Avusturalya, Mısır, Sudan Çin, Hindistan, Filipinler, Somali ve Madagaskar'da hastalığın mevcut olduğu bildirilmiştir (Bozkurt, 2009). Hastalık etmeni günümüzde Antarktika kıtası dışındaki tüm kıtalarda yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Bazı kök bakterilerinin bitkilerde gelişmeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı gibi davranarak bitkilerde olumlu etkide bulunduğu bilinmektedir. Böyle olumlu etki gösteren bakterilere bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) denilmektedir. Bu tasvir ilk olarak 1978 yılında kullanılmıştır (Kloepper ve Schroth, 1978)

Mevcut tez çalışmasında, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen Gina Fasulye çeşidinde 1 kontrol ve 9 PGPR izolatının (tüm izolatlar Van YYÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji laboratuvarında bulunmaktadır) fasulye bakteriyel yanıklık (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli)* (Xap) hastalık etmenine karşı etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, hastalık şiddetine, bitki boyuna, bitki çapına, sürgün yaş ağırlığına, sürgün kuru ağırlığına, kök yaş ağırlığına, kök kuru ağırlığına, sürgünlerde ve köklerdeki fosfor (P), sodyum (Na), magnezyum (Mg), potasyum (K), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) çinko (Zn) klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarlarına bakılmıştır.

PGPR izolatlarının hastalık şiddetine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Fasulye sürgünlerinde hastalığa en yüksek dayanımı R54/2 izolatı en az dayanımı ise R33/1 izolatının gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca PGPR olarak kullanılan tüm izolatların kontrole göre önemli derecede hastalık şiddetini azalttığı saptanmıştır. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin bitki gelişimi teşvik etkisinin yanı sıra hastalıklara, daha çok toprak kaynaklı patojenlere karşı biyolojik

savaşta etkili oldukları da değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Kloepper, 1993; Lucas ve ark., 2000; Lemanceau ve ark., 2000; Parmar ve Dudarwal, 2000). *Bacillus* sp. B14 izolatının 105 izolat içerisinde en yüksek performansı sergilediğini, fasulyede hastalık etmenlerini % 60-80 arasında engellediği belirtilmiş; Nag 12 fasulye çeşidinde *Macrophonia phaseolina*'ya hastalık şiddetini % 62 oranında azalttığı; etki mekanizmasının da bakteri tarafından sentezlenen ve antagonistik etkiye sahip farklı lipoproteinler (surfaktin, iturin, fengisin, kursatin ve polimiksin) olabileceği bildirilmektedir (Sabate ve ark., 2017). Deng ve ark. (2013); *Paenibacillus polymyxa* PGPR izolatının domates bitkisinde domates solgunluğu hastalığının (*Ralstonia solanacearum*) etmeninin baskılanmasında çok başarılı olduğunu belirtmiştir.

Mevcut tez çalışmasında görüldüğü üzereözellikle R33/1 ve R54/2 PGPR' ları Xap etmeni bulaştırılmasına rağmen, Xap etmeni bulaştırılmayan R33/1 ve R54/2'ye göre sürgün fosfor miktarını bir miktar arttırmıştır. Kök fosfor miktarına bakıldığında ise özellikle R33/1 izolatının diğer izolatlara göre öne çıktığı belirlenmiştir. R33/1 XAP hastalık etmeni bulaştırılan bitkilerdeki fosfor miktarı, R33/1 XAP hastalık etmeni bulaştırılmayan izolatına bitkilere göre önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 9). Fosforun bitki gelişiminde önemli bir faktör olduğu, elementin genellikle toprakta bitkilerin alamayacağı formlarda bulunduğunu, bazı PGPR ların ise üretmiş oldukları fosfataz enzimi sayesinde ortamda bulunan organik fosforun inorganik fosfora dönüştürülerek bitkiler tarafından alınabilirliğinin artırıldığı belirtilmektedir (Vessey, 2003). Bitki gelişmesi, fosforun PGPR lar tarafından biyolojik olarak alınabilir hale getirilmesi şeklinde düzenlenebilmektedir (Glick, 1995; Lucy ve ark., 2004). *In vitro* koşullarda, PGPR'ların etkisinin belirlenmesi testlerinde antogonist bazı bakteri izolatların fosfatı çözme yeteneğine sahip olduklarını saptamışlardır (Bozkurt, 2009). Yüksek derecede fosfat çözme özelliğine sahip kök bakterileri arasında *Pseudomonas, Bacillus* ve *Rhizobium* cinslerinin yer aldığı belirtilmektedir. (Antoun, 2003). Mısır bitkisi üzerinde yapılan çalışmada rhizobium bakterilerinin bazılarının fosfataz enzimi salgılayarak bazılarının ise 2-ketoglukonik asit salgılayarak inorganik fosfatları mineralize ettikleri belirtilmiştir. Ping ve Boland (2004), PGPR etmenlerini mikoriza ile birlikte kullanıldığında, bu etmenlerin verimi arttırdığını ayrıca kimyasal gübre kullanımında miktarın azalttığını belirtmişlerdir (Chauhan ve Bagyaraj., 2015).

Yapılan çalışmada, PGPR izolatları hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile karşılaştırıldığında R17/1,R53/2 ve R54/2 izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması değerinden daha yüksek sürgün boyuna ulaştıkları saptanmıştır. Ayrıca hastalık inokule edilmiş (+) izolatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, R15/1, R17/1, R33/1 ve R54/2 izolatlarının, hastalık inokule edilmemiş (–) izolatlara göre daha uzun sürgün boyuna ulaştıkları tespit edilmiştir. (Çizelge 4.2). Bir başka çalışmada *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde bitki boyunu arttırdığını belirtmişlerdir. Deng ve ark. (2013); Yine başka bir çalışmada *Macrophonia phaseolina*'ya karşı biyoajan olarak kullanılan *Bacillus* sp. B14 izolatının Nag 12 fasulye çeşidinde sürgün uzunluğunda 6 cm artışa sebep olduğu bildirilmektedir (Sabate ve ark., 2017)

Mevcut tez çalışmasında, R15/1, R17/1, R53/2, R54/2 ve R55/1 PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) ile karşılaştırıldığında daha geniş sürgün çapına ulaştıkları saptanmıştır. R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. R15/1, R17/1, R53/2 ve R54/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök yaş ağırlığına sahip oldukları belirlenmiştir. R17/1 ve R53/2 PGPR izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. R53/2 ve R55/1 PGPR + izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek düzeyde kök kuru ağırlığına sahip oldukları saptanmıştır. Uslu (2006),. yüksek lisans tezinde bildirdiğine göre (Kloepper, 1993; Ashgar ve ark., 2002) yapmış oldukları çalışmada kolza bitkisine *P. putida* GR12-2 straininin gnotobiyotik gelisme kosullarında kök uzunluğunu ve sürgün uzunluğunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bayrak ve Ökmen (2014) yayınlamış oldukları makalede bir çok araştırıcının yapmış oldukları çalışmalarda (Uthede ve ark., 1999, Hall ve ark., 1996, Bertrand ve ark., 2001, Reddy ve Rahe, 1989), *B. subtilis B2, Pseudomonas* spp*., Variovovax* spp*., Phyllobacterium* spp. *P. putida GR12 - 2 P. putida, B. subtilis, B. cereus, E. aerogenes, E. agglomerans*, bakterileri türlerinin kök gelişimini arttırdığını ve kök ağırlığında artışa neden olduklarını bildirmektedir. Bozkurt (2009), antogonist bakteri izolatlarının tohum çimlenmesi üzerine yaptığı araştırmada kök gelişiminin kontrol uygulamasına göre % 10-60 oranlarında arttırdığını belirtmiştir.

Hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulaması ile PGPR+ izolatları karşılaştırıldığında R15/1, R38/1 ve 66/3 PGPR izolatları hariç tüm PGPR+ izolatlarının hastalık inokule edilmiş kontrol (K+) uygulamasından daha yüksek kök çinko içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları yönüyle R38/1 ve 66/3 izolatlarının kontrol uygulaması ile kıyası sonucu önemli derece artış sağlandığı tespit edilmiştir. Alam ve ark., (2001) çeltik bitkisinde yapmış oldukları bir çalışmada, *Azotobacter, Enterobacter* spp., *Xanthobacter* spp. bakterileri türlerinin klorofil oranında artış tespit etmişlerdir. Aydın ve ark. (2012) brokoli bitkisinde yapmış oldukları çalışmada farklı dozlarda uyguladıkları PGPR, humik asit ve kimyasal gübre uygulamalarının klorofil ve stoma geçirgenliğinde önemli düzeyde artış meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde klorofil miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Deng ve ark., 2013).

Sonuç olarak, Van havzasında yüksek miktarlarda kullanılan Gina fasulye çeşidi üzerinde 10 PGPR izolatının fasulye Xap etmenine karşı etkileri araştırılmıştır. Hastalık şiddeti kontrol grubunda % 32.60 olarak tespit edilmiştir. Fasulye sürgünlerinde hastalığa en yüksek dayanımı R54/2 PGPR izolatı % 9.53 hastalık şiddeti miktarı ile göstermiştir. En az dayanım ise R33/1 PGPR izolatında tespit edilmiştir. Ayrıca PGPR olarak kullanılan tüm izolatların kontrole göre önemli derecede hastalık şiddetini azalttığı saptanmıştır. Kökte fosfor, karotenoid, klorofil a ve toplam klorofil miktarlarında PGPR izolatlarının Xap bulaştırılmasına rağmen önemli ölçüde artış sağladığı belirlenmiştir.

Günümüzde PGPR'lar birçok biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı kullanılmaya başlanmıştır. Gelecek yıllarda yapılacak detaylı çalışmaların bu bakterilerin tam etki mekanizmalarının ortaya çıkarılması bakımından önem taşıyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abd-Alla, M. H., Bashandy, S. R., Schnell, S. 2010. Occurrence of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, the causal agent of common bacterial blight disease, on seeds of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in upper Egypt. ***Folia Microbiol.*** **55** (1): 47–52.

Akbaş, D. 2005. ***Bazı Fasulye (Phaseolus L.) Çeşitlerinde Pseudomonas syringae pv. phaseolicola ve Xanthomonas campestris pv. phaseoli'ye Dayanıklılığının Belirlenmesi***, (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum

Akköprü, A. 2012. ***Hıyar Bakteriyel Köşeli Yaprak Leke Hastalığının (Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans) Bazı Kök Bakterileriyle Biyolojik Savaşımı Üzerinde Araştırmalar*** (doktora tezi, basılmamış). A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Alam, M. S., Cui, Z. J., Yamagishi, T., Ishii, R. 2001. Grain yield and related physiological characteristics of rice plants (*Oryza sativa* L.) inoculated with free-living Rhizobacteria. ***Plant Production Science***. **4:** 126-130.

Altın, N., Bora, T., 2005. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. ***Anadolu, J. of AARI,*** **15** (2): 87–103.

Anonim, 2007**.** ***http://www.gencziraat.com/Tarla-Bitkileri/Fasulye-Yetistiriciligi-5.html*** *Erişim Tarihi:06.02.2015.*

Anonim,2008a.***http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahçecilik /modüller /fasulye_yetiştiriciliği.pdf*** *Erişim Tarihi:10.02.2015.*

Anonim,2008b.***http://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Taze-Fasulye-Yetiştiriciliği-10.html*** *Erişim tarihi: 15.03.2015*

Anonim, 2012. ***http://www.eppo.org***. *Erişim tarihi: 15.03.2015*

Anonim, 2014. ***http://www.apelasyon.com/Yazi/79-bitki-gelisimini-arttiran-kok-bakterileri*** *Erişim Tarihi:14.02.2015.*

Antoun, H. 2003. ***Field and Greenhouse Trials Performed with Phosphate Solubiling Bacteria and Fungi.*** Department of Soil and Agrifood Engineering, Faculty of Agriculture and Food Science, Laval University Québec, Canada. 4: 67-69.

Arnaud-Santana, E., Mmbaga, M. T., Coyne, D. P., Steadman, J. R., 1993. Sources of Resistance to Common Bacterial Blight and Rust in Elite *Phaseolus vulgaris* L. Germplasm. ***Hortscience,*** **28** (6): 644-646.

Arnon, D. 1949. Measuring chlorophyll and anthocyanin concentration. ***Plant Physiology***, *24*, 1-15.

Asghar, H., Zahir, Z., Arshad, M., Khaliq, A. 2002. Relationship between in vitro production of auxins by Rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. ***Biology and Fertility of Soils***, **35** (4): 231-237.

Aydın A., Yıldırım E., Karaman M. R., Turan M., Demirtaş A., Şahin F., Güneş A., Esringü A., Dizman M., Tutar A**.** 2012. Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli (*Brassica oleracea)* bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkisi. ***SAÜ Fen Edebiyat Dergisi,*** **1**: 309-316.

Bayrak, D, Ökmen G. 2014. Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri**.** ***Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi,*** **5** (1): 1-13.

Bozkurt, İ. A. 2009. ***Fasulye Bakteriyel Yanıklık Hastalığına (Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli) Karşı Antogonist Bakterilerle Mücadele Olanakları*** (Doktora tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Chauhan, H., D., Bagyaraj J. 2015. Inoculation with selected microbial consortia not only enhances growth and yield of French bean but also reduces fertilizer application under field condition. ***Scientia Horticulturae* 197**: 441-446.

Çakır, S., Küçük, Ç., Kıvanç, M., Atmaca, E. 2007. Farklı fasulye çeşit ve hatlarının *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* ve *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*'ye karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ***Türkiye II. Fitopatoloji Kongresi*** Ağustos 2007, Isparta, s.266.

Çakmakçı, R. 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. ***Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 36** (1): 97-107.

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

Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, M.F., Erat, M., Kutlu, M., Sekban, R., Haznedar, A. 2012. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin muradiye 10 çay klonunda gelişme, verim ve besin alımı üzerine etkisi. ***Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi,* 5** (2): 176-181.

Das, A. J., Kumar, M., Kumar, R. 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): An Alternative of Chemical Fertilizer for Sustainable, Environment Friendly Agriculture***. Res J Agric Fores Sci.,*** (1): 21-3.,

Demir, G., Gündogdu, M. 1994. Bacterial diseases of food legumes in Aegean region of Turkey and effectivity of some seed treatments against bean halo blight. ***Journal of Turkish Phytopathology***, **23** (2): 57-66.

Deng, X., Cao, E. H., Wu, C. Y., Liu, J. K., Li, Q. F. 2013. Study on the effects of 8 strains on growth promotion and disease resistance of tomato (*Solanum lycopersicum*). ***Advanced Materials Research,*** 807-809: 1042-1045.

Doğan, N., 2006***. Su Stresi Altındaki Fasulye****(Phaseolus vulgaris)* ***Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması*** (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dönmez, M. F. 2004. ***Erzurum ve Erzincan İllerinde Fasulye (Phaseolus vulgaris* L.*) Bitkisinde Görülen Bakteriyel Hastalık Etmenlerinin Tanılanması ve Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola ve Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli'ye Karşı Çeşitli Fasulye Genotip ve Çeşitlerinin Duyarlılıklarının Belirlenmesi.*** (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Drijfhout, E., Blok, W. J. 1987. Inheritance of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in tetary bean (*Phaseolus acutifolius*). ***Euphytica* 36**: 803-808

Dursun, A., Dönmez, M. F., Şahin, F. 2002. Identification of resistance to common bacterial blight disease on bean genotypes grown in Turkey. ***European Journal of Plant Pathology,*108:** 811–813.

Düzgüneş, A., Kesici O. T., Kavuncu O., Gürbüz F. 1987. ***Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları-II).*** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1021, Ankara, 381 s.

Ferreira, C. F., Pereira, M. G., dos Santos, A. S., Rodrigues, R., Bressan-Smith, R. E., Viana, A. P., Daher, R. F. 2003. Resistance to common bacterial blight in

Phaseolus vulgaris L. recombinant inbred lines under natural infection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli.* ***Euphytica,* 134:** 43–46.

Fininsa, C., Tefera, T. 2006. Multiple disease resistance in common bean genotypes and their agronomic performance in eastern Ethiopia. ***International Journal of Pest Management*, 52** (4): 291–296.

Girma, T., Negatu, D. 1995. Haricot bean: its importance, production and research in Ethiopia. Breeding for disease resistance with emphasis on durability. **Proceedings of a Regional Workshop for Eastern, Central and Southern Africa, Held at Njoro, Kenya,** October 2-6, 1994., 245-250.

Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria**.** ***Canadian Journal of Microbiology*, 41** (2): 109-117.

Güllüce, M., Agar, G., Şahin, F., Turan, M., Güneş, A., Demirtaş, A., Esringü, A., Karaman, M.R., Tutar, A., Dizman, M., 2012. Pb ve Cd ile kirletilmiş alanlarda Yetiştirilen turp bitkisinin verim parametreleri üzerine humik asit ve PGPR uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi. ***SAÜ Fen Edebiyat Dergisi,*** (1): 509-517.

Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Şahin, F., Karaman, M.R., 2013. Farklı bakteri uygulamalarının kaya fosfatının çözünürlüğü üzerine etkisi. ***Soil-Water Journal Toprak Su Dergisi,* 2** (1): 53-61.

Kacar, B., İnal, A. 2008. ***Bitki Analizleri.*** Nobel Yayın Dağıtım. İstanbul, Türkiye

Kahveci, E. and Maden, S.,1994, Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* by bacteriophages. ***J. Turk. Phytopath.***, 23: 79-85.

Kaiser, W. J., Vakili, N. G. 1978. Insect transmission of pathogenic xanthomonads to bean and cowpea in Puerto Rico. ***Phytopathology*, 68** (7): 1057-1063.

Kloepper, J. W., Schroth, M. N. 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. **In *Proceedings of the 4th international conference on plant pathogenic bacteria.*** Vol. 2, pp. 879-882.

Kloepper, J. W., Tuzun, S., Liu, L., Wei, G. 1993. Plant growth-promoting rhizobacteria as inducers of systemic disease resistance. ***Pest Management: Biologically Based Technologies. American Chemical Society Books,*** *Washington, DC*, 156-165.

Lemanceau, P., Bossis, E., Latour, X., Gardan, L. 2000. The taxonomy of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*: current status and need for revision. ***Agronomie*, 20** (1): 51-63.

Lichtenthaler, H., Wellburn, A. R. 1984. Formulae and program to determine total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. In ***Advances in Photosynthesis Research*** (pp. 9-12). Springer Netherlands.

Lucy, M., Reed, E., Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. ***Antonie van Leeuwenhoek***, *86*(1), 1-25.

Mabagala, R.B., (1997). The effect of populations of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in bean reproductive tissues on seed infection of resistant and susceptible bean genotypes. ***European Journal of Plant Pathology,* 103:** 175–181.

Marquez, L. M., Teran, H., Singh, S. P. 2007. Selecting common bean with genes of different evolutionary origins for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli.* ***Crop Sci.,* 47**:1367–1374.

Miklas, P. N., Zapata, M., Beaver, J. S., Grafton, K. F. 1999. Registration of four dry bean germplasms resistant to common bacterial blight: ICB-3, ICB-6, ICB-8, and ICB-10, ***Crop Science*****, 39** (2): 594.

Osdaghi, E., Alizadeh, A., Shams-Bakhsh, M., Reza Lak, M., 2009. Evaluation of common bean lines for their reaction to the common bacterial blight pathogen. ***Phytopathol. Mediterr.*** **48:** 461–468.

Özpay, T., 2008. ***Taze Fasulye (Phaseolus vulgaris) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi*** (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Ping, L., Boland, W. 2004. Signals from the underground: bacterial volatiles promote growth in Arabidopsis. ***Trends in Plant Science***, **9** (6): 263-266.

Sabaté, D. C., Brandan, C. P., Petroselli, G., Erra-Balsells, R., Audisio, M. C. 2017. Decrease in the incidence of charcoal root rot in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Bacillus amyloliquefaciens* B14, a strain with PGPR properties. ***Biological Control***, **113**: 1-8.

Sabet, K. A. Ishag, F., 1969. Studies on the bacterial diseases of Sudan crops, VIII: survival and dissemination of *Xanthomonas phaseoli* (E.F. Sm.) Dowson. ***Annals of Applied Biology*****, 64**: 65-74.

Saettler, A.W.,1991. Common Bacterial Blight. In: Hall R, ed. ***Compendium of Bean Diseases.***, St. Paul, USA: APS Press, 29-30.

Schuster, M. L., Coyne, D. P., Behre, T. Leyna, G. 1983. Sources of Phaseolus species resistance and leaf and pod differential reactions to common blight, ***Hort Science*****, 18** (6): 901-903.

Scott, M. E., Michaels, T. E., 1992. *Xanthomonas r*esistance of *Phaseolus* interspecific cross selections confirmed by field performance. ***Hortscience,*** **27** (4): 348-350.

Serracin, J., Young, R. A., Rosas, J. C. Caceres, J. 1991. Damage by *Xanthomonas-campestris* pv *phaseoli* and bean yield. ***Journal of Agriculture of The University of Puerto Rico,*** **75** (4): 353-361.

Silva, L. O., Singh, S. P., Pastor-Corrales, M. A., 1989. Inheritance of resistance to bacterial blight in common bean. ***Theor. Appl. Genet.*** **78**: 619-624.

Srinivasan, M., Petersen, D. J., Holl, E. B. 1996. Influence of indole acetic acid producing *Bacillus* isolates on the nodulation of *Phaseolus vulgaris* by *Rhizobium etli* under gnotobiotic conditions. ***Can. J. Microbiol.***, **42:** 1006–1014.

Steadman, J. R., Cook, G. E., Boosalis, M. G. 1975. Survival of Whetzelinia sclerotiorum and initial infection of dry edible beans in western Nebraska [Fungus diseases]. ***Phytopathology,*** USA.

Trujillo, G. E., Saettler, A,W. 1980. A liquid semi-selective medium for *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans.* ***Agricultural Experiment Station Research Report***, 411:8. Michigan State University. USA.

Uslu, A. 2006. ***Bazı Baklagil Bitkilerinde Bitki Gelişimini Uyaran Kökbakteriler (PGPR) ile Verimin Artırılması*** (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. ***Plant and Soil*****, 255** (2): 571-586.

Webster, D. M., Temple, S. R., Galvez, G. 1983. Expression of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* under tropical conditions, ***Plant Disease*****, 67** (4): 394-396.

Yang, J., Kloepper, J. W., Ryu, C. M. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. ***Trends in Plant Science,*** **14** (1): 124-130.

Yoshii, K., Galvez, G.E. ve Alvarez-Ayala, G. 1976. Estimation of yield losses in beans caused by common blight. ***Proceedings of the American Phytopathological Society*****, 3**: 298-299.

Zapata, M., Beaver, J. S., Porch, T. G., 2011. Dominant gene for common bean resistance to common bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli.* ***Euphytica,*** **179**: 373–382.

ÖZ GEÇMİŞ

Akademisyen bir babanın ve ev hanımı bir annenin ilk çocuğu olarak 1988 yılında Van'da doğdu. İlkokul eğitimini Van Şehit İbrahim Karaoğlanoğlu İlköğretim Okulunda, Ortaokul eğitimini Van İkinisan İlköğretim Okulunda, Lise eğitimini Van Atatürk Lisesi Süper Lise bölümünde tamamladı. 2008 yılında ÖSS sınavı ile YYÜ Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne girmeye hak kazandı ve 2012 yılında lisans eğitimini tamamladı. Lisans eğitimi bittikten sonra formasyon eğitimi alarak 2015 yılında Tarım Tek./Bahçe Peyzaj öğretmeni olarak İstanbul'a atandı. Halen ilk atama yeri olan Mevlanakapı Özel Eğitim İş ve Uygulama Okulunda görevine devam etmektedir.

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 05/10/2017

Tez Başlığı / Konusu:

Bazı Kök Bakterilerinin Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bakteriyel Yanıklık (*Xsantomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)) Hastalığına Etkisinin Araştırılması

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 49 sayfalık kısmına ilişkin, 05/10/2017 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnity intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6 (yüzde altı) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Furkan TUNÇTÜRK

Öğrenci No: 139101129

Anabilim Dalı:Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Programı: Bahçe Bitkileri

Statüsü: Y. Lisans ☒ Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)