

**T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
(KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI)**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDİCİ AZOT FİKSERİ  
VE FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAKTERİLERİN KOMBİNE  
UYGULAMALARININ ARMUT FİDANLARININ  
VEJETATİF GELİŞİM ÖZELLİKLERİNE  
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Umut ERDOĞAN**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç.Dr. Aysen KOÇ**

**Yozgat 2017**



**T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
(KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI)**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDİCİ AZOT FİKSERİ  
VE FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAKTERİLERİN KOMBİNE  
UYGULAMALARININ ARMUT FİDANLARININ  
VEJETATİF GELİŞİM ÖZELLİKLERİNE  
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Umut ERDOĞAN**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç.Dr. Aysen KOÇ**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından  
2015FBE/T165kodu ile desteklenmiştir.**

**Yozgat 2017**

T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Ortak Yüksek Lisans Programı, 70112113005 numaralı öğrencisi Umut ERDOĞAN'ın hazırladığı “**Bitki Büyümesini Teşvik Edici Azot Fikseri ve Fosfat Çözücü Bakterilerin Kombine Uygulamalarının Armut Fidanlarının Vejetatif Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi**” başlıklı yüksek lisans tezi ilgili tez savunma sınavı Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 10.07.2017 günü saat 13.30’da yapılmış, tezin onayına oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.

**Başkan** : Prof. Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU



**Jüri Üyesi** : Yrd. Doç. Dr. Aysen KOÇ (Danışman)



**Jüri Üyesi** : Yrd. Doç. Dr. Gülden BALCI



**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..16../08../2017 tarih ve 20.. sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

..16../08../2017  
Doç. Dr. Fuat KÖKSAL  
Müdür  


## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....</b>	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>11</b>
<b>3.MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>24</b>
3.1.Materyal.....	24
3.1.1.Bitki Materyali .....	24
3.1.2.Bakteri İzolatları .....	25
3.1.3.Araştırma Alanının Coğrafi Konumu .....	26
3.1.4.Araştırma Alanının İklim ve Toprak Özellikleri.....	27
3.1.5.Toprak Örneklerinin Analizleri.....	29
3.2.Yöntem .....	31
3.2.1.Deneme Parselinde Fidan Dikim Hazırlığı ve Kültürel İşlemler .....	31
3.2.2.PGPR Süspansiyon Hazırlığı ve Uygulanması .....	31
3.2.3.Vejetatif Gelişme ile İlgili Bazı Özelliklerin Belirlenmesi .....	33
3.2.3.1.Ortalama Fidan Boyu .....	33
3.2.3.2.Ortalama Fidan Gövde Çapı.....	33
3.2.3.3.Ortalama Fidan Taç Genişliği .....	33
3.2.3.4.Ortalama Yıllık Sürgün Sayısı .....	33
3.2.3.5.Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğu .....	33
3.2.3.6.Ortalama Yıllık Sürgün Çapları .....	33
3.2.4.Yaprak Örneklerinde Bazı Özelliklerin Belirlenmesi .....	33
3.2.4.1.Yaprak Klorofil İçeriği Okumaları .....	33
3.2.4.2.Yaprak Alanı Tespiti.....	33
3.2.4.3.Yaprak Besin Elementi Analizleri .....	34
3.2.5.İnoküle Edilen Bakterilerin Topraktaki Popülasyonunun Belirlenmesi .....	34

<b>4.BULGULAR</b> .....	<b>36</b>
4.1. Vejetatif Gelişme ile İlgili Bazı Özelliklerin Belirlenmesi .....	36
4.1.1. Ortalama Fidan Boyu .....	36
4.1.2. Ortalama Fidan Gövde Çapı .....	37
4.1.3. Ortalama Fidan Taç Genişliği .....	38
4.1.4. Ortalama Yıllık Sürgün Sayısı .....	39
4.1.5. Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğu .....	40
4.1.6. Ortalama Yıllık Sürgün Çapları .....	41
4.2. Yaprak Örneklerinde Bitki Besin Elementi Analizleri.....	42
4.2.1.Yaprak Makro Besin Elementi İçerikleri .....	42
4.2.2.Yaprak Mikro Besin Elementi İçerikleri.....	43
4.2.3.Klorofil ve Yaprak Alanı Verileri .....	44
4.3. İnokule Edilen Bakterilerin Topraktaki Popülasyonunun Belirlenmesi.....	46
<b>5.TARTIşMA – SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>47</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİş</b> .....	<b>66</b>

**BITKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDİCİ AZOT FİKSERİ VE FOSFAT  
ÇÖZÜCÜ BAKTERİLERİN KOMBİNE UYGULAMALARININ ARMUT  
FİDANLARININ VEJETATİF GELİŞİM ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Umut ERDOĞAN**

**Bozok Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**2017, Sayfa: 66**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Aysen KOÇ**

**ÖZET**

Yozgat ili Sorgun ilçesi Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda yürütülen bu çalışmada, BA 29 anacına aşılı "Deveci" armut çeşidine ait fidanlarda bitki gelişimini teşvik eden **Y4** (*Pseudomonas putidabtyp B*, *Pseudomonas agarici* 62/5 + *Bacillus atrophaeus* AR-51 + *Rhodococcus erythropolis* AR-49), **Y5** (*Pseudomonas fluorescens* 58/3 + *Pseudomonas putida* AR-93 + *Bacillu spumilus* AR-102 + *Bacillus licheniformis* AR-133) ve **Y6** (*Pseudomonas fluorescensbtyp A* 48/3 + *Bacillus licheniformis* AR-121+*Bacillus subtilis* AR-134 + *Bacillus subtilis* AR-116) bakteri kombinasyonlarının fidanların vejetatif gelişimine, yaprak alanına, klorofil ve bitki besin maddesi içeriğine, topraktaki bakteri popülasyonunun yoğunluğuna etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Y4, Y5 ve Y6 bakteri uygulamaları kontrole göre fidan gövde çapı gelişiminde öne çıkmışlardır. Y6 uygulaması, 2. yılda en yüksek taç genişliği (56,18 cm) sağlamıştır. En fazla yıllık sürgün uzunluğu 2. yılda Y4 ve Y6 uygulamalarından elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarının yaprak makro besin elementlerinden N, P ve Mg, mikro besin elementlerinden Mn ve Zn içeriklerinde artış sağladığı, yaprak alanındaki artışların da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bitki rizosferinde en yoğun bakterisi kolonisi içeren izolatın  $6,02 \times 10^6$  cfu/ml ile Y6 olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Armut, Deveci, PGPR, Bitki gelişimi, Yozgat

**DETERMINATION OF THE EFFECTS OF NITROGEN-FIXING AND  
PHOSPHATE-SOLUBILIZING BACTERIAL COMBINATIONS WHICH  
PROMOTES PLANT GROWTH IN THE VEGETATIVE DEVELOPMENT  
CHARACTERISTICS OF PEAR SHOOTS**

**Umut ERDOGAN**

**Bozok University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticultural  
Master Thesis**

**2017, Page: 66**

**Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Aysen KOÇ**

**ABSTRACT**

It was aimed to determine the effects of **Y4** (*Pseudomonas putida* btyp B, *Pseudomonas agarici* 62/5 + *Bacillus atrophaeus* AR-51 + *Rhodococcus erythropolis* AR-49), **Y5** (*Pseudomonas fluorescens* 58/3 + *Pseudomonas putida* AR-93 + *Bacillus spumilus* AR-102 + *Bacillus licheniformis* AR-133) and **Y6** (*Pseudomonas fluorescens* btyp A 48/3 + *Bacillus licheniformis* AR-121 + *Bacillus subtilis* AR-134 + *Bacillus subtilis* AR-116) bacterial combinations which promoted plant growth in "Deveci" pear budded on BA 29 rootstock, to the vegetative growth criteria, leaf area, chlorophyll and plant nutrient content and density of the soil bacterial population at the Gedikhasanlı Research and Application Station in the Sorgun district of Yozgat province. As a result of the study, Y4, Y5 and Y6 bacterial applications were prominent in the growth of the stem diameter according to the control. The Y6 implementation provided the highest crown width (56,18 cm) in the 2nd year. The maximum annual shoot length was obtained from Y4 and Y6 applications in the 2nd year. In this study, it was determined that bacterial applications increased N, P and Mg contents of leaf macro nutrients, Mn and Zn contents of micronutrients, and increases in leaf area were also statistically significant. The isolate containing the densest bacterial colon in the plant rhizosphere was found to be Y6 with  $6.02 \times 10^6$  cfu / ml.

**Keywords:** Pear, Deveci, PGPR, Plant growth, Yozgat



## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının yapılması konusunda beni yönlendiren, çalışmanın ders ve tez yazım aőamalarında yardımlarını esirgemeyen, beni motive eden çok değerli hocam Yrd. Doç.Dr. Aysen KOÇ başta olmak üzere arazi ve laboratuvar çalıőmalarımnda bizzat yanımda bulunarak yardımcı olan Doç. Dr. Yaőar Ertürk'e, Ar. Gör. Cüneyt Civelek'e, Yozgat Sorgun ve K.Maraő Afşin Tarım Kredi Kooperatiflerindeki alıőma arkadaőlarıma, yardımlarını esirgemeyen Bahçe Bitkileri Bölümü Akademik Kadrosuna ve Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu emekçilerine teőekkürlerimi sunarım.

Her konuda her zaman yanımda olan ve desteğini gördüğüm aileme de teşekkür ederim.

Yeğenim Dilara'nın Anısına...

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1.	2015 Yılı Armut Üretim Miktarları ve Verim Ortalamaları..... 3
Şekil 1.2.	İllere Göre Armut Üretim Yüzdeleri..... 5
Şekil 1.3.	Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamalarının Bitkilerde Kök Gelişimine Etkisi..... 9
Şekil 2.1.	PGPR Uygulamalarının Spesifik Mekanizmaları..... 13
Şekil 2.2.	PGPR'lerin Genel Mekanizmaları..... 15
Şekil 3.1.	Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu Planı..... 26
Şekil 3.2.	Çalışmanın yapıldığı Parselin Genel Görünümü..... 27
Şekil 3.3.	Araştırma Alanının 2014 Yılına Ait Meteorolojik Verileri 28
Şekil 3.4.	Araştırma Alanının 2015 Yılına Ait Meteorolojik Verileri 28
Şekil 3.5.	Bakterilerin 2.Yıl Uygulanması..... 32
Şekil 3.6.	Bakterilerin Ekimi..... 35
Şekil 3.7.	Bakterileri Ekiminden 15 Gün Sonra Mikroskop altında 16x Yakınlaştırılarak Görüntülenen Bakteriler..... 35
Şekil 4.1.	Ortalama Fidan Boyunun Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişim Grafiği..... 36
Şekil 4.2.	Ortalama Gövde Çapının Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişim Grafiği..... 37
Şekil 4.3.	Ortalama Taç Genişliğinin Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişim Grafiği..... 38
Şekil 4.4.	Ortalama Yıllık Sürgün Sayısının Uygulamalara Göre Değişim Grafiği 39
Şekil 4.5.	Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğunun Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişim Grafiği..... 40

<b>Şekil 4.6.</b>	Ortalama Yıllık Sürgün Çapının Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişim Grafiği.....	41
<b>Şekil 4.7.</b>	Yaprak Makro Element Değişim Grafiği.....	42
<b>Şekil 4.8.</b>	Yaprak Mn, Fe, Zn, B Ve Cu Element İçeriği Değişim Grafiği	44
<b>Şekil 4.9</b>	Yaprak Mo, Cd Ve Pb Element İçeriği Değişim Grafiği.....	44
<b>Şekil 4.10.</b>	Yaprak Alanı Ve Klorofil Değerlerinin Uygulamalara Göre Değişim Grafiği.....	45
<b>Şekil 4.11.</b>	Rizosfer Bölgesindeki Bakteri Popülasyonu Grafiği.....	46



## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.1.</b> 2013 Yılında Kıtalara Göre Armut Üretim Miktarları ve Dünya Üretimindeki Payı.....	1
<b>Tablo 1.2.</b> Ülkelere Göre Dünya’da Armut Üretimi.....	2
<b>Tablo 1.3.</b> 2015 Yılı Verilerine Göre Türkiye’de Bölgeler Bakımından Armut Üretim Alanları, Üretim Miktarı, Ağaç Başına Verim ve Ağaç Sayıları.....	4
<b>Tablo 2.1.</b> Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterilerin Meyvecilikte Kullanım ve Etkileri.....	16
<b>Tablo 3.1.</b> Formülasyon Y4.....	25
<b>Tablo 3.2.</b> Formülasyon Y5.....	25
<b>Tablo 3.3.</b> Formülasyon Y6.....	26
<b>Tablo 3.4.</b> 2014 ve 2015 Yılları Deneme Alanına Ait Toprak Özellikleri.....	30
<b>Tablo 4.1.</b> Ortalama Fidan Boyunun Yıl ve Uygulamalara Göre Değişimi....	36
<b>Tablo 4.2.</b> Ortalama Fidan Çapının Yıl ve Uygulamalara Göre Değişimi.....	37
<b>Tablo 4.3.</b> Ortalama Fidan Taç Genişliğinin Yıl ve Uygulamalara Göre Değişimi.....	38
<b>Tablo 4.4.</b> Ortalama Yıllık Sürgün Sayısının Uygulamalara Göre Değişimi...	39
<b>Tablo 4.5.</b> Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğunun Uygulamalara Göre Değişimi	40
<b>Tablo 4.6.</b> Ortalama Yıllık Sürgün Çapının Yıl Ve Uygulamalara Göre Değişimi	41
<b>Tablo 4.7.</b> Yaprak Makro Element İçeriği.....	42
<b>Tablo 4.8.</b> Yaprak Mikro Element İçeriği.....	43
<b>Tablo 4.9.</b> Yaprak Alanı ve Klorofil Değerlerinin Uygulamalara Göre Değişimi.....	45
<b>Tablo 4.10.</b> Rizosfer Bölgesindeki Bakterilerin Sayısı.....	46

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### Simgeler

°	derece
"	saniye
'	dakika

### Kısaltmalar

<b>PGPR</b>	Plant Growth Promoting Rhizobacteria (BBAR; Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler)
<b>ppm</b>	milyonda kısım
<b>cfu/ml</b>	1 ml'lik su numunesi içinde oluşan koloni sayısı
<b>ton/da</b>	1 dekardan elde edilen ürün miktarı (ton)
<b>ABA</b>	absisik asit
<b>IAA</b>	indol asetik asit
<b>NAA</b>	naftalen asetik asit
<b>GA</b>	giberallikasit
<b>BA</b>	benzyl adenin
<b>CK</b>	sitokin
<b>ACC</b>	amino cyclopropane karboksilaz
<b>Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>	kalsiyum fosfat

## 1.GİRİŞ

Ticari değeri giderek yükselen armut, dünya üzerinde ülkemizle birlikte Çin,Amerika, İtalya, Arjantin veİspanya gibi ülkelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir.Özellikle, ılıman iklim bölgelerinde yoğunlaşan bu tür, sistematikte *Rosaceae* familyasının *Pomoideae* alt familyası içerisinde yaklaşık 20 armut türünü kapsayan*Pyrus* cinsine dâhildir. Ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan *Pyrus* cinsi içerisinde türler; doğu ve batı armutları olarak sınıflandırılmıştır [1]. Batı armudu grubunda Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika ve Afrika'da yetişen *Pyruscommunis* türü, Doğu armudu grubunda ise Çin'de yetişen *P. ussuriensis*, *P. bretschneideri* ve *P. sinkiangensis*, Çin ve Japonya'da yetişen *P. pyrifolia*türleri yer almaktadır [2].

Dünyada ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen armut, Anadolu, Kafkasya ve Orta Asya orjinli bir türdür. Bununla birlikte, kültüre alınan çeşitlerin çoğu ya *Pyruscommunis* (Avrupa armudu) ya da*P. serotina* (Japon armudu) kökenlidir. Türkiye *P. communis*'in gen merkezleri arasında yer almaktadır [3]. Bulunduğu bölgenin iklimine ve toprak yapısına adaptasyonu iyiolan bu türün 600' ü aşkın çeşidi bulunmaktadır [2]. Ayrıca Anadolu, *Pyrus* türlerinden *P. elaeagrifolia* (ahlat), *P. salicifolia*(Dadaş armudu),*P. amygdaliformis*(badem yapraklı armut),*P. elagrifolia*, *P. syriaca* ve *P. salicifolia* türlerinin de anavatanıdır[4].

Bugün dünyanın her kıtasında armut yetiştiriciliği yapılmakla birlikte Asya kıtası üretim miktarı bakımından dünya armut üretiminin %77'sinden fazla kısmını sağlamaktadır. Kıtalara göre 2013 yılında armut üretimi ve dünya üretimindeki payları Tablo1.1'de gösterildiği şekilde gerçekleşmiştir.

**Tablo1.1.** 2013 yılı kıtalara göre armut üretim miktarı ve dünya üretimindeki payı

Kıtalar	Üretim (ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
Asya	19.452.003	77,2
Avrupa	3.006.895	11,9
Amerika	1.855.844	7,4
Afrika	751.386	3
Okyanusya	136.626	0,5
DÜNYA	25.203.754	

Kaynak: FAO, 2017[5]

FAO verilerine göre 2013 yılı dünya armut üretimi 25.203.754 tondur. Üretimde 17.440.000 ton ile Çin ilk sırayı alırken bunu sırasıyla Amerika (795.557 ton), Arjantin (722.324 ton), İtalya (743.029 ton), Türkiye (461.826 ton), ve İspanya (425.700 ton) izlemektedir (Tablo1.2). Türkiye, dünyada armut üretim miktarı ile 5., üretim alanı bakımından ise 4. sırada yer almaktadır (461.826 ton ve 34.430 ha).

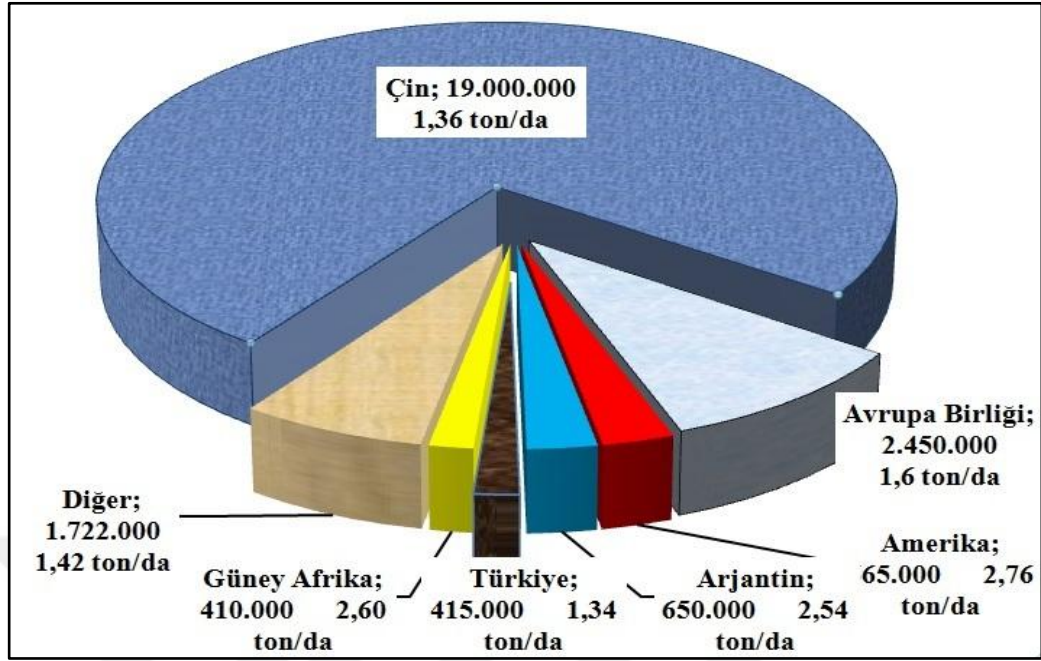
**Tablo1.2.** Ülkelere göre Dünya’da armut üretimi

Sıra	Ülkeler	Üretim miktarı (bin ton)
1	Çin	17.440,0
2	Amerika	795,6
3	Arjantin	722,3
4	İtalya	743,0
5	Türkiye	461,8
6	İspanya	425,7
<b>TOPLAM</b>		<b>25.203,7</b>

**Kaynak:**FAO, 2017 [5]

Asya armutlarının hasat sonrası hemen yenilebilir özellikte olması nedeniyle dünya armut üretiminde ilk sırayı % 65’ lik pazar payı oranıyla bu armut grubu çeşitler oluşturmaktadır [6]. Bu durum Çin’in dünya pazarında ilk sırada olmasından kaynaklanmaktadır. Gün geçtikçe Çin’in dünya armut ticaretinde artan payı düşünüldüğünde, gelecekte de bu grup armutların önemini koruyacağı tahmin edilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde armut üretimi yazlık ve kışlık çeşitlerle yapılmakla birlikte kışlık çeşitlerin toplam armut üretimindeki payı %70’den fazladır. Önde gelen kışlık çeşitlerin %43’ünü Conference, Abate Felve Blanquilla oluşturmakla beraber %22’lik payı da Williams BC, Dr. J.Guyot ve Coscia-Ercolini yazlık çeşitleri oluşturmaktadır [7].

Dünyadaki armut üreticisi ülkelerin birim alana verimleri ortalama 1,42 ton/da’dır. Şekil 1.1’ de görüldüğü gibi yoğun yetiştiricilik metotları ile üretim yapan ABD, Güney Afrika, Arjantin gibi ülkelerin verimleri, dünya ortalamasının oldukça üzerinde iken (sırasıyla 2,76 – 2,60 ve 2,54 ton/da), halen geleneksel metotlarla yetiştiricilik yapan Türkiye 1.34 ton/da ile dünya ortalamasının gerisindedir [8].



**Şekil 1.1.** 2015 armut üretim miktarları (ton) ve verim ortalamaları (ton/da) [8]

Türkiye 2015 yılında armut üretiminin yaklaşık %4,4'ünü (20.708 ton) ihraç etmiştir. İhracatın büyük kısmı Rusya Federasyonuna yapılmakla birlikte bunu sırasıyla Irak, Suudi Arabistan, Türkmenistan ve KKTC takip etmektedir. Türkiye armut ihracatının %85'ini bu ülkelere yapmaktadır[9]. 2003-2013 yılları arasındaki zaman diliminde ithalat ve ihracat rakamlarına baktığımızda Çin, Arjantin, Belçika, İtalya, ABD ve Şili gibi ülkelerin armut ihracatında, Rusya, Brezilya, Almanya, İngiltere, Endonezya ve Fransa gibi ülkelerin ise armut ithalatında önde geldikleri dikkat çekmektedir [5].

Armut, fizyolojik olarak -30°C soğuklara kadar dayanım gösterebilmekte olup uzun süreli soğuklarda sürgün uçlarında don zararı rastlanmaktadır. Çiçekleri -2,2°C, küçük meyveleri -1,1°Cde don olaylarından zarar görür. Armut çeşitlerinin yıllık soğuklama süresi 7,2°C'nin altında 800–1200 saat arasında değişmektedir [4]. Armutayva, ahlât ve alıç gibi toprak istekleri bakımından birbirinden çok farklı anaçlar üzerinde yetiştirilebilmektedir ve ilkbahar aylarında don olaylarından diğer meyve türlerine (badem, kayısı, erik, şeftali) göre daha az etkilenmektedir. Ülkemizde armutplantasyonunun geniş bir alana yayılmasına olanak sağlayan bu özelliklerine rağmen ülkemiz meyve yetiştiriciliğinde karşılaşılan problemlerin başında birim alandan elde edilen verimin düşüklüğü gelmektedir.



Ülkemizin sahip olduğu coğrafi konum ve ekolojik özellikler bakımından birbirinden farklı olan her bir coğrafya ve mahalli bölgeye uygun ekolojide yetişebilen 600'ün üzerinde farklı armut çeşidine ev sahipliği yaptığı bilinmekle beraber yaygın olarak yetiştirilen tür *Pyrus communis*'tir [4]. Ülkemizde genel anlamda yaygınlık gösteren mahalli armut türleri; Ege ve Akdeniz kıyı kesimlerinde *Pyrus communis* sp. *sativa* ve *Pyrus amygdaliformis*, Kütahya, Eskişehir, Bolu, İstanbul, Kastamonu, Sivas, Ankara, Antalya ve Kayseri dolaylarında *Pyrus elaeagnifolia*, Hakkâri ve çevresinde *Pyrus syriaca* ve *Pyrus hakkiarica*, Uşak dolaylarında *Pyrus anatolica*, Tekirdağ ve Kırklareli'nde *Pyrus bulgarica*, Erzurum çevresinde *Pyrus salicifolia*, Kars dolaylarında *Pyrus boissiriana*, Karadeniz bölgesinde *Pyrus pirasteria* yaygın olarak bulunmaktadır [10].

Armut üretim alanı bakımından Akdeniz Bölgesi, toplam armut üretim miktarı ve ağaç başına verim ortalaması bakımından Doğu Marmara Bölgesi ön planda yer almaktadır. Armut üretimi 70'li yıllara kadar yöresel ihtiyacı karşılamaya yönelik olarak dağınık bir şekilde diğer meyvelerle karışık bahçeler halinde yapılmakta iken, 70'li yıllardan sonra özellikle Doğu Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde ticari amaçla kurulan kapama armut bahçelerinin sayısı önemli miktarda artmıştır. Ayrıca 90'lı yıllardan itibaren de Quince A, BA 29, OHF 333 gibi bodurlaştırıcı klonal anaçların üzerine aşılı çeşitlerle sık dikim bahçe kurulumlarının artmasıyla verimlilikte önemli artışlar kaydedilmiştir [11]. Bölgeler düzeyinde armut üretimine dair bazı bilgiler Tablo 1.3.'te özetlenmiştir.

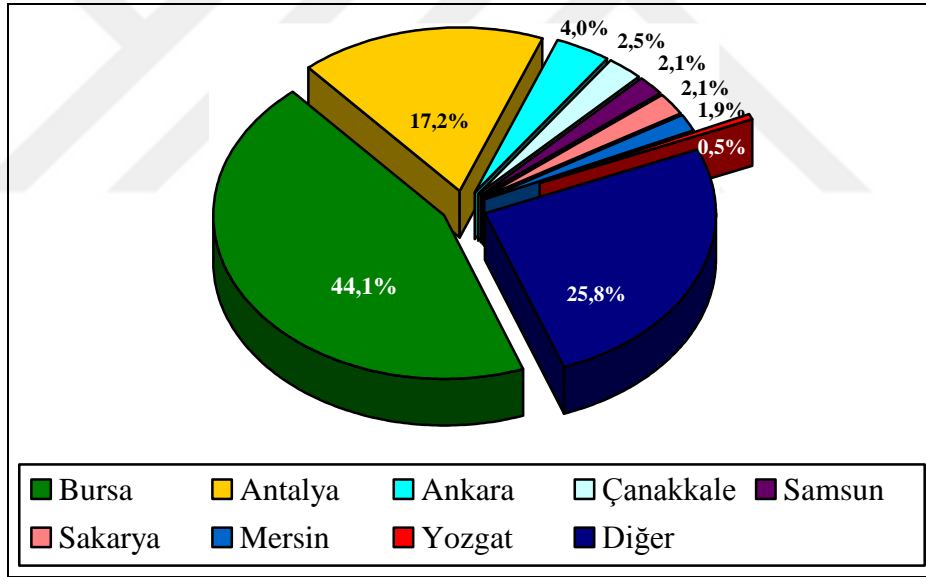
**Tablo 1.3.** 2015 yılı verilerine göre Türkiye'de bölgeler bakımından armut üretim alanları, üretim miktarı, ağaç başına verim ve ağaç sayısı

Bölgeler	Üretim Alanı (da)	Üretim (ton)	Ort. Verim (kg/ağaç)	Meyve veren yaşta ağaç sayısı (adet)	Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı (adet)	Toplam ağaç sayısı (adet)
Karadeniz Bölgesi	18.977	58.139	83	2.121.543	506.189	2.607.732
İç Anadolu	17.622	18.180	35	515.279	160.708	675.987
Güneydoğu Anadolu	6.653	4.351	22	201.915	78.766	280.681
Marmara	106.798	219.677	120	3.648.962	933.866	4.582.828
Ege	37.311	58.905	54	2.182.296	589.041	2.771.337
Akdeniz	53.728	90.273	50	1.818.200	331.723	2.149.923
Doğu Anadolu	8.584	14.098	35	404.499	117.913	522.412
<b>TOPLAM</b>	249.673	463.623	57	10.872.694	2.718.206	13.590.900

Kaynak: TÜİK, 2016 [12]

Son yıllarda satış fiyatlarının yüksek olması, üreticiler için armut üretiminin kârlı hale getirmiş ve yeni plantasyonların gün geçtikçe artmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, halen standart yerli ve yabancı çeşitlerden oluşan kapama bahçeler yeterli değildir. Yeni tesis edilen bahçelerde modern meyvecilik prensiplerine dikkat edilmekte, verimlilik ve pazar isteklerine uygunluk durumları çeşit seçiminde belirleyici olmaktadır.

Türkiye’de üretimi yapılan armut çeşitlerinin başında Deveci, Ankara, Akça, Santa Maria, Conference, Williams gelmekle beraber son yıllarda yetiştiriciliği artan Kieffer (MargeritaMarillat) gibi kışlık çeşitlere üreticilerin ilgisi artmaktadır. Şekil 1.2’de belirtildiği üzere Türkiye armut üretiminin % 37,60’ını gerçekleştiren Bursa ilinde armut yetiştiriciliği kapama bahçelerde yapılmakla birlikte Deveci çeşidi yaygın olarak görülmektedir [13, 14].



Şekil 1.2. İllere göre armut üretim yüzdeleri [14]

Üretimin yoğun olarak yapıldığı illerimiz arasında Bursa, Antalya, Ankara, Çanakkale, Samsun, Sakarya ve Manisa ön sıralarda yer almakta olup çalışmamızın yürütüldüğü Yozgat ili ise Türkiye üretiminin %0,5 'ini gerçekleştirmektedir (Şekil 1.2) Yozgat ilinde ekonomik anlamda armut yetiştiriciliğinden bahsetmek mümkün değildir. Ülkemizde ekonomik anlamda üretimin yapılmadığı bölgelerdeki mevcut armut varlığı, doğada kendiliğinden yetişen veya aşılansarak yetiştirilen çeşitler olup hobi amaçlı, yörenin kendi ihtiyacını karşılayacak kadardır [15].

Bununla birlikte ilin büyük tüketim merkezlerine yakınlığı, kapama büyük bahçeler için parçalanmamış büyük tarım alanlarına sahip olması ve sulama imkânlarının giderek artması gibi nedenlerden ötürü yörede armut yetiştiriciliği giderek daha fazla ilgi çekmektedir.

Günümüz meyveciliğinde Avrupa ülkelerinin yıllardan beri uyguladığı sık dikim sistemleri ülkemiz yetiştiricileri tarafından son yıllarda giderek tercih edilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir üretim teknikleriyle günümüzde kapama bahçe olarak kurulan modern meyve bahçelerinin en temel materyalini fidan oluşturur. İsmine doğru, sağlıklı ve standart iyi dallanmış bir fidan bahçe tesisinde kârlılığın en önemli adımıdır [16]. Fidanların yan dal sayısı, yan dal açısı ve fidan yüksekliği bahçenin erken verime yatma ve yüksek verim alınmasında oldukça etkili olduğu bildirilmektedir [17].

Modern meyve bahçesi tesisinde fidanı en kısa zamanda meyveye yatırarak kaliteli ve yüksek miktarda ürün alınabilmesinin ön şartı olan dallanmış fidan seçimi kadar bitki beslenmesinin de önemi çok büyüktür. Zira diğer yumuşak çekirdekli türlerde olduğu gibi armudun beslenmesi ile ürün miktarı ve kalitesi arasında çok yakın ve önemli ilişkiler vardır [18]. Modern tarımda beslenme gereksinimlerinin giderilmesinde yoğun bir şekilde sentetik gübre materyalleri kullanılmaktadır. Nitekim 2018 yılında dünya genelinde 200,5 milyon ton kimyasal gübre kullanımı ve bunun ekonomik değerinin 80 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. Bu miktarın %60'ını azotlu gübreler oluşturmaktadır [19]. Bitki tarafından alınabilen azot oranı, yetiştiricilik uygulamaları ve ürün çeşitlerine göre değişmekle birlikte ortalama %50 civarındadır. Bitki tarafından alınamayan azotun ekonomik değeri yıllık 17,7 milyar dolara karşılık gelmektedir [20]. Bitkinin kullanamadığı bu miktar, biyolojik azot fiksasyonu yapan mikroorganizmaları öldürmekte, yağış ve sulama suyu ile birlikte taşınarak su kaynaklarında kirliliği, yer altı içme sularında nitrat birikimi, topraktan azotun gaz haline geçerek havada asit yağmurları, sera etkisi ile küresel ısınma ve ozon tabakasının incilmesi gibi potansiyel çevre kirliliğine neden olmaktadır [20].

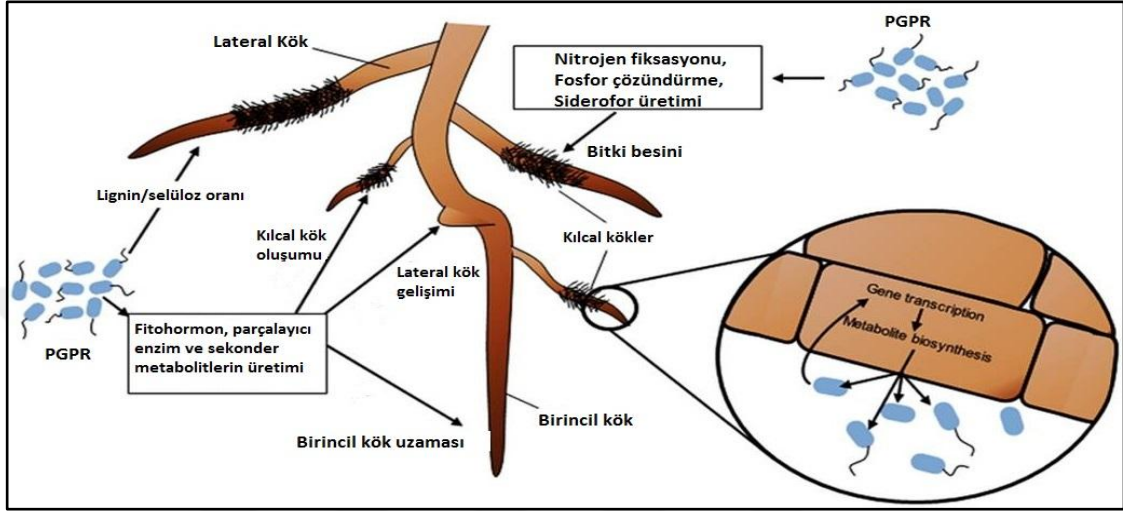
Ülkemizin 2014 yılı kimyasal gübre tüketimi 5,5 milyon ton olurken ithalat oranı %40 olarak gerçekleşmiştir [21]. Toplam gübre tüketimimiz içerisinde azotlu gübrelerin oranı %65'lere ulaşmaktadır. Gübre ithalatına yüksek miktarlarda döviz

ödenme zorunluluğu, ayrıca üretiminde kullanılan aşırı miktarlardaki fosil yakıt ihtiyacının sebep olduğu küresel ısınma etkisi, modern yetiştiricilikte bitki besleme ile ilgili doğaya dost alternatif uygulamalara ihtiyaç oluşturmaktadır. Dünyada protein gereksiniminin giderek artması ile mineral azotlu gübre üretimi ve kullanımı da artarak çeşitli çevresel sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu alternatifler arasında en önemlisi mikroorganizmaların özellikle de bazı bakterilerin bu amaçla biyolojik gübre olarak kullanımlarıdır. Öyle ki; günümüzde mikroorganizmalarla tüm dünyada bitkilere yapılan azot desteğinin yaklaşık %65'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir [22]. Nitekim bu konudaki çalışmalar son yıllarda öncelikle otsu bitkilerde daha sonrasında ise çok yıllık bitkilerde giderek artmıştır. Bitki gelişimi için azottan sonra mutlak gerekli elementlerden biri de fosfordur. Hücre çekirdeğinin temelini teşkil eden fosfor (P), bitkilerde hücre oluşumu, doku büyümesi, organik bileşiklerin oluşumu, enerji transferini ile şeker ve nişasta gibi maddelerin oluşumunda rol alarak özellikle çiçeklenme, kök gelişimi, tohum ve meyve teşekkülünde etkindir. Ülkemiz toprakları genellikle fosfor içeriği bakımından yoksun olması nedeniyle yüksek verim alınabilmesi için gübreleme programlarında toprağa fosforlu gübre verilmesi zorunludur [23]. Uygulanan fosforlu gübrelerin özellikle yüksek pH ve kireçli toprak koşullarında yaklaşık %50-%70'lik gibi büyük bir kısmı kalsiyum, magnezyum, demir gibi elementler tarafından bağlanır ve bitkiler tarafından alınamaz forma (trikalsiyum fosfat, trimagnezyum fosfat vb.) dönüşür [24]. Bitkilerin; toprakta mevcut bulunan toplam fosforun sadece %1'inden, toprağa uygulanan fosforlu gübrelerden ise yaklaşık %10 ile 30'undan faydalanabildiğini, geri kalan kısmın kimyasal çökelmeler ve fiziko kimyasal tutunmalar şeklinde toprakta fikse edildiği bildirilmiştir [24]. Toprakta bulunan ve bitki köklerinde simbiyotik olarak yaşayan kök mantarları (mikoriza) ile birçok bakteri (Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler, PGPR)' başta olmak üzere pek çok mikroorganizma çözünemez durumunda bulunan fosfatı metabolik işlevleri sonucunda çözünebilir hale getirebilmektedir. Özellikle *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium* ve *Burkholderia* spp. cinsine bağlı olan bakterilerin ürettikleri organik asitler yardımı ile toprakta mevcut bulunan inorganik fosfatı, fosfataz enzimleri yardımıyla da organik fosfatı çözünebilir hale getirebildiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [25, 28].

Büyük bir kısmı bitkinin kökü ve/veya yakın çevresinde bulunan (rizosfer) bu bakteriler, besin elementi alımını artırarak ve aynı zamanda indol asetik asik ve antibiyotik gibi metabolitler üreterek de bitki gelişimini teşvik etmektedirler (24). Bu bağlamda fosfor çözücü bakteriler kimyasal gübrelerle beraber kullanılabilceği gibi kimyasal gübre kullanımına bir alternatif olarak da düşünülebilir. Biyolojik gübre olarak fosfor çözücü bakterilerinin kullanımı ile tarımsal üretimin % 15'e kadar artabileceği ifade edilmiştir[29].

Toprağın doğal yapısında bulunan ve bitki türleri ile birliktesimbiyotik ve nonsimbiyotik yaşayarak havanın serbest azotunu konukçu olduğu bitkinin hizmetine sunan *Rhizobium*spp.bakterileri ile *Azotobacterspp.* gibimikroorganizmaların yanında toprak fosforunu elverişli hale getiren fosfat çözücü bakteriler ve mavi-yeşil algler vb. mikroorganizmaların hepsi biyogübre olarak adlandırılmaktadırlar. Biyogübreler bitki yüzeyi, toprak veya tohuma uygulandıkları zaman rizosfer veya bitki içinde kolonize olabilen, konukçu bitkiye temel besin maddeleri sağlayarak büyümeyi teşvik eden canlı mikroorganizmaları içeren maddeler olarak da tanımlanabilirler. En etkili azot fiske eden bakteri ırkları *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*ve*Allorhizobium*mcinslerinde mevcuttur. Bitki kök sisteminde bulunan ve bitki büyümesini teşvik edici bakteriler olarak da adlandırılan (PlantGrowthPromotingRhizobacteria, PGPR) grup mikroorganizmaların tarımda biyolojik gübre olarak kullanımı ile oksin hormonu salgıladıklarıveoksin üretiminin köklenmeyi uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada ana etken olduğu kabul edilmektedir [30]. İçerisinde PGPR ihtiva eden biyolojik gübrelerin oksin hormonu dışında sitokinin, giberallin ve etilen gibi bitkisel hormonları üretilip sentezlerini engelleyebildiği, birçok araştırmada sürdürülebilir tarımda bakteri kullanımının bitkilerde büyüme ve gelişim hormonlarının faaliyetinde rol aldığı bildirilmiştir [31, 32]. Bu nedenle hormon üreten bakterilere dayalı biyogübrelerin geleceği ümit var görünmekle birlikte kök bölgesinde yer alan rizobakterilerin; asimbiyotik olarak azotu (N) fiksettiği, fosfat çözebildiği, organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği, bitkilerin iklimsel kuraklık, toprak tuzluluğu stresi ve bitkilerde hastalık yapıcı patojenlere karşı antagonistik ilişkiler gösterdiği bildirilmiştir [33, 34, 35].

PGPR'lar fitohormon, enzim ve sekonder metabolit salgılarıyla kök gelişimini ve büyümesine etki edebilirler. En yaygın etkilerini birincil kökün büyüme oranını azaltarak, lateral (yan) kök ve kılcak kök sayı ve boyutlarını artırarak gösterirler (Şekil 1.3).



**Şekil 1.3.** Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamalarının bitkilerde kök gelişimine etkisi [36].

PGPR'lar ayrıca fonksiyonlarına göre; biyolojik gübreler (topraktaki besin elementlerinin bitkiye yararlılığını artırır), fitostimulatörler (fitohormon üretimiyle bitki gelişimini teşvik edenler), rizoremidatörler (doğal kirleticileri azaltır), fitoremidatörler (ağır metallerle maruz kalan kirlenmiş topraklarda yetiştiriciliği mümkün kılar) ve biyopestisitler (antifungal ve antibiyotik etkili metabolitleri üreterek hastalıkları kontrol altında tutar) olarak tasnif edilebilirler [37].

Öncelikle otsu bitkilerde sonraki dönemlerde de odunsu ve çok yıllık bitkilerde kullanımları yoğunlaşan, farklı bitkilerin kök rizosferlerindeki topraklardan izole edilerek tanımlanan, karakterize edilerek ön denemeleri yapılan birçok bakteri izolatu ile pek çok çalışma yürütülmüştür.

Çalışmamızda Yozgat yöresinde giderek yaygınlaşan meyve yetiştiriciliğinde, organik ve iyi tarım uygulamaları açısından ciddi bir gereksinim oluşturan biyolojik gübre ihtiyacının armut yetiştiriciliğinin fidan gelişimi aşamasında giderilmesi

amaçlanmıştır. Yozgat ve benzeri koşullarda meyve ağaçlarında ve özellikle klonal anaçlar üzerine aşılı olan fidanlarda, yan dal ve buna bağlı olarak taç yapısının oluşumu diğer ılıman bölgelere göre daha uzun zaman almakta, bu da fidanların meyveye yatma zamanını geciktirmektedir. Bu amaçla katma değeri oldukça yüksek olan armut yetiştiriciliği seçilmiştir.

Çalışmamız; ele aldığı tür, çeşit velokasyon itibariyle, kullanılan izolatların tamamen orijinal ve tescil edilmemiş preparatlar olması dolayısıyla, genelde Orta Anadolu, özelde Yozgat ve yöresinde arazi koşullarında meyve ağaçlarında ve özellikle klonal anaçlar üzerinde aşılı olan armut fidanlarında uygulanması açısından da ilk olma özelliği taşımaktadır.

## 2.KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak, içerisinde çok sayıda ve çeşitlilikte mikroorganizmayı barındıran, 1 cm<sup>3</sup>'ünde yaklaşık 90 milyon bakteri içeren canlılar topluluğudur. Toprak-bitki etkileşiminde kılcal kökler vasıtasıyla mikroorganizma toplulukları arasında sinerji sağlayan mikro yapıdaki canlılara rizosfer-kök bakterileri denir. Topraktaki bu bakterilerinin, bitki kökleri ile olan etkileşimleri incelendiğinde bir kısmının yararlı, bir kısmının zararlı etkileşimlerde bulunduğu görülmektedir. Yararlı etkide bulunan kök bakterilerinin bir kısmı bitkilerde büyümeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı gibi görevler üstlenerek bitkilerle etkileşim halinde bulunurlar [38]. Bitkide yararlı etkileşimde bulunan kök bakterileri için bitki gelişimini uyarıcı rizosfer bakterileri (PGPR) ifadesi ilk kez 1978 yılında kullanılmıştır [39]. PGPR mekanizmalarının toprağın mikro florasında birtakım değişikliklere yol açtığı fikri, çalışmaların yapıldığı ilk yıllardan itibaren yaklaşık 70 yıl sonra Amerikan Fitopatoloji Derneği Yıllık Toplantısı'nda kabul görmüştür [40]. Bir yıl sonra Kloepper ve arkadaşları tarafından PGPR'in toprakta siderofor vasıtasıyla bağlı haldeki demirin alınmasını sağlayarak, aynı zamanda zararlı toprak mikroorganizmalarının büyümesini engellediği keşfedilmiştir [41]. Nitekim 1990'lı yılların sonunda bitki büyümesini teşvik edici bakteri adı altında bitkilerin toprak üstü aksamalarında bile mikroorganizmaları barındırdığı tespit edilmiştir [42].

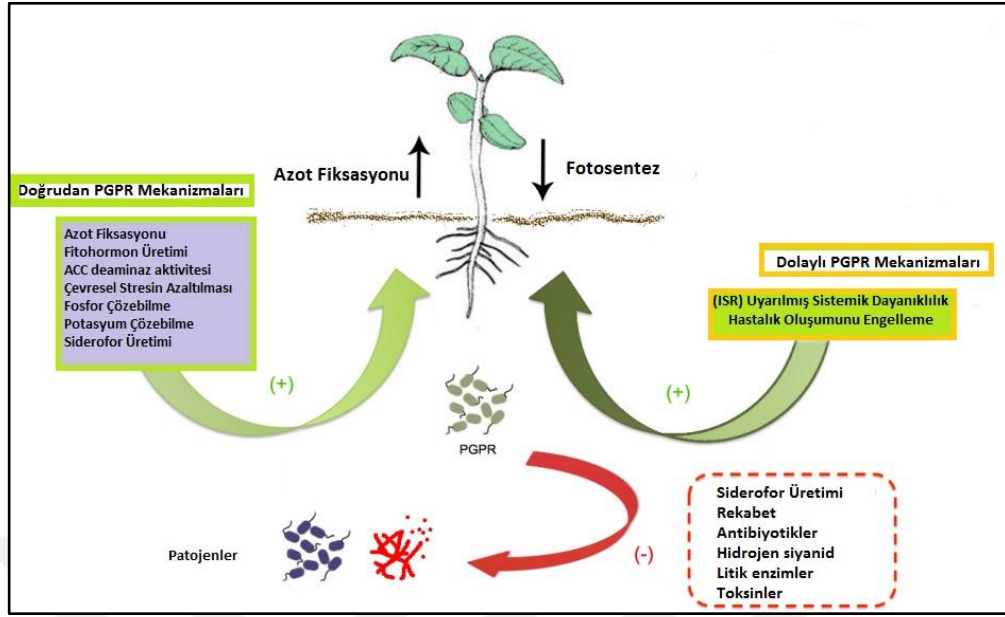
PGPR, yaşam döngülerine bağlı olarak bünyelerinde 3 tür toprak bakterisini içermektedir. Bunlar; kök bölgesinde (rizosfer) serbest yaşayan, kök yüzeyinde koloni oluşturanlar ve kök içerisinde yaşayan endofitik bakterilerdir. Ancak herhangi bir bakteri suşu toprak veya çevre koşullarına bağlı olarak her üç yaşam tarzını benimseyerek de köklere konukçu olabilir [43, 44]. PGPR genel olarak bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler [45], bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler ve antibiyotik, antifungal metabolit üretimiyle, rekabetçi özelliklerinden dolayı ya da bitkilerde sistemik dayanıklılığı teşvik etmeleri nedeniyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitler olarak gruplandırılmaktadır [46, 47, 48, 50].



Dünyanın birçok bölgesinde, potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla, PGPR'ın sürdürülebilir tarımda gübre olarak kullanımını yaygınlaştırmaktadır [49, 52, 53].

Son yıllarda bitkisel gelişimi teşvik eden, biyogübre veya biyolojik savaş ajanı olarak kullanılan bakterilerin; *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* gibi genoslarda yer aldığı görülmektedir [49,50, 51].

Biyogübrelemede kullanılan ve bitki için özelleşmiş görev üstlenen bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte; oksin, sitokinin, giberallin ve etilen gibi bitkisel hormonları sentezleyebildiği [54], yapılarında birçok bitki hormonu bulunmasına rağmen absisik asit (ABA), sitokin (CK) ve giberallik asit (GA) hormonlarını kapsayan çalışmaların sınırlı kaldığı, 1-Aminocyclopropane-1 karboksilat (ACC) deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma gibi görevler üstlendiği, ayrıca bakteri-bitki ilişkisinde uyum, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma yoluyla bitki büyümesini doğrudan artırılabilirdiği, asimbiyotik olarak N fiksettiği, bitki enzim aktivitesini artırdığı, mineral fosfatı ve demiri çözebildiği ve organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği; tuz stresinin bitki gelişmesi ve beslenmesi üzerine olan olumsuz etkilerini azalttığı; vitamin üretimi, siderofor, antibiyotik, enzim ve fungusit bileşikler sentezleyerek veya rekabet gibi mekanizmalarla patojenlere karşı antagonistik etki gösterdiği bildirilmektedir [55-64]. PGPR'ların yetiştiricilikte geçerli mekanizmaları genel ve detaylandırılmış olarak Şekil 2.1 ve Şekil 2.2' de gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.**PGPR uygulamalarının spesifik mekanizmaları[65]

PGPR uygulamaları laboratuvar, sera ve tarla koşullarında yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde topraktaki pH değişimleri, yüksek sıcaklık, düşük yağış, nem ve besin noksanlığı gibi istenmeyen koşulların ortaya çıkması mikroorganizma kolonizasyonunun dolayısıyla etkinliğini azaltmaktadır [49]. Bitki ve topraklardan izole edilen bazı mikroorganizmalar, topraktaki organik ve inorganik formdaki ortofosfatları ayrıştırmaktadır [66]. Çözünen fosfor miktarı, fosfor kaynağı ile mikroorganizma çeşidine göre değişiklik gösterebilmektedir. Azot fikserlerinin fosfat çözücülerle karışım halinde biyolojik gübre olarak kullanılması ile bitki besin dengesinin sağlanabildiği ve toprak patojenlerinin daha iyi kontrol edilebildiği bildirilmiştir [49].

Son yıllarda rizobakterilerin farklı bitki türlerindeki uygulama çalışmaları giderek artmasına rağmen ilk araştırmaların tarla bitkilerinde (buğday, arpa, mısır, şeker pancarı, kanola, nohut vs.) gerçekleştirildiği çalışmaların sayısı ve çeşitliliği, meyvecilik alanında PGPR etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda sınırlı kalmıştır. Yapılan çalışmalarda bu bakterilerin elma, kiraz, turuncgiller, yaban mersini, dut ve çilekte bitki büyümesini ve verimi artırdığı tespit edilmiştir [67, 71].

*Bacillus, Azotobacter, Azospirillum, Beijerinckia ve Pseudomonas* cinslerine mensup birçok bakteri türü azot fikse etme özelliğine sahiptir [72]. Azot fikse eden bakterilerin dut [68], kiraz [69] ve elmada yapraktan uygulanması ile bitki gelişimi ve verimde artışlar sağlanmış [70], ayrıca üzümde aşı kaynaşmasının iyileştirilmesi [73], meyve tutumunu artırma [69], meyve seyreltme [72] ve çilekte fide üretim gibi farklı amaçlar için de kullanılmıştır [74].

### **Meyvecilikte Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteriler (PGPR) ile İlgili Çalışmalar**

Günümüzde, birim alandan daha çok verim ve buna bağlı olarak da daha çok kazanç elde etme isteği yoğun kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, beraberinde insan ve çevre sağlığı, gıda güvenliği ile ilgili olumsuzluklar ortaya çıkarmıştır. Özellikle azotlu gübrelerin bilinçsiz kullanımı ile toprak profilinden yıkanan nitratın yeraltı sularını kirlettiği, belli toprak koşulları altında uygulanan azotlu gübrelerin denitrifikasyonu sonucunda azotlu gazların topraktan atmosfere geçtiği ve bu gazların sera etkisi yarattığı ve ozon tabakasında değişimlere yol açarak küresel ısınmayı tetiklediği bilinmektedir. Ayrıca kimyasal pestisitlerin besin zincirinde kalıntı problemlerine de yol açtığı bilinmektedir. Avrupa ülkeleri ve Rusya başta olmak üzere birçok tarımsal ihracat yaptığımız ülkelerin üzerinde hassasiyetle durduğu bu sorunlara, ekolojik çözümler üretmek ve sürdürülebilir üretim adımlarında biyogübrelemenin, biyogübre olarak da mikroorganizma kullanımının birçok avantaj içerdiği görüşü son yıllarda kabul görmektedir. Mikroorganizmaların ucuz maliyetli oluşu, bitkilere toksik etkiler göstermemesi, yer altı sularında kirliliğe sebebiyet vermemesi ve toprak asitliliğini artırmaması gibi özellikleri, biyogübrelemede mikroorganizmaların kullanımını cazip kılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda PGPR'lerin bitkiler üzerinde rol aldığı etki mekanizmaları kesin olarak belirlenememiş olmakla birlikte, elde edilen sonuçlar doğrudan ve/veya dolaylı olmak üzere PGPR'lerin etkisini iki grupta toplandığı görüşünü ortaya koymuştur [75].

**Doğrudan mekanizmalar;** bu mekanizmalar arasında; biyolojik azot fiksasyonu, oksin, gibberellin ve sitokinin gibi bitkisel hormonların üretilmesi, 1-aminosiklopropan -1- karboksilat (ACC) deaminaz aktivitesi yoluyla etilen



PGPR'lerin daha çok tarla bitkilerinde kullanılır olmaları; birçoğunun otsu ve tek yıllık olmalarından, bakteri uygulamalarınınve sonuç elde etmedeki periyodun daha kısa sürede ve etkili sonuç alınabilmesine bağlanabilir. Geçmişten günümüze kadar PGPR'lerin bitki büyümesi ve hastalık etmenlerinin biyokontrolüne ilişkin etki mekanizmalarını ortaya koymak adına değişik bölge ve lokasyonlarda farklı meyve tür ve çeşitleriyle birçok çalışma yapılmıştır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalara dair bilgiler Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

**Tablo 2.1.** Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterilerin (PGPR) Meyvecilikte Kullanım ve Etkileri

Ürün	PGPR (tür/suş)	Uygulama Şekli	DeneySEL Koşullar	Etkileri	Kaynaklar
Elma	<i>Bacillus</i> sp. strain M3 <sup>a</sup> and OSU-142 <sup>a</sup> , <i>Microbacterium</i> sp. strain FS01 ç, <i>Pseudomonas</i> sp. strain BA-8 <sup>d</sup> (tekli veya kombine uygulama)	Kök daldırma (10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> )	Arazi	Granny Smith ve StarkSpur Golden çeşitlerindeki kümülatif verim, meyve ağırlığı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapında artış.	[87, 59]
	<i>Bacillus</i> sp. <sup>a</sup>	Yapraklara sporların uygulaması (10 <sup>7</sup> spores g <sup>-1</sup> )	Arazi	Elma'da yaprak büyümesi gelişmiş ve meyve kalite parametrelerinde artış (tatlılık ve nem içeriği).	[120]
Şeftali	<i>Bacillus</i> sp. suş OSU-142 <sup>a</sup>	Yapraklara uygulama (10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> )	Arazi	Sürgün gelişimi ve lekeli halka hastalığının düşük görülme sıklığı.	[121, 56]
Muz	<i>Pseudomonas fluorescens</i> suş CHA0 <sup>d</sup>	Toprağa (2,5-3 10 <sup>10</sup> CFU) kitinli/kitinsiz hücre uygulaması ( üç tekrarlı uygulama)	Arazi	Büyüme, yaprak besin içeriği ve bitkinin yıllık ürün veriminde artış.	[107]
Kiraz	<i>Pseudomonas putida</i> suş BA-8 <sup>d</sup> ve <i>Bacillus simplex</i> suş T7 <sup>a</sup> (tekli veya kombine uygulama)	Yapraktan uygulama (sprey; 10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> )	Arazi	Bitki başına yüksek verim, sürgün uzunluğu gelişimiyle meyve ağırlığında önemli düzeyde artış.	[69]
Üzüm	<i>Pseudomonas putida</i> suş BA-8 <sup>d</sup> ve <i>Bacillus simplex</i> suş T7 <sup>a</sup> (tekli veya kombine uygulama)	Aşılı bitki daldırma (10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> ) 60 dakika	Deneme Serası	Aşı kallusu, kalem sürgün büyümesi ve fidanın hayatta kalma oranında artış ile birlikte ertesi yıl üzümde verimlilik.	[122]

**Tablo 2.1.** Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterilerin (PGPR) Meyvecilikte Kullanım ve Etkileri (devamı)

Ürün	PGPR (tür/suş)	Uygulama Şekli	DeneySEL Koşullar	Etkileri	Kaynaklar
<b>Kivi</b>	<i>Bacillus</i> sp. <sup>a</sup> , <i>Paenibacillus omyxaave</i> <i>Comamonas acidovoranse</i>	Tohum daldırma (10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> ) 30 dakika	Sera Koşulları	Köklenme ve kök büyüme uyarılması.	[62]
<b>Çilek</b>	<i>Bacillus cereus</i> RCP3/1 ve <i>Rhizobium radiobacter</i> 11/2	Kök daldırma	Saksı, açık alan	Tuzlu koşullar altında (0, 30 ve 60mM/L NaCl dozları) bitki gelişimi, meyve verimi, klorofil içeriği, antosiyanin, membran geçirgenliği ve stabilitesi ile prolin içeriği açısından bakterilerin belirgin olumlu etkileri.	[119]
	<i>Bacillus subtilis</i> suş GBO3 <sup>a</sup> ve <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> suş IN937a <sup>a</sup>	% 2.5 kitin taşıyıcı içinde her iki suş ihtiva eden bir formülasyon ile tohum daldırma	Arazi	Sağlıklı köklerde PGPR bağlanmasında artış, erken ve toplamda yüksek verim.	[123]
	<i>Bacillus</i> sp. FS-3 <sup>a</sup>	Kök uygulaması (3,5 × 10 <sup>7</sup> cell g <sup>-1</sup> ), 7-D aralıklarla beş kez tekrarlanarak	Saksı, Sera Koşulları	Artan meyve ve yaprak besin konsantrasyonları (N, P, K, Ca, ve Fe).	[124]
	<i>Azospirillum brasilense</i> strain REC3 <sup>b</sup> , RLC1 <sup>b</sup> , PEC5 <sup>b</sup>	Kök daldırma (10 <sup>6</sup> CFU mL <sup>-1</sup> ) 30 dakika	Saksı, Sera Koşulları	Kök uzunluğu, kök alanı, sürgün ve kök kuru ağırlığında artış.	[125]
	<i>Pseudomonas</i> sp. suş BA-8d ve <i>Bacillus</i> sp. suş OSU-142a ve M3 <sup>a</sup> (tekli veya kombine uygulama)	Kök daldırma (10 <sup>9</sup> CFU mL <sup>-1</sup> ) 30 dakika veya yapraktan uygulama	Arazi	Meyve verimi, bitki gelişimi ve yaprakların fosfor ve çinko içeriğinde artış.	[109]
	<i>P. fluorescens</i> suş Pf4 <sup>d</sup> , <i>Pseudomonas</i> sp. suş 5Vm1K <sup>d</sup>	İki PGPR ile kök aşılama (5 x 10 <sup>9</sup> CFU) ve/veya arbusküler mikoriza mantar uygulama	Saksı, Sera Koşulları	Düşük gübreleme koşulları altında yetiştirilen bitkilerin meyve antosiyanin içeriğinde artış.	[126]

**Tablo 2.1.** Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterilerin (PGPR) Meyvecilikte Kullanım ve Etkileri (devamı)

Ürün	PGPR (tür/suş)	Uygulama Şekli	DeneySEL Koşullar	Etkileri	Kaynaklar
Ceviz	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> § <i>Arthrobacter pascens</i> 5	Tohum-daldırma ( $10^9$ CFU mL <sup>-1</sup> ), bir yaşındaki fidanlarda	Sera Koşulları	Bitki boyu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, fosfor ve azot alımında artış.	[127]
Fındık	N <sub>2</sub> fikse edebilen ve P çözücü bakteri	Bir yaşındaki fidanları daldırma usulü ( $10^9$ CFU mL <sup>-1</sup> )	Saksı, Sera Koşulları	Fidanlarda toplam dal uzunluğu, dal sayısı, gövde çapı ve besin alımında artış.	[103]
Çay	Potasyum çözebilen bakteri kombinasyonları (KSB) ve N, P, K gübre dozları	Kök rizosferi uygulaması ( $1 \times 10^9$ cfu/g)	Saksı, Açık alan	KSB uygulanan sürgünlerde yüksek klorofil, karotenoid, şeker ve N, P, K içeriği, çay kalite parametrelerinde artış.	[128]
	25 bakteri ırkı ile birlikte 4 gübre dozu (NPK-25:5:10 48 kg/da; AN1:48 kg/da; AN2:24 kg/da; AN3:12 kg/da)	60 dk süre ile kökler bakteri süspansiyonları içinde bekletilmiştir	Açık alan, pot	25 farklı bakteri izolatından kontrole kıyasla, 15 bakteri izolatu yaprak N içeriğini, 14 bakteri izolatu yaprak P içeriğini, 6 bakteri izolatu ise yaprak K içeriğini, 20 bakteri ise yaprak Ca içeriğini artırmıştır.	[110]
	NPK + Etkin ve Yerel <i>Azospirillum brasiliense</i> (AB), <i>Azospirillum lipofereum</i> (CT8), <i>Pseudomonas fluorescense</i> (PF), <i>Pseudomonas putida</i> (PB), <i>Burkholderia cepacia</i> (KSB1), <i>Pseudomonas fluorescense</i> (KSB2) suşları kombine uygulamaları	Kök uygulaması ( $7 \times 10^9$ cfu mL <sup>-1</sup> )	Saksı, Açık alan	Bitki yaprak sayısı, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün, kök biokütlesi ve ikincil kök gelişiminde artış ve yüksek klorofil içeriği.	[104]

Yaban mersininde *Pseudomonas fluorescens*(Pf5, PRA25, 105, 101), *Bacillus pumilus*(T4), *Pseudomonas corrugata*(114) ve *Gliocladium virens*(G1-21) ile *Trichoderma harzianum*(T22) gibi bakteri izolatlarının bitki büyümesine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada *P. fluorescens Pf5* ile toprak uygulaması yapılan bitkilerde yaprak alanı ve gövde çapını artırdığı, pastörize edilmiş toprağa *G. virens* izolatı ilave edilerek yapılan diğer bir uygulamada 4 aylık süre bitiminde yaprak sayısı, alanı ve sürgünlerdeki P, Zn ve Cu element içeriğinde artış kaydedildiği görülmüştür. Ayrıca pastörize edilmeyen toprakta *G. virens* ile yapılan uygulamada, bitkinin daha büyük yaprak alanı, gövde çapı, sürgün ve kök kuru ağırlığına sahip olduğu ve bitki başına daha fazla yaprak oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir[84].

2002-2004 yıllarında farklı anaç (M9 ve MM 106), çeşit (Granny Smith ve Stark Spur Golden Delicious) ve farklı rizobakterilerin (OSU- 142, OSU-7, BA-8 ve M-3) elma ağaçlarının gelişim ve verimleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla Erzurum'da yürütülen çalışmada, kullanılan rizobakterin; ağaçlarda indol asetik asit (IAA) ve sitokinin üretiminde etkili olduğu, OSU-7, BA-8 ve M-3 bakteri ırklarının da fosfat çözücü özellik gösterdiği belirlenmiştir. Elma fidanlarına OSU-142, OSU-7, BA-8 ve M-3 bakteri ırklarıyla yapılan uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında ortalama sürgün uzunluğunu ve meyve verimini artırdığı tespit edilmiştir. Bakteriye aşılama sonucu kontrol ile karşılaştırıldığında sürgün çapının %7,0-16,3 ve gövde çapının %0,8-6,5 arasında bir artış gösterdiği saptanmıştır. Elde edilen bulguların ışığında, yapılan bakteri aşılama ile bitki büyümesindeki artışın, bitkisel hormonların üretiminin uyarılmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir [59].

Elma fidanı köklerinden izole edilen bir rizobakteri olan *Bacillus megaterium* inokülantının kömürle birlikte elma tohumlarına uygulanmasının fidan gelişimi ve kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, uygulama yapılmamış kontrol fidanlarına göre; 6 yaşlı elma fidanlarının sürgün uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök kuru maddesinde %32 - 62 arasında bir artışa neden olduğu tespit edilmiş olmakla birlikte ele alınan parametrelerdeki değişimin rizosfer-toprak-bakterileri popülasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.



Tüm sürgün sisteminin azot, fosfor ve potasyum içeriği bakteri uygulamasıyla birlikte belirlenmiştir [85].

Yarı bodur (MM-106) elma anaçları üzerine aşıllı Golden Delicious, Granny Smith, Starkrimson Delicious, Starkspur Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşitlerinde meyve tutum oranı ve bitki gelişimini artırmak amacıyla yapılan çalışmada; *Agrobacterium rubi* A-18, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Burkholderia gladioli* OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8 bakteri süspansiyonları tam çiçeklenme öncesi ve tam çiçeklenme döneminde ağaçların tacına iki kez püskürtülerek uygulanmış, meyve tutum oranının %18 ile en fazla Starkspur Golden Delicious çeşidine OSU-7 uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Genel itibariyle vejetatif özellikler bakımından bakteri uygulaması yapılan ağaçlarda yıllık sürgün sayısı, sürgün kalınlığı ve yaprak alanında artış kaydedilmiş, fakat OSU-7 izolatına maruz kalan ağaçların sürgün uzunluğunda azalma saptanmıştır. Yaprak iz elementleri açısından; bakteri uygulanmış yaprakların N, K ve Cu içeriğinde azalma olduğu, A-18 uygulamasının P ve Zn, OSU-142 uygulamasının Mg ve Fe içeriğini, OSU-7'nin Mn içeriğini artırdığı, yaprakların Na ve Ca içeriğine bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir [22].

Ahududu'da bitki gelişimi, verim ve besin elementleri üzerine *Bacillus* OSU-142, M-3 ve OSU-142+M-3 bakterileri uygulaması etkilerinin incelendiği bir araştırmada; M-3 bakterisinin kontrole göre verimi %33.9, OSU142+M-3 kombinasyonunun verimi kontrole göre %74.9 oranında artırdığı ve tekbaşına OSU-142 bakteri uygulamasının ise bitki büyümesi üzerine olumsuz etki oluşturduğu tespit edilmiştir. OSU-142+M-3 kombine uygulamaları yapraklardaki N, P, Ca içeriklerini, M-3 ve OSU-142+M-3 kombine uygulamalarının ise kontrole göre yapraklardaki Fe ve Mn içeriklerini artırarak topraktaki toplam N, elverişli P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve toprak pH'sında iyileşmelere yol açtığı kaydedilmiştir [86].

*Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142 bakterilerinin tek ve kombine uygulamalarıyla 0900 Ziraat kiraz çeşidinde yapılan bir çalışmada; büyüme, gövde kesit alanı, sürgün uzunluğu gibi vejetatif aksam parametrelerinde, meyve verim ve meyve ağırlığında önemli düzeyde artışlar kaydedilmiştir. Ayrıca; BA-8,

OSU-142, BA-8+OSU-142 izolatları uygulanan yapraklarda N, P ve K; BA-8+OSU-142 kombine uygulaması yapılan yapraklarda ise Fe ve Zn içeriğinin arttığı bildirilmiştir [69].

Karaman'da Starkrimson ve Granny Smith elma çeşitlerinde *Pseudomonas*BA-8 ve *Bacillus*OSU-142 bakteri izolatlarının çiçekten ve yapraktan inokülasyonu ile yapılan bir çalışmada kontrole göre gövde kesit alanı, verim, yıllık sürgün uzunluğu ve çapı, meyve ağırlığı ve yaprak alanının arttığı, ayrıca bakteri uygulamalarının yaprak N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn içeriğinde artışlar gösterdiği belirlenmiştir [70].

Malatya'da Granny Smith elma çeşidinde kök uygulamasıyla enjekte edilen *Bacillus*M-3, *Bacillus*OSU-142 ve *Microbacterium*FS01 bakterilerinin verim, bitki gelişimi ve yaprak besin içeriğine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kökten uygulanan bakteri ırklarının verim, meyve ağırlığı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapını kontrole göre artırdığı, ayrıca bitkideki bütün makro-mikro besin element içeriğinin (N, P, K, Mg, Ca, Fe, Mn ve Zn), bakteri uygulaması yapılan ağaçlarda kontrole göre yüksek oranda olduğu ve en yüksek N içeriğinin OSU-142 + FS01 bakteri kombinasyonu uygulanan ağaçlarda saptandığı bildirilmiştir [87].

Konya'da farklı bitki büyümesini düzenleyici bakteri ırklarının (*Bacillus*OSU-142, *Microbacterium*R2<sub>3</sub> ve *Bacillus*T7) ve NAA'nın (10 ve 20 ppm) Golden Delicious ve Braeburn elma çeşitlerinde bitki gelişim ve meyve verimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada NAA ve bakteri uygulamalarının her iki çeşitte de meyve tutumunu ve ağaç başına meyve sayısını azaltmış, buna rağmen meyve ağırlığını artırmıştır. Sonuç olarak *Bacillus*OSU-142, *Microbacterium*R23 ve *Bacillus*T7 bakteri ırklarının sürdürülebilir tarım ve organik üretim sistemlerinde elmada meyve seyretilici ajan olarak kullanımı tavsiye edilmiştir [72].

M9 anacı üzerine aşılı Fuji, Granny Smith ve RedChief elma çeşidi fidanlarında 6-Benzyl Adenin (BA), bitki büyümesini artırıcı bakteri (*Pseudomonas* BA-8) ve uç alma gibi farklı uygulamaların yan dal oluşumuna etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada; bakteri uygulaması çeşitlerde yan dal oluşumunu kontrole göre artırmıştır. Granny Smith çeşidinde bakteri ve uç alma uygulamaları yan dal oluşumunu kontrole göre artmıştır. Fidan gövde çapı, Fuji ve RedChief çeşitlerinde

bakteri, Granny Smith çeşidinde ise bakteri ve uç alma uygulamalarında kontrole göre artmıştır. Bodur elma fidanlarında yan dal oluşumunun sağlanmasında bitki büyümesini artırıcı bakterilerin kullanılabilceğini bildirilmiştir [88].

Bitki büyümesini düzenleyici (*Agrobacteriumrubi*A18, *Bacillusubtilis*OSU-142, *Burkholderiagladioli*OSU-7 ve *Pseudomonasputida*BA-8) bakteri ırklarının MM-106 anacı üzerine aşılı Starking Delicious, Granny Smith, StarkrimsonDelicious, Starkspur Golden Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinde bitki gelişimi ve yaprak besin elementi içeriğine olan etkilerinin incelendiği araştırmada; bakteri uygulamalarının yaprak sayısı, yaprak alanı, yıllık sürgün sayısı ve çapını artırdığı ancak yıllık sürgün uzunluğunu azalttığı tespit edilmiştir. En yüksek yıllık sürgün sayısının BA-8 uygulamasından ve en geniş yaprak alanının ise OSU-142 uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir[89]. Bununla birlikte OSU-142, A18 ve BA-8 bakteri uygulamalarının meyve tutumunu azalttığı tespit edilmiştir. Bakteri uygulamalarının meyve özgül ağırlığı, sap kalınlığı, sap uzunluğu ve sap çukuru derinliğini azalttığı da bildirilmiştir [90].

Beş farklı *Pantoeaagglomerans*bakteri ırkının Stanley erik çeşidinde meyve tutumu, meyve pomolojik özellikleri, kimyasal içerikleri ve ağaç vejetatif gelişim kriterlerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada, bakteri uygulamalarının meyve tutum oranı, meyve pomolojik özellikleri ve bazı vejetatif değerlerin kontrol ile karşılaştırıldığında iyileştirdiği, *Pantoeaagglomerans*RK-85 ırkının erik yetiştiriciliğinde kullanımının uygun olduğu, bu bakterilerin sürdürülebilir tarım sistemlerinde biyo-gübre şeklinde ve soğuğa duyarlı bitkilerde don zararına karşı koruyucu olarak kullanılabilceğini belirtilmiştir [91].

Erzurum'da arazi şartlarında iki yıl boyuncaŞekerpare kayısı çöğüründe yürütülen bir çalışmada;bitki büyümesini teşvik eden farklı bakteri izolatları (*Pantoeaagglomerans*strain RK-79, RK-80 ve RK-92,*Serratialiquefaciens*strain RK-102 ve *Pseudomonasputida*strain RK-142) kullanılmıştır. Çalışma neticesinde bütün bakteriyel strainler kontrole göre yıllık sürgün sayısı, sürgün çapı ve sürgün boyunda istatistikî olarak önemli artışlara sebep olmuştur. Özellikle *Pantoeaagglomerans*strain RK-79 her iki yılda da kontrol ve diğer bakteriyel

strainlere göre bitki büyüme parametreleri üzerine istatistikî olarak önemli sayılan artışlara sebep olduğundan bu bakteriyel straininbiyogübre amacı ile kullanılabileceği bildirilmiştir[92].

M9 anacı üzerine aşılı elma fidanlarında bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler ve Perlan (BA+GA<sub>4+7</sub>) uygulamalarının dallanma üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; uygulamaların fidan boyunu kontrole göre artırdığı ve bu artışların istatistiki açıdan önemli bulunduğu, genel olarak bakteri uygulamalarının fidan boyunu, fidan gövde çapını ve yan dal uzunluğuartırmadaki etkisinin Perlan'dan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Dallanma üzerine en etkili uygulamaların Granny Smith çeşidinde T8 ve BA-8+T8, RedChief çeşidinde BA-8+T8 ve BA-8, Fuji çeşidinde ise Perlan ve BA-8 olduğu bildirilmiştir [93].

Tokat ilinde ayva çöğürü üzerine aşılı "Eşme" ayva (*Cydoniavulgaris* L.) çeşidine ait ağaçlara uygulanan PGPR bakterilerinin bitki ve meyve gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla (*Pseudomonasfluorescens*69/6 ve *Rhodococcusrhodochrous*4/9) bakterilerin kullanıldığı çalışmada; meyve ağırlıkları yıl ve uygulamalardan etkilenmezken, yıl x uygulama interaksiyonu önemli bulunmuştur. Verim artışı ve meyve kalitesi dikkate alındığında PGPR+NPK ve PGPR+½NPK uygulamaları ile en iyi sonucu verdiği, ayva yetiştiriciliğinde daha az gübre kullanımı açısından PGPR+½NPK kombine uygulamasının avantaj sağladığı tespit edilmiştir [94].

Farklı meyve türlerinde bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin büyüme, gelişme ve verim üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar olmasına rağmen armutta bu konuda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bilgiler ışığında yürütülen çalışmamızda, Deveci çeşidi armut fidanlarının dikim ve gelişim aşamasında, kök rizosferine Y4, Y5 ve Y6 bakteri formülasyonları uygulanmışve fidanların vejetatif ve generatif gelişim özellikleri izlenmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Bitki Materyali**

Araştırma 2014-2015 yılları arasında Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda tesis edilen armut parselinde, laboratuvar çalışmaları ise aynı fakülteye ait Bahçe Bitkileri Bölüm Laboratuvarı'nda ve Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür. Araştırmanın materyalini Isparta Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen BA 29 ayva anacı üzerine aşıllı "Deveci" armut çeşidine ait fidanlar oluşturmuştur.

Deveci armut çeşidi, Anadolu orijinli olup, ağacı orta kuvvette büyüyen ve yarı yayvan bir şekilde gelişen bir yapıya sahiptir. Meyve büyüklüğü iri-çok iri arasında değişmektedir. Meyve şekli basık, alt kısmı geniş, boyunsuz, çiçek çukuru derindir. Meyve yüzeyi hafif girintili çıkıntılı olup kabuk kısmı incedir. Meyve eti beyaz, tatlı, gevrek, sulu, orta kalitededir. Meyvenin güneş gören yüzü pembe-kırmızıdır. Yeme olumunda fazla yumuşamaz [95]. Ekim ayı ortası veya sonunda hasat yapılması durumunda, 6 ay başarıyla depolanabilmektedir [96]. Yeme olumuna gelmesi için belli bir süre bekletilmelidir. Son yıllarda en çok tercih edilen ve ticari değeri oldukça yüksek olan kışlık bir armut çeşididir. Verimliliği iyi olup, kendine kısırdır. Dölleyici olarak Akça, PasseCrassane ve B.P. Morettini kullanılabilir.

BA 29 anacı, bodur armut yetiştiriciliği amacıyla son dönemlerde yoğun olarak kullanılan bir ayva klon anacıdır. Bu anaç, standart çöğür armut anaçlarının %60 büyüklüğünde taç oluşturur, sağlıklı gelişme gösterir, üretime ağır girer ama yüksek verimlidir. BA 29 anacı armut göçüren, armut küllemesi, kök kanseri gibi temel

hastalıklara dayanıklı ancak yaprak lekeli ve ateş yanıklığına çok hassastır. Ayrıca pamuklu bit zararlısınatoleranslıdır [97].

### 3.1.2. Bakteri İzolatları

Çalışma kapsamında kullanılan 3 farklı rizobakteri; içeriğinde azot fiksetme, fosfat çözme gibi özelliklerle birlikte hormon üretimi etkinliği de olan izolatlar kullanılmıştır. Bakteri formülasyonlarının sadece gübre uygulanan ve bakteri + gübre uygulanan fidanlara göre vejetatif gelişim özellikleri değerlendirmeye alınmıştır. Fidanlara dikim aşamasında ve kök rizosferine olacak şekilde uygulanan farklı izolatlar oluşturulmuş **Y4** (*Pseudomonas putida* btyp B, *Pseudomonas agarici* 62/5 + *Bacillus atrophaeus* AR-51 + *Rhodococcus erythropolis* AR-49), **Y5** (*Pseudomonas fluorescens* 58/3 + *Pseudomonas putida* AR-93 + *Bacillus pumilus* AR-102 + *Bacillus licheniformis* AR-133) ve **Y6** (*Pseudomonas fluorescens* btyp A 48/3 + *Bacillus licheniformis* AR-121 + *Bacillus subtilis* AR-134 + *Bacillus subtilis* AR-116) kombinasyonlarına ilişkin laboratuvar test sonuçları Tablo 3.1-3.3’ de verilmiştir:

**Tablo 3.1.** Formülasyon **Y4**: 62/5 + IAI + HA3

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
62/5	<i>Ps. putida</i> btyp B, <i>Ps. agarici</i> ,	+	+	K+	+	+	-
IA1	<i>Bacillus atrophaeus</i> AR-51	-	+	-	-	+	+
HA3	<i>Rhodococcus erythropolis</i> AR-49	-	+	K+	-	K+	-

**Tablo 3.2.** Formülasyon **Y5**: 58/3 + 2B1 + 4A1 + 7B1

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
58/3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	K+	+	+	+	Z+	

2B1	<i>Pseudomonasputida</i> AR-93	+	K+	K+	+	+	-
4A1	<i>Bacilluspumilus</i> AR-102	-	+	K+	-	K+	-
7B1	<i>Bacilluslicheniformis</i> AR-133	-	+	K+	-	+	-

**Tablo 3.3.** FormülasyonY6: 48/3+5B2+7A1+5A2

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
48/3	<i>Pseudomonasfluorescens</i> btyp A	K+	+	Z+	-	+	-
5B2	<i>Bacilluslicheniformis</i> AR-121	+	+	K+	+	+	-
7A1	<i>Bacillussubtilis</i> AR-134	-	+	K+	-	K+	-
5A2	<i>Bacillussubtilis</i> AR-116	+	+	K+	+	K+	+

\*K+: Kuvvetli pozitif, +: pozitif, Z+: Zayıf pozitif, -: negatif

### 3.1.3. Araştırma alanının coğrafi konumu

Araştırma, Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne ait 114 dekar alan üzerine kurulan Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda yürütülmüştür. Söz konusu alanınrakımı 1050 m olup, 39°58'69" Kuzey – 35°15'95" Doğu koordinatlarında bulunmaktadır.



**Şekil 3.1.** Gedikhasanlı Araştırma ve Uyguma İstasyonu Planı

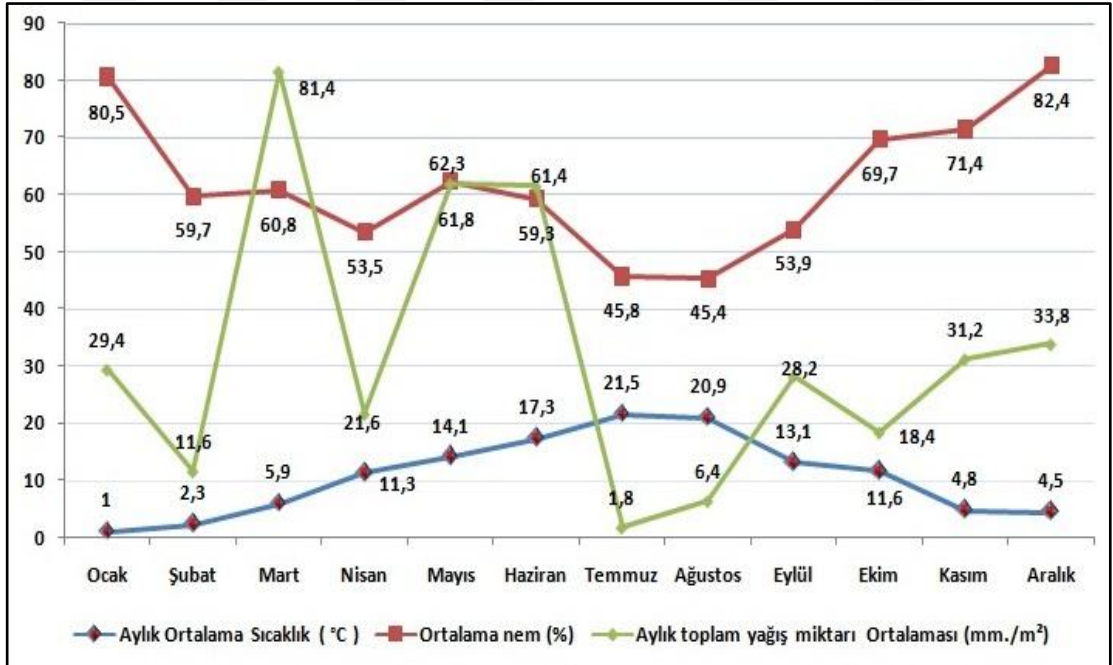


**Şekil 3.2.** Çalışmanın Yapıldığı Parselin Genel Görünümü

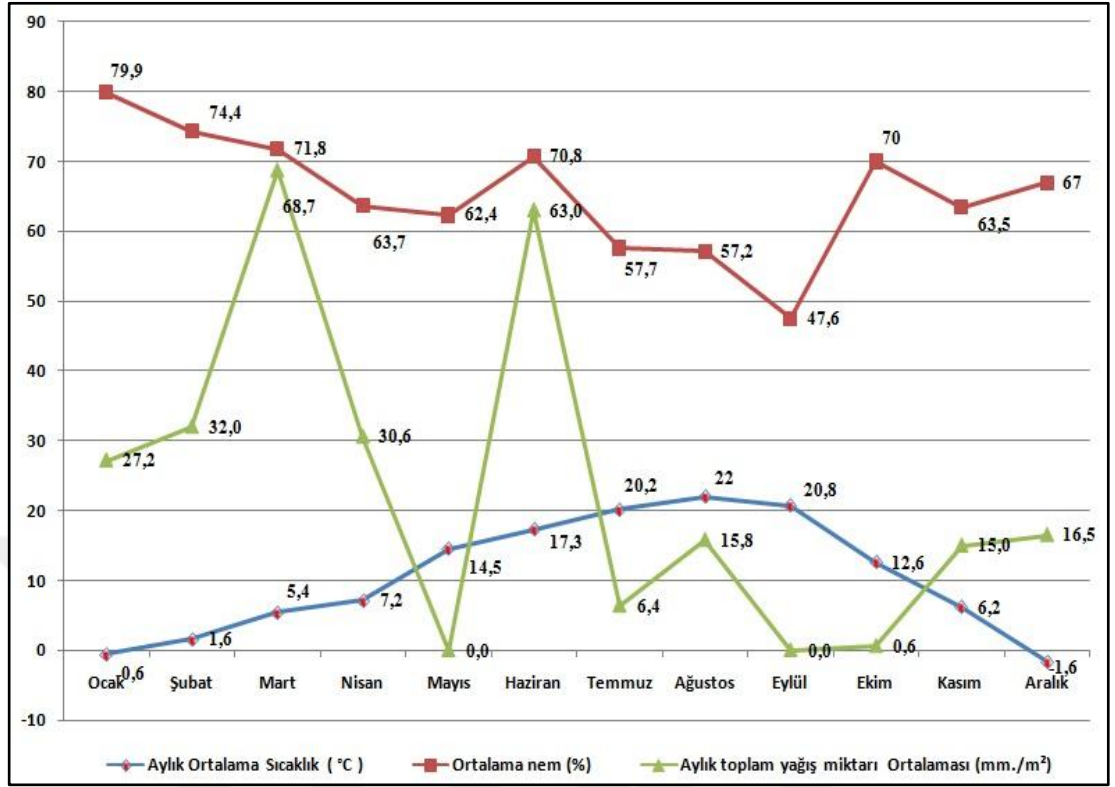


### 3.1.4. Araştırma alanının iklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alan, İç Anadolu Bölgesi'nin tipik karasal iklim özelliklerini göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı olan bölgenin 2014-2015 yıllarını kapsayan meteorolojik verileri incelendiğinde aylık ortalama sıcaklığın en yüksek 29,3°C ile 2015 yılı eylül ayında, en düşük -17,9°C ile 2015 yılı ocak ayında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 3.3, Şekil 3.4). 2014 yılı toplam yağış miktarı 387 mm/m<sup>2</sup>, 2015 yılında ise 275,8 mm/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. 2014 yılında en fazla yağış Mayıs ayında (61,8mm), en az yağış ise Temmuz ayında, 2015 yılında en fazla yağış 68,7mm/m<sup>2</sup> ile Mart ayında, en az yağış ise 0mm/m<sup>2</sup> ile Eylül ayında belirlenmiştir. 2014 yılı ortalama nisbi nem % 62,05, 2015 yılında ise %67'dir. 2014 yılında aylık ortalama sıcaklık en yüksek 28,4°C ile Temmuzda, en düşük -10,5°C ile Şubatta ölçülmüştür. 2015 yılında kaydedilen en düşük sıcaklık değeri -17,9°C ile ocak ayında, en yüksek aylık ortalama sıcaklık değeri ise 29,3°C ile eylül ayında kaydedilmiştir [98].



Şekil 3.3. Araştırma Alanının 2014 Yılına ait Meteorolojik Verileri [98].



Şekil 3.4. Araştırma Alanının 2015 Yılına ait Meteorolojik Verileri[98].

### 3.1.5. Toprak örneklerinin analizleri

Araştırmanın yapıldığı araziden alınan toprak örneklerinin analizi her iki yıl da ayrı ayrı yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir. Buna göre ortalama olarak pH’ın 7,8, kireç miktarının % 16 ve organik maddenin % 1 in altında olduğu tespit edilmiştir.

Her iki yılda da yapılan toprak analiz sonuçlarına göre, toprakların organik madde, toplam azot, elverişli fosfor, demir, çinko ve magnezyum gibi içerikler yönünden fakir ya da çok fakir olduğu, genellikle killi tınlı, hafif alkali ve yüksek düzeyde kireç ve Ca barındırdığı belirlenmiştir (Tablo 3.4).

**Tablo 3.4.2014 ve 2015 Yılları Deneme Alanına Toprak Özellikleri**

YIL	Analiz – Birim	Bünye	pH	Tuzluluk - EC %	Kireç %	Organik Madde %	Toplam Azot %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Yarayışlı Fosfor) kg/da	K <sub>2</sub> O (Yarayışlı Potasyum) kg/da	Fe (Yarayışlı Demir) ppm	Zn (Yarayışlı Çinko) ppm	Cu (Yarayışlı Bakır) ppm	Mn (Yarayışlı Mangan) ppm	Ca (Yarayışlı Kalsiyum) ppm	Mg (Yarayışlı Magnezyum) ppm	Na (Yarayışlı Sodyum) ppm
	Derinlik (cm)															
2014	0-20	48,40	7,70	0,03	8,88	1,07	0,05	1,38	50,58	1,10	0,09	0,38	3,38	7,62	139,20	8,40
	Sonuç	Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Orta	Az	Çok Fakir	Çok Az	Fazla	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az	
	20-40	48,40	7,79	0,03	10,90	1,45	0,07	2,28	65,77	1,09	0,11	0,36	2,35	7,77	159,30	10,90
Sonuç	Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Orta	Az	Fakir	Çok Az	Fazla	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az		
	40-60	54,23	7,91	0,03	28,26	0,72	0,04	0,27	17,95	1,21	0,02	0,16	2,62	7,97	175,70	31,20
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Çok Fazla	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Az	Eksik	Çok Az	Yetersiz	Yeterli	Fazla	Yeterli		
2015	0-20	66,00	7,73	0,02	10,41	0,83	0,04	1,96	41,65	1,06	1,16	0,59	2,10	7,92	155,10	19,10
	Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Orta	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Fazla	Eksik	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az	
	20-40	69,30	7,80	0,02	16,82	0,57	0,03	0,97	24,30	1,02	0,10	0,32	2,12	7,55	128,40	20,90
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Fazla	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Orta	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az		
	40-60	66,00	7,81	0,02	20,18	0,66	0,03	0,82	20,15	1,13	0,12	0,22	2,39	7,39	130,30	20,20
Sonuç	Killi Tın	Hafif Alkali	Tuzsuz	Fazla	Çok Az	Çok Fakir	Çok Az	Orta	Eksik	Çok Az	Yeterli	Yeterli	Fazla	Az		

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Deneme Parselinde Fidan Dikim Hazırlığı ve Kültürel İşlemler**

Fidan dikim hazırlığı ön çalışmaları kapsamında 2013 yılı sonbahar ayında derin sürüm yapılmış, ayrıca dikime yakın zamanda toprağın keseklerini kırmak, dağıtmak ve araziye tesviye etmek için kazayağıyla işlenmiştir. Parselde hâkimrüzgâr yönü de dikkate alınarak sıra üzeri ve sıra arası 4x5m. mesafe aralıklarla işaretleme yapılarak dikim çukurları açılmıştır. Dikim için kullanılan fidanlar homojen gelişim göstermiş olan materyallerden seçilerek kök budama işlemine tabi tutulmuştur.

### **3.2.2. PGPR süspansiyonu hazırlığı ve uygulanması**

Gübre alınımını artırmaya yönelik yapılan bu çalışmamızda kullanılan bakteri ırkları, -80°C'de, %30 gliserol ve sıvı besiyeri (Lauryl Broth) içerisinde muhafaza edilmiş, nutrient agar katı besin ortamına çizi ekim yapılarak 27°C'ye ayarlı inkübatörde 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen her bir bakteriden bir öze dolusu alınarak 250 ml nutrient broth içeren erlenlere aktarılmıştır. Bakteri bulaştırılan sıvı besin yerleri, 27°C'ye ayarlı çalkalayıcıda 95 rpm'de 24 saat inkübe edilmiştir. Hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar steril saf su ile seyreltilerek son konsantrasyon spektrofotometre ile  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>'ye ayarlanmıştır.

Fidan kök aksamına PGPR (Y4,Y5 veY6)formülasyonları dikim sırasında uygulanmıştır. Uygulamada, hazırlanan bakteri solüsyonları güneş almayan bir alanda fiçılar içerisinde 10 lt. suyatamamlanarak 4 saat bekletilmiş ve ardından fidanlar uygulama amacıyla içerisinde formülasyonlar bulunan bu fiçılara kök rizosferi bölgesinden daldırılarak 1 saat bekletilmiştir. Ardından hazırlanmış olan fidan çukurlarına ivedilikle dikimler yapılmıştır. Dikim sırasında taban gübresi olarak DAP ve organik madde kaynağı olarak ise yanmış büyükbaş hayvan gübresi kullanılmıştır.

İkinci yıl (2015) Nisan ayı başında bu formülasyonlar, her bir fidan için kök rizosferlerine 150 ml. olacak şekilde, her fidanın taç izdüşümüne 2 cm kalınlığında ve 30-40 cm derinliğinde eşit aralıklarla açılan 4 adet çukura enjeksiyon yoluyla yeniden uygulanmıştır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.**Bakterilerin 2. yıl uygulanması

Araştırma, 4 uygulama (Y4, Y5 ve Y6 bakteri kombinasyonları ve kontrol), 3 tekerrür ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmıştır [99].Fidan gelişimine ilişkin vejetatif gelişim parametrelerinden elde edilen verilerin istatistikî analizleri SPSS paket programında analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırmatestine göre belirlenmiştir.

### **3.2.3. Vejetatif Gelişme İle İlgili Bazı Özelliklerin Belirlenmesi**

Fidanların gelişiminin belirgin şekilde yavaşladığı, yeşil sürgün oluşumunun durduğu dinlenme dönemine girdiğinde (15 Kasım) aşağıdaki fidan gelişimine ilişkin parametreler ölçülmüştür:

**3.2.3.1. Ortalama Fidan Boyu (cm):** Gelişme periyodunun sonunda her fidanın kök boğazından başlayarak en üstteki fidanın ucuna kadar olan yükseklik, şerit metre yardımıyla cm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

**3.2.3.2. Ortalama Fidan Çapı (mm):** Gelişme periyodunun sonunda, aşırı noktasının 5 cm üzerinden her fidanın çapı mm olarak, kumpas ile ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

**3.2.3.3. Ortalama Fidan Taç Genişliği (cm):** Gelişme periyodunun sonunda her fidanın taç izdüşümü çapı cm cinsinden ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

**3.2.3.4. Ortalama Yıllık Sürgün Sayısı (adet):** Gelişme periyodunun sonunda fidanlardaki yıllık sürgün sayıları tek tek sayılarak belirlenmiştir.

**3.2.3.5. Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğu (cm):** Gelişme periyodunun sonunda fidanlarda meydana gelen yıllık sürgün uzunlukları şerit metre yardımı ile ölçülerek belirlenmiştir.

**3.2.3.6. Ortalama Yıllık Sürgün Çapları (mm):** Vejetasyon döneminin sonunda fidanlardaki sürgün çapları dijital kumpasla ölçülmüştür.

### **3.2.4. Yaprak örneklerinde bazı özelliklerin belirlenmesi**

#### **3.2.4.1. Yaprak klorofil içeriği okumaları**

Yaprak klorofil içeriği okumaları KonicaMinolta SPAD-502 Plus Marka Chlorophyll Meter cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

#### **3.2.4.2. Yaprak alanı tespiti**

Yaprak alanı ADC BioScientific Area Meter AM300 cihazı ile tespit edilmiştir.

### 3.2.4.3. Yaprak örneklerinde bitki besin elementi analizleri

Yaprak analizleri için gelişimini tam olarak tamamlamış sürgünlerin ortasındaki yapraklar tercih edilmiş olup Ağustos ayında örnekleme yapılmıştır. Yaprak örnekleri etüvde 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar (yaklaşık olarak 48 saat) bekletilerek kurutulmuş ve 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen yaprak örnekleri kuru yakma metoduyla makro ve mikro elementlerin (N, K, P, Ca, Fe, Mg, Cu, Mn, S, Zn, Mo, B) tayini için hazır hale getirilmiştir. Bu amaçla kül fırınına konulan örnekler, tedrici olarak 550 °C sıcaklığa gelineye kadar sıcaklık yükseltilmiş daha sonra örnekler gümüş gri renk alana kadar (yaklaşık 8 saat) bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Daha sonra kül fırınından çıkarılan örneklerin üzerine 4 ml 3 N HCl eklenmiş ve watman filtre kâğıdı ile süzöldükten sonra ultra saf su ile seyreltilen örneklerde okumalar yapılmıştır. Okumalar Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde, Thermo Scientific ICAP-Qc marka ICP-MS cihazında yapılmıştır. Bitki örneklerinde total azot (N) miktarı salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro Kjeldahl[100] yöntemiyle belirlenmiştir.

### 3.2.5. İnokule Edilen Bakterilerin Topraktaki Popülasyonunun Belirlenmesi

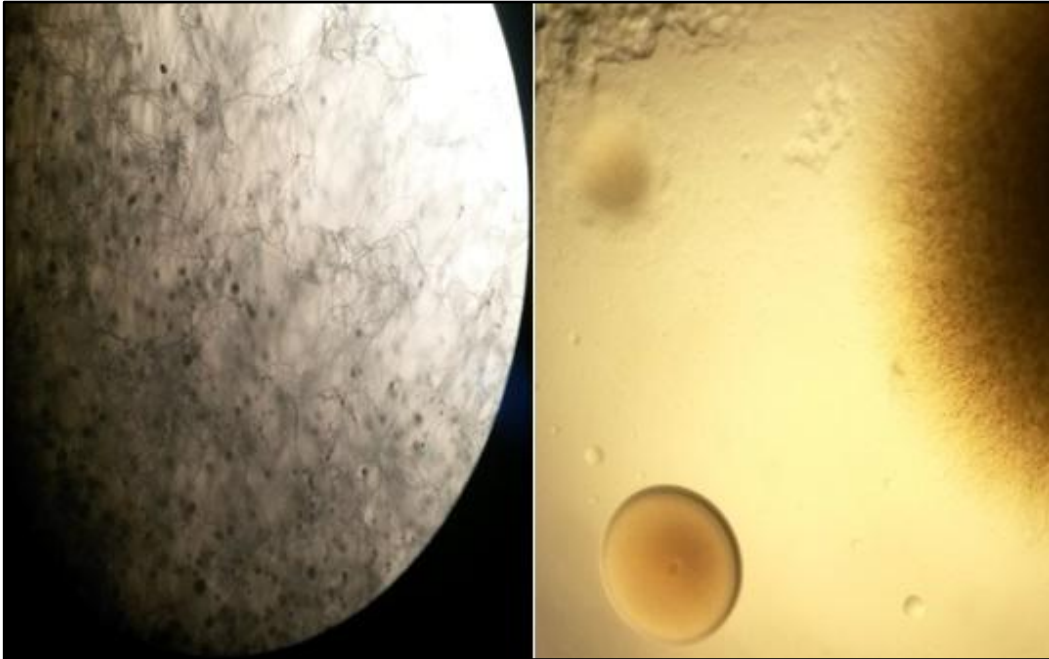
Bitki kök rizosferleri bölgesinden alınan toprak örneklerinden 10 g tartılmış ve 250-300 ml hacminde sterilerlene konulmuştur. Bunun üzerine 90 ml su eklenip 30 dk. çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Erlendeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınıp içerisine 9 ml steril su bulunan tüplere konarak iyice karıştırılmıştır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içerisinde yine 9 ml steril su bulunan tüpe aktararak iyice karışması sağlanmıştır. Bu seyreltme işlemi 5-6 kez tekrarlanıp son 3 seyreltikten 100 µl alınıp petrilere konarak ve cam bagetle yayılarak ekim yapılmıştır (Şekil 3.6). Ekimi yapılan bakteriler daha sonra inkübatöre konulup, inkübasyon sonrası gelişen bakteri kolonileri sayılmıştır [101].

1 ml deki bakteri sayısı (hücre/ml), koloni sayısı x seyreltme oranı x 10 formülü ile hesaplanmıştır. Bu amaçla 1000 ml distile su içerisine 10 g Sucrose, 5 g L-malik asit, 0.2 g MgSO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O, 0.01 g FeCl<sub>3</sub>, 0.1 g NaCl, 0.02 g CaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O, 0.1 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0.4 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.002 g Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O ve 18 g agar ilave edilip karıştırılarak besin ortamı

oluşturulmuştur. 1 N NaOH ile karışımın pH'sı7.2'ye ayarlanarak, 121<sup>0</sup>C'de 20 dksteril edilmiştir. Sterilizasyon sonrası 45<sup>0</sup>C'ye kadar soğutulan besin ortamı petrilere dökülerek, katılaştıktan sonra bakteri ekimi için kullanılmıştır [102].



**şekil 3.6.** Hazırlanan besin ortamına bakteri ekimi



**şekil 3.7.** Bakteri ekiminden15 gün sonra mikroskop altında görüntenen bakteriler



## 4.BULGULAR

### 4.1. Vejetatif Gelişme İle İlgili Bazı Özelliklerin Belirlenmesi

Fidanların gelişiminin durduğu, dinlenme döneminde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler aşağıda verilmiştir:

#### 4.1.1. Ortalama fidan boyu (cm):

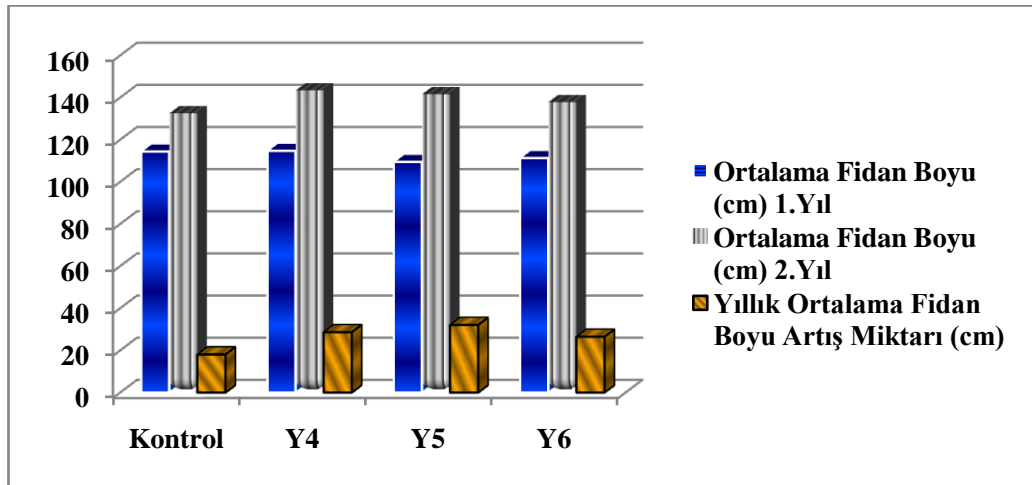
Uygulamaların fidan boyuna olan etkilerinin analiz edildiği Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'den belirtildiği gibi uygulamaların yıllık ortalama fidan boyu artış miktarına olan etkisi istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar içinde rakamsal olarak fidan boyunda maksimum artış Y5 (32,08 cm), Y4 (28,66 cm) ve Y6 (26,45 cm) bakteri izolatu uygulanmış fidanlarda görülürken kontrol grubu (18,20 cm) rakamsal olarak bakteri izolatu uygulanmış fidanların gerisinde kalmıştır.

**Tablo 4.1.**Ortalama fidan boyunun yıl ve uygulamalara göre değişimi (cm)\*

Uygulama	Ortalama Fidan Boyu (cm)		Yıllık Ortalama Fidan Boyu Artış Miktarı (cm)
	1.Yıl	2.Yıl	
<b>Kontrol</b>	114,42 *ÖD.	132,50 *ÖD.	18,08 *ÖD.
<b>Y4</b>	114,75	143,42	28,67
<b>Y5</b>	109,50	141,58	32,08
<b>Y6</b>	111,33	137,83	26,50
<b>Ortalama</b>	112,51	138,83	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

\* ÖD: Önemli değil



**Şekil4.1.** Ortalama fidan boyunun yıl ve uygulamalara göre değişim grafiği

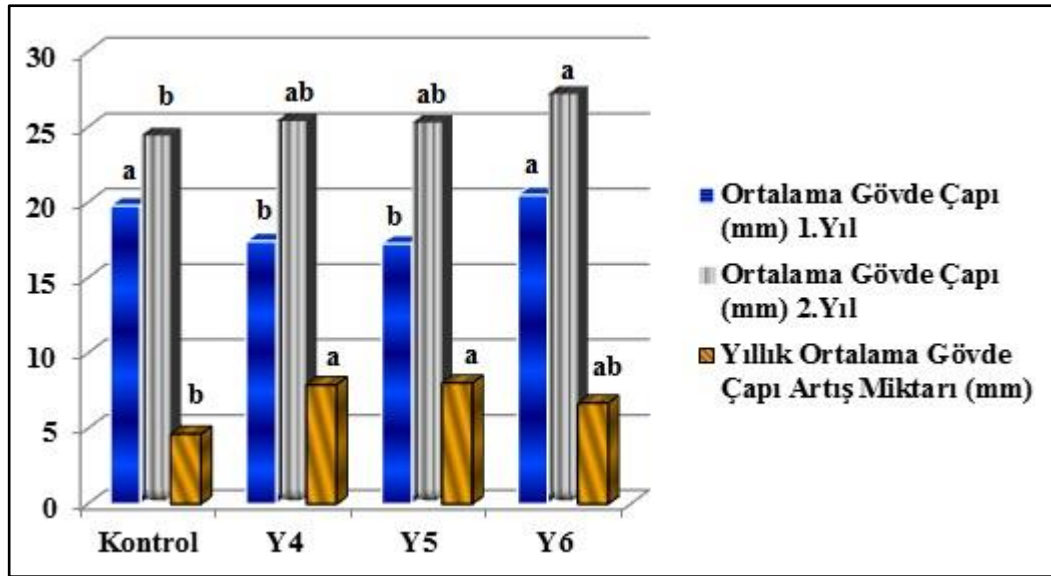
#### 4.1.2. Ortalama Fidan Gövde Çapı (mm):

Uygulamaların fidan çapına olan etkileri Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. 1. ve 2. yılda hem kontrol hem de bakteri izolatlarıyla muamele edilen fidanlara olan etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. 1.yıl verilerine göre en yüksek gövde çapı Y6 uygulaması ve kontrol grubundan elde edilirken, 2.yıl bakteri izolatı uygulaması yapılan tüm fidanlardaki gövde çapı artışı istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek ortalama gövde çapı artışı (2. yıl-1. yıl verileri) sırasıyla Y5 (8,02), Y4 (7,91) ve Y6 (6,69) uygulamalarından elde edilmiştir.

**Tablo 4.2.** Ortalama gövde çapının yıl ve uygulamalara göre değişimi (mm)\*

Uygulama	Ortalama Fidan Gövde Çapı (mm)		Yıllık Ortalama Fidan Gövde Çapı Artış Miktarı (mm)
	1.Yıl	2.Yıl	
Kontrol	19,78 a	24,42 b	4,64 b
Y4	17,47 b	25,39 ab	7,92 a
Y5	17,25 b	25,28 ab	8,03 a
Y6	20,48 a	27,18 a	6,70 ab
Ortalama	18,75	25,56	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )



**Şekil 4.2.** Ortalama gövde çapının yıl ve uygulamalara göre değişim grafiği

#### 4.1.3. Ortalama fidan taç genişliği (cm):

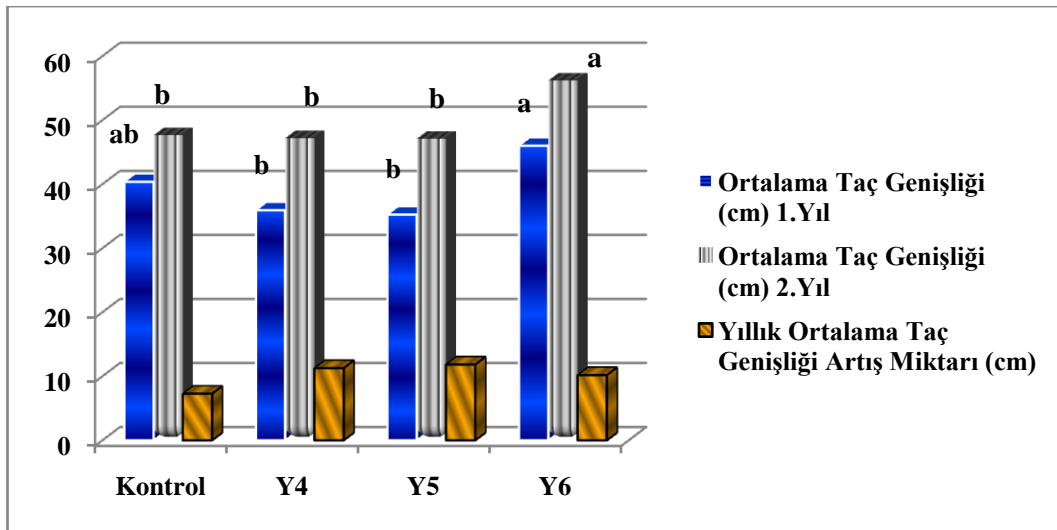
Bitki vejetatif gelişim kriterlerinden olan taç genişliğinin uygulama ve yıllara göre değişim durumlarının analiz sonuçları Tablo 4.3 ve Şekil 4.3’de görüldüğü gibi yıllık ortalama fidan taç genişliği artış miktarına bakıldığında uygulamaların taç genişliğine olan etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Ancak 1. ve 2. yıllarda uygulamaların taç genişliğine olan etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Buna göre en yüksek taç gelişimi 1. Yılda Y6 ve kontrol grubundan edilmiş olup, 2.yılda Y6 izolatu uygulanan fidanlarda tespit edilmiştir. 2. Yıl verilerine göre istatistiki açıdan diğer gruba giren Y4, Y5 ve Kontrol fidanlarında ise taç genişliği, Y6 bakteri izolatu uygulanmış fidanlara göre sınırlı kalmıştır.

**Tablo 4.3.**Ortalama fidan taç genişliğinin yıl ve uygulamalara göre değişimi (cm)\*

Uygulama	Ortalama Fidan Taç Genişliği (cm)		Yıllık Ortalama Fidan Taç Genişliği Artış Miktarı (cm)
	1.Yıl	2.Yıl	
Kontrol	40,36 ab	47,64 b	7,28 <sup>*ÖD.</sup>
Y4	35,92 b	47,18 b	11,26
Y5	35,25 b	47,08 b	11,83
Y6	46,00 a	56,18 a	10,18
Ortalama	39,38	49,52	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

\* ÖD: Önemli değil



**Şekil4.3.**Ortalama fidan taç genişliğinin yıl ve uygulamalara göre değişim grafiği

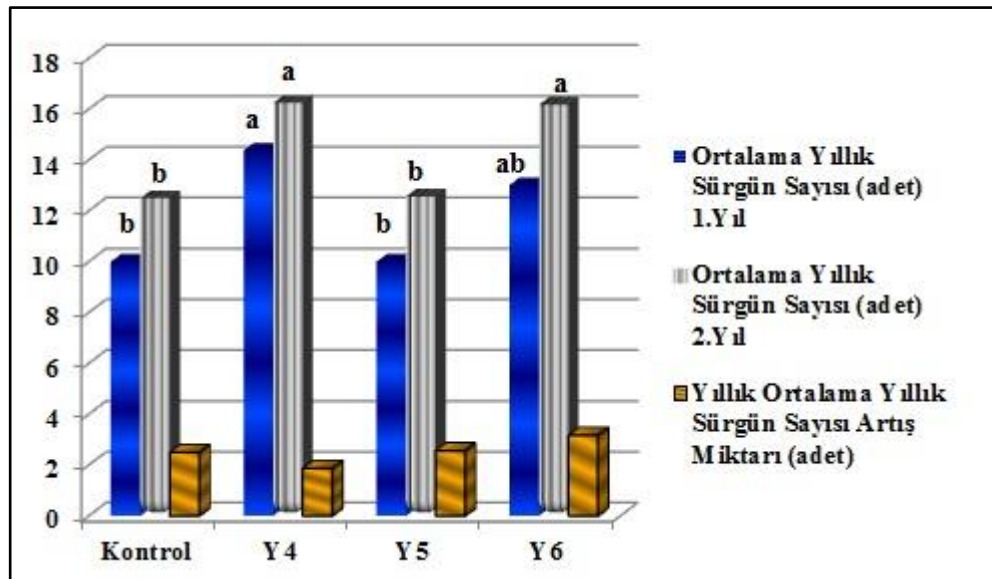
#### 4.1.4. Ortalama Yıllık Sürgün Sayısı(adet):

Araştırmada, bakteri uygulamalarının bitki vejetatif gelişim kriterlerinden biri olan fidanlara ait ortalama yıllık sürgün sayısı Tablo 4.4 ve Şekil 4.4’ de verilmiştir. Yıllık ortalama sürgün sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 1. ve 2. Yıl verilerine göre Y4 ve Y6 uygulaması en yüksek ortalama sürgün sayısını verirken (14,48-16,25 ve 13,01-16,18 adet) diğer gruba giren Y5 ve kontrol uygulamaları (10,00 ve 10,00 adet) aynı sayıda sürgün oluşturmuştur.

**Tablo 4.4.** Ortalama yıllık sürgün sayısının uygulamalara göre değişimi (adet)\*

Uygulama	Ortalama Yıllık Sürgün Sayısı (adet)		Yıllık Ortalama Sürgün Sayısı Artış Miktarı (adet)
	1.Yıl	2.Yıl	
Kontrol	10,00 b	12,50 b	2,50 *ÖD.
Y4	<b>14,38 a</b>	<b>16,25 a</b>	1,87
Y5	10,00 b	12,57 b	2,57
Y6	<b>13,01 ab</b>	<b>16,18 a</b>	3,17
Ortalama	12,22	14,77	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )  
\* ÖD: Önemli değil



**Şekil 4.4.** Ortalama yıllık sürgün sayısının uygulamalara göre değişim grafiği

#### 4.1.5. Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğu (cm)

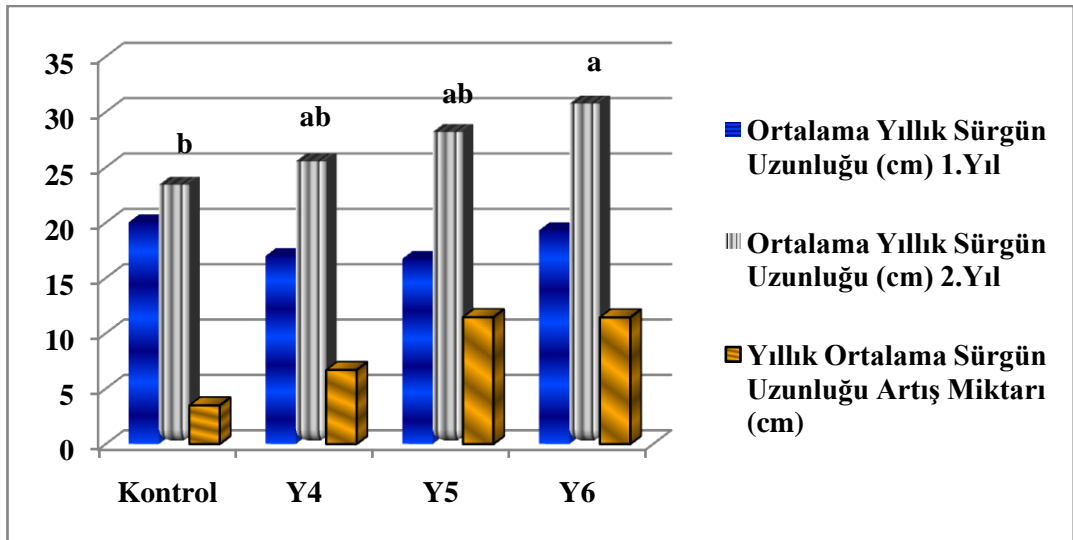
Bakteri uygulaması yapılan ve uygulama yapılmayan kontrol grubuna ait ölçülen veriler rakamsal olarak Tablo 4.5’de, Şekilsel olarak ise Şekil 4.5’ de verilmiştir. Yıl ve uygulamalara göre ortalama yıllık sürgün uzunluğu gelişimi incelendiğinde; Uygulamalar arasındaki farklar ortalama yıllık sürgün uzunluğu açısından istatistikî anlamda önemsiz bulunmuştur. İkinci yıl ortalama sürgün uzunluğu artış verileri istatistikî açıdan önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Buna göre en yüksek sürgün uzunluğu artışı bakteri uygulaması yapılan Y4, Y5 ve Y6 fidanlarından, en düşüğü ise kontrol grubundan elde edilmiştir.

**Tablo 4.5.** Ortalama yıllık sürgün uzunluğunun yıl ve uygulamalara göre değişimi (cm)\*

Uygulama	Ortalama Yıllık Sürgün Uzunluğu (cm)		Yıllık Ortalama Sürgün Uzunluğu Artış Miktarı (cm)
	1.Yıl	2.Yıl	
Kontrol	20,03 *ÖD.	23,42 b	3,39 *ÖD.
Y4	16,98	<b>25,54 ab</b>	8,56
Y5	16,73	<b>28,19 ab</b>	11,46
Y6	19,31	<b>30,75 a</b>	11,44
Ortalama	18,03	27,25	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

\* ÖD: Önemli değil



**Şekil 4.5.** Ortalama yıllık sürgün uzunluğunun yıl ve uygulamalara göre değişim grafiği

#### 4.1.6. Ortalama yıllık sürgün çapları (mm)

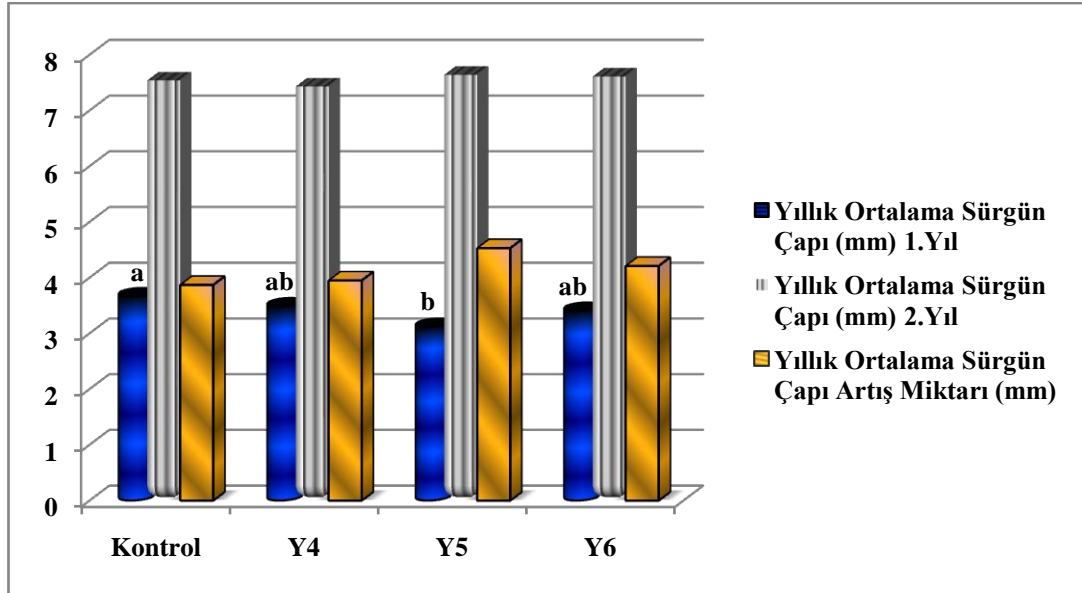
Çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının ortalama yıllık sürgün çapına olan etkileri Tablo 4.6 ve Şekil 4.6' dan da görüldüğü üzere,yıllık ortalama sürgün çapı artış miktarı uygulamalara göre istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.1.yıl ortalama sürgün çapının artışında en fazla gelişim gösteren ve istatistiki açıdan aynı gruba giren kontrol, Y4 ve Y6 uygulamalarından elde edilirken 2. yıl bütün uygulamaların sürgün çapı gelişiminde istatistiki açıdan önemli bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 4.6.**Ortalama yıllık sürgünçapının yıl ve uygulamalara göre değişimi (mm)\*

Uygulama	Ortalama Yıllık Sürgün Çapı (mm)		Yıllık Ortalama SürgünÇapı Artış Miktarı (mm)
	1.Yıl	2.Yıl	
Kontrol	3,66 a	7,54* <sup>ÖD.</sup>	3,88* <sup>ÖD.</sup>
Y4	3,48 ab	7,43	3,95
Y5	3,11 b	7,64	4,53
Y6	3,40 ab	7,61	4,21
Ortalama	3,39	7,55	

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

\* ÖD: Önemli değil)



**Şekil4.6.**Yıllık ortalama sürgünçapının yıl ve uygulamalara göre değişim grafiği

## 4.2. Yaprak örneklerinde bitki besin elementi analizleri

### 4.2.1. Yaprak Makro Besin Elementi İçerikleri

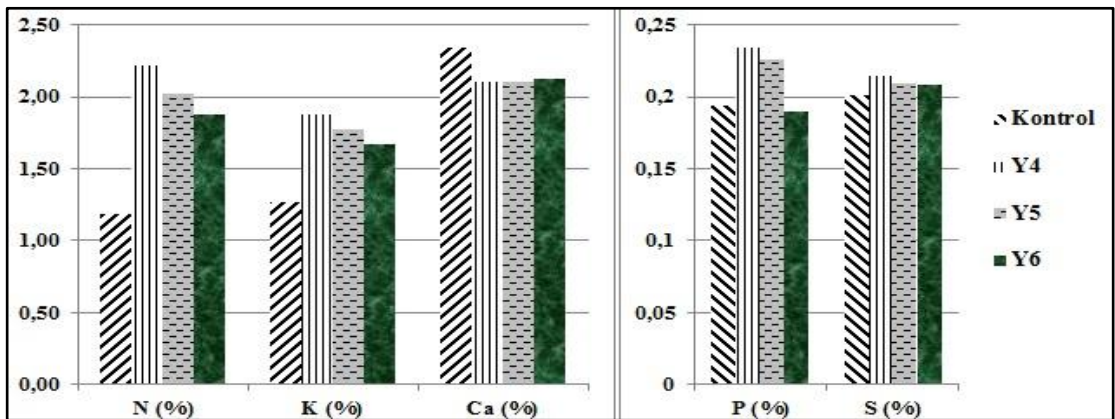
Yapraklardaki makro besin elementi içerikleri Ağustos ayında alınan yaprak örneklerinde yapılan analizlerle belirlenmiştir. Tablo 4.7’ de azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) elementlerine ait değerler verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Yaprak Makro Element İçeriği\*

Uygulamalar	N (%)	P(%)	K (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (ppm)
<b>Kontrol</b>	1,19 c	0,194 b	1,271 <sup>ÖD</sup>	0,201 <sup>ÖD</sup>	2,343 <sup>ÖD</sup>	1,270 c
<b>Y4</b>	<b>2,22 a</b>	<b>0,235 a</b>	1,883	0,215	2,107	<b>1,883 a</b>
<b>Y5</b>	<b>2,03 ab</b>	<b>0,226 ab</b>	1,777	0,210	2,105	<b>1,776 ab</b>
<b>Y6</b>	<b>1,88 ab</b>	0,190 b	1,670	0,208	2,122	<b>1,671 ab</b>

<sup>ÖD</sup>: Önemli Değil; \* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )

Kontrol uygulamasına göre yaprak N ve P içerikleri diğer bakteri uygulamalarında istatistiki olarak önemli düzeyde farklı iken yapraklardaki K, S ve Ca içerikleri açısından ise, uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Armut fidanlarının gelişme durumları üzerine 3 farklı uygulamanın etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada, yapraklardaki N, P, K, S ve Ca miktarları yönünden en yüksek değerleri istatistiksel olarak aynı gruba giren Y4, Y5 ve Y6 bakteri izolatları uygulamaları vermiştir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** Yaprak Makro Element İçeriği Değişim Grafiği

#### 4.2.2. Yaprak Mikro Besin Elementi İçerikleri

Yapraklardaki mikro besin elementi içerikleri Ağustos ayında alınan yaprak örneklerinde yapılan analizlerle belirlenmiştir. Yaprak mikro besin elementlerinden mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn), bor (B), bakır (Cu), molibden (Mo), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) içerikleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.8 ile Şekil 4.9'da verilmiştir.

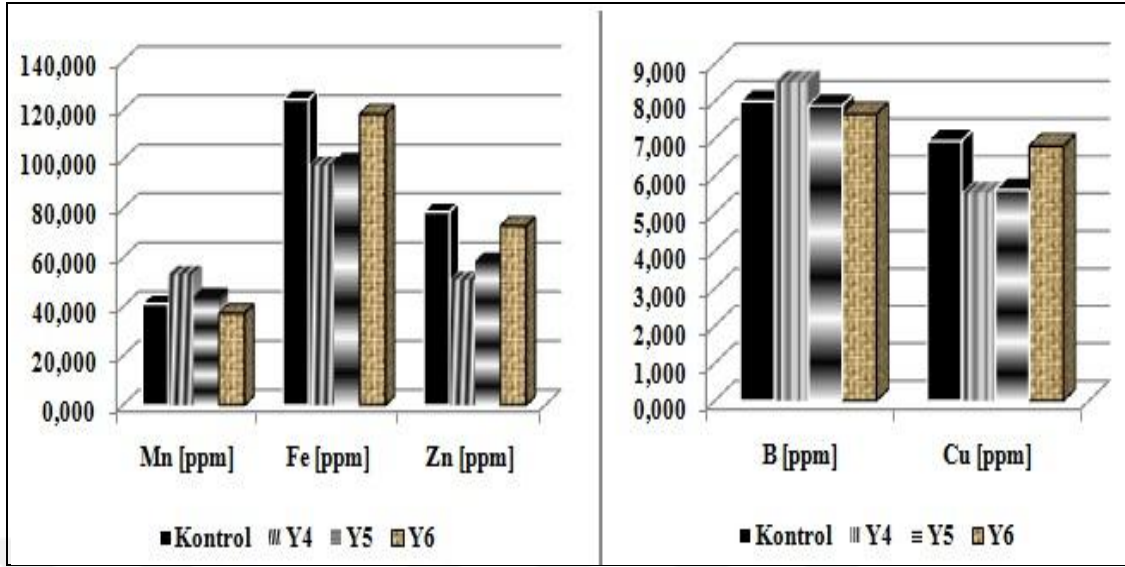
Yaprak Mn içeriği Kontrol ve Y6 bakteri izolatu uygulamasına göre Y4 ve Y5 bakteri izolatu uygulamalarından istatistiki olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Y4 ve Y5 uygulamalarında Mn içeriği 53,094 ppm ve 44,141 ppm bulunurken kontrol ve Y6 uygulamalarında sırasıyla 41,197 ppm ve 37,351 ppm olarak kaydedilmiştir. Fe içerikleri açısından ise, uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamaların yaprak Zn içeriğine olan etkilerine bakıldığında ise; Kontrol, Y5 ve Y6'nın Y4'den istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Yapraktaki diğer mikro elementlerden B, Cu, Mo, Cd ve Pb değerleri üzerine kontrol ve bakteri uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 4.8, Şekil 4.8, 4.9).

**Tablo 4.8.** Yaprak Mikro Element içerikleri (ppm)\*

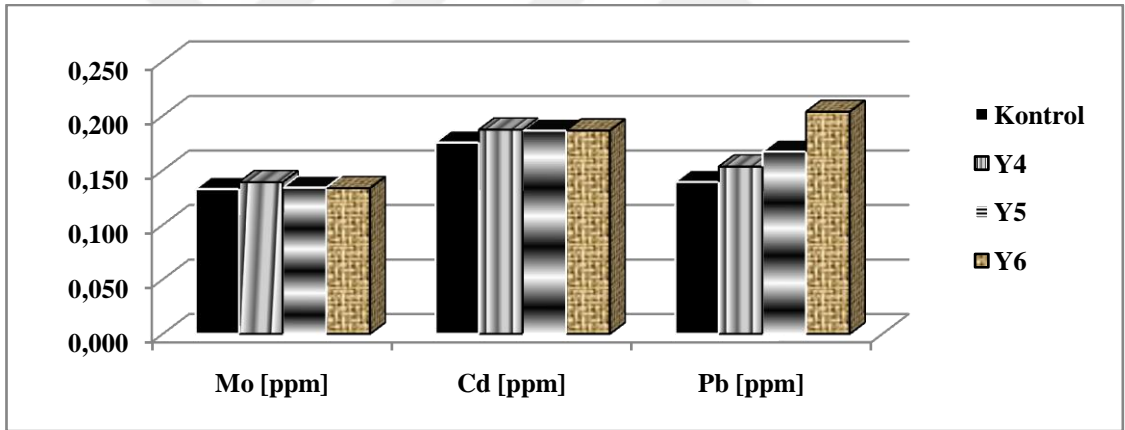
Uygulamalar	Mn	Fe	Zn	B	Cu	Mo	Cd	Pb
<b>Kontrol</b>	41,19 b	124,43 <sup>ÖD</sup>	<b>78,70 a</b>	7,99 <sup>ÖD</sup>	6,93 <sup>ÖD</sup>	0,133 <sup>ÖD</sup>	0,17 <sup>ÖD</sup>	0,139 <sup>ÖD</sup>
<b>Y4</b>	<b>53,09 a</b>	97,57	50,78 b	8,50	5,54	0,139	0,18	0,153
<b>Y5</b>	<b>44,14 ab</b>	99,27	<b>58,61 ab</b>	7,88	5,63	0,134	0,18	0,167
<b>Y6</b>	37,35 b	118,49	<b>72,87 ab</b>	7,65	6,80	0,134	0,18	0,204

<sup>ÖD</sup>: Önemli Değil; \* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ ).





Şekil4.8. Yaprak Mn, Fe, Zn, B ve Cu Element İçeriği Değişim Grafığı



Şekil4.9. Yaprak Mo, Cd ve Pb Element İçeriği Değişim Grafığı

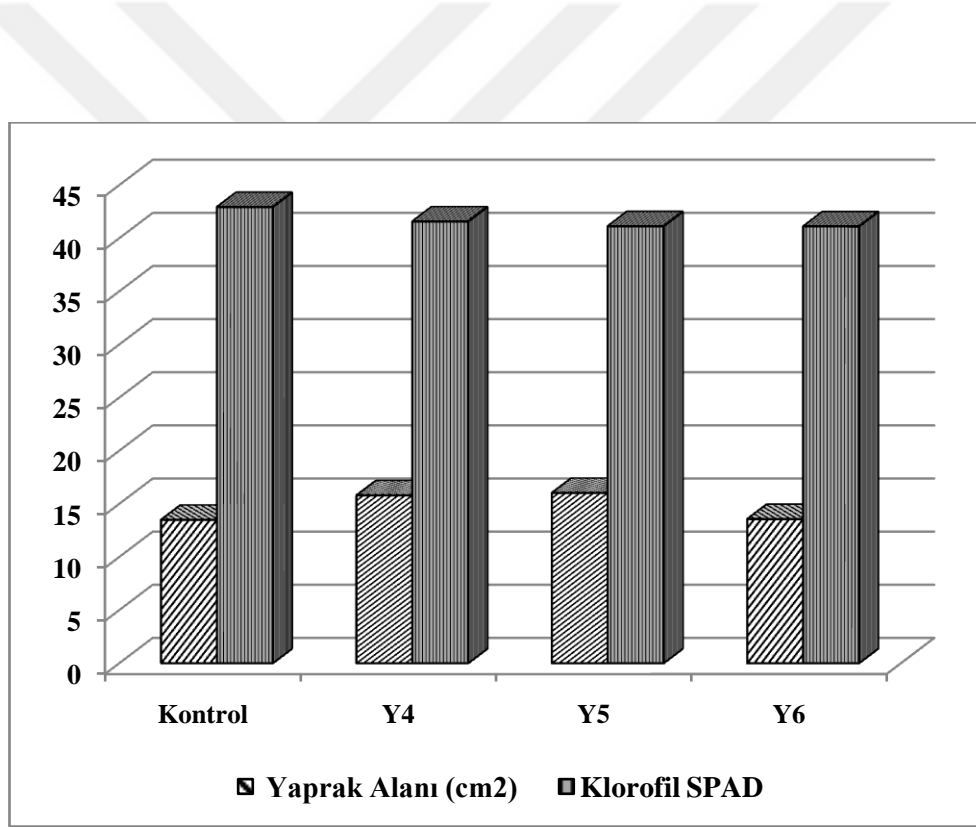
#### 4.2.3. Klorofil ve Yaprak Alanı Verileri

Yaprak alanı açısından uygulamalar arasında istatistiki bakımdan önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Y4 ve Y5 uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almış, en yüksek yaprak alanı Y5 uygulamasında (16,03 cm<sup>2</sup>) ve Y4 uygulamasında (15,80 cm<sup>2</sup>) ölçülmüştür. Yaprak klorofil miktarları açısından elde edilen sonuçlar arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

**Tablo 4.9.** Yaprak alanı ve klorofil değerlerinin uygulamalara göre değişimleri\*

Uygulamalar	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	Klorofil SPAD
Kontrol	13,50 b	42,94 <sup>ÖD</sup>
Y4	15,80 a	41,58
Y5	16,03 a	41,13
Y6	13,57 b	41,11

<sup>ÖD</sup>: Önemli Değil; \* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ ).



**Şekil 4.10.** Yaprak alanı ve klorofil değerlerinin uygulamalara göre değişim grafiği

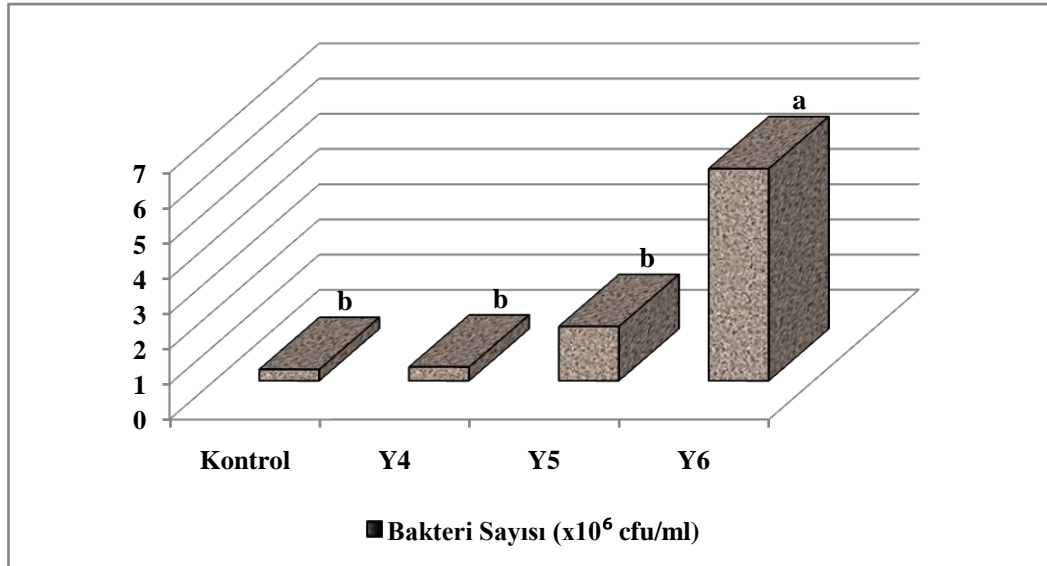
### 4.3. İnoküle Edilen Bakterilerin Topraktaki Popülasyonunun Belirlenmesi

Bu çalışmada bitki kök ve çevresindeki topraklardan bakterilerin izolasyonu yapılarak kolonisayılar belirlenmiştir. Uygulamalar arasında bakteri koloni sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. En yüksek sayıda bakterisikolonisi içeren bakteri izolatı  $6,02 \times 10^6$  cfu/ml ile Y6'da tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

**Tablo 4.10.** Rizosfer bölgesindeki bakteri sayısı (cfu/ml)\*

Uygulamalar	Bakteri Sayısı (cfu/ml)
Kontrol	$0,32 \times 10^6$ b
Y4	$0,39 \times 10^6$ b
Y5	$1,54 \times 10^6$ b
Y6	$6,02 \times 10^6$ a

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p \leq 0.05$ )



**Şekil 4.11.** Rizosfer bölgesindeki bakteri popülasyonu grafiği

## 5.TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin bitki türlerinde vejetatif gelişim üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma yürütülmüştür.Çalışmamız, ele aldığı tür, çeşit velokasyon itibariyle, kullanılan izolatların tamamen orijinal olmasıyla, Yozgat ve yöresinde arazi koşullarında meyve ağaçlarında ve özellikle klonal anaçlar üzerinde aşılı olan armut fidanlarında uygulanması açısından da ilk olma özelliği taşımaktadır.

Projemiz, 2014-2015 yıllarında,BA 29 ayva anacı üzerine aşılı “Deveci” armut çeşidine ait fidanlara yapılan bakteri izolatları uygulamalarının büyüme ve gelişme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

İki yıllık çalışma sonucunda elde edilen vejetatif gelişmeye ait yıllık ortalama gelişim verileri incelendiğinde yapılan uygulamaların fidan gövde çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuşken fidan boyu, fidan taç genişliği, yıllık sürgün sayısı, yıllık sürgün uzunluğu, yıllık sürgün çapı üzerine etkisi önemsiz olmuştur.

Yıllık ortalama gövde çapı artış verilerine göre Y4, Y5 ve Y6 bakteri izolatlarıyla muamele edilen fidanlarda uygulamaların gövde çapına olan etkisi istatistiki açıdan önemli ( $p \leq 0.05$ ) görülmüş ve Y4, Y5, Y6 uygulamaları aynı grupta yer almıştır. Çalışmamızda fidan boyu bakımından Y4, Y5 ve Y6 bakteri uygulamaları kontrole göre istatistiksel olarak önemsiz görülmesine karşın yıllık ortalama değerlere bakıldığında bakteri uygulaması yapılan fidanlardaki boy artışının rakamsal olarak kontrole göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kontrol; 18,08, Y4; 28,66, Y5; 32,08 ve Y6; 26,45cm). Ayrıca hem 1. yıl hem 2. yılda oluşan yıllık sürgün sayısı ayrı ayrı incelendiğinde her iki yılda da Y4 ve Y6 izolatları uygulanan fidanlardaki yıllık sürgün sayısının istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.05$ ) olduğu ve aynı önem grubunda yer aldığı, sonuç olarak uygulamaların her iki yılda da yüksek etki sağladığı ancak uygulamaların yıllık ortalama sürgün sayısı artış miktarı verilerine bakıldığında istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yıl ve uygulamalara göre ortalama sürgün uzunluğu gelişimi incelendiğinde; Uygulamalar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. 2. yıl ortalama sürgün

uzunluğu gelişiminde istatistiki anlamda önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuş ve en yüksek sürgün uzunluğu artış miktarı Y4, Y5 ve Y6 bakteri uygulamalarından elde edilmiştir. Yıllık sürgün çapı artış miktarı incelendiğinde yine bakteri uygulaması yapılan fidanlardaki yıllık ortalama sürgün çapı artış miktarı istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş ancak rakamsal olarak bakteri uygulaması yapılan fidanlardaki artış değerleri kontrol grubunun üzerinde olduğu kaydedilmiştir (Kontrol; 3,87cm, Y4; 3.95 cm, Y5; 4,53 cm ve Y6; 4,21 cm).Fidan taç genişliğinin uygulama ve yıllara göre değişim durumuna baktığımızda uygulamaların yıllık ortalama taç genişliği artış miktarına olan etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmasına karşın 2. yıl ortalama taç genişliği değerleri istatistiki açıdan önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek taç gelişimi Y6 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmada elde ettiğimiz 1. yıl, 2.yıl ve yıllık ortalama gelişim değerleri tek tek incelendiğinde elde ettiğimiz sonuçlar bitki büyümesini artıran rizobakteriler üzerinde yürütölen önceki araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.M9 anacı üzerine aşılı elma fidanlarında yapılan bir çalışmada, bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler ve Perlan (BA+GA<sub>4+7</sub>) uygulamalarının fidan boyunu kontrole göre artırdığı,özellikle bakteri uygulamalarının fidan boyunu ve dal sayısını artırma etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir [93]. şekerpare kayısı çöğürlerinde yapılan diğer bir çalışmada, bakteri uygulamaları bitki boyu ve gövde çapı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın, dal sayısı, dal çapı ve dal uzunluğunda önemli bulunmuştur [92].

Bakteri uygulamalarının kayısı ve elmada sürgün (dal) uzunluğunu ve sürgün (dal) çapınıarttırdığı tespit edilmiştir [47,51]. Kirazda yapraktan *Pseudomonasputidasuş* BA-8<sup>l</sup> ve *Bacillussimplexsuş* T7<sup>a</sup> bakteri izolatlarının tekli ve kombine uygulamalarının sürgün uzunluğunu gelişimini teşvik ederek önemli verim artışına neden olduğu bildirilmiştir [69]. Fındıkta azot fikse edebilen ve fosfat çözücü bakteri uygulamalarının fidanlarda toplam dal uzunluğu, dal sayısı, gövde çapında artış sağladığı belirlenmiştir [103]. Çayda bakteri izolatlarının kombine uygulamaları sonucunda, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün, kök biyokütlesi ve ikincil kök gelişiminde artış sağlandığı tespit edilmiştir [104].Karaman'da Starkrimson ve Granny Smith elma çeşitlerinde *Pseudomonas*BA-8 ve *Bacillus*OSU-142 bakteri

ırklarının çiçek ve yapraktan inokülasyonu ile yapılan çalışmada ağaçların gövde kesit alanı, verim, yıllık sürgün uzunluğu ve çapı, meyve ağırlığını artırdığı belirlenmiştir [70]. MM-106 anacı üzerine aşılı elma fidanlarına uygulanan 4 bakteri izolatının yıllık sürgün sayısı ve çapını artırdığı ancak yıllık sürgün uzunluğunu azalttığı, en yüksek yıllık sürgün sayısının *Pseudomonas putida* BA-8 uygulamasından elde edildiği sonucuna varılmıştır [22]. Konya’da mahlep anacı üzerine aşılı Kütahya vişne çeşidine ait ağaçlarda *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 bakteri ırkları yaprak ve çiçekten uygulanmış olup, kontrole göre ilk yıl en yüksek sürgün (dal) uzunluğu *Bacillus mycoides* T8 uygulamasından elde edilirken, ikinci yılda ise *Bacillus mycoides* T8+OSU-142 bakteri uygulamasından elde edilmiştir [105]. Tokat ilinde “Eşme” ayva çeşidinde yapılan *Pseudomonas fluorescens* ve *Rhodococcus rhodochrous* bakterilerin ikili kombinasyon uygulamasında, hem sürgün çapı, hem de sürgün uzunluğu açısından, kontrole göre uygulama yapılan ağaçlarda en yüksek sürgün uzunluğu PGPR+NPK gübrelenmesi yapılan ağaçlarda tespit edilmiştir [63]. PGPR uygulanmış Asma çubuklarında yapılan bir araştırmada sürgün uzunluğu ve sayısı yönünden en yüksek değerler bakteri izolatı uygulanan çubuklarda belirlenmiştir [106].

Çalışmamızda kullanılan bakteri izolatlarının azot fikse edici ve fosfor çözme özelliklerine sahip olduğu gerçeğini göz önüne alarak, yaprak örneklerinden elde edilen bitki makro besin elementi içeriklerine bakıldığında bakteri uygulaması yapılan armut fidanlarının, kontrol grubuna göre yaprak azot ve fosfor içerikleri istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur. Armut’ta yaprak analizine yönelik yapılan uluslararası bir çalışmada azot sınır değeri %2.20 – %2.80, Fosfor sınır değeri %0,11 - %0,25, Magnezyum sınır değeri %0,25 - %0,50 aralığında tespit edilmiş olup [129], çalışmamızda yer alan uygulamalarda ise azot içeriği açısından Y4, Y5 ve Y6 (sırasıyla %2,22, %2,03 ve %1.88) aynı istatistiksel gruba girerken kontrol uygulaması (%1,19) farklı gruba girmiştir. Fosfor içeriğinde ise Y4 (%0,235) ve Y5 (%0,226) uygulamaları kontrol (%0,194) ve Y6 (%0,190) uygulamalarından istatistiksel olarak ayrılmıştır. Magnezyum (Mg) içeriği açısından bakteri uygulanan grup istatistiksel olarak kontrolden önemli derecede farklı bulunmuştur. Yaprak K, S ve Ca içerikleri açısından, uygulamalar arasındaki farkın istatistikî olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Y4, Y5 ve Y6 bakteri izolatlarının yaprak

mikro besin elementlerine olan etkisine bakıldığında; Y4 ve Y5 kombinasyonları uygulanan fidanların yapraklarındaki mangan (Mn) içeriğinde artış kaydedildiği tespit edilmiştir. Çinko (Zn) içeriği ise kontrol, Y5 ve Y6 kombinasyonlarında yüksek çıkarak Y4 kombinasyonundan önemli derecede farklı bulunmuştur. Fe, B, Cu, Mo, Cd ve Pb gibi diğer mikro besin elementleri üzerinde ise önemli derecede değişiklik yaratmadığı belirlenmiştir.

Farklı PGPR uygulamalarının yaprak makro-mikro besin elementi içeriğine olan etkilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma yapılmış olup, değişik sonuçlar elde edilmiştir. Eşme ayva çeşidinde ağaç taç izdüşümüne PGPR uygulamasının yapıldığı bir çalışmada; yaprak P, Mg, Mn ve K gibi bitki besin elementlerinin PGPR+1/2NPK uygulanan bitkilerin yapraklarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [63]. Muz'da yapılan bir çalışmada *Pseudomonas fluorescens* uygulamasının bitki yaprak besin içeriğini artırdığı bildirilmiştir [107]. Çilekte yapılan çalışmada ise *Bacillus* sp. uygulaması yapılan bitkilerin yaprak besin konsantrasyonlarında (N, P, K, Ca, ve Fe) ciddi oranda artışlar kaydedildiği bildirilmiştir [108]. Bir başka çilek çalışmasında *Pseudomonas* sp. bakterilerinin tekli ve kombine uygulamalarına maruz kalan çilek yapraklarında fosfor ve çinko içeriklerinde artış kaydedildiği bildirilmiştir [109]. Çay bitkisinde 25 bakteri ırkı ile birlikte 4 gübre dozu kullanılarak yapılan bir çalışmada; çay yapraklarında kontrole kıyasla, 15 bakteri izolatının yaprak N içeriğini, 14 bakteri izolatının yaprak P içeriğini, 6 bakteri izolatının ise yaprak K içeriğini, 20 bakteri izolatının ise yaprak Ca içeriğini artırdığı bildirilmiştir [110].

Elmada *Agrobacterium rubi* A-18, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Burkholderia gladioli* OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8 bakteri süspansiyonlarıyla yapılan uygulamaların sonucunda N, K ve Cu içeriğinde azalma olduğu, A-18 uygulamasının P ve Zn, OSU-142 uygulamasının Mg ve Fe içeriğini, OSU-7'nin Mn içeriğini arttırdığı, Na ve Ca içerikleri üzerine bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir [22]. Yine bir başka elma çalışmasında *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142 bakteri ırklarının yapraklarda N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir [70]. Elma çeşitlerinde bakteri izolatı uygulamalarının yaprak besin elementi içeriğine olan etkilerinin incelendiği bir araştırmada; Bakteri uygulamalarının yaprak sayısı ve alanını artırdığı ve en geniş yaprak alanının ise

OSU-142 (*Bacillus subtilis*) bakteri izolatu uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir [90]. *Bacillus* OSU-142, M-3 ve OSU-142+M-3 bakterileri kombinasyonunun Ahududu'da uygulanması sonucunda yapraklarda N, P, Ca içeriklerini, M-3 ve OSU-142+M-3 kombine uygulamaları ise yapraklardaki Fe ve Mn içeriklerini kontrole göre artırarak topraktaki toplam N, elverişli P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve toprak pH'sında iyileşmelere yol açtığı kaydedilmiştir [111]. Elde ettiğimiz veriler neticesinde; bazı elementlerin yapraklarda arttığı, bazılarında önemli bir değişikliğin görülmediği tespit edilmiştir. Bu durum fidanların bakteri uygulaması yapılan rizosfer bölgesinde bitkiler ve bakteriler tarafından üretilen organik asitlerin toprakta bağlı durumda bulunan fosfor elementinin çözülmesinde, toprağın pH'sını azaltmak suretiyle toprakta mevcut bulunan Fe, Zn, Cu ve Mn kullanılabilirliğinin uyarılması ve yine aynı şekilde toprağa azotbağlanması neticesinde topraktaki N içeriğinin artması ile topraktan P, K, Ca ve Mg elementlerinin alımının artması ile açıklanabilir [112, 116].

Çalışmamızda kullanılan bakteri izolatlarının, yaprak alanına olan etkilerine bakıldığında uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Y4 ve Y5 izolatlarının yaprak alanına olan etkisi aynı oranda olmuş, en yüksek yaprak alanı Y5 (16,03 cm<sup>2</sup>) ve Y4 (15,80 cm<sup>2</sup>) uygulamalarında ölçülmüştür. Yaprak klorofil miktarları açısından elde edilen sonuçlar arasında ise istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Bu konu ile ilgili yapılan diğer araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Eşme ayva çeşidine ağaç taç izdüşümüne enjeksiyon yöntemiyle yapılan PGPR uygulamasının yaprak alanındaki etkisi hem yıllar hem de uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur [63]. Elmada *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142 bakteri ırklarının çiçek ve yapraktan inokülasyonu ile yapılan çalışmada yaprak alanının kontrole göre arttığı belirlenmiştir [70]. Yaban mersini üzerinde *Pseudomonas fluorescens* (Pf5, PRA25, 105, 101), *Bacillus pumilus* (T4), *Pseudomonas corrugata* (114) ve *Gliocladium virens* (G1-21) ile *Trichoderma harzianum* (T22) gibi bakteriyel ve fungal inokulantların bitki büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada *P. fluorescens* Pf5 ile toprak uygulaması yapılan bitkilerde yaprak alanı ve gövde çapını artırdığı belirlenmiştir [84]. Bitki büyümesini düzenleyici 4 bakteri ırkının (*Agrobacterium rubi* A18, *Bacillus subtilis* OSU-142, *Burkholderia gladioli* OSU-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8)



MM-106 anacı üzerine aşılı Starking Delicious, Granny Smith, Starkrimson Delicious, Starkspur Golden Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinde bitki gelişimi ve yaprak besin elementi içeriğine olan etkilerinin incelendiği araştırmada; Bakteri uygulamalarının yaprak sayısı ve alanını artırdığı, en geniş yaprak alanının ise OSU-142 uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir [117]. Muz bitkisinde yapılan bir çalışmada BBAR inokulasyonlu uygulamaların yaprak alanı, klorofil içeriği ile azot miktarını artırdığı belirlenmiştir [107]. Çilekte *Bacillus sphaericus* GC subgroup B suş EY30<sup>a</sup>, *Staphylococcus kloosii* suş EY37<sup>a</sup> ve *Kocuria erythromyxa* suş EY43<sup>b</sup> uygulamaları tuzlu koşullar altında (35 mM NaCl) bitki gelişimi, meyve verimi, klorofil içeriğini artırdığı belirtilmiştir [118]. Yine çilekte yürütülen bir başka çalışmada tuzlu koşullar altında (0, 30 ve 60 mM/L NaCl dozları) bitki gelişimi, meyve verimi, klorofil içeriği, antosiyanin, membran geçirgenliği ve stabilitesi ile prolin içeriği açısından bakterilerin olumlu etkileri tespit edilmiştir [119]. Çayda yapılan farklı çalışmalarda bakteri uygulamalarının klorofil miktarını artırdığını bildirilmiştir [104, 128].

Çalışmamızda bitki kök ve çevresi topraklarından bakterilerin izolasyonu yapılarak kolonisayıları belirlenmiş, uygulamalar arasında bakteri koloni sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Y6 izolatının  $6,02 \times 10^6$  cfu/ml ile en yüksek bakteri kolonisi içerdiği bulunmuştur.

Meyvecilikte yapılan diğer çalışma sonuçlarından da görüleceği gibi bakteri uygulamalarının etki sonuçları bulgularımızla benzeşmekle birlikte, bakteri kullanım etkilerinin yıllara ve yetiştirme ortamlarına göre farklılık gösterdiği, bitkilerin fizyolojisi dikkate alındığında, bakteri uygulamalarının etkilerinin tam ve homojen bir şekilde gözlemlenebilmesinin zaman aldığı ve farklı iklim ve toprak ekolojilerinde farklı sonuçlar alındığı tespit edilmiştir. Hızla artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak, yapılan çalışmalar arasında bitkisel veriminin artırılması açısından tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin sömürücü ve kirlenici tarımla sağlanamayacağı endişesinin giderilmesi amacıyla PGPR kullanımının faydalı olabileceği göz önüne alındığında yapılan bu çalışmamız gerek tür ve gerek ele aldığı bakteri kombinasyonları ve araştırma lokasyonu açısından önem taşımaktadır.

Çok yıllık bitkilerde PGPR kullanım etkinliklerinin daha iyi anlaşılması bakımından farklı meyve türlerinde farklı bakteri kullanımı denemelerinden elde edilecek sonuçlara göre sürdürülebilir tarımda rizobakteri kullanımının teşvik edilmesinin katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu değerlendirmeler ışığında bitki büyümesini teşvik edici azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin kombine uygulamalarının Yozgat yöresinde armut fidanı yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanılabilmesi kanaatine varılmıştır.



## KAYNAKLAR

1. Gökmen, H. Kapalı Tohumlular – Angiospermae. Cilt 1, Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Yayın No:564/53, Ankara, 1973.
2. Bell, R.L. Pears (Pyrus). In: Moore J N & Ballington J R (Eds), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops, International Society for Horticultural Science, Wageningen, pp. 655-696,1990.
3. Özbek, S. A. Türkiye’de armut yetiştiriciliği ve önemli armut çeşitlerimiz. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi, s. 95, Ankara, 1947.
4. Özbek. S. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 128 s., 1978.
5. Faostat, Food and Agriculture Organization of United Nations, <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E..>,2017.
6. World Fruit Market Analysis <http://www.e-belrose.com/2009WorldPearReview.html>.,World Pear Review Edition, 2009.
7. Aşkın, M. A., Demirsoy, H., Demirsoy, L., Koyuncu, F., Koyuncu, M. A., Kankaya, A., Kepenek, K., Yıldırım, F., Hallaç, F., Dilmaçunal, T., Avrupa Birliği Ülkelerinde Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri Tarımı ve Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler. Avrupa Birliğine Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı, 25-26 Nisan, Bildiriler Kitabı: s147-165, Ankara.2002.
8. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Pear+Summary&hidReportRetrievalID=2417&hidReportRetrievalTemplateID=8>, May, 2016.
9. Türkiye'nin 2015 Yılında Armut İhracatı Yaptığı Ülkeler <http://www.ithalatihracat.biz/?pnun=5244>, Turk Exim Company Directory, 2016.
10. Wolko, L., Antkowiak, W., Lenartowicz, E., Bocianowski, J. Genetic Diversity Of European Pear Cultivars (*Pyrus communis* L.) And Wild Pear (*Pyruspyraster* (L.) Burgsd.) Inferred From Microsatellite Markers Analysis, Genet. Resour. Crop. Evol. 57: 801–806, 2010.
11. Uysal, E., Sağlam, M.T. ve Büyükyılmaz, M., BA 29 Anacı Üzerine Aşılı Deveci Armut Çeşidinde Azot Uygulamalarının Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(10): 2-3.,Yalova, 2014.

12. Bölgelere göre 2015 yılı armut üretim alanları, üretim miktarı, ağaç başına verim ve ağaç sayısı TÜİK. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, May, 2016.
13. Kaşka, N., Güteryüz, M., Kaplankıran, M., Kafkas, S., Ercişli, S., Eşitken, A., Aslantaş, R., Akçay, E., Türkiye Meyveciliğinde Üretim Hedefleri. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/01e5bacd6657098\\_ek.pdf?tipi=14&sube](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/01e5bacd6657098_ek.pdf?tipi=14&sube), 2016.
14. İllere göre armut üretim miktarları TÜİK. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, Mayıs, 2016.
15. Yarılgaç, T., Yıldız, K., Adilcevaz İlçesinde yetiştirilen mahalli armut çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2001, 11(2):9-12, Van, 2001.
16. Wertheim, S.J., P.S. Wagenmakers, J.H., Bootsma and M.J. Groot., Orchard Systems For Apple and Pear. Acta Hort.557, 209-227., 2001.
17. Hrotko, K., Magyar, L., Bubán, T., Improved feathering by benzyladenine application on one- year-old 'Idared' apple trees. Hort. Sci 28(3-4): 49-53, 1996.
18. Başar H., Bursa Yöresinde Yetiştirilen Bazı Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Ağaçlarının Gübrelenmesi, Anadolu, J. of AARI 11 (1) 2001, 126 - 134, 2001.
19. FAO, World Fertilizer Trends and Outlook to 2018. Food And Agriculture Organization of the United Nations – Rome, 2015.
20. Karaşahin, M., Bitkisel Üretimde Azot Alım Etkinliği ve Reaktif Azotun Çevre Üzerine Olumsuz Etkileri., APJES II-III (2014) 15-21, Karabük, 2014.
21. Tarım Bakanlığı Bitki Besleme İstatistikleri, <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Bitki-Besleme-ve-Tarimsal-Teknolojiler/Bitki-Besleme-Istatistikleri>., May 2016.
22. Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biotechnology 4, 343-350, 2001.
23. Kaçar B., Katkat A.V., Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Vipaş Yayınları, s441., Bursa., 1998.

24. Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Ece, M., Fosfat Çözücü Bakteri Aşılmasının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri YYÜ Tar. Bil. Dergisi. 25(2): 148-155., Van., 2015.
25. Dobereiner, J., Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil Biol. Biochem.* 29, 771-774. 1997.
26. Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M. and Sahin, F., Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110: 324-327. 2006.
27. Reis, M.Y., Olivares, F.L., Dobereiner, J., Improved methodology for isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and confirmation of its endophytic habitat. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 10, 101-105. 1994.
28. Vance, C.P., Enhanced agricultural sustainability through biological nitrogen fixation. In biological fixation of nitrogen for economic and sustainable agriculture. In: *Proceedings of Anato Advanced Research Workshop*, Poznan, Poland. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 179-185. 1997.
29. Çakmakçı, R., Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı., *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi.*, 36 (1), 97-107., 2005.
30. Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., *Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria*. *Current Opinion in Plant Biotechnology* 4, 343-350. 2001.
31. Fuentes-Ramirez, E.L., Caballero-Mellado, J., *Bacterial Biofertilizers. PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Edited by Zaki A. Siddiqui. P 143-172, Springer, The Netherlands. 2006.
32. García de Salamone, I.E., Hynes, R.K., Nelson, L.M., Cytokinin Production by Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Selected Mutants. *Can. J. Microbiol.* 47, 404-411. 2001.
33. Dobbelaere, S., J. Vanderleyden and Y. Yaacov Okon, Plant Growth Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. *Critical Rev. Plant Sci.*, 22, 107-149. 2003.
34. Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., Application of Free Living Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86, 1-25. 2004.
35. Çakmakçı, R., Kantar, F., Şahin, F., Effect of N<sub>2</sub>-fixing Bacterial Inoculations on Yield of Sugar Beet and Barley. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164, 527-531. 2001.

36. Vacheron J, Desbrosses G, Bouffaud ML, Touraine B, Moënne-Loccoz Y, Muller D, Legendre L, Wisniewski-Dyé F, Prigent-Combaret C., Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Front Plant Sci.*17;4:356., 2013.
37. Altın, N., Bora, T., Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterilerin Genel Özellikleri ve Etkileri. *Anadolu, J. of AARI* 15 (2), 87 – 103. İzmir, 2005.
38. Romerio, R.S. Preliminary Results on PGPR Research at the Universidade Federal de Vicosa, Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, Cordoba-Argentina.2000.
39. Kleopfer, J.W., Schroth, M.N. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*. Vol. 2, pp. 879-882. France. 1978.
40. Kloepper JW, Schroth MN. Plant-growth promoting rhizobacteria - evidence that the mode of action involves root microflora interactions. *Phytopathology* 69(9): 1034-1034.1979.
41. Kloepper JW, Leong J, Teintze M, Schroth MN. Enhanced plant-growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature* 286(5776): 885-886. 1980.
42. Martinez-Rodriguez, Y., C. Acosta-Muniz, G.I. Olivas, J. Guerrero-Beltran, D. Rodrig-Aliaga and D.R. Sepulveda, High hydrostatic pressure processing of cheese. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 11: 399-416.2012.
43. Alavi P., Starcher M. R., Zachow C., Mueller H., Berg G. Root–microbe systems: the effect and mode of interaction of stress protecting agent (SPA) *Stenotrophomonas rhizophila* DSM14405<sup>T</sup>. *Front. Plant Sci.*4:141 10.3389/fpls.2013.00141. 2013.
44. Mittler R., Kim Y., Song L., Coutu J., Coutu A., Ciftci-Yilmaz S., et al. Gain-and loss-of-function mutations in *Zat10* enhance the tolerance of plants to abiotic stress.2006.
45. Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B., Dönmez, F., Çoruh vadisinde yabancı ahududu rizosfer topraklarında heterotrof azot fikseri bakteri çeşitliliği. 4.Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi, 706-717, Konya. 2008.
46. Antoun, H. ve Prevost, D., Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. In: *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, Z. A. Siddiqui (ed.), Springer, The Netherlands, s. 1-38. 2006.
47. Glick, B.R., *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications* Hindawi Publishing Corporation, Scientifica, p:1-15., 2012.

48. Glick, B.R., The enhancement of plant-growth by free-living bacteria. *Can J Microbiol* 41:109–117.1995.
49. Çakmakçı, R., Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.* 36 (1),97-107, 2005.
50. Somers E., Vanderleyden,J, Srinivasan, M., Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet *Crit. Rev. Microbiol*, 30 (2004), pp. 205–240.2004
51. Burdman, S., Jurkevitch, E., Okon, Y.,Recent Advances the use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Agriculture. In *Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry*. Subba, R.N., Dommergues, Y.R.(eds). Vol II Chp. 10, 29-250. Pub. Inc UK. 2000.
52. Bashan Y, de-Bashan LE, Prabhu SR, Hernandez J-P.,Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil* 378:1–33.2014.
53. Ahemad, M., Kibret, M., Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *J. King Saud Uni. Sci.* 26, 1-20.2014.
54. Çakmakçı R, Dönmez F, Aydın A Şahin F., Growth promotion of plants by plant growth–promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biol. Biochem* 38: 1482–1487.2006.
55. Rodriguez H, Fraga R., Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances.* 17:319-339.1999.
56. Eşitken A, Karlıdağ H, Ercişli S, Turan M, Şahin F. The Effects of Spraying a Growth Promoting Bacterium on the Yield, Growth and Nutrient Element Composition of Leaves of Apricot (*Prunus armeniaca* L.cv. Hacıhaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research.* 54: 377-380., 2003.
57. Eşitken, A., Ercişli, s., Şevik, İ., Şahin, F., Effect of Indole-3- Butyric Acid and Different Strains of Agrobacterium rubion Adventitive Root Formation from Softwood and Semi-Hardwood Wild Sour Cherry Cuttings. *Turk J Agric For* 27., 37-42 TUBİTAK.2003.
58. Elsheikh, E.A.E., Elzidany, A.A., Effects of Rhizobium Inoculation, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Physical Properties of Faba Bean Seeds. *Plant Foods for Human Nutrition.* 51: 137-144.1997.

59. Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apples trees growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulture*. 111, 371-377. 2007.
60. Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü., Dönmez F., The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *J Plant Nutr Soil Sci*, 170, 288-295.2007.
61. Ertürk, Y., Ercişli, S., Sekban, R., Haznedar, A., Dönmez, M.F.,The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of tea (*Camellia sinensis var. Sinensis*) cuttings. *Romanian Biotechnological Letters*. V. 13, N: 3. p:3747-3756.2008.
62. Ertürk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A., Cakmakci, R., Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biological Research*, 43 (1), 91-98.2010.
63. Ertürk, A. S., Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) Meyve Özellikleri ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi.TokatGaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı,52.2015.
64. Tuzlacı, H.İ., Ertürk Y.,Bitki Büyümesini Teşvik Edici Bazı Rizobakterilerin (PGPR) Bahçe Bitkilerinde Kullanım Olanakları, Etki mekanizmaları ve İlgili Çalışmalar. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (Meyvecilik), s:694-702.2011.
65. García-Fraile, P., Menéndez, E., Rivas, R., Role of bacterial biofertilizersin agriculture and forestryVol 2, Issue 3, P: 183-205. DOI: 10.3934/bioeng.2015.3.183, AIMS Press. 2015.
66. Kucey RMN, Janzen HH, Legett ME., Microbially mediated increases in plant available phosphorus. *Adv Agron* 42:199-228.1989.
67. Kloepper, J.W.,Plant growth promoting bacteria (other systems). *Azospirillum/plant association*. Edited by Okon, J., Boca Raton, Fl: CRC Press, 137-154.1994.
68. Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., Effect of foliar application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). *J. Agr. Sci.*, 134, 227-234.2000.
69. Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F., Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110, 324-327.2006.



70. Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F., Eşitken, A., Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth and nutrient element contents of leaves. *Journal of Sustainable Agriculture*, 30, 145–155.2007.
71. İpek, M., Pırlak, L., Eşitken, A., Dönmez, M. F., Şahin, F., Kireçli topraklarda yetiştirilen çilekte bitki büyümesini artıran bakterilerin (BBAB) verim ve gelişme üzerine etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kahramanmaraş, 73-77.2009.
72. Eşitken, A., Pırlak, L., İpek, M., Dönmez, M.F., Çakmakçı, R., Şahin, F., Fruit bio thinning by plant growth promoting bacteria (PGPB) in apple cvs. Golden Delicious, Braeburn. *Biol Agric Hort*, 26, 379–390. 2009.
73. Köse, C., Güteryüz, M., Şahin, F., Demirtaş, Ş., Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on graft union of grapevine. *J Sustain Agric*, 26(2), 139-147.2005.
74. Aslantaş, R., Karakurt, H., Köse, M., Özkan, G., Çakmakçı, R., Bazı bakteri ırklarının çilekte fide üretimine etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Kahramanmaraş, 50-58.2009.
75. Glick, B.R., Patten, C.L., Holguin, G., Penrose, D.M., Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College Press, London, 267.1999.
76. Prasad, R., Kumar, M., Varma, A., Role of PGPR in Soil Fertility and Plant Health, Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Medicinal Plants, *Soil Biology* 42, DOI 10.1007/978-3-319-13401-7\_12, Amity Institute of Microbial Technology, Amity. 2015.
77. Şahin, F., Cakmakci, R., Kantar, F., Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation with N<sub>2</sub>-Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. *Plant and Soil* 265:123-129. 2004.
78. Zahir, A. Z., Arshad, M., Frankenberger, W. T., Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, Edited by: D.L. Sparks, Academic Press, 81, 97-16.2004.
79. Canbolat, M., Bilen, S, Çakmakçı, R., Şahin, F., Aydın, A., Effect of plant growth promoting rhizobacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biol Fertil Soils*, 42, 350-357.2006.
80. Akgül, D. S., Mirik, M., Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains. *J. Plant Pathol.*, 90, 29-34.2008.

81. Yıldırım, E., Turan, M., Ekinci, M., Dursun, A., Çakmakçı, R., Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. *Scientific Research and Essays*, Vol. 6(20), 4389-4396. 2011.
82. Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Bitki gelişme promotörü rizobakteri kullanımındaki son gelişmeler: organik tarım perspektif ve uygulamaları. Türkiye III. Organik Tarım Kongresi, Yalova, 521-532.2006.
83. Fernando, W.G.D., Nakkerean, S., Zhang, Y., Biosynthesis of antibiotics by PGPR and its relation in biocontrol of plant diseases. PGPR: biocontrol and biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. Springer, The Netherlands, 67-109.2006.
84. De Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., Growth Promotion of Highbush Blueberry by Fungal and Bacterial Inoculants. *HortScience* 35(7): 1228-1230.2000.
85. Shirkot, C.K., Sharma, N., Growth Promotion of Apple Seedlings by Plant Growth Promoting Rhizobacterium (*Bacillus megaterium*). *Acta Horticulturae* 696: VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics Part Two. 2006.
86. Orhan, E., Eşitken, A., Ercişli, S., Turan, M., Şahin, F., Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111, 38-43., 2006.
87. Karlıdağ H., Eşitken A., Turan M., Şahin F., Effect of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Scientia Horticulture*. 114, 16-20.2007.
88. İpek, M., Arıkan, Ş., Pırlak, L., Eşitken, A., Bitki Büyümesini Artırıcı Bakteri Uygulamasının Bodur Elma Fidanlarında Dallanma Üzerine Etkileri. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran - 1 Temmuz 2010, Erzurum, 377-382.2010.
89. Karakurt, H., Aslantaş, R., Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of apple. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18 (1), 101-110.2010.
90. Karakurt, H., Aslantaş, R., Effects of some plant growth promoting rhizobacteria treated twice on flower thinning, fruit set and fruit properties on apple. *African Journal of Agricultural Research*, 5(5), 384-388.2010.
91. Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Inoculation effects of *Pantoea agglomerans* strains on growth and chemical composition of plum. *Journal of Plant Nutrition*, 33.2010.

92. Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Şahin, F., Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bazı Bakteri Strainlerinin 'Şekerpare' Kayısı Çöğürlerinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1), ISSN : 1300-9036, S: 7-12, Erzurum, 2010.
93. Coşkun, N., Bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler (BBAR) ve perlan (BA+GA<sub>4+7</sub>) uygulamalarının, M9 anacı üzerine aşılı bazı elma çeşitleri fidanlarında dallanma üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 37. 2011.
94. Ertürk A., Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde Meyve Özellikleri ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 2015.
95. Özelkök, S., K. Kaynaş, ve M. Büyükyılmaz., Üretimi öngörülen bazı önemli armut çeşitlerinin derim sonrası fizyolojisi üzerine araştırmalar, VI. Deveci. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Yayın No:48, Yalova. 1995.
96. Şen F., Ünal A., Arda E., Bursa Yöresinde Yetiştirilen 'Deveci' Armut Çeşidinin Yöresel Olgunluk Standartlarının ve depolama Durumlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Anadolu, J. of AARI 19 (2) 2009, 33 - 48, 2009.
97. Akçay, M.E., Armut Yetiştiriciliğinde Klon Anaç Kullanımı. Hasad Bitkisel Üretim Ekim 2007, 269:50-53, 2007.
98. Anonim, <http://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx#sfU>, 2016.
99. Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F. İstatistik Metodları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, Ankara, 229 s. 1983.
100. Kacar, B. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. A.Ü.Z.F Yayınları: 453, Ankara, S: 646. 1972.
101. Saygılı, H., Şahin, F. ve Aysan, Y. Fitobakteriyoloji. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 530s. 2006.
102. Saygılı H., Fitobakteriyoloji. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 203, Bornova-İZMİR. 1995.
103. Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Duyar, Ö, Turan, M., The Effects of Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR) on Vegetative Growth and Leaf Nutrient Contents of Hazelnut Seedlings (Turkish Hazelnut cv, Tombuland Sivri). International Journal of Soil Science 6(3):188-198. 2011.

104. Princy, T., Raj Kumar, R., Radhakrishnan, B., Mareeswaran, J., Jayanthi, R. and Nepoleon, P., Role of indigenous PGPR in integrated nutrient management of growth and development in tea nursery. International Journal of Current Research Vol. 7, Issue, 08, pp.19821-19825., India. 2015.
105. Arıkan, Ş., Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) Vişnede Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 2012.
106. Küsek, M., Asmada (*Vitis vinifera* L.) Ura Neden Olan *Agrobacterium vitis*'in tanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2007.
107. Kavino, M., S. Harish, N. Kumar, D. Saravankumar, R. Samiyappan. Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa* spp.) under field conditions. Applied Soil Ecology 45: 71-77. 2010.
108. Güneş A., Ataoğlu N., Turan M., Eşitken A., Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172, 385–392. 2009.
109. Eşitken A., Yıldız H. E., Ercişli S., Dönmez M. F., Turan M., Güneş A., Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry, Scientia Horticulturae, 124:62-66. 2010.
110. Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Sekban, R., Haznedar, A., FENER - 3 çay klonu fidanlarında enjeksiyon ve daldırma metotları ile PGPR uygulamalarının verim üzerine etkilerinin incelenmesi GAP IV. Tarım Kongresi 09-12 Mayıs 2011 Şanlıurfa, s:29-34. 2011.
111. Eşitken, A., Ercişli, S., Turan, M., Şengül, M., Dönmez, M.F., Orhan, E., Erturan Yıldız, H., Ahududu ve Çilekte Bazı Bitki Büyümesini Artıran Rizobakterilerin Verim, Kalite ve Antioksidant Aktivite Üzerine Etkileri ve Organik Meyve Yetiştiriciliği Bakımından Etkilerinin Saptanması, Proje No: 106O049, TÜBİTAK, Erzurum, 2009.
112. Jakobsen, I., Vesicular arbuscular mycorrhiza in field-grown crops. 3. Mycorrhizal infection and rates of phosphorus inflow in pea-plants. New Phytol. 104, 573–581. 1986.
113. Smith, S.E., Read, D., Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, San Diego, 800.1997.

114. Sundra, B., Natarajam, V., Hari, K., Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. *Field Crop. Res.* 77, 43–49. 2002.
115. Shen, J., Li, R., Zhang, F., Fan, J., Tang, C., Rengel, Z., Crop yields, soil fertility and phosphorus fractions in response to long-term fertilization under rice mono-culture system on a calcareous soil. *Field Crop. Res.* 86, 225–238. 2004.
116. Marschner, H., Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London. 889. 1995.
117. Pırlak, L., Köse, M., Runner plant yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) inoculated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *The Philippine Agricultural Scientist* 93(1), 42-46. 2010.
118. Karlıdağ, H., Yıldırım, E., Turan, M., Dönmez, M. F., Bazı bitki büyümesini artıran fosfor çözücü bakterilerin çilekte bitki büyümesi ve besin maddesi içeriğine etkisi. IV. Organik Tarım Sempozyumu, Erzurum, 353-358. 2010.
119. Koç, A., Balcı, G., Ertürk, Y., Keleş, H., Bakoğlu N., Ercişli, S., Influence of arbuscular mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria on proline content, membrane permeability and growth of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) under salt stress. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 89, 89 – 97. 2016.
120. Ryu, C.M., Shin, J.N., Qi, W., Ruhong, M., Kim, E.J., Pan, J.G., Potential for augmentation of fruit quality by foliar application of bacilli spores on apple tree. *Plant Pathol. J.* 27, 164–169. 2011.
121. Esitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Şahin, F., Effects of foliar application of *Bacillus subtilis* Osu-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum* blight) of apricot. *Gartenbauwissenschaft* 67, 139–142. 2002.
122. Sabir, A., Improvement of grafting efficiency in hard grafting grape *Berlandieri* hybrid rootstocks by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Sci. Hortic.* 164, 24–29. 2013.
123. Kokalis-Burelle, N., Vavrina, C.S., Roskopf, E.N., Shelby, R.A., Field evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant Soil* 238, 257–266. 2002.

124. Günes, A., Ataoglu, N., Turan, M., Esitken, A., Ketterings, Q.M., Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 172, 385–392. 2009.
125. Pedraza, R.O., Motok, J., Salazar, S.M., Ragout, A.L., Mentel, M.I., Tortora, M.L., Guerrero-Molina, M.F., Winik, B.C., Díaz-Ricci, J.C., Growth-promotion of strawberry plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 26, 265–272. 2010.
126. Lingua, G., Bona, E., Manassero, P., Marsano, F., Todeschini, V., Cantamessa, S., Copetta, A., D'Agostino, G., Gamalero, E., Berta, G., Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads increases anthocyanin concentration in strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* var. Selva) in conditions of reduced fertilization. *Int. J. Mol. Sci.* 14, 16207–16225. 2013.
127. Yu, X., Liu, X., Zhu, T.H., Liu, G.H., Mao, C., Co-inoculation with phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria on solubilization of rock phosphate and their effect on growth promotion and nutrient uptake by walnut. *Eur. J. Soil Biol.* 50, 112–117. 2012.
128. Bagyalakshmi, B., Ponmurugan, P., Marimuthu, S., Influence of potassium solubilizing bacteria on crop productivity and quality of tea (*Camellia sinensis*) *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(30), pp. 4250-4259, India. 2012.
129. Jones JB, Wolf Jr B, Mills HA. *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, Inc., USA. 213p. 1991.

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde doğdu. İlkokulu Elbistan Kümbet İlköğretim, ortaokulu Atatürk İlköğretim okulun'da, lise eğitimini Elbistan Mükrimin Halil Lisesi'nin yabancı dil ağırlıklı bölümünde tamamladı. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ni kazandı, 2009 yılında Erasmus Öğrenci değişim programıyla İspanya Murcia'da bulunan Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)'da eğitim gördü. 2010 yılında mezun oldu ve aynı yıl Adana Yumurtalık'ta kısa dönem askerlik görevini tamamladı. 2011-2012 yılları arasında Elbistan'da özel sektörde Ziraat Mühendisi olarak görev yaptı. 2012 yılında Tarım Kredi Kooperatifi'ne atandı ve Yozgat Çekerek ilçesinde göreve başladı. 2014 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi ve Yozgat Bozok Üniversitesi Ortak Yüksek Lisans (OYL) eğitimine başladı. 2016 yılında Kahramanmaraş Afşin ilçesi Tarım Kredi Kooperatifine tayin oldu. Halen Afşin Tarım Kredi Kooperatifinde çalışmaktadır.

### **İletişim Bilgileri:**

**Adres:**Kümbet Mah.Gündoğdu Sokak No: 20 Elbistan/Kahramanmaraş

**Telefon:** (543) 593 25 75

**E-posta:**umut.erdogan@hotmail.com