



## Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri

Resul GERÇEKÇİOĞLU<sup>1\*</sup> Ayşe ERTÜRK<sup>1</sup> Öznur ÖZ ATASEVER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat  
([orcid.org/0000-0002-3175-4038](https://orcid.org/0000-0002-3175-4038)); ([orcid.org/0000-0002-6720-3510](https://orcid.org/0000-0002-6720-3510)); ([orcid.org/0000-0002-8372-5327](https://orcid.org/0000-0002-8372-5327))

\*e-posta: [resul.gercekcioglu@gop.edu.tr](mailto:resul.gercekcioglu@gop.edu.tr)

Alındığı tarih (Received): 25.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.10.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 18.09.2018

Yazılı baskı tarihi (Printed): 01.10.2018

**Öz:** 2013-2014 yıllarında yürütülen araştırmada; Eşme ayva çeşidinde 69/6 (*Pseudomonas fluorescens*) ve 4/9 (*Rhodococcus rhodochrous*) kodlu PGPR bakterilerinin ikili kombinasyonu ile farklı ticari gübre dozları da uygulandı. Bulgularımızda; ağaç başına verim değişimi yıllara göre önemli bulundu (2.49-8.76 kg). Ağaç başına sürgün sayısı; birinci ve ikinci yıl sırasıyla, 35.00 ve 42,00 adet olarak bulundu. İkinci yıl, sürgün çapı ve sürgün boyu değişim önemli oldu (6.82 mm ve 110.55 cm). Yaprak alanı, yaklaşık 38.00-48.00 cm<sup>2</sup> ve yaprak klorofil miktarı 58-72 SPAD değeri olarak bulundu. Bitki yaprak besin maddesi içeriklerinde özellikle makro besin elementleri arasındaki değişim daha düzenli olurken, mikro besin elementleri arasındaki değişim ise oldukça fazla oldu.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteriler(PGPR), ayva, eşme çeşidi

### Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Plant Characteristics of Quince (cv. Eşme)

**Abstract:** Research was conducted in the year 2013-2014 on quince cv. Eşme. In the study, 69/6(*Pseudomonas fluorescens*) and 4/9(*Rhodococcus rhodochrous*) coded with different binary combinations of PGPR bacteria were administered doses of commercial fertilizer. Our results; the change in yield per tree was found to be important when compared to the year(2.49-8.76 kg). The number of shoots per tree; the first and second year, respectively, and was found in pieces 35.00 and 42.00. In the second year, the change in shoot diameter and shoot length was significant(110.55 mm and 6.82 cm). Leaf area, approximately 38.00-48.00 cm<sup>2</sup> and leaf SPAD chlorophyll value is found as the amount of 58-72. The change between leaf nutrient content of the plant macro nutrients, especially is more regular, while the change was much more between the micro-nutrients.

**Keywords:** Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), quince, cv. eşme

#### 1.Giriş

Ayvannın anavatanı Kuzey-Batı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi kıyıları ve Kuzey Anadolu' dur. Avustralya hariç diğer ülkelerin hepsinde yetiştirilmekte olup, Türkiye yaklaşık 130 bin tonluk üretimi ile Dünya' da birinci, Çin (120 bin ton) ikinci ve İran (36 bin ton) üçüncüdür (Özçağırın ve ark., 2005; Anonim 2015). Ticari olarak yetiştiriciliği yapılan ayva çeşitleri arasında 'Bardak Ayvası', 'Demir Ayvası', 'Limon Ayvası' ve 'Eşme (ekmek) Ayvası' sayılabilir. Bunlar arasında Eşme ve Limon ayvası çeşitleri yetiştiriciliği yaygın olan çeşitlerdir (Soylu 1997).

Dünya da olduğu gibi ülkemiz tarımında da en önemli sorunların başında yoğun gübre ve ilaç

kullanımı gelir. Bu durum sadece maliyeti arttırmamış, çevresel kirliliğin artması ve sağlık açısından da ciddi problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Aksoy ve Altındışli 1998). Son yıllarda, çevresel açıdan uygun olan sürdürülebilir tarım uygulamalarına ilgi artmış ve bu amaçla biyo gübreleme adı verilen bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin) kullanımı çoğunlukla tek yıllık bitkilerde özellikle sebzeler, süs bitkileri, tahıllar, çalılarda yapılmış (Bloenberg ve Luktenberg 2001; Eşitken ve ark., 2003; Çakmakçı ve Erdoğan 2008); meyvelerde ise daha az sayıda yapılmıştır (Döbereiner 1997; Öztürk ve ark., 2003; Vessey 2003; Niranjiyan ve ark., 2006;). Bu amaçla *Pseudomonas*, *Burkholderia*,

*Agrobacterium*, *Erwinia* gibi bakteriler yanında; *Aspergillus* ve *Penicillium* funguslarının biyolojik gübre olarak kullanıldığı araştırmalar yapılmaktadır (Rodriguez ve Fraga 1999; Sturz ve Nowag 2000).

PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar. PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bunlar büyüme hormonlarını üreterek ve faydalı mikroorganizmalar lehine rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirerek doğrudan veya mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarını geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui 2006; Şevik 2010).

Günümüzde kullanımları, ticaretinin sınırlı olması ve performanslarındaki tutarsızlık nedeniyle istenen seviyeye ulaşmamıştır. PGPR'lerin, biyogübre, biyoinokülant ve biyokontrol ajanları olarak kullanılmaları, avantaj ve dezavantajları, entansif tarımdaki pratik potansiyeli ve gelecekteki kullanım durumları tartışılmaktadır (Niranjiyan ve ark.,2006).

Bu çalışmada; bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin iki farklı izolatu ile oluşturulan formülasyonlar kullanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırmanın materyalini, 5 yaşlı 'Eşme' ayva çeşidi oluşturmuştur. 'Eşme' ayva çeşidi sofralık değeri yüksek bir çeşittir.

### Yöntem

Denemede, Çoruh vadisinde bulunan Kaçkar dağlarındaki yabani ahududu rizosferinden izole edilerek tanımlanan ve karakterizasyonu yapılan **PGPR bakterilerinden 69/6 ve 4/9 kodlu** bakterilerin ikili kombinasyonu kullanılmıştır. Bakterinin hazırlanması ve uygulaması aşağıdaki gibi olmuştur.

### Bakteri solüsyonunun hazırlanması ve uygulanması

Güneşsiz ve gölge bir yerde 1 litrelik bakteri solüsyonu, 20 litre su ile karıştırılarak, içine ½ litre şekerpancarı pekmezi (şilempe) ve 200 g toz şeker ilave edilmiştir. Bu karışım iyice çalkalanarak homojen hale getirilmiş, en az 2 saat bekletildikten sonra uygulanmıştır. Karışım her ağacın taç izdüşümüne enjeksiyon yöntemi ile, yaklaşık 1 cm kalınlığında, 40-50 cm derinliğinde eşit aralıklarla açılan 10 adet çukura enjekte edilmiştir. Bakteri uygulamaları gübre uygulamaları ile aynı zamanda gerçekleştirilmiştir.

### Gübre Uygulamaları

Bakteri uygulaması ile birlikte, rutin gübreleme yapılır; ayva gübrelemesinde, ağaç başına 400g N, 150g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 250g K<sub>2</sub>O verildi. Azotun yarısı ile fosfor ve potasyumun tamamı erken ilkbaharda (Mart ayı) ve azotun kalan yarısı ise Haziran ayı içerisinde, ağacın taç izdüşümüne toprağa karıştırılarak verilmiştir. Azot kaynağı olarak Amonyum sülfat (%21), Fosfor kaynağı olarak Triple Süper Fosfat (%44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve Potasyum kaynağı olarak ta Potasyum Sülfat (%48-52 K<sub>2</sub>O) kullanılmıştır. Uygulamalar 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 2 ağaç olacak şekilde yapıldı. Sonuçlar tesadüf blokları deneme desenine göre MSTAT programında analiz edilerek, gruplandırmalar Duncan testine göre yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983). Yapılan gözlem ve analizler aşağıda belirtilmiştir (Karaçalı 1990; Karlıdağ ve Eşitken 2006; Seferoğlu ve ark., 2006; Edizer ve Bekar 2007).

Uygulamalar aşağıda verilmiştir.

1. Uygulama: Kontrol (Hiç gübre ve bakteri uygulanmamış)
2. Uygulama: PGPR uygulaması
3. Uygulama: Tam gübre uygulaması (NPK)
4. Uygulama: Yarım gübre uygulaması (1/2 NPK)
5. Uygulama: PGPR + tam gübre uygulaması

6. Uygulama: PGPR + yarım gübre uygulaması

#### **Bitki ve Sürgün özellikleri**

##### **Ağaç başına verim (kg ağaç<sup>-1</sup>)**

Her ağaçtaki meyvelerin tamamı tartılarak bulunmuştur.

##### **Meyve tutum oranı (%)**

Başlangıçta işaretlenen çiçeklerden; çiçeklerin taç yapraklarının, erkek organların döküldüğü ve dişicik tepesinin kurduğu haldeki küçük meyveler tutmuş kabul edilip, başlangıçta kayıt altına alınan toplam çiçeklere oranlanarak bulunmuştur.

**Hasat edilen meyve oranı (%):** Her dönemde başlangıçta işaretlenerek kayıt altına alınan toplam çiçeklerden, ne kadarının hasada geldiği tespit edilerek oranlanarak belirlenmiştir.

##### **Taç hacmi (m<sup>3</sup>)**

Ağacın taç genişliği(m) ve toprak seviyesinden itibaren taç yüksekliği(m) belirlenip, Köksal (1982) ve Çelik (1988) 'e göre  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h / 2$  formülüne göre hacimleri hesap edilmiştir ( $r = \text{taç yarı çapı}$ ;  $h$ : Taç yüksekliği).

##### **Sürgün çapı (mm)**

Yaprak dökümünden sonra, her tekerrürde 10 adet sürgünün çapı, ana gövdeden itibaren sürgün boyunun ortasından kumpas ile ölçülmüştür.

##### **Sürgün boyu (cm)**

Yaprak dökümünden sonra her tekerrürde 10 adet sürgünün boyları, metre ile ölçülmüştür.

##### **Oluşan sürgün sayısı (adet)**

Yaprak dökümünden sonra, ağaçlarda oluşan tüm sürgünler sayılmıştır.

##### **Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)**

Her tekerrürdeki ağaçların farklı yönlerinden yaklaşık *dinlenme dönemine yakın alınan* 10 adet yaprak alanı yaprak alan ölçer (Placom Digital Planimeter, KP-90N) ile ölçülmüştür.

#### **Yaprak klorofil değeri**

Yaprak alanı ölçümü yapılan örneklerde Konica Minolta SPAD ölçer ile klorofil miktarı SPAD değeri olarak belirlenmiştir.

#### **Yaprak örneklerinin besin maddesi analizleri için alınması**

Yaprak örneklemeleri noksanlık sınır değerleri ile karşılaştırma yapılacak şekilde; Temmuz ayında, yazlık sürgünlerin orta yaprakları alınarak yapılmıştır. Alınan yaprak örnekleri laboratuara getirilerek temizlendi, kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirildi. Bitki yaprak ve meyve örneklerinde N, P, K, Ca, Mg ve Na analizleri yanında, toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri de yapılmıştır. Bitki yapraklarında toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri; nitrik asit ile yaş yakma yönteminden elde edilen süzükte ICP-OES'de (Inductively Coupled Plasma) belirlenmiştir (Halvin ve Soltanpour, 1980).

### **3. Bulgular ve Tartışma**

Deneme alanı toprak özellikleri, yapılan analizlerde standart değerler ile karşılaştırıldığında; toprak tekstürü (%42.4 kum, %38 silt ve 19.6 kil) tınlı yapıda olup, orta kireçli ve hafif alkali yapıdadır. Fenolojik bulgular yıllara göre azda olsa farklılık göstermiştir. Çiçeklenme ve hasat tarihleri ile ilgili verilerde uygulamalar arasında ciddi bir değişim saptanmamıştır. Ağaç başına verim (Çizelge 1) yıllara göre önemli farklılıklar göstermiş ve ikinci yıl verimde ciddi bir artış gözlenmiştir. Bu etki özellikle meyve tutumu (Çizelge 2) ve hasat edilen meyve oranındaki (Çizelge 3) artışla da ilgilidir. Çizelgelerde görüldüğü gibi ikinci yıl hem meyve tutumu hem de hasat edilen meyve oranında ciddi bir artış olmuştur. Ağaç başına oluşan sürgün sayısında ikinci yıl belirli bir artış olmuş ancak yıllar arasında önemli bulunmamıştır (Çizelge 4). Bununla birlikte, sürgün çapı ve sürgün boyunda (Çizelge 5 ve 6) ikinci yıl ortaya çıkan değişim önemli olmuştur. Yani ikinci yıl hem sürgün boyu hem de sürgün çapındaki artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 1.** Ağaç başına verim'e (kg) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 1.** The effects of year and applications on yield per tree (kg)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	1.88	8.28	5.08
PGPR (2)	3.75	4.96	4.35
NPK (3)	1.82	5.49	3.66
½ NPK (4)	4.95	5.52	5.24
PGPR + NPK (5)	1.14	14.39	7.77
PGPR +½ NPK (6)	1.45	13.94	7.69
Ortalama	<b>2.49 b</b>	<b>8.76 a</b>	

Yıl (LSD:2.569\*\*, Uygulama: ÖD, Yıl x Uygulama (LSD:6.292)\*\* +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 2.** Meyve tutum oranı'na (%) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 2.** The effects of year and applications on fruiting ratio (%)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	12.42	44.49	28.45 b
PGPR (2)	12.63	47.16	29.89 b
NPK (3)	10.26	51.84	31.05 b
½ NPK (4)	21.97	37.64	29.81 b
PGPR+NPK (5)	09.80	70.84	40.32 ab
PGPR+½NPK (6)	08.82	97.97	53.06 a
Ortalama	<b>12.65 b</b>	<b>58.22 a</b>	

Yıl (LSD:12.742)\*\* Uygulama (LSD:16.168)\* Yıl x Uygulama (LSD:31.210)\*\* +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 3.** Hasat edilen meyve oranı'na(%) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 3.** The effects of year and applications on fruit harvested ratio(%)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	5.84	4.64	5.24
PGPR (2)	5.28	10.07	7.67
NPK (3)	4.98	10.13	7.55
½ NPK (4)	8.96	9.39	9.17
PGPR+PK (5)	8.95	19.07	14.01
PGPR+½NPK (6)	2.87	20.03	11.45
Ortalama	<b>6.15 b</b>	<b>12.22 a</b>	

Yıl (LSD:4.781)\*\* Uygulama: ÖD, Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 4.** Sürgün sayısı'na (adet/ağaç) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 4.** The effects of year and applications on the number of shoot (pcs/tree)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	36.66	41.66	39.16
PGPR (2)	26.00	31.33	28.66
NPK (3)	46.66	51.66	49.16
½ NPK (4)	33.33	39.66	36.49
PGPR+NPK (5)	35.00	42.33	38.66
PGPR +½ NPK (6)	35.66	46.00	40.83
Ortalama	<b>35.55</b>	<b>42.10</b>	

Yıl:ÖD Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 5.** Sürgün çapı'na (mm), yıl ve uygulamaların etkisi**Table 5.** The effects of year and applications on diameter of shoot (mm)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	5.25	6.25	5.75
PGPR (2)	5.01	6.79	5.92
NPK (3)	5.44	7.02	6.09
½ NPK (4)	4.91	6.90	5.90
PGPR+PK (5)	5.74	7.24	6.49
PGPR +½NPK (6)	6.21	7.01	6.61
Ortalama	<b>5.43 b</b>	<b>6.82 a</b>	

Yıl (LSD:0.749)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 6.** Sürgün boyu'na(cm) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 6.** The effects of year and applications on length of shoot (cm)

Uygulamalar	1. Yıl	2. Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	89.33	101.33	<b>95.33 c</b>
PGPR (2)	95.00	107.33	<b>101.16 bc</b>
NPK (3)	90.00	103.66	<b>96.83 c</b>
½ NPK (4)	100.66	116.00	<b>108.33 ab</b>
PGPR + NPK (5)	105.33	118.00	<b>111.66 a</b>
PGPR +½ NPK (6)	102.66	117.00	<b>109.83 ab</b>
Ortalama	<b>97.16 b</b>	<b>110.55 a</b>	

Yıl (LSD:5.727)\*\*Uygulama (LSD:9.919)\*\* Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

Yaprak alanının yıllara göre değişiminde, birinci yıl daha önemli bulunmuş (Çizelge 7), özellikle fotosentezde etkili olan yaprak klorofil miktarı ve ağaç taç hacmi ise ikinci yıl daha önemli olmuştur (Çizelge 8 ve 9). Özellikle bu duruma sürgün gelişiminin iyi olması etki etmiş olabilir.

**Çizelge 7.** Yaprak alanı'na (cm<sup>2</sup>) yıl ve uygulamaların**Table 7.** The effects of year and applications on area of leaf (cm<sup>2</sup>)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	48.15	43.44	<b>45.79 a</b>
PGPR (2)	45.68	39.86	<b>42.77 ab</b>
NPK (3)	47.23	44.54	<b>45.88 a</b>
½ NPK (4)	44.53	39.16	<b>41.84 ab</b>
PGPR+NPK (5)	45.68	42.99	<b>44.34 a</b>
PGPR+½NPK (6)	41.20	37.80	<b>39.50 c</b>
Ortalama	<b>45.42 a</b>	<b>41.30 b</b>	

Yıl (LSD:3.255)\*\* Uygulama (LSD:4.131)\* Yıl x Uygulama:ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 8.** Yaprak klorofil değeri'ne (SPAD) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 8.** The effects of year and applications on chlorophyll the value of the leaf (SPAD)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	60.30	63.70	<b>62.00</b>
PGPR (2)	57.60	71.60	<b>64.60</b>
NPK (3)	59.86	67.00	<b>63.43</b>
½ NPK (4)	58.66	66.96	<b>62.81</b>
PGPR+NPK (5)	60.03	67.23	<b>63.63</b>
PGPR+½ NPK (6)	60.43	69.66	<b>65.04</b>
Ortalama	<b>59.48 b</b>	<b>67.69 a</b>	

Yıl (LSD:2.429)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: (LSD:4.358)\* +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

Bitki yaprak analiz sonuçları Çizelge 10-17' de verilmiştir. Çizelgelerde görüleceği gibi yaprak besin maddesi içerikleri değişimleri yıllara göre düzenli olmamıştır. Özellikle makro besin

elementleri arasındaki değişim daha düzenli olurken (Çizelge 10-14), mikro besin elementleri arasındaki değişim ise oldukça fazla bulunmuştur (Çizelge 15-17).

**Çizelge 9.** Taç hacmi'ne (m<sup>3</sup>) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 9.** The effects of year and applications on the crown volume (m<sup>3</sup>)

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	2.09	2.58	<b>2.33</b>
PGPR (2)	1.29	1.66	<b>1.47</b>
NPK (3)	1.59	2.20	<b>1.89</b>
½ NPK (4)	1.21	1.66	<b>1.43</b>
PGPR+NPK (5)	1.86	2.34	<b>2.10</b>
PGPR +½ NPK (6)	1.84	2.37	<b>2.10</b>
Ortalama	<b>1.64 b</b>	<b>2.14 a</b>	

Yıl (LSD:0.382)\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama:ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 10.** Yaprak P içeriğine(mg L<sup>-1</sup>) yıl ve uygulamaların etkisi**Table 10.** The effects of year and applications on P content(mg L<sup>-1</sup>) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	1 265.00	27 510.00	<b>14 387.00 c</b>
PGPR (2)	1 284.00	21 100.00	<b>11 197.00 c</b>
NPK (3)	1 050.00	29 003.00	<b>15 026.00 c</b>
½ NPK (4)	1 060.00	40 560.00	<b>20 810.00 bc</b>
PGPR+NPK (5)	1 229.00	56 156.00	<b>28 693.00 a</b>
PGPR+½NPK(6)	1 235.00	62 120.00	<b>31 677.00 a</b>
Ortalama	<b>1 187.00 b</b>	<b>39 408.00 a</b>	

Yıl (LSD:5 653.071)\*\* Uygulama(LSD:9 791.407)\*\* Yıl x Uygulama: (LSD:13 847.14)\*\* +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 11.** Yaprak *K* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 11.** The effects of year and applications on *K* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	13 766.00	10 074.00	<b>11 920.00 c</b>
PGPR (2)	73 400.00	12 343.00	<b>42 871.00 a</b>
NPK (3)	40 466.00	22 130.00	<b>31 298.00 b</b>
½ NPK (4)	58 566.00	19 023.00	<b>38 795.00 a</b>
PGPR+NPK (5)	14 333.00	20 660.00	<b>17 496.00 c</b>
PGPR+½ NPK(6)	12 000.00	19 976.00	<b>15 988.00 c</b>
Ortalama	<b>35 422.00 a</b>	<b>17 367.00b</b>	

Yıl (LSD:15 485.346)\*\* Uygulama(LSD:19 649.451)\* Yıl x Uygulama (LSD:37 931.197)\*\* +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 12.** Yaprak *Ca* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 12.** The effects of year and applications on *Ca* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	17 446.00	24 090.00	<b>20 768.00</b>
PGPR (2)	13 646.00	26 169.00	<b>19 908.00</b>
NPK (3)	12 903.00	23 740.00	<b>18 321.00</b>
½ NPK (4)	12 980.00	28 233.00	<b>20 606.00</b>
PGPR+NPK (5)	12 996.00	28 650.00	<b>20 823.00</b>
PGPR+½ NPK(6)	13 956.00	28 023.00	<b>20 990.00</b>
Ortalama	<b>13 988.00 b</b>	<b>26 484.00 a</b>	

Yıl (LSD:2 514.673)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 13.** Yaprak *Mg* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 13.** Table 12. The effects of year and applications on *Mg* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	4 231.00	4 598.00	<b>4 414.00</b>
PGPR (2)	3 954.00	4 936.00	<b>4 445.00</b>
NPK (3)	3 558.00	5 007.00	<b>4 282.00</b>
½ NPK (4)	3 777.00	5 277.00	<b>4 527.00</b>
PGPR+NPK(5)	3 564.00	5 484.00	<b>4 524.00</b>
PGPR +½NPK(6)	3 714.00	5 613.00	<b>4 663.00</b>
Ortalama	<b>3 799.00 b</b>	<b>5 152.00 a</b>	

Yıl (LSD:546.512)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 14.** Yaprak *Na* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 14.** The effects of year and applications on *Na* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	199.00	58.56	<b>129.12</b>
PGPR (2)	183.00	34.86	<b>109.10</b>
NPK (3)	297.00	62.96	<b>179.98</b>
½ NPK (4)	236.00	44.23	<b>140.28</b>
PGPR+NPK (5)	228.00	78.39	<b>153.19</b>
PGPR+½NPK(6)	297.66	69.53	<b>183.59</b>
Ortalama	<b>240.33 a</b>	<b>58.09 b</b>	

Yıl (LSD:67.761)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 15.** Yaprak *Cu* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 15.** The effects of year and applications on *Cu* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	44.60	603.50	<b>324.05</b>
PGPR (2)	48.20	932.06	<b>490.13</b>
NPK (3)	49.50	421.50	<b>435.50</b>
½ NPK (4)	50.70	792.40	<b>421.55</b>
PGPR+NPK (5)	49.40	386.20	<b>217.80</b>
PGPR+½NPK(6)	50.76	1578.96	<b>814.86</b>
Ortalama	<b>48.86 b</b>	<b>785.77 a</b>	

Yıl (LSD:474.193)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 16.** Yaprak *Mn* içeriğine ( $mg L^{-1}$ ) yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 16.** The effects of year and applications on *Mn* content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	51.00	47.60	<b>49.30</b>
PGPR (2)	38.00	50.80	<b>44.40</b>
NPK (3)	40.66	50.46	<b>45.56</b>
½ NPK (4)	37.00	49.46	<b>43.23</b>
PGPR+NPK (5)	46.00	53.03	<b>49.51</b>
PGPR+½NPK (6)	47.00	54.66	<b>50.83</b>
Ortalama	<b>43.27 b</b>	<b>51.00 a</b>	

Yıl (LSD:6.386)\*\* Uygulama: ÖD Yıl x Uygulama: ÖD +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(\*\*) ve %5 (\*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil

**Çizelge 17.** Yaprak Zn içeriğine ( $mg L^{-1}$ , yıl ve uygulamaların etkisi

**Table 17.** The effects of year and applications on Zn content( $mg L^{-1}$ ) of leaf

Uygulamalar	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
Kontrol (1)	127.33	27.46	<b>77.39 c</b>
PGPR (2)	257.66	44.93	<b>151.29 a</b>
NPK (3)	157.33	42.76	<b>100.04 bc</b>
½ NPK (4)	130.33	85.26	<b>107.79 abc</b>
PGPR+NPK (5)	271.66	30.20	<b>150.93 a</b>
PGPR+½NPK (6)	282.00	108.03	<b>145.01ab</b>
Ortalama	<b>187.71 a</b>	<b>56.44 b</b>	
Yıl (LSD:37.124)** Uygulama(LSD:47.107* Yıl x Uygulama (LSD:66.619)** +: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1(**) ve %5 (*) seviyesinde önemlidir. ÖD: Önemli değil			

Yapılan araştırmalarda genel olarak bakterilerin etkileri olumlu olurken, etki düzeylerinin; uygulanan bitki türü, bakteri ırkı, uygulanma şekli ile sıcaklık ve toprak tipi farklılığının bakterilerin etkilerinde önemli olduğu belirtilmektedir (Egamberdiyeva ve Hoflich 2003). Bu nedenle sonuçların ürün ve yöreye özgü olduğu unutulmamalıdır. Araştırmacılar özellikle tek yıllık bitkilerde bu etkinin daha iyi olduğu, bitkilerde verim artışı, tohum sayısı, bitki gelişimi, kuru ağırlık ve simbiyotik fiksasyonu üzerinde bu tür bakterilerinin olumlu etkisinin olduğunu saptamışlardır (Okon ve Itzigsohn 1995; Barazani ve Friedman,1999; Joo ve ark., 2005).

PGPR'nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absiyon tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirtilmektedir (Lucy ve ark., 2004).

De Silva ve ark., (2000)' yaban mersini üzerinde bitki büyümesini teşvik eden *Pseudomonas fluorescens* (Pf5, PRA25, 105, 101), *Bacillus pumilus* (T4), *Pseudomonas corrugata* (114) ve fungal izolatlar olan *Gliocladium virens* (G1-21) ve *Trichoderma harzianum* (T22) gibi bakteriyel ve fungal inokulantların bitki büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; uygulamanın yaprak alanı, sayısı ve gövde çapını arttırdığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da bazı sonuçlar benzerlik göstermektedir. Yaprak besin

içeriklerinin artışında olumlu etkileri olduğu belirtilen bakterilerin (Jaizme–Vega ve ark., 2003; Köse ve ark., 2003; Eşitken ve ark.,2003); çalışmamızda özellikle K ve Zn artışı üzerine etkileri olumlu olurken, diğerlerinde etkisi önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak; Tokat ekolojisinde hem gübre hem de bakteri uygulamasının bitkisel ve meyve özelliklerine olumlu etkiler yaptığı, özellikle kombine uygulamaların daha etkili olduğu görülmüştür. Uygulamaların etkilerinin, uygulama sonrasındaki 2.yılda daha belirgin olduğu da belirlenmiştir. Özellikle verim artışı, meyve tutumu ve sürgün kalitesi dikkate alındığında PGPR+NPK ve PGPR+ ½ NPK' uygulamaları en iyi sonucu vermiştir. Uygulamaların mineral madde içerikleri üzerine etkileri benzer bulunmuştur. Bu durumda, ayva yetiştiriciliğinde daha az gübre kullanımı açısından PGPR+ ½NPK kombine uygulaması tavsiye edilebilir.

#### Kaynaklar

- Aksoy, U., Altındişli, A., 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyon Derneği (ETO). 125s. İzmir.
- Anonim, 2015. FAO/Faostat. Production Year Book(Quinces).
- Barazani, O., Friedman, J., 1999. İs IAA the Major Root Growth Factor Secreted From Plant Growth Mediaating Bacteria. Journal of Chemical Ecology. 25(10): 2397-2406.
- Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biotechnology 4, 343-350.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü.G., 2008. Organik Tarım. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ders Yay. No:236, Erzurum, 355 s.
- Çelik, M., 1988. Ankara Koşullarında Williams, Ankara, Akça ve Şeker Armut Çeşitleri İçin En Uygun S.Ö. Ayva Anaçlarının Seçimi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1075, 24 s., Ankara.Döbereiner, J., 1997. Biological Nitrogen Fixation in The Tropics: Social and Economic Contributions. Soil Biol. Biochem. 29, 771-774.
- De Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., 2000. Growth Promotion of Highbush Blueberry by Fungal and Bacterial Inoculants. HortScience 35(7): 1228-1230.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F.,1983. İstatistik Metotları I. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak., Yayın No:861, Ders Kitabı:229, Ankara.
- Edizer, Y., Bekar, T., 2007. Tokat Merkez İlçede Yetiştirilen Bazı Yerel Elma (*Malus communis* L.)

- Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 24 (1), 1-8.
- Egamberdiyeva, D., Höflich, G., 2003. Influence of Growth-Promoting Bacteria on the Growth of Wheat in Different Soils and Temperatures. *Soil Biology & Biochemistry* 35, 973-978.
- Eşitken, A., Ercisli, S., Şevik, İ., Şahin, F., 2003. Effect of Indole-3- Butyric Acid and Different Strains of Agrobacterium rubi on Adventitive Root Formation from Softwood and Semi-Hardwood Wild Sour Cherry Cuttings. *Turk J Agric For* 27 (2003) 37-42 TUBİTAK.
- Halvin, J.L., Soltanpour, P.N. 1980. A Nitric Acid Polant Tissue Digest Method for Use With Inductively-coupled Plasma Spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 11, 969-980.
- Jaizme-Vega, M., Rodriguez-Romero, A., Pinero Guerra, M., 2003. Potential Use of Rhizobacteria from the Bacillus Genus to Stimulate the Plant Growth of Micropropagated Bananas. *Fruits* 59:83-90.
- Joo, G.J., Kim, J.T., Rhee, I.K., Lee, I.J., 2005. Gibberalins-Producing Rhizobacteria Increase Endogenous Gibberallins Content and Promote Growth of Red Peppers. *Journal of Microbiology* 43 (6): 510-515.
- Okon, Y., İtzigsohn, R., 1995. The Development of Azospirillum as a Commercial Inoculant for Improving Crop Yields. *Biotechnology Advances*, 13 (3): 415-424.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2005. Ilıman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler). Cilt:2, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 556, Bornova/İzmir.
- Öztürk, A., Çağlar, O., Şahin, F., 2003. Yield Response of Wheat and Barley to Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria at Various Levels of Nitrogen Fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166,262-266.
- Rodriguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. *Biotechnology Advances*, 17:319-339.
- Seferoglu, H.G., Kankaya A., Ertan E., ve Tekintas, F.E., 2006. Aydın ve Yöresinde MM 106 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2006; 3(2) : 31 – 34.
- Siddiqui, Z.A., 2006. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. S 111-142., Springer, The Netherlands.
- Soylu, A., 1997. Ilıman İklim Meyveleri – II. Uludağ Üniversitesi Ders Notları, No: 72, Bursa.
- Sturz, A.V., Nowag, J.,2000. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops. *Applied Soil Ecology*15, 183-190.
- Şevik, M.A. 2010. Bitki Virüs Hastalıklarına Karşı Kullanılan Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakteriler (PGPR). *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR(Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi) Yıl: 2010 Cilt: 08 Sayı: 1 Sayfa: 31-43.*
- Karaçalı, İ., 1990. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, s: 24, Bornova/İzmir.
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., 2006. Yukarı Çoruh Vadisinde Yetiştirilen Elma ve Armut Çeşitlerinin Bazı Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 16(2): 93-96.
- Köksal, İ. 1982. Bazı Elma ve Armut Anaçları ile Bunların Üzerine Aşılı Önemli Kültür Çeşitleri Arasındaki GA ve ABA Benzeri Maddelerin Değişimleri Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 800(473), Ankara.
- Köse, C., Guleryuz, M., Şahin, F., Demirtas, İ., 2003. Effects of Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria(PGPR) on Rooting of Grapevine Rootstocks. *Acta Agrobotanica*: 56 (1/2): 47-52.
- Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86: 1-25, Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands.
- Niranjiyan RAJ, S., Shetty, H.S., Reddy, M.S., 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Gren Alternative For Plant Productivity. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. P 197-216, Springer, The Netherlands.
- Vessey, J.K., 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.