



## Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri Uygulamalarının Armut Fidanlarının Vejetatif Gelişim Özelliklerine Etkileri

Umut ERDOĞAN<sup>1</sup> Aysen KOÇ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Afşin Tarım Kredi Kooperatifi, Kahramanmaraş  
([orcid.org/0000-0003-0006-9270](https://orcid.org/0000-0003-0006-9270))

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat  
([orcid.org/0000-0002-9766-721X](https://orcid.org/0000-0002-9766-721X))

\*e-posta: [aysen.koc@bozok.edu.tr](mailto:aysen.koc@bozok.edu.tr)

Alındığı tarih (Received): 25.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.10.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 09.08.2018

Yazılı baskı tarihi (Printed): 01.10.2018

**Öz:** Yozgat ilinde 2014-2015 yıllarında yürütülen bu çalışmada, BA 29 anacına aşılı “Deveci” armut çeşidine ait fidanlara uygulanan bitki gelişimini teşvik eden 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) bakteri kombinasyonlarının, fidanların vejetatif gelişimine, yaprak alanına, klorofil ve bitki besin maddesi içeriğine, topraktaki bakteri popülasyonunun yoğunluğuna etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda tüm bakteri uygulamaları kontrole göre fidan gövde çapı gelişiminde öne çıkmışlardır. Y6 uygulaması, ikinci yılda en yüksek taç genişliği (56.18 cm) sağlamıştır. En fazla yıllık sürgün uzunluğu ikinci 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.

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

## Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Applications on Vegetative Development of Pear Seedlings

**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 pumilus* 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 in Yozgat. 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 macronutrients, Mn and Zn contents of micronutrients, and increases in leaf area were also statistically significant.

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

### 1. Giriş

Ticari değeri giderek yükselen armut, dünya üzerinde ülkemizle birlikte Çin, Amerika, İtalya, Arjantin ve İspanya 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 dahildir. Ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan *Pyrus* cinsi içerisinde türler; doğu ve batı armutları olarak sınıflandırılmıştır (Gökmen 1973).

Batı armudu grubunda Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika ve Afrika’da yetişen *Pyrus communis* 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 (Bell ve Itai 2011). Dünyada ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen armut, Anadolu, Kafkasya ve Orta Asya orijinli bir türdür. Bununla birlikte, kültüre alınan çeşitlerin çoğu ya *Pyrus communis* (Avrupa armudu) ya da *P. serotina* (Japon armudu) kökenlidir. Türkiye *P. communis*'in gen merkezleri arasında yer almaktadır. Bulunduğu bölgenin iklimine ve toprak yapısına adaptasyonu iyi olan bu türün Anadolu'da 600' ü aşkın çeşidi bulunmaktadır (Özbek 1947). 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 (Özbek 1978).

Bugün dünyanın her kıtasında armut yetiştiriciliği yapılmakla birlikte Asya kıtası 21.606.629 ton' luk üretim miktarı ile dünya armut üretiminin %79' unu sağlamaktadır. FAOSTAT (2017) verilerine göre 2016 yılı dünya armut üretimi 27.345.930 tondur. Üretimde 19.388.063 ton ile Çin ilk sırayı alırken bunu sırasıyla Arjantin (905.605 ton), Amerika (738.770 ton) ve İtalya (701.928 ton) izlemektedir. Türkiye dünyada 472.250 ton üretimi ve 25.408 ha üretim alanı ile beşinci sırada yer almaktadır. TÜİK 2017 yılı üretim verilerine göre yoğun yetiştiricilik yapılan iller arasında Bursa, Antalya, Ankara, Çanakkale, Samsun, Sakarya ve Manisa ön sıralarda yer almaktadır (TÜİK 2017).

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 (Başar 2001). 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 (FAO 2015). 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. Bitkinin kullanmadığı bu miktar, biyolojik azot fiksasyonu yapan mikroorganizmaları öldürmekte, yağış ve sulama suyu ile birlikte taşınarak su kaynaklarında kirliliğe, yer altı içme sularında nitrat birikimine, topraktan azotun gaz haline geçerek havada asit yağmurlarına, sera etkisi ile küresel ısınmaya ve ozon tabakasının incilmesi gibi potansiyel çevre kirliliğine neden olmaktadır (Karaşahin 2014).

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.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma 2014-2015 yılları arasında Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Gedikhasanlı Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda, BA 29 ayva anacı üzerine aşılı "Deveci" armut çeşidine ait fidanlar üzerinde yürütülmüştür. Söz konusu alanın rakımı 1127 m olup, 39°58'69" kuzey – 35°15'95" doğu koordinatlarında bulunmaktadır. Araştırmanın yapıldığı bahçenin toprak örneklerinin analizi her iki yıl da ayrı ayrı yapılmış ve analiz sonuçlarına göre ortalama olarak pH' nın 7.8, kireç miktarının %16, organik maddenin %1'in altında, killi tınlı, hafif alkali ve yüksek düzeyde kireç ve Ca içerdiği tespit edilmiştir. Bakteri izolatları olarak kullanılan 3 farklı rizobakterinin 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 izolatlardan 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 Çizelge 1’ de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Bakteri kombinasyonlarının test sonuçları

**Table 1.** Test results of bacterial combinations

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
<b>Y4: 62/5+ IAI+ HA3</b>							
62/5	<i>Pseudomonas putida</i> btyp B, <i>Pseudomonas agarici</i>	+	+	K+	+	+	-
IAI	<i>Bacillus atrophaeus</i> AR-51	-	+	-	-	+	+
HA3	<i>Rhodococcus erythropolis</i> AR-49	-	+	K+	-	K+	-
<b>Y5: 58/3+ 2B1+ 4A1+ 7B1</b>							
58/3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	K+	+	+	+	Z+	-
2B1	<i>Pseudomonas putida</i> AR-93	+	K+	K+	+	+	-
4A1	<i>Bacillus pumilus</i> AR-102	-	+	K+	-	K+	-
7B1	<i>Bacillus licheniformis</i> AR-133	-	+	K+	-	+	-
<b>Y6: 48/3+5B2+7A1+5A2</b>							
48/3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> btyp A 48/3	K+	+	Z+	-	+	-
5B2	<i>Bacillus licheniformis</i> AR-121	+	+	K+	+	+	-
7A1	<i>Bacillus subtilis</i> AR-134	-	+	K+	-	K+	-
5A2	<i>Bacillus subtilis</i> AR-116	+	+	K+	+	K+	+

Fidan dikim hazırlığı kapsamında 2013 yılı sonbahar ayında derin sürüm yapılmış, sıra üzeri ve sıra arası 4x5 m. mesafe aralıklarla işaretleme yapılarak dikim çukurları açılmıştır. Çalışmamızda kullanılan bakteri ırkları, - 80°C’de, %30 gliserol ve sıvı besi yeri (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<sup>8</sup>CFU ml<sup>-1</sup>’ye ayarlanmıştır. Fidan kök aksamına PGPR (Y4, Y5 ve Y6) formülasyonları

ilk yıl dikim sırasında uygulanmıştır. Uygulamada, fidanların kök rizosferi bölgeleri fiçiler içerisinde hazırlanan bakteri solüsyonlarına 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 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 4 adet çukura enjeksiyon yoluyla yeniden uygulanmıştır.

Çalışmada vejetatif gelişme parametreleri olarak ortalama fidan boyu (cm), fidan çapı (mm), ortalama yıllık sürgün sayısı (adet), ortalama yıllık sürgün uzunluğu (cm); yaprak özelliklerinin belirlenmesinde yaprak klorofil

içeriği (Konica Minolta SPAD-502 Plus), yaprak alanı (ADC Bio Scientific Area Meter AM300) ve yaprak bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Yaprak örnekleri etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar (yaklaşık olarak 48 saat) bekletilerek kurutulmuş ve 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen yaprak örnekleri kuru yakma yöntemiyle makro ve mikro elementlerin (K, P, Ca, Fe, Mg, Cu, Mn, S, Zn, Mo, B) tayini için hazır hale getirilmiştir. Okumalar Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde, Thermo Scientific ICAP-Qc marka ICP-MS cihazında yapılmıştır. Bitki örneklerinde toplam azot (N) miktarı salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2010).

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 (Düzgüneş ve ark. 1983). Fidan gelişimine ilişkin vejetatif gelişim parametrelerinden elde edilen verilerin istatistikî analizleri SPSS paket programında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bakteri uygulamalarının fidan gelişimine etkilerinin incelendiği çalışmada vejetatif gelişme ile ilgili özelliklere ait ölçümler yaprak dökümü sonrasında (15 Kasım), dinlenme döneminde yapılmıştır.

#### Vejetatif Gelişme ile İlgili Bazı Özelliklerin Belirlenmesi

Yıllık ortalama fidan boyu artış miktarına uygulamaların etkisi istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır. 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. Fidan gövde çapına uygulamaların olan etkileri ise 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 izolatu uygulaması yapılan tüm fidanlardaki gövde çapı artışı istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek ortalama gövde çapı artışı sırasıyla Y5 (8.03 mm), Y4 (7.92 mm) ve Y6 (6.70 mm) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Yıllık ortalama sürgün sayısına uygulamaların etkisi 1. ve 2. yıllarda istatistikî olarak önemli bulunmuşken yıllık ortalama sürgün sayısı artış miktarı bakımdan önemsiz bulunmuştur. 1. ve 2. yıl verilerine göre Y4 ve Y6 uygulaması en yüksek ortalama sürgün sayısını verirken Y5 ve kontrol uygulamaları aynı sayıda sürgün oluşturmuştur. Yıllık ortalama sürgün uzunluğu gelişimi ilk yıl istatistikî anlamda önemli bulunmazken ikinci yıl önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek sürgün uzunluğu bakteri uygulamalarından elde edilirken en düşüğü ise kontrol grubundan elde edilmiştir (Çizelge 3).

Yıllık ortalama sürgün çapı artış miktarına bakteri izolatlarının etkileri istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır. Fidan taç genişliği üzerine uygulamaların etkisi ise 1. ve 2. yıllarda istatistiksel olarak önemli olarak bulunmasına karşın fidan taç genişliği artış miktarı yönünden önemli çıkmamıştır. 2. yılda Y6 bakteri kombinasyonu uygulaması en yüksek taç genişliğini vermiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 2.** Ortalama fidan boyu ve gövde çapının yıl ve uygulamalara göre değişimi  
**Table 2.** Change of plant size and trunk diameter according to years and applications

Uygulama	Ortalama Fidan Boyu (cm)		Fidan Boyu Artış Miktarı (cm)	Ortalama Fidan Gövde Çapı (mm)		Fidan Gövde Çapı Artış Miktarı (mm)
	1.Yıl	2.Yıl		1.Yıl	2.Yıl	
<b>Kontrol</b>	114.67 <sup>ÖD</sup>	132.88 <sup>ÖD</sup>	<b>18.20<sup>ÖD</sup></b>	<b>19.78 a*</b>	24.42 b*	4.64 b*
<b>Y4</b>	114.75	143.42	28.66	17.47 b	<b>25.39 ab</b>	<b>7.92 a</b>
<b>Y5</b>	109.50	141.58	<b>32.08</b>	17.25 b	<b>25.28 ab</b>	<b>8.03 a</b>
<b>Y6</b>	111.71	138.88	27.16	<b>20.48 a</b>	27.18 a	6.70 ab
<b>Ortalama</b>	112.51	138.83		18.75	25.56	

<sup>ÖD</sup>Önemli değil

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

**Çizelge 3.** Ortalama sürgün sayısı ve sürgün uzunluğunun yıl ve uygulamalara göre değişimi  
**Table 3.** Change in number of shoots and shoot length according to years and applications

Uygulama	Ortalama Sürgün Sayısı (adet)		Sürgün Sayısı Artış Miktarı (adet)	Ortalama Sürgün Uzunluğu (cm)		Sürgün Uzunluğu Artış Miktarı (cm)
	1.Yıl	2.Yıl		1.Yıl	2.Yıl	
<b>Kontrol</b>	10.00 b*	12.50 b*	2.50 <sup>ÖD</sup>	20.03 <sup>ÖD</sup>	23.42 b*	3.39 <sup>ÖD</sup>
<b>Y4</b>	<b>14.38 a</b>	<b>16.25 a</b>	1.87	16.98	25.54 ab	8.56
<b>Y5</b>	10.00 b	12.57 b	2.57	16.73	28.19 ab	11.46
<b>Y6</b>	<b>13.01 ab</b>	<b>16.18 a</b>	3.17	19.31	<b>30.75 a</b>	11.44
<b>Ortalama</b>	12.22	14.77		18.03	27.25	

<sup>ÖD</sup>Önemli değil

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

**Çizelge 4.** Ortalama sürgün çapı ve fidan taç genişliğinin yıl ve uygulamalara göre değişimi  
**Table 4.** Variation of shoot diameter and plant width according to years and applications

Uygulama	Ortalama Sürgün Çapı (mm)		Sürgün Çapı Artış Miktarı (mm)	Ortalama Fidan Taç Genişliği (cm)		Fidan Taç Genişliği Artış Miktarı (cm)
	1.Yıl	2.Yıl		1.Yıl	2.Yıl	
<b>Kontrol</b>	3.66 a*	7.54 <sup>ÖD</sup>	3.88 <sup>ÖD</sup>	40.36 ab	47.64 b	7.28 <sup>ÖD</sup>
<b>Y4</b>	3.48 ab	7.43	3.95	35.92 b	47.18 b	11.26
<b>Y5</b>	3.11 b	7.64	4.53	35.25 b	47.08 b	11.83
<b>Y6</b>	3.40 ab	7.61	4.21	46.00 a	56.18 a	10.18
<b>Ortalama</b>	3.39	7.55		39.38	49.52	

<sup>ÖD</sup>Önemli değil

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

Bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin bitki türlerinde vejetatif gelişim üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma yürütülmüştür. Bakteri uygulamalarının kayısı ve elmada sürgün (dal) uzunluğunu ve sürgün (dal) çapını arttırdığı tespit edilmiştir (Burdman ve ark. 2000; Glick 2012). MM-106 anacı üzerine

aşılı elma fidanlarına uygulanan 4 bakteri izolatının yıllık sürgün sayısı ve çapını artırdığı ancak yıllık sürgün uzunluğunu azalttığını, en yüksek yıllık sürgün sayısının *Pseudomonas putida* BA-8 uygulamasından elde edildiği sonucuna varılmıştır (Bloemberg ve Lugtenberg 2001). Kirazda yapraktan *Pseudomonas putida*

suş BA-8 ve *Bacillus simplex* suş T7<sup>a</sup> bakteri izolatlarının tekli ve kombine uygulamalarının sürgün uzunluğunu gelişimini teşvik ederek önemli verim artışına neden olduğu bildirilmiştir (Esitken ve ark. 2006). Bakteri uygulanmış asma çubuklarında yapılan bir çalışmada sürgün uzunluğu ve sayısı yönünden en yüksek değerler bakteri izolatu uygulanan çubuklarda belirlenmiştir (Küsek 2007). 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 alanını, verimini, yıllık sürgün uzunluğunu ve çapını, meyve ağırlığını artırdığı belirlenmiştir (Pırlak ve ark. 2007). Karakurt ve ark. (2010), Şekerpare kayısı çöğürlerinde yapılan bir çalışmada, bakteri uygulamalarının bitki boyu ve gövde çapı üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak önemsiz bulmalarına karşın, dal sayısı, dal çapı ve dal uzunluğundaki etkilerini önemli bulmuşlardır. Coşkun (2011), M9 anacı üzerine aşılı elma fidanlarında yapılan bir çalışmada, bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin ve Perlan (BA+GA4+7) uygulamalarının fidan boyunu kontrole göre artırdığını, özellikle bakteri uygulamalarının fidan boyunu ve dal sayısını artırma etkisinin daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Fındıkta azot fikse edebilen ve fosfat çözücü özelliği bulunan bakteri uygulamaları üzerine yapılan bir çalışmada, fidanların toplam dal uzunluğunda, dal sayısında ve gövde çapında artış sağladığı belirlenmiştir (Ertürk ve ark. 2011). 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 (Arıkan 2012). Çayda bakteri izolatlarının kombine uygulamaları sonucunda, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün, kök biyokütlesi ve ikincil kök gelişiminde artış sağlandığı tespit edilmiştir (Princy ve ark. 2015). Tokat ilinde "Eşme" ayva

çeşidinde yapılan *Pseudomonas fluorescens* ve *Rhodococcus rhodochrous* bakterilerinin ikili kombinasyon uygulamasında hem sürgün çapı hem de sürgün uzunluğu açısından, kontrole göre uygulama yapılan ağaçlarda en yüksek sürgün uzunluğu Bakteri+NPK gübrelemesi yapılan ağaçlarda tespit edilmiştir (Ertürk 2015).

#### **Yaprak örneklerinde bazı özelliklerin belirlenmesi**

Bakteri uygulamalarının yaprak gelişimine etkilerini incelemek için gelişimini tam olarak tamamlamış sürgünlerin ortasındaki yapraklar tercih edilmiş olup, Ağustos ayında örnekleme yapılmıştır. Çalışmamızda kullanılan bakteri izolatlarının yaprak alanına olan etkilerine bakıldığında uygulamalar arasında önemli farklılıklar 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 ise istatistiki olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 5).

Elmada *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142 bakteri ırklarının çiçek ve yapraktan inokülasyonu ile yapılan çalışmada yaprak alanının kontrole göre arttığı belirlenmiştir (Pırlak ve ark. 2007). Muz bitkisinde yapılan bir çalışmada Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin uygulamalarının yaprak alanı, klorofil içeriği ile azot miktarını artırdığı belirlenmiştir (Kavino ve ark. 2010). Çilekte *Bacillus sphaericus* GC subgroup B suş EY30<sup>a</sup>, *Staphylococcus kloosii* suş EY37<sup>a</sup> ve *Kocuria erythromyxa* suş EY43 uygulamalarının tuzlu koşullar altında (35 mM NaCl) bitki gelişimini, meyve verimini, klorofil içeriğini artırdığı belirtilmiştir (Karlıdağ ve ark. 2010). 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 (Pırlak ve Köse 2010). Eşme ayva çeşidine ağaç taç izdüşümüne enjeksiyon yöntemiyle yapılan bakteri uygulamasının yaprak alanındaki hem yılların hem de uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ertürk 2015). 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 (Koç ve ark. 2016).

Yapraklardaki makro ve mikro besin elementi içerikleri yine Ağustos ayında alınan yaprak örneklerinde yapılmıştır. Yaprak makro besin elementi içerikleri incelendiğinde kontrol uygulamasına göre yaprak N ve P içerikleri diğer bakteri uygulamalarında istatistiksel olarak önemli

düzeyde farklı iken yapraklardaki K, S ve Ca içerikleri açısından ise, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Armut fidanlarının gelişme durumları üzerine uygulamaların etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada, yapraklardaki N (%) ve Mg (ppm) miktarları yönünden en yüksek değerleri istatistiksel olarak aynı gruba giren Y4, Y5 ve Y6 bakteri izolatları uygulamaları vermiştir. Yaprak P (%) içeriği Y4 ve Y5 bakteri kombinasyonlarında, Y6 ve kontrol uygulamalarına göre daha yüksek değerler vererek istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. K (%), S (%) ve Ca (%) miktarlarına uygulamaların etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çalışmada kullanılan Y4, Y5 ve Y6 bakteri izolatlarının yaprak mikro besin elementlerine olan etkisi incelendiğinde; uygulamaların Mn ve Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunurken diğer mikro besin elementlerinde fark önemli olmamıştır (Çizelge 7).

#### Çizelge 5. Uygulamaların yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) ve klorofil miktarı (SPAD) ölçümleri

**Table 5. Leaf area (cm<sup>2</sup>) and chlorophyll amount (SPAD) measurements of applications**

Uygulama	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	Klorofil (SPAD)
<b>Kontrol</b>	13.50 b*	42.94 <sup>ÖD</sup>
<b>Y4</b>	<b>15.80 a</b>	41.58
<b>Y5</b>	<b>16.03 a</b>	41.13
<b>Y6</b>	13.57 b	41.11

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

<sup>ÖD</sup> Önemli değil

#### Çizelge 6. Uygulamaların yaprak makro besin elementi içeriklerine etkisi

**Table 6. Effect of applications on leaf macro nutrient content**

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>

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

<sup>ÖD</sup> Önemli değil

**Çizelge 7.** Uygulamaların yaprak mikro besin elementi içeriklerine (ppm) etkisi  
**Table 7.** Effect of micro nutrient content (ppm) of leaf in applications

Uygulamalar	Mn	Fe	Zn	B	Cu	Mo	Cd	Pb
Kontrol	41.197 b*	124.43 <sup>ÖD</sup>	78.70 a*	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>
Y4	53.094 a	97.57	50.78 b	8.50	5.54	0.139	0.18	0.153
Y5	44.141 ab	99.27	58.61 ab	7.88	5.63	0.134	0.18	0.167
Y6	37.351 b	118.49	72.87 ab	7.65	6.80	0.134	0.18	0.204

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

Elde ettiğimiz veriler neticesinde; bazı mikro besin 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 azot bağlanması neticesinde topraktaki N içeriğinin artması ile topraktan P, K, Ca ve Mg elementlerinin alımının artması ile açıklanabilir (Jakobsen 1986; Marschner 1995). Armut'ta yapılan 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 edilmiştir (Jones ve ark. 1991). 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 (Bloemberg ve Lugtenberg 2001). Elma çalışmasında *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142 bakteri ırklarının yapraklarda N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Pırlak ve ark. 2007). Çilekte yapılan çalışmada ise

*Bacillus* sp. uygulaması yapılan bitkilerin yaprak besin konsantrasyonlarında (N, P, K, Ca, ve Fe) ciddi oranda artışlar kaydedildiği bildirilmiştir (Günes ve ark. 2009). *Bacillus* OSU-142, M-3 ve OSU-142+M-3 bakterileri kombinasyonunun ahudududa 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 (Eşitken ve ark. 2009). Bir başka çilek çalışmasında *Pseudomonas* sp. bakterilerinin tekli ve kombine uygulamalarına maruz kalan çilek yapraklarında fosfor ve çinko içeriklerinde artış kaydedildiği bildirilmiştir (Eşitken ve ark. 2010). 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 (Ertürk 2015).

#### 4. Sonuç

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 koşullarında farklı sonuçlar alındığı tespit edilmiştir. Çok yıllık bitkilerde bakteri 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 kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

### Teşekkür

Çalışmamızda kullandığımız bakteri kombinasyonlarını temin eden Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI' ya ve projeyi maddi olarak destekleyen Bozok Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

### Kaynaklar

- Arıkan Ş (2012). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) Vişnede Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Başar H (2001). Bursa Yöresinde Yetiştirilen Bazı Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Ağaçlarının Gübrelenmesi, Anadolu, J. of AARI 11: 126 – 134.
- Bell RL and Itai A (2011). Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Temperate Fruits. Edited by Chittaranjan Kole, Springer Heidelberg Dordrecht London New York. DOI: 10.1007/978-3-642-16057-8, pp. 147-178.
- Bloemberg GV and Lugtenberg BJJ (2001). Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biotechnology 4: 343-350.
- Burdman S, Jurkevitch E and Okon Y (2000). Recent Advances the use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Agriculture. In Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry. Subba RN, Dommergues YR (eds), 10:29-250. Pub. Inc UK.
- Coşkun N (2011). Bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler (BBAR) ve perlan (BA+GA4+7) uygulamalarının, M9 anacı üzerine aşılı bazı elma çeşitleri fidanlarında dallanma üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Düzgüneş O, Kesici T ve Gürbüz F (1983). İstatistik Metodları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, 229 s., Ankara.
- Ertürk A (2015). Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde Meyve Özellikleri ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Duyar Ö ve Turan M (2011). The effects of plant growth promotion rhizobacteria (PGPR) on vegetative growth and leaf nutrient contents of hazelnut seedlings (Turkish Hazelnut cv, Tombul and Sivri). International Journal of Soil Science 6:188-198.
- Esitken A, Pırlak L, Turan M and Sahin F (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), on yield, growth and nutrition of sweetcherry. Scientia Horticulturae, 110: 324-327.
- Eşitken A, Ercişli S, Turan M, Şengül M, Dönmez MF, Orhan E ve Erturan Yıldız H (2009). 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, TUBİTAK, Erzurum.
- Eşitken A, Yıldız HE, Ercişli S, Dönmez MF, Turan M and Güneş A (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124:62-66.
- FAO (2015). World Fertilizer Trends and Outlook to 2018. Food And Agriculture Organization of the United Nations – Rome.
- FAOSTAT (2017). Crop statistics. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E..2017> (Accessed to web: 11.09.2017).
- Glick BR (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications Hindawi Publishing Corporation, Scientifica, p:1-15.
- Gökmen H (1973). Kapalı Tohumlular – Angiospermae. Cilt 1, Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Yayın No:564/53, Ankara.
- Gunes A, Ataoglu N, Turan M, Esitken A and Ketterings QM (2009). Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. J. Plant Nutr. Soil Sci., 172: 385–392.
- Jakobsen I (1986). Vesicular arbuscular mycorrhiza in field-grown crops. 3. Mycorrhizal infection and rates of phosphorus in flow in pea-plants. New Phytol., 104: 573–581.
- Jones JB, Wolf Jr B and Mills HA (1991). Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc., USA. 213p.
- Kacar B ve İnal A (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. Yayın no:1241, s. 145-503, Ankara.
- Karakurt H, Kotan R, Aslantaş R, Dadaşoğlu F, Karagöz K ve Şahin F (2010). Bitki büyümesini teşvik eden bazı bakteri strainlerinin “şekerpare” kayısı çöğürlerinin bitki gelişimi üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41: 7-12, Erzurum.
- Karavaşin M (2014). Bitkisel Üretimde Azot Alım Etkinliği ve Reaktif Azotun Çevre Üzerine Olumsuz Etkileri. APJES II-III, s.15-21, Karabük.
- Karlıdağ H, Yıldırım E, Turan M ve Dönmez MF (2010).

- Bazı bitki büyümesini artıran fosfor çözücü bakterilerin çilekte bitki büyümesi ve besin maddesi içeriğine etkisi. IV. Organik Tarım Sempozyumu, s. 353-358, Erzurum.
- Kavino M, Harish S, Kumar N, Saravankumar D and Samiyappan R (2010). Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa spp.*) under field conditions. *Applied Soil Ecology* 45: 71-77.
- Koç A, Balcı G, Ertürk Y, Keles H, Bakoğlu N and Ercişli S (2016). 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.
- Küsek M (2007). Asmada (*Vitis vinifera* L.) ura neden olan *Agrobacterium vitis*'in tanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adana.
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 889 s. London.
- Özbek SA (1947). Türkiye'de armut yetiştiriciliği ve önemli armut çeşitlerimiz. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi, s. 95, Ankara.
- Özbek S (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 128 s., Adana.
- Pırlak L, Turan M, Şahin F ve Eşitken A (2007). 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.
- Pırlak L ve Köse M (2010). Runner plant yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) inoculated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *The Philippine Agricultural Scientist* 93: 42-46.
- Princy T, Raj Kumar R, Radhakrishnan B, Mareeswaran J, Jayanthi R and Nepoleoan P (2015). Role of indigenous PGPR in integrated nutrient management of growth and development in tea nursery. *International Journal of Current Research*, 08:19821-19825.
- TUİK (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 11.09.2017).