

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Bitki Gelişimini Artırıcı Rizobakterilerin “Heritage” Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Çeşidinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Muzaffer İPEK*, Şeyma ARIKAN, Ahmet EŞİTKEN, Lütfi PIRLAK

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye
*e-posta: mipek@selcuk.edu.tr

Özet: Bu çalışma 2014-2015 yıllarında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama parselinde yürütülmüştür. Araştırmada, Heritage ahududu (*Rubus idaeus* L.) fidanlarının köklerine uygulanan bitki büyüme artırıcı rizobakterilerin (A18, FF1, MFDCa-1, MFDCa-2, M3, 637Ca) bitki gelişimi (ortalama sürgün boyu, ortalama sürgün sayısı, gövde çapı, yaprak alanı, kök uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık), verim (toplam verim, ortalama meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı) ve meyve kalite kriterleri (pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde, toplam asitlik, askorbik asit ve antosiyanin içeriği) üzerine etkisi incelenmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu bakımından 70.20cm ile 637Ca uygulaması, ortalama sürgün sayısı bakımından 6.85 adet/fidan ile MFDCa-2 ve 6.42 adet/fidan ile 637Ca uygulamaları en iyi performans gösteren bakteri izolatları olmuştur. Verim değerleri dikkate alındığında 637Ca bakteri izolatu 304.65 g/fidan verim ile ilk sırada yer almıştır. Meyve kalite kriterleri açısından da MFDCa-2 ve M3 bakteri izolatları ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin uygulanması, bitki büyümesini, verimi ve meyve kalitesini artırmada faydalı ve ekonomiktir.

Anahtar kelimeler: Ahududu (*Rubus idaeus* L.), Antosiyanin, Bitki Gelişimi, Rizobakteriler

The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Plant Development, Yield and Fruit Quality of Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Cultivar “Heritage”

Abstract: The present study was conducted at research field of Agriculture Faculty of Selçuk University in 2014-2015. The effects of plant growth promoting rhizobacteria inoculated “Heritage” raspberry (*Rubus idaeus* L.) plant roots on plant growth (shoot length, sucker number, trunk diameter, leaf area, root length, fresh and dry shoot weight, fresh and dry root weight), yield (yield, fruit number, fruit weight) and criteria of fruit quality (pH, total soluble solids, total acidity, ascorbic acid content and anthocyanin content) were investigated. The best result of cane length was obtained from 637Ca treatment (70,20cm). 637Ca treatment with 6.42 suckers and MFDCa-2 with 6.85 suckers were the best result calculated. In terms of yield, 637Ca application with 304.65g/plant showed the best performance. The MFDCa-2 and M3 bacteria strains has more effective than others for fruit quality criteria. As a result, the plant growth-promoting Rhizobacteria (PGPR) treatments could be offer an economic and beneficial means to increased plant growth, yield and fruit quality.

Keywords: Raspberry (*Rubus idaeus* L.), Anthocyanin, Plant Growth, Rhizobacteria

Giriş

Bir üzüm sü meyve türü olan ahududu, *Rocaceae* familyasının *Rubus* cinsi içerisinde yer alır. *Rubus* cinsi, *Idaeobatus* ve *Eubatus* alt cinslerine ayrılır ve çok sayıda oldukça heterojen yapıya sahip türleri içerir. Ahududu, dünyada geniş bir yayılım alanına sahiptir. Karadeniz bölgesi, ahududunun anavatanı sınırları içerisinde yer almaktadır. Türkiye'nin kuzeyinde, batıdan doğuya uzanan bir kuşak boyunca, genellikle 1000 m ve daha fazla yüksekliklerde, hava oransal nemi fazla olan yerlerde doğal olarak yetişmektedir (Jennings 1988; Polat ve Göçmen 2008). Kırmızı ahududu “Florican” ve “Primocane” çeşitleri olmak üzere iki tipe ayrılırlar. Florican çeşitleri ile yıl içerisinde iki kez ürün alınabilirken, Primocane çeşitleri ile yıl içerisinde bir kez ürün alınabilmektedir (Jennings 1988).

Ahududu kendine özgü çekici renk, tat, aroması, yapı ve kokusu ile taze tüketim yanında gıda endüstrisinde çok çeşitli kullanım alanları bulmaktadır. Bu nedenle diğer meyveler arasında çok özel bir yere sahiptirler. Ayrıca

ahududu bünyesinde bulundurduğu bazı pigmentler, fenoller, flavonlar, flavonoidler ve vitaminlerin miktarları bakımından diğer meyve türlerinden çok yüksek olduğu bildirilmiştir (Pehlivan ve Gülyüz 2004).

Dünya ahududu üretimi yaklaşık 613 bin tondur (Anonim 2014). Bu üretimde ilk sırayı 144 bin ton ile Rusya alırken, bu ülkeyi Polonya, ABD, Sırbistan ve Meksika takip etmektedir. Ülkemizde ise 2015 yılında ahududu üretimi 4320 ton olmuştur (Anonim 2015). Birim alandan elde edilen en yüksek verim Meksika'da 1520 kg/da iken ülkemizde 885 kg/da'dır (Anonim 2014; Anonim 2015). Ülkemizde birim alana verimin düşük olması, yıllardan beri ahududu yetiştiriciliğinin amatör olarak yapılmasının yanı sıra yetiştiriciliği yaygın olan illerde düzenli kapama bahçelerinin bulunmaması ve kültürel işlemlerin gereği gibi yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ahududu meyvesinde üretimi ve birim alana verimi artırmak için çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır. Bunlar arasında en önemlisi ise gübrelemedir. Ticari gübrelerin günümüzde üretim maliyetlerini artırmasının yanı sıra insan ve çevre sağlığı açısından da olumsuz yönlerinin ortaya konması, bu tip gübrelerin kullanımında kısıtlamalara sebep olmuştur. Son yıllarda ticari olarak sentetik gübreler yerine bitki gelişimini artırıcı rizobakteriler (BGAR) kullanılmaya başlanmıştır. Doğada çok sayıda bakteri türü bitki kök bölgesinde bulunmakta ve bunlar bitkilere çeşitli faydalar sağlamaktadır. Bitki büyümesini artırıcı etkileri olan ve tarımda mikrobiyal gübre olarak kullanılan bakteriler genel olarak *Azospirillum*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Pseudomonas* cinsi içerisinde bulunan bazı türlerdir (Rodríguez ve Fraga 1999; Sturz ve Nowak 2000; Sudhakar ve ark. 2000; Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado 2005). Bu bakterilerin bitki gelişimini teşvik ettiği laboratuvar ve arazi çalışmaları ile ortaya konulmuştur.

BGAR'lerin bitki büyümesine etkisi direkt veya dolaylı olmaktadır (Glick 2012). BGAR'ler bitki gelişmesi, azot fiksasyonu, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, siderofor yardımıyla bitkilerce demirin alınması, oksin, sitokin ve gibberellin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitkide etilen düzeyinin azaltılması gibi mekanizmalarla bitki gelişmesini teşvik etmektedir (Glick 1995; Lucy ve ark. 2004). Bakterilerin bitki büyümesi, besin elementi alımı, bitki bünyesinde IAA ve sitokin üretilmesi, bitki bünyesinde gibberellinlerin teşvik edilmesi gibi daha pek çok etkilerinin olduğu kirazda, elmada, çilekte, ahududunda, armutta ve dutta tespit edilmiştir (Sudhakar ve ark. 2000; Esitken ve ark. 2003; Köse 2003; Ozturk ve ark. 2003; Esitken ve ark. 2006; Orhan ve ark. 2006; Aslantaş ve ark. 2007; Ipek ve ark. 2014; Arikan ve Pirlak 2016; Ipek ve ark. 2017a; Ipek ve ark. 2017b).

Bu çalışmada, 6 farklı rizobakteri izolatının "Heritage" ahududu çeşidinin bitki gelişimi, verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, karakteristik özellikleri Ipek ve ark. (2014) tarafından bildirilmiş olan *Alcaligenes faecalis* 637Ca, *Staphylococcus arlettae* MFDCa-1, *Staphylococcus simulans* MFDCa-2, *Agrobacterium rubi* A18, *Pantoea agglomerans* FF1 ve *Bacillus megaterium* M3 bakteri izolatlarının "Heritage" ahududu çeşidinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma 2014-2015 yıllarında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama parselinde açıkta 3:1:1 oranında torf: perlit: kum içeren 25 litrelik saksılarda yürütülmüştür.

Çalışmada kullanılan bakteri izolatları Nutrient Agar (NA) üzerine ekilmiş ve 48 saat 30°C'de bekletilmiştir. Bu süre sonunda gelişmesini tamamlayan bakteri kültürlerinden 0.1 M fosfat tamponu içinde süspansiyon hazırlanmıştır. Bakteri konsantrasyonu spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda 10⁹ CFU/ml olarak ayarlandıktan sonra 1 yaşlı ahududu fidanlarının kökleri 30 dk süresince bakteri solüsyonlarına daldırılarak bakteri inokulasyonu sağlanmış, ardından fidanlar saksılara dikilmiştir. Çalışmanın birinci yılı sonunda ölçümler için sökülen fidanların kalanı ile çalışmanın ikinci yılına devam edilmiştir. İkinci yıl için saksıda büyümeye bırakılan fidanlara haziran ayından itibaren ayda bir kez olmak şartıyla 3 kez sulama suyu ile birlikte 10⁹ CFU/ml yoğunlukta bakteri uygulaması yapılmıştır.

Fidanların dikiminden itibaren sulama işleri damla sulama ile yapılırken, gübreleme 15 günde bir kez olmak şartıyla bitki başına 500ml (Özden ve ark. 2011) Hoagland (Hoagland ve Arnon 1950) çözeltisi ile yapılmıştır. Çalışma iki yıl sürmüş olup, ilk yıl her uygulamaya ait tekrürlerden homojen gelişim gösteren 5 ahududu fidanı seçilerek saksılardan sökülmüş ve bu bitkilerde bitki yaş ve kuru ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlık analizleri yapılmıştır. İlk sonunda sökülmeyen ve çalışmanın ikinci yılına bırakılan 10 ahududu fidanı ile aynı uygulamalara ve ölçümlere devam edilmiştir. Her iki yılda da elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak çalışma sonlandırılmıştır. Çalışmada bitki başına verim (g/bitki), ortalama meyve sayısı (adet/bitki), ortalama meyve ağırlığı (g/meyve), SÇKM miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı, askorbik asit miktarı, meyve suyunun pH'sı, meyve suyunda antosiyanin miktarı (mg ml⁻¹ gTA⁻¹) (Mirecki ve Teramura 1984), kök sürgünü sayısı, sürgün

uzunluğu, sürgün çapı, yaprak alanı, kök uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı gibi kriterler incelenmiştir (İpek ve ark. 2014). Yetiştirme periyodu boyunca yapılan hasat değerleri kayıt altına alınarak sezon sonunda bitki başına verim değerleri belirlenmiştir. Benzer şekilde hasat edilen meyveler sayılarak yetiştirme sezonu sonunda bitki başına meyve sayıları belirlenmiştir. Elde edilen verim toplam meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı elde edilmiştir. Ağustos ayı içerisinde elde edilen meyvelerin SÇKM miktarları ATAGO-1 dijital el refraktometresi aracılığıyla % olarak tespit edilmiştir. Yine aynı dönem içinde alınan meyve suyu örnekleri pH, askorbik asit (Cemeroğlu 2010) ve sitrik asit miktarı hesaplanmıştır (Koyuncu ve ark. 2005). Yetiştirme sezonu sonunda bitki başına düşen kök sürgünü sayılarak, sürgün uzunlukları bir metre yardımıyla, sürgün çapları kumpas yardımıyla belirlenmiştir. Ağustos ayında yapılan yaprak sayımı ardından sürgünlerin orta kısmından alınan yaprak örneklerinin alanları winfolia paket programı yardımıyla hesaplanmıştır (İpek ve ark. 2009). Bitki ve kök yaş ağırlıkları yetiştirme sezonu sonunda sökülen 5 fidanda kök ve gövdenin ayrılarak ayrı ayrı tartılmasıyla belirlenirken, bitki kuru ve kök kuru ağırlıkları ise yaş gövde ve köklerin 48 saat süreyle 72°C'de bekletilmesinin ardından tartılmasıyla belirlenmiştir. Kök uzunlukları gövdeden ayrılan köklerin bir metre yardımıyla ölçülmesiyle elde edilmiştir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde toplamda 105 fidan ile kurulmuştur. Elde edilen veriler SPSS 23 paket programı yardımıyla %5 önem seviyesinde varyans analizine tabi tutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Bakteri uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkileri

Bakteri izolatlarının bitki gelişimi parametreleri üzerine kontrol grubuna göre daha etkili olduğu belirlenmiş olup bu etkiler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo-1). Ahududu fidanlarında kök sürgünü oluşumu üzerine 637Ca (6.42 adet) ve MFDCa-2 (6.85 adet) bakteri izolatları en etkili uygulamalar olarak ortaya çıkmıştır. Bu bakteri izolatları, kök sürgün sayısını kontrol grubuna göre yaklaşık iki kat artırmıştır. Bu sonuçlara göre, bakteri uygulamalarının kök sürgünleri ile çoğaltılan ahududu için çok önemli bir uygulama olduğunu ortaya çıkmıştır. Elde edilen kök sürgünü sonuçları Belyaev ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Fidanların oluşturdukları kök sürgünlerinin sezon sonunda ulaştıkları boylara ait veriler değerlendirildiğinde 637Ca (70.20 cm) öne çıkan bakteri izolatı olmuştur. Sürgün boylarındaki artış, Belyaev ve ark. (2017)'nin ahududu, Karlıdag ve ark. (2007)'nin elma ve Orhan ve ark. (2006)'nin ahududu üzerine yaptıkları çalışmalarla desteklenir nitelikte olup kök sürgünlerinin boylarında artışlar elde etmişlerdir. İstatistiki bakımdan bir fark ortaya çıkmamış olsa da kök sürgünlerinin ortalama çapları bakımından 637 Ca bakteri izolatı 7.08mm ile ön sırada yer almıştır. Maviyemişte (*Vaccinium corymbosum* L.) yapılan bir çalışmada, bitkilere uygulanan *Pseudomonas flourecens* Pf 5 bakteri izolatı gövde çapında artışlar göstermiştir (de Silva ve ark. 2000). Çalışmamızda yer alan M3 bakteri izolatı farklı türlerde de verim ve meyve kalitesinde artışlar sağlamıştır (Çakmakçı ve ark. 2001; Ataoglu ve ark. 2004; Turan ve ark. 2004). Yaprak alanı bakımından MFDCa-1 (148.53 cm²) bakteri izolatı kontrol grubuna göre yaprak alanını yaklaşık %63 artırmıştır. Fidanlarda yapılan kök uzunluğu ölçümlerinde FF1 bakteri izolatı kontrol grubu bitkilerine göre kök uzunluğunu yaklaşık %60 artırmıştır. MFDCa-1 bakteri izolatı gövde yaş ağırlığı (149.09 g), kök yaş ağırlığı (319.41 g) ve kök kuru ağırlığı (81.18 g) bakımından diğer bakteri izolatlarına göre daha iyi bir sonuç ortaya koymuştur. Gövde kuru ağırlığında MFDCa-1 (62.90 g) ve 637Ca (63.43 g) bakteri izolatları birlikte en iyi sonucu vermişlerdir (Tablo-1). Elde edilen kök yaş ve kuru ağırlıkları sonuçları, aynı bakteri izolatlarının kullanıldığı TOVAG-1110704 no'lu projede şeftali, armut ve elma fidanlarının sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Bakteri uygulamalarının verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri

Uygulamaların verim üzerine etkileri incelendiğinde, tüm bakteri uygulamalarının kontrol grubuna göre verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Bitkilerde en fazla verim artışı MFDCa-1 (304.65 g) uygulaması ile yaklaşık %104 oranında olmuştur. Fidanlardan elde edilen meyve sayısı bakımından ilk sırayı 637Ca (130.57 adet) almıştır. Ortalama meyve ağırlığı bakımından bakteri izolatları arasında MFDCa-2 (2.50 g) ilk sırayı almıştır. Verim ve meyve ağırlığı bakımından elde edilen sonuçlar, Orhan ve ark. (2006)'nin ahududunda farklı bakteri izolatları uygulamasının verim ve bitki besleme üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma ile benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Uygulamalara ait meyve sularında yapılan analizlerde, en yüksek pH 637Ca (3.48) bakteri uygulamasından elde edilirken, çözünebilir kuru madde miktarında en yüksek değer MFDCa-2 (%13.60) uygulamasından elde edilmiştir. Meyve suyunda yapılan toplam asitlik içeriği bakımından FF1 (%6.76), MFDCa-2 (%6.79) ve M3 (%7.55) bakteri izolatları uygulamaları en yüksek değere sahip olmuşlardır. Toplam asitliktekinen benzer sonuç meyve suyundaki askorbik asit miktarında da ortaya çıkmıştır. En yüksek değerlere FF1 (22.80 mg/100 g), M3 (22.68 mg/100 g) ve MFDCa-2 (22.54 mg/100 g) bakteri izolatları uygulamaları sahip

olmuşlardır. Meyve suyunda antosiyanin içeriği bakımından FF1 ve M3 bakteri izolatu 0.44 mg ml⁻¹ gTA⁻¹ ile diğer uygulamalara göre daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır (Tablo 2).

Bakteri uygulamalarının incelenen bitki gelişimi parametrelerinde meydana getirdikleri artışlar, bakterilerin bitkilerin bünyelerinde üretmiş oldukları bitki büyümeyi düzenleyicilere ek olarak oksin, sitokinin ve giberellin sentezi yapabilme kabiliyetinden ileri gelebilir (Çakmakçı ve ark. 2001; Aslantaş ve ark. 2007; Esitken ve ark. 2010). Bakteriler, incelenen bazı büyüme parametrelerini doğrudan etkilerken bazı parametreleri ise dolaylı olarak etkilemiş olabilirler (Akhtar ve Siddiqui 2010). Kök sürgünü sayısı, sürgün boyu, sürgün çapı, yaprak alanı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığında meydana gelen artışlar bakterilerin oksin, sitokinin ve giberellin üretimleri ile doğrudan etkilenmiş olabilir. Bakteri uygulamalarının bitkilerin vejetatif gelişmelerine katkı sağladığı daha önceki çalışmalarda araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Esitken ve ark. 2003; Esitken ve ark. 2006; Orhan ve ark. 2006; Aslantaş ve ark. 2007; Pırlak ve Köse 2009; İpek ve ark. 2014; Arikan ve Pırlak 2016; İpek ve ark. 2017a). Çalışmamızda yer alan A18 ve M3 bakteri izolatları oksin ve sitokinin üretme yeteneğine sahip olduğu Çakmakçı ve ark. (2001), Aslantaş ve ark. (2007), Esitken ve ark. (2010), İpek ve ark. (2014) tarafından bildirilmiştir. Bakterilerin sitokinin üretmeleri bitki büyümesini artırmada etkili olurken (Esitken ve ark. 2003; Aslantaş ve ark. 2007) bu büyüme sonucunda oksin üretimi artarak bitkilerde kök yüzey alanının artmasını, kök yüzey alanının artması ise bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alımını artırmış olabilir. Artan su ve besin maddesi bitki gelişimine katkı sağlayarak toprak üstü ve toprak altı organların gelişmesine katkı sağlamıştır. Kök yüzey alanının artışı daha önce yapılan çalışmalarla da bildirilmiştir (Ekinci ve ark. 2014; Sezen ve ark. 2014; Turan ve ark. 2014; Delfin ve ark. 2015; Rueda ve ark. 2016). Kök yüzey alanı ile bitki toprak üstü organlarının gelişmesi bitki ve kökün yaş ve kuru ağırlıklarını artırmıştır. Elde edilen verim değerleri bakımından bakterilerin sahip oldukları azot bağlama, fosfor çözme ve bitki büyümeyi düzenleyicileri üretme kabiliyetleri sayesinde bitkilerin gelişimlerinde meydana getirdiği artışlar verim ve meyve kalitesine de katkı sağlamış olabilir. Bakteri uygulamalarının kök sürgünü sayısını olumlu etkilemesi bitki başına meyve sayısı ve buna bağlı olarak verimi artırmış olabilir. Buna bağlı olarak bakteri uygulamaları verim artışını sağlamış olabilirler. Benzer sonuçlar çilek, ahududu, elma, kayısı, vişne ve kiraz da tespit edilmiştir (Esitken ve ark. 2003; Esitken ve ark. 2006; Aslantaş ve ark. 2007; Pırlak ve Köse 2009; İpek ve ark. 2014; Arikan ve Pırlak 2016). Yaprak alanının artması fotosentez etkinliğine katkı sağlamış ve sonucunda meyve kalite kriterlerinde artışlar meydana getirmiş olabilir. İpek ve ark. (2014), Thakur ve ark. (2015) çilekte, Arikan ve Pırlak (2016) vişnede de Silva ve ark. (2000) mavi yemişte bakteri uygulamalarının yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir.

Sonuç olarak çalışmada ele alınan 6 bakteri izolatu arasında *Staphylococcus arlettae* MFDCa-1 ve *Alcaligenes faecalis* 637Ca bakteri izolatları diğer bakteri izolatlarına göre "Heritage" ahududu çeşidinde incelenen bitki gelişim, verim ve meyve kalite özelliklerinde meydana getirdikleri artışlar ve iyileştirmeler bakımından diğer uygulanan bakteri izolatlarına göre daha etkin oldukları tespit edilmiştir.

Tablo-1. Bakteri ırklarının ahududunda bitki gelişimi üzerine etkileri

	Kök Sürgünü Sayısı (adet)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Çapı (mm)	Yaprak Alanı (cm ²)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Yaş Ağırlığı (g)	Gövde Kuru Ağırlığı (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol	3.42 ^b	56.08 ^{ab}	6.38 ^A	90.98 ^E	51.83 ^E	61.77 ^E	31.45 ^D	156.79 ^E	56.11 ^D
637Ca	6.42 ^a	70.20 ^a	7.08 ^A	116.42 ^C	68.61 ^C	119.37 ^B	63.43 ^A	242.30 ^C	73.85 ^B
A18	5.85 ^{ab}	41.02 ^b	3.81 ^B	83.02 ^G	68.33 ^C	61.62 ^E	32.04 ^D	178.06 ^D	53.44 ^D
FF1	5.42 ^{ab}	52.57 ^{ab}	6.33 ^A	110.38 ^D	79.83 ^A	104.42 ^C	50.80 ^B	233.58 ^C	67.67 ^C
M3	5.28 ^{ab}	45.50 ^{ab}	5.21 ^{AB}	87.11 ^F	52.91 ^E	81.22 ^D	39.54 ^C	257.06 ^B	72.06 ^B
MFDCa-1	5.85 ^{ab}	64.12 ^{ab}	6.91 ^A	148.56 ^A	71.91 ^B	149.09 ^A	62.90 ^A	319.41 ^A	81.18 ^A
MFDCa-2	6.85 ^a	52.20 ^{ab}	5.83 ^A	127.85 ^B	60.50 ^D	110.05 ^C	53.73 ^B	241.52 ^C	75.12 ^B

^{a, b} P <0.05; ^{A, B} P <0.01

Tablo-2. Bakteri ırklarının ahududunda verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri

	Verim (g)	Toplam Meyve Sayısı (adet)	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)	pH	SÇKM (%)	Toplam Asitlik (%)	Askorbik Asit (mg/100g)	Antosiyanin mg ml ⁻¹ gTA ⁻¹
Kontrol	149.23 ^F	78.57 ^G	1.89 ^G	3.28 ^c	13.00 ^{ab}	6.54 ^b	20.70 ^d	0.36 ^c
637Ca	264.99 ^C	130.57 ^A	2.02 ^E	3.48 ^a	12.00 ^c	3.95 ^c	22.17 ^b	0.33 ^d
A18	201.83 ^E	101.85 ^F	1.98 ^F	3.23 ^c	12.40 ^b	6.10 ^b	22.03 ^{bc}	0.41 ^b
FF1	268.56 ^C	120.28 ^C	2.23 ^C	3.24 ^c	12.40 ^b	6.76 ^a	22.80 ^a	0.44 ^a
M3	252.50 ^D	115.42 ^E	2.18 ^D	3.40 ^{ab}	13.00 ^{ab}	7.55 ^a	22.68 ^a	0.44 ^a
MFDCa-1	304.65 ^A	129.00 ^B	2.36 ^B	3.25 ^c	12.80 ^b	6.08 ^b	21.86 ^{cd}	0.36 ^c
MFDCa-2	295.98 ^B	118.28 ^D	2.50 ^A	3.33 ^{bc}	13.60 ^a	6.79 ^a	22.54 ^a	0.43 ^{ab}

^{a, b} P <0.05; ^{A, B} P <0.0

Kaynaklar

- Anonim (2014). www.fao.org/statistics (Erişim Tarihi 11 Ocak 2017).
- Anonim (2015). www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi 11 Ocak 2017).
- Akhtar MS, Siddiqui ZA (2010). Role of plant growth promoting rhizobacteria in biocontrol of plant diseases and sustainable agriculture. In: Plant growth and health promoting bacteria, Eds: Springer, p. 157-195.
- Arikan Ş, Pirlak L (2016). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth, Yield and Fruit Quality of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). *Erwerbs-Obstbau*. 58 (4): 221-226.
- Aslantaş R, Çakmakçı R, Şahin F (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*. 111 (4): 371-377.
- Ataoglu N, Turan M, Sezen Y (2004). Effects of phosphorus solubilizing bacteria (*Bacillus megatherium*) and growing media on growing performance and mineral contents of corn plant (*Zea mays* L.). *Proceedings of the International Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development*. 10-18.
- Belyaev AA, Shternshis MV, Chechenina NS, Shpatova TV, Lelyak AA (2017). Adaptation of primocane fruiting raspberry plants to environmental factors under the influence of *Bacillus* strains in Western Siberia, *Environmental Science and Pollution Research*. 24 (8): 7016-7022.
- Çakmakçı R, Kantar F, Şahin F (2001). Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 164 (5): 527-531.
- Cemeroğlu B (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- 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.
- Delfin EF, Rodriguez FM, Paterno ES (2015). Biomass partitioning, yield, nitrogen and phosphorus uptake of PGPR inoculated tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) under field condition. *Philippine Journal of Crop Science (PJCS)* August. 40 (2): 59-65.
- Ekinci M, Turan M, Yildirim E, Güneş A, Kotan R, Dursun A (2014). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrient, organic acid, amino acid and hormone content of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) transplants. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 13 (6): 71-85.
- Esitken A, Yıldız HE, Ercisli S, Donmez MF, Turan M, Gunes A (2010) Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*. 124 (1): 62-66.
- Esitken A, Karlıdag H, Ercisli S, Turan M, Şahin F (2003). The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). *Crop and Pasture Science*. 54 (4): 377-380.
- Esitken A, Pirlak L, Turan M ve Şahin F (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*. 110 (4): 324-327.
- Fuentes-Ramirez LE, Caballero-Mellado J (2005). Bacterial biofertilizers. pp. 143-172, In: PGPR: Biocontrol and biofertilization, Eds: Springer,
- Glick BR (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*. 41 (2): 109-117.
- Glick BR (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications, *Scientifica*. 1-15.
- Hoagland DR, Arnon DI (1950). The water-culture method for growing plants without soil. *Circular. California Agricultural Experiment Station*. 347 (2nd edit.).
- İpek M, Pirlak L, Esitken A, Figen Dönmez M, Turan M, Şahin F (2014). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 37 (7): 990-1001.
- İpek M, Pirlak L, Eşitken A, Dönmez M, Şahin F (2009). Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim Ve Gelişme Üzerine Etkileri. III. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, Kahramanmaraş. s.73-77.
- İpek M, Aras S, Arikan Ş, Eşitken A, Pirlak L, Dönmez MF, Turan M (2017a). Root plant growth promoting rhizobacteria inoculations increase ferric chelate reductase (FC-R) activity and Fe nutrition in pear under calcareous soil conditions. *Scientia Horticulturae*. 219, 144-151.
- İpek M, Arikan Ş, Pirlak L, Eşitken A (2017b). Effect of Different Treatments on Branching of Some Apple Trees in Nursery. *Erwerbs-Obstbau*. 1-4.

- Jennings DL (1988). Raspberries and blackberries: Their Breeding, Diseases and Growth, Academic press, London.
- Koyuncu MA, Dilmaçunal T, Savran HE, Çağatay Ö (2005). Kütahya vişne çeşidinin soğukta depolanması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2 (1): 53-57.
- Köse M (2003). Selva ve Sweet Charlie Çilek Çeşitlerinde Bakteri Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkisi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- Lucy M, Reed E, Glick BR (2004). Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie Van Leeuwenhoek, 86 (1): 1-25.
- Mirecki RM, Teramura AH (1984). Effects of ultraviolet-B irradiance on soybean V. The dependence of plant sensitivity on the photosynthetic photon flux density during and after leaf expansion. Plant Physiology. 74 (3): 475-480.
- Orhan E, Esitken A, Ercisli S, Turan M, Sahin F (2006). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae. 111 (1): 38-43.
- Ozturk A, Caglar O, Sahin F (2003). Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 166 (2), 262-266.
- Özden M, Dikilitaş M, Gürsöz S, Ak BE (2011). 110R Anacı Üzerine Aşılı Şiraz Üzüm (*Vitis vinifera* L.) Çeşidinin NaCl ve Prolin Uygulamalarına Karşı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tepkileri. Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi. 15 (1): 1-9.
- Pehlivan M, Gülyüz M (2004). Ahududu ve Böğürtlenlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Bahçe.33-1.
- Pırlak L, Köse M (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. Journal of Plant Nutrition. 32 (7): 1173-1184.
- Polat İ, Göçmen M (2008). Karadeniz Bölgesinden Seçilen Bazı Kırmızı Ahududu (*Rubus ideaus* L.) Tiplerinin Genetik Farklılığının RAPD Tekniği İle Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21 (2): 185-191.
- Rodríguez H, Fraga R (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances. 17 (4): 319-339.
- Rueda D, Valencia G, Soria N, Rueda BB, Manjunatha B, Kundapur RR, Selvanayagam M (2016). Effect of Azospirillum spp. and Azotobacter spp. on the growth and yield of strawberry (*Fragaria vesca* L.) in hydroponic system under different nitrogen levels. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 6 (01): 48-54.
- Sezen I, Kaymak HÇ, Aytatlı B, Dönmez MF, Ercişli S (2014). Inoculations with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Stimulate Adventitious Root Formation on Semi-Hardwood Stem Cuttings of *Ficus benjamina* L. Propagation of Ornamental Plants.14 (4): 152-157.
- Sturz A, Nowak J (2000). Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. Applied Soil Ecology. 15 (2): 183-190.
- Sudhakar P, Chattopadhyay G, Gangwar S, Ghosh J (2000). Effect of foliar application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba* L.). The Journal of Agricultural Science. 134 (2): 227-234.
- Thakur S, Mehta K, Sekhar RS (2015). Effect of GA3 and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry, *Fragaria x ananassa* Duch Cv Chandler. International Journal. 3 (11): 312-317.
- Turan M, Ataoglu N, Sezen Y (2004). Effects of phosphorus solubilizing bacteria (*Bacillus megaterium*) on yield and phosphorus contents of tomato plant (*Lycopersicon esculentum* L.). pp. 939-945. III, Proceedings of Third National Fertilizer Congress. Farming-Industry-Environment, 11-13 October, Turkey.
- Turan M, Ekinci M, Yildirim E, Güneş A, Karagöz K, Kotan R, Dursun A (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea* L.) seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 38 (3): 327-333.