



Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Vermicompost on Plant Characteristics of *Sambucus sp.* (*Sambucus nigra* L.)

Mehmet Şakar^{1,a}, Öznur Öz Atasever^{2,b,*}

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana, Türkiye

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 28.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Elderberry Rhizobacteria Vermicompost Plant growth Leaf characteristics</p>	<p>The study was conducted in Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture with the aim of determining the effects of (PGPR) bacteria and vermicompost on plant characteristics of Tokat-1 Elderberry genotype. According to the applications, the number of summer shoots was found to be around 14-20 number/plant and there was no statistical difference between the applications. The longest shoot length was measured as 89.39 cm from the control application, 86.48 cm from the PGPR application and 77.03 cm from the vermicompost application, and the difference between the applications was found to be significant. The average tree crown volume was measured as 1.52-2.43 m³ and the highest value was obtained from control and PGPR application. Plant stem diameter and leaf area unaffected by the applications. The effect of the applications to the number of plant roots (46-80 number / plant), root diameter (7.88-10.45 mm) and total dry matter weight of the root (28.79-31.63) were similar values.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 66-71, 2024

Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) ve Solucan Gübresi Uygulamalarının Mürver'in (*Sambucus nigra* L.) Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 28.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mürver Rizobakteri Vermikompost Bitki gelişimi Yaprak özellikleri</p>	<p>Araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü arazisinde, 'Tokat-1' Mürver genotipine uygulanan kontrol, PGPR bakterileri ve solucan gübresinin bitkisel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Uygulamalara göre, yazlık sürgün sayıları yaklaşık 14-20 adet/bitki olarak bulunmuş ve uygulamalar arasında istatistiksel bir fark olmamıştır. Sürgün boyu en uzun, kontrol uygulamasından 89,39 cm, PGPR uygulamasına 86,48 cm ve solucan gübresi 77,03 cm olarak ölçülmüş ve uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Ağaç taç hacmi ortalaması 1,52-2,43 m³ olarak ölçülmüş ve en yüksek değer kontrol ve PGPR uygulamasından elde edilmiştir. Bitki gövde çapı ve yaprak alanı, uygulamalara göre değişmemiştir. Bitki kök sayısı (46-80 adet/bitki), kök çapı (7,88-10,45 mm) ve kök toplam kuru madde ağırlığına (%28,79-31,63) uygulamaların etkisi benzer bulunmuştur.</p>

^a mehmetsakar15@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-4926-7887>

^b oznur.ozatasever@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-8372-5327>



Giriş

Geçmiş yıllardan beri endüstriyel ve sosyal uygulamalarda kullanılan ve antik dönemlerden beri kültürünün yapıldığı bilinen mürver (*Sambucus nigra* L.), *Rosales* takımı *Caprifoliaceae* (hanımeligiller) familyasına ait bir türdür (Gerçekcioğlu, 2013; Saatçioğlu ve Görgün, 2012). Alternatif tıpta *Sambucus nigra* L. Avrupa alttürlerinin tüm bitki parçalarından; temizleyici, idrar söktürücü, hemostatik etkisinden faydalanılmış ve ayrıca diyabet, soğuk algınlığı ve grip gibi üst solunum yolu enfeksiyonlarında da çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Sambucol® gibi mürver meyvesi şurupları son yıllarda popüler hale gelmiş ve klinik çalışmalarda grip hastalığına karşı etkinlik göstermiştir (Tundis ve ark., 2018; Öz Atasever, 2022).

Ülkemizde ve dünyada tarımsal uygulamalarda verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla yapılan, fazla miktarda ve bilinçsiz uygulanan kimyasal gübreler hem ürün kalitesinde azalmaya hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır (Güneş ve ark., 2012). Bu tür gübrelerin toprağa tek başına uygulanmasının (organik katkı olmadan), toprağın toplam mikrobiyal aktivitesini, gözenekliliğini ve partikül yoğunluğunu önemli ölçüde azalttığı, besinlerin aşırı sızmasına ve tuzluluğun neden olduğu bitki stresine neden olabileceği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Lim ve ark., 2014; Manivannan ve ark., 2009).

Verimi ve kaliteyi arttırmak amacıyla tarımsal üretimde yararlanılan kimyasalların uzun zamanda çıkarabileceği hasarın farkına varan araştırmacılar kimyasalların yerine kullanılabilir çözümler arayışı içine girmişlerdir. “İyi Tarım Uygulamaları”, “Organik Tarım”, “Entegre Mücadele” gibi sentetiklerin girdisini en aza indirmeyi hedef alan çalışmalar araştırmalarda geniş yer almaktadır (İmriz ve ark., 2014).

Bitkiler, gelişme ve büyüme dönemlerinde toprakta bulunan mikroorganizmalar (bakteri ve mantar) ile etkileşim halindedirler. Birçok bitki türünün rizosferinde bulunan azot fiksasyonu ve nodülasyon gibi farklı mekanizmalarla bitki gelişimine önemli faydalar sağlayan, toprakta da serbest yaşayan mikroorganizmalar PGPR olarak isimlendirilir (Seymen ve ark., 2019).

PGPR’lerin bitki gelişimindeki uyarıcı etkisi, besinlerden yararlanmayı kolaylaştırma, zararlı mikroorganizmaların engellemesi, büyüme hormonlarında olan etkileri ve biyolojik kontrol gibi başlıklar altında birleştiği görülmektedir (Çakmakçı, 2004). Ayrıca bitkilerde kuraklık stresine karşı bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin, çeşitli araştırmalarda tolerans kazandırmada fayda sağlayabileceği bildirilmektedir (Samancıoğlu ve Yıldırım, 2015).

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler ilk önce tohumla aşılantayken daha sonra bitki köklerine kolonize olup, bitki gelişimine katkı yaptığı tespit edilmiştir. Rizobakterilerin bitkilerin kökleriyle pozitif etkileşime girerek bitkilerin gelişmesinde önemli rol oynamakta aynı zamanda, bitkilerin topraktan besin alınımını artırarak, kimyasal kullanımını azaltmakta olduğu bildirilmiştir (Seymen ve ark., 2019).

Solucan gübresi ise son dönemler de agroekolojiler tarafından sıkça gündeme gelmekte ve gittikçe kullanımı artmaktadır. Solucan kompostu oksijenli ortamda

solucanlar tarafından organik maddenin ayrıştırılmaya uğratılması ile elde edilmektedir. Solucan gübresinin yüksek değerlikte olmasının nedeni, bu gübrenin bitkiler için hemen alınabilir ya da yararlanılabilir formda olması ayrıca bakteri, fungus gibi yararlı mikroorganizmaları içermesidir. Solucan gübresinin bitki gelişimini hızlandıran organik bileşikleri içermesinden dolayı bitkilerin fitohormon aktivitesini yükselterek hastalıklara karşı direnci de arttırdığı bildirilmektedir. Aslında solucan gübresinin, suda kolaylıkla çözünebilen zengin bir makro ve mikro besin kaynağı, vitaminler, enzimler, antibiyotikler, büyüme hormonları ve hareketsizleştirilmiş mikroflora içerdiği bilinmektedir. Vermikompost yalnızca besin ve organik madde kaynağı olarak görev yapmakla kalmaz, aynı zamanda topraktaki mikrobiyal popülasyonun büyüklüğünü, biyolojik çeşitliliğini ve aktivitesini de artırabilir. Toprağın yapısını, besin dönüşümünü olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Gupta ve Garg 2008; Prabha 2009; Karaçal ve Tüfenkçi, 2010; Lim ve ark., 2014; Kara Özbek ve Dalkılıç, 2017).

Bu çalışmada; iyi tarım uygulamaları kurallarına uygun olarak yapılan mürver yetiştiriciliğinde PGPR’lerin ve solucan gübresinin etkinlikleri değerlendirilmiş vejetatif parametrelerine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın bitki materyalini, 1 yaşında Tokat yöresinden selekte edilen ‘Tokat-1’ Mürver genotipi (*Sambucus nigra* L.) oluşturmuştur. Denemede Erbaa Canbolat Yaylasından (ekim-dikim yapılmayan bir arazi) Prof. Dr. İsa Karaman tarafından alınarak sıvı ortamda (Borth) yetiştirilen bakteriler kullanılmıştır. Solucan gübresi materyali olarak Rivo® marka katı solucan gübresi kullanılmıştır. Solucan gübresinin besin elementi içeriği olarak C/N % 14.14, çinko 216 mg/kg, demir 2.065 mg/kg, mangan 271,9 mg/kg, toplam fosfor P 7.259 mg/kg, (P₂O₅ % 1,66), kalsiyum 25.090 mg/kg, kükürt 6.535 mg/kg, magnezyum 6.559 mg/kg, organik madde % 66,53, pH 8.14, toplam azot % 2.1825 ve suda çözünür potasyum 12.810 mg/kg (suda çözünür K₂O: % 1.54) değerlerine sahiptir. Her bir uygulama ağacın taç izdüşümüne toprağa karıştırılarak verilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018).

Yöntem

Bakteri süspansiyonunun hazırlığı ve uygulaması

Denemede bakteriler ekim-dikim yapılmayan bir araziden (Doğal bir ortamdan, Erbaa Canbolat Yaylası) alınarak (İsa Karaman tarafından) sıvı ortamda (Borth) yetiştirilmiştir. Laboratuvar ortamında hazırlanan ve steril edilen matriks adı verilen toz karışım ile mikroorganizmaların kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. 4 farklı grup altında toplanmıştır. Her gruptan 4.5 g bakteri tozu alınarak, toplamda 18 g bakteri tozu elde edilmiştir ve 1 L suda 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Hazırlanan solüsyonun yoğunluğu 1ml-10⁵ cfu olarak bildirilmiştir. Solüsyon bitki başına eşit şekilde ayarlanarak, bitkinin taç iz düşümünün en yakın kılcal köklerin bulunduğu yerlere olacak şekilde, her ağacın taç iz düşümüne verilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018).

Bakteri ve solucan gübresi uygulama şekli

Kontrol; Azotlu gübre – amonyum nitrat tek dönemde, her tekerrürde 128 g olacak şekilde uygulanmıştır. Solucan gübresi; 3 farklı dönemde (yaklaşık 1 ay aralıkla) her tekerrürde toplamda 1,5 kg (750+500+250) olacak şekilde uygulanmıştır. Solucan gübresi ve bakteri uygulaması birlikte; 3 farklı dönemde (yaklaşık 1 ay aralıkla) her tekerrürde toplamda 1,5 kg solucan gübresi (750+500+250), 3 farklı dönemde (10 gün aralıkla) her tekerrürde toplamda 150 ml (50+50+50) bakteri solüsyonu olacak şekilde bitkilere verilmiştir. Sadece bakteri uygulaması ise yine 3 farklı dönemde (10 gün aralıkla) her tekerrürde toplamda 150 ml (50+50+50) olacak şekilde uygulanmıştır.

1. Kontrol (Azotlu gübre – amonyum nitrat) (128gr) Tek Dönem
2. Solucan gübresi uygulaması
750 gr solucan gübresi
500 gr solucan gübresi
250 gr solucan gübresi
3. Solucan gübresi ve bakteri uygulaması
750 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
500 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
250 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
4. Bakteri uygulaması (150 ml)

Çalışmada vegetatif gelişme parametreleri olarak; taç hacmi (m³), sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), oluşan yazlık sürgün sayısı (adet/ağaç), gövde çapı (mm); yaprak özelliklerinin belirlenmesinde, yaprak klorofil içeriği ((Konica Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus), yaprak alanı (ADC Bio Scientific Area meter) ve yaprak bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Yaprak örneklerinin besin maddesi analizleri için alınan örnekler laboratuvarında temizlenerek kurutulmuş ve öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Alınan yaprak örneklerinde N, P, K, Ca, Mg ve Na analizleri yanında, toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri yapılmıştır. Bitki yapraklarında toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri; nitrik asit ile yaş yakma yönteminden elde edilen

süzükte ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) de belirlenmiştir (Halvin ve Soltanpour, 1980).

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Denemede verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması DUNCAN'a göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, bakteri ve solucan gübresi uygulamalarının ölçümleri yaprak dökümünden sonra dinlenme dönemi içerisinde yapılmıştır.

Bazı Vegetatif Özelliklerin Belirlenmesi

Ağaç taç hacmi ortalaması üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmamıştır. Taç hacmi ortalaması 1,52-2,43 m³ olarak ölçülmüş ve en yüksek değer kontrol (2,43 m³) ve PGPR (2,36 m³) uygulamasından elde edilmiştir. Yıllar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yıl ortalaması 0,42 m³, ikinci yıl 3,61 m³ olarak belirlenmiştir. Bitkilerin sürgün çapı değerlerinde uygulamalar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılığın sürgün çapı üzerindeki etkilerinin istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama sürgün çapı 1. yıl 8,11 mm olarak, 2. yıl ise 10,23 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1)

Ortalama sürgün boyu verileri incelendiğinde; yıllar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli olurken, uygulamalar arasındaki farklılık ise (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuştur. En uzun sürgün boyu kontrol grubunda (89,39 cm), daha sonra PGPR (86,48 cm) ve solucan gübresi (77,03 cm) uygulamasında tespit edilirken, en kısa sürgün boyu Solucan+PGPR (71,30 cm) uygulamasında ölçülmüştür. Yıllar arasındaki ortalamalar incelendiğinde, ikinci yıl sürgün boyu tüm uygulamalarda artmış, ilk yıl 63,28 cm ve ikinci yıl 98,93 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Ortalama taç hacmi (m³) ve gövde çapının (mm) yıl ve uygulamalara göre değişimi

Table 1. Variation of average crown volume and stem diameter according to year and treatments

Uygulamalar	Ortalama Taç hacmi (m ³)			Ortalama Sürgün çapı (mm)		
	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama
Kontrol	0,30	4,56	2,43 ^{OD}	8,89	10,30	9,60 ^{OD}
Solucan	0,28	3,22	1,75	7,66	11,03	9,35
Solucan + PGPR	0,32	2,72	1,52	7,78	9,75	8,76
PGPR	0,79	3,94	2,36	8,11	9,84	8,98
Ortalama	0,42 b**	3,61 a		8,11 b**	10,23 a	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01), OD Önemli değil

Çizelge 2. Ortalama sürgün boyu (cm) ve oluşan yazlık sürgün sayısının (adet) yıl ve uygulamalara göre değişimi

Table 2. Variation of average shoot length and number of summer shoots formed according to year and treatments

Uygulamalar	Ortalama Sürgün boyu (cm)			Ortalama yazlık sürgün sayısı (adet)		
	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama
Kontrol	69,43	109,35	89,39 a*	4,67	34,33	19,50 ^{OD}
Solucan	57,21	96,86	77,03 ab	4,78	35,44	20,11
Solucan+ PGPR	59,28	83,32	71,30 b	5,00	22,89	13,94
PGPR	66,79	106,17	86,48 ab	4,67	27,33	16,00
Ortalama	63,18b**	98,93 a		4,78 b**	30,00 a	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0,01); OD Önemli değil

Çizelge 3. Yaprak yüzey alanının (cm²) ve klorofil değerinin (SPAD ccl) uygulamalara göre değişimiTable 3. Variation of leaf surface area (cm²) according to treatments

Uygulamalar	Yaprak yüzey alanı (cm ²)		Yaprak klorofil değeri (SPAD ccl)		
	2.Yıl	1. Zaman	2. Zaman	3. Zaman	Ortalama
Kontrol	371,62	29,20	27,47	26,19	27,62 a**
Solucan	346,82	24,43	24,20	23,02	23,89 b
Solucan + PGPR	337,71	25,09	27,73	27,71	26,84 a
PGPR	359,64	25,01	30,83	27,78	27,87 a
Ortalama	353,95	25,93	27,56	26,18	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01), ÖD Önemli değil

Oluşan yazlık sürgün sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Sürgün sayısı ortalaması en fazla solucan gübresi uygulamasında (20,11 adet) gözlemlenmiştir. Yıl × uygulama interaksyonu da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılık (P<0,01) düzeyinde önemli olmuş ve birinci yıl 4,78 adet/bitki, ikinci yıl 30 adet/bitki olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin ve vermikompostların bitki türlerinin vejetatif özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. PGPR uygulamalarının eşme ayva çeşidinde ağaç taç hacmini, sürgün sayısı ve sürgün boylarını ilk yıla göre ikinci yılda artırdığı bildirilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018). Karakurt ve ark. (2010), farklı bakteri ırkları uygulamalarının kayısı çöğürlerinde yıllık sürgün çapı ve yıllık sürgün sayısını ilk yıla göre ikinci yılda artırdığını tespit etmişlerdir. İpek ve ark. (2018), ahudududa ve Karakurt (2012), vişnede PGPR uygulamalarının sürgün çapını artırdığını tespit etmişlerdir. Elma fidanlarında bitki büyümesini teşvik edici bakteri uygulamalarının kontrole göre fidan boyunu artırdığı (Coşkun 2011), ‘Deveci’ armut çeşidinde bakteri uygulamalarının sürgün boyunu artırdığı bildirilmiştir (Arıkan ve ark., 2018). “Granny Smith” elma çeşidinde üç farklı bakteri suşu (Bacillus M3, Bacillus OSU-142 ve Microbacterium FS01) ve kombinasyonları uygulamalarının sürgün uzunluğu ve sürgün çapı gibi vejetatif parametrelerde önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir (Karlıdağ ve ark., 2007). Farklı bakteri kombinasyonlarının BA29 anacına aşılı deveci armut çeşidinde ait fidanlarda vejetatif gelişim özelliklerinin incelendiği çalışmada; uygulamaların fidan boyu, gövde çapı ve sürgün uzunluğunu artırdığı tespit edilmiştir (Erdoğan ve Koç 2018). Elmada farklı anaç kombinasyonlarında bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkisi olumlu olarak belirlenmiş ve uygulamaların yaprak alanında %9,97’ye, sürgün uzunluğunda %26,72’ye kadar artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Yıldız ve ark., 2022).

Yaprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Bakteri ve solucan gübresi uygulamalarının yaprak gelişimi ve besin maddesi içeriklerine etkilerini incelemek için yapraklar, ağacın bütün yöneylerinden olmak üzere yazlık sürgünlerin orta yaprakları alınarak yapılmıştır. Klorofil değeri ölçümleri ise vejetasyon döneminde her bir bitkiden 15 gün ara ile 3 farklı zamanda alınan yaprak örnekleri ile yapılmıştır. Araştırmamızda uygulamaların yaprak yüzey alanına etkilerine uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde ortalama yaprak yüzey alanının en

düşük Solucan+ PGPR uygulamasında 337,71 cm² olarak belirlenmiştir. 3 farklı zaman da ölçülen yaprak klorofil değerinde ise zamanlar arasındaki ortalama değerlerin istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki ortalamalara bakıldığında ise istatistiki açıdan (P<0,01) düzeyinde önem tespit edilmiştir. Solucan gübresi (23,89 ccl) en düşük sonucu verirken, diğer uygulamalar benzer etkiyi göstermişlerdir (Çizelge 3).

Karakurt ve ark. (2010), farklı bakteri ırklarının kayısı çöğürlerine iki yıl uygulamaları sonucunda yaprak alanında ilk yıla göre ikinci yıl verilerinin artış göstermiş olduğunu belirlemişlerdir. Ahudududa PGPR uygulamalarının yaprak alanını kontrole göre daha fazla artırdığı tespit edilirken (İpek ve ark., 2018), Vişnede rizobakterilerin yaprak alanını artırmada istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Arıkan, 2012). Gerçekcioğlu ve ark 2018, eşme ayva çeşidinde PGPR uygulamalarının yaprak klorofil değerinde yıllar arasındaki istatistiki farklılığı önemli bulurken, uygulamalar arasındaki farklılığı önemsiz tespit etmişlerdir. Erdoğan ve Koç (2018), farklı bakteri kombinasyonlarında armut fidanlarının yaprak klorofil değerlerinin istatistiki açıdan önemli olmadığını belirlemişlerdir. Yıldız ve ark. 2022, elmada farklı anaç kombinasyonlarında, bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkilerini olumlu olarak tespit etmiş ve yaprakların SPAD değerlerinde %8,42’ye kadar artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Yaprak makro besin elementi içerikleri incelendiğinde yaprak N içeriği diğer uygulamalara göre istatistiki olarak (P<0,05) düzeyinde önemli olarak tespit edilmiş, Fosfor (P), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) içeriğine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Azot (N) yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler solucan + PGPR uygulamasından 3 mg/L, PGPR uygulamasından 2,26 mg/L ve kontrol uygulamasından 2,19 mg/L olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Mikro besin elementlerinden Zn, Na ve Fe bitki besin elementi analizlerinde uygulamaların etkisi istatistiki açıdan (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuştur. Zn yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler PGPR uygulamasında 68,71 mg/L, kontrol uygulamasında 45,57 mg/L ve solucan gübresi uygulamasında 39,10 mg/L olarak, Na yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler kontrol, PGPR ve solucan gübresi uygulamalarında (0,020 mg/L, 0,019 mg/L ve 0,018) olarak ve Fe yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler solucan gübresi (193,97 mg/L) ve PGPR (165,30 mg/L) uygulamasından elde edilmiştir. Bakır (Cu) ve mangan (Mn) içerikleri açısından uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge5).

Çizelge 4. Uygulamaların yaprak makro besin elementi içeriklerine etkisi (mg/L)

Table 4. Effect of treatments on leaf macronutrient contents

Uygulamalar	N	P	K	Mg
Kontrol	2,19 ab*	1,12	1,32	1,98
Solucan	0,85 b	1,53	1,41	1,95
Solucan + PGPR	3,00 a	1,60	1,35	2,05
PGPR	2,26 ab	1,38	1,37	1,99
Ortalama	2,07	1,41	1,36	1,99

Uygulama(N): * Uygulama(P,K,Mg):ÖD Önemli değil; *: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P≤0,05)

Çizelge 5. Uygulamaların yaprak mikro besin elementi içeriklerine etkisi (mg/L)

Table 5. Effect of treatments on leaf micronutrient contents

Uygulamalar	Cu	Mn	Zn	Na	Fe
Kontrol	13,86	174,90	45,57 ab*	0,020 a*	128,86 bc*
Solucan	15,73	193,16	39,10 ab	0,018 ab	193,97 a
Solucan+PGPR	15,15	167,58	20,15 b	0,014 b	100,00c
PGPR	17,44	170,56	68,71 a	0,019 a	165,30 ab
Ortalama	15,54	176,55	43,38	0,018	147,04

Uygulama(Zn, Na, Fe): * Uygulama (Cu, Mn): ÖD; *: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P≤0,05)

Çizelge 6. Uygulamaların bazı kök özellikleri üzerine etkisi

Table 6. Effect of treatments on some root properties

Uygulamalar	Kök Sayısı (adet)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Çapı (mm)	Kök Toplam Kuru Madde Oranı (%)
Kontrol	80,67 ^{ÖD}	80,01 ^a	10,45 ^{ÖD}	31,63 ^{ÖD}
Solucan	59,00	71,37 ^b	7,87	28,83
Solucan + PGPR	46,33	65,63 ^b	8,74	28,79
PGPR	57,67	70,19 ^b	8,05	30,06
Ortalama	60,92	71,80	8,78	29,83

Uygulama (kök uzunluğu):*; *Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0,05) ÖD: Önemli değil

Ayrıca yaprak besin elementi analizlerinden kalsiyum (Ca) analizi yapılmış fakat değerler alınmamıştır. Toprak pH'nın düşük olması, toprakta bulunan Ca miktarı ve Ca ile rekabet halinde bulunan iyonların (K, Mg, NH₄) fazla olması gibi faktörler bitkide Ca alınımını etkilemektedir. Kökler tarafından alınan Ca'nın meyveye ulaşması ağaç büyüklüğüne bağlı 2-4 yıl arasında gerçekleşmektedir (Uçgun ve ark., 2017).

Yapılan çalışmalarda, vermikompostun toprağa uygulandığında, azotlu bileşiklerin yavaşça parçalanarak bitkinin büyüme dönemi boyunca sabit bir N kaynağı sağladığını, bunun da toprakta daha fazla N bulunabilirliği ve daha sonra alımı ile bağlantılı olabileceği bildirilmiştir. Vermikompost ve Azotobakter ilavesi ile, toprağın fiziksel durumunu iyileştirmekte ve toprağın nem tutma özelliğinin artmasıyla bitkiler tarafından su emiliminin artmasına yol açarak yapraklarda daha fazla N birikmesine katkıda bulunmaktadır (Lim ve ark., 2014). Vermikompost, nitratlar, değiştirilebilir fosfor ve çözünebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bitkiler tarafından kolaylıkla alınan formlarda besin maddelerini içermektedirler (Lim ve ark 2014). Elde edilen bulgularda yaprağın N, P ve Mg içeriklerinin solucan +PGPR uygulamalarında daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.) Ayrıca yapılan farklı çalışmalarda Gerçekcioğlu ve ark. (2018), PGPR'lerin ayvada P, K ve Zn yaprak besin elementi içeriklerinde istatistiki açıdan önemli bulgular elde ederken, Mn, Cu, Na, Mg ve Ca yaprak besin elementleri açısından önemsiz sonuçlar elde etmiştir. Erdoğan ve Koç (2018), armut fidanlarında PGPR uygulamalarının N, P, Mg, Mn ve Zn yaprak besin elementleri içeriğine etkilerini istatistiki açıdan önemli bulurken, Fe, Cu, Ca ve K yaprak

elementleri içeriğine etkilerini ise önemsiz bulmuşlardır. Atılğan ve ark. (2019), kirazda bakteri ve kompost çayı uygulamalarında, ilk yılda, uygulamalara bağlı olarak kontrole göre P, K, Na, ikinci yılda ise Fe içeriği bakımından istatistiksel farklılık tespit etmişlerdir. Rhizobakteri uygulamasında farklı elma fidanı-anaç kombinasyonlarında, uygulamaların yaprak besin maddesi içeriğine etkisi çeşitlere göre farklı olup, N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu elementleri önemli bulunurken, B yaprak besin elementi önemsiz olmuştur (Yıldız ve ark., 2022).

Bazı Kök Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kök ölçümleri, yaprak dökümünden sonraki dönemde yapılmıştır. Kök uygulamalarında, kök uzunluğu bakımından uygulamalar arasında istatistiki açıdan farklılık (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuş ve en iyi sonuç Kontrol (80,01 cm) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Kök sayısı, kök çapı ve kök toplam kuru madde oranı bakımından uygulamalar arasında farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 6).

Yapılan çalışmalarda Karakurt ve ark. (2010), PGPR uygulamalarının kayısı çöğürlerinin yan kök sayısında artış gözlemlerken, yan kök çapına etki etmediğini gözlemlenmiştir. Kınık ve Çelikel (2017), kuşburnu çeliklerine rizobakteri uygulamalarının köklenme oranı, kök yumağı eni, kök boyu ve ana kök sayısına etkilerini incelemişler ve genel olarak bakteri uygulamaları; köklenme kalitesini (kök yumağı eni, kök boyu ve ana kök sayısı) arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde PGPR'lerin kök gözlemleri üzerinde çalışmamızdan daha iyi ve benzer bulgular tespit edildiği görülmektedir.

Sonuç

Kimyasal girdi kullanımını azaltmaya yönelik, meyvecilik alanında yapılan bakteri uygulamalarında, başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir. Mürverde Tokat ekolojisinde hem PGPR hem de solucan gübresi uygulamalarının bitkisel özellikler üzerine olumlu etkiler yaptığı görülmüştür. Fakat PGPR + Solucan gübresi kombine uygulamasında bitki vegetatif özellikleri bakımından sistenildiği kadar başarılı bir sonuç elde edilememiştir. Meyvecilikte bu tür uygulamaların etkin sonuçlarının alınmasının zaman aldığı bilinmektedir. Fakat yaprak besin maddesi bakımından en iyi uygulamalar PGPR ve PGPR + solucan gübresi uygulamaları olmuştur. Kimyasal gübre kullanımını azaltmak açısından yaprak besin elementi içeriğinde Solucan + PGPR uygulaması inorganik gübrelerle birlikte, mürver yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak uygulanabilir görülmektedir.

Bilgi

Bu çalışma yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

Arıkan, Ş. (2012). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) Vişnede Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Atılğan, H., Mısırlı, A., Özaktan, H., Şen, F., Acarsoy Bilgin, N. (2019). Bakteri ve Kompost Çayı Uygulamalarının Salihli Kiraz Çeşidinde Meyve Özellikleri, Verim ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2019, 56 (4): 409-416.

Coşkun, N. (2011). Bitki Büyümesini Artırıcı Riobakteriler (Bbar) Ve Perlan (Ba+Ga4+7) Uygulamalarının, M9 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitleri Fidanlarında Dallanma Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi.

Çakmakçı, R. (2004). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 36 (1), 97-107, 2005 ISSN 1300-9036.

Erdoğan, U., Koç, A. (2018). Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri Uygulamalarının Armut Fidanlarının Vejetatif Gelişim Özelliklerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2018) 35 (Ek Sayı), 13-22.

Arıkan, Ş., Eşitken, A., İpek, M., Pırlak, L., Turan, M., Dönmez MF. (2018). Bitki Büyümesini Artıran Rizobakteri (BBAR) Uygulamalarının Kireçli Toprak Şartlarında Yetiştirilen Deveci Armut Çeşidinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2018) 35 (Ek Sayı), 54-56.

Gerçekcioğlu, R. (2013). Mürveryemişi. Üzümsü Meyveler. Eğitim Yayınları No:1. S. 383-402.

Gerçekcioğlu, R., Ertürk, A., Öz Atasever, Ö. (2018). Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde (Cydonia vulgaris L.) Bitki gelişmesi Üzerine Etkileri. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG) 35, 89-96. DOI: 10.13002/jafag4506

Gupta, R., Garg, VK. (2008). Stabilization of primary sewage sludge during vermicomposting. J Hazard Mater 1530:1023 – 1030.

Güneş, A., Turan, M., Şahin, F., Haliloğlu, K. (2012). Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı. <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/2J7CIFof-16122012-31.pdf> Erişim tarihi: 13/12/2018.

Halvin, JL., Soltanpour, PN. (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.

İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, MN., Yakışır, E., Okur, O. (2014). Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)*LER Ve Etki Mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR, Cilt:12, Sayı:2, S:1-19.

İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. (2018). Bitki Gelişimini Artırıcı Rizobakterilerin “Heritage” Ahududu (Rubus idaeus L.) Çeşidinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. YYÜ TAR BİL DERG. 2018, 28(1): 42-48.

Kara Özbek, C., Dalkılıç, Z., (2017). Üç Yapraklı Portakal Çöğürlerinin Büyümesi Üzerine Mikoriza ve Solucan Gübresinin Etkisi, Nagami Kamkatı Aşı Kalemelerinin Kobalt-60 Işınlamasına Dayanımının Belirlenmesi ve Farklı Genotiplerin RAPD Belirteçleri ile Tanımlanması . Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 14 (1) , 1-7 . DOI: 10.25308/aduziraat.304139

Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş. (2010). Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar Ve Gübre - Çevre İlişkisi.

Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Şahin, F. (2010). Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bazı Bakteri Strainlerinin ‘Şekerpare’ Kayısı Çöğürlerinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1), 7-12, 2010 Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 41 (1), 7-12, 2010 ISSN: 1300-9036.

Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Şahin, F. (2007). “Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of apple”, Scientia Horticulture, 114: 16-20.

Kınık, E. ve Çelikel, F.G. (2017). Bakteri ve Oksin Uygulamalarının Kuşburnu Bitkisinin Çelikle Çoğaltılması Üzerine Etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(13): 1714-1719, 2017.

Lim, S.L., Wu, T.Y., Lim, P.N., Shak, K.P.Y. (2014). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. J. Sci. Food Agric., 95: 1143-1156. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>

Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G. and Ranganathan, L.S. (2009). Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity – beans (Phaseolus vulgaris). J Environ Biol 30: 275– 281.

Öz Atasever, Ö. (2022). Ticari Gelişim Potansiyeli Olan Bir Meyve Türü ‘Mürver’ (Sambucus nigra L.). Tarıma Farklı Boyutlardan Sosyo - Ekonomik Bakış Ve Karsal Kalkınma. Iksad Publications – 2022. S 77-85. ISBN: 978-625-6380-23-3

Prabha, M.L. (2009). Waste management by vermitechnology. Ind J Env Prot 29 : 795 – 800

Saatçioğlu, G., Görgün, G. (2012). Mürver Ağacı (Sambucus L.) Ve Önemli Elderberry, Sambucus L. And Its Importance. Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Bursa. Uludağ Arıcılık Dergisi Mayıs 2012. S. 68-69.

Samancıoğlu, A., Yıldırım, E. (2015). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Bitkilerde Kuraklığa Toleransı Arttırmadaki Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(1):72-79 (2015).

Seymen, M., Can, H., Kal, U. (2019). The Role and Current Status of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Vegetable Cultivation. 2nd International Turkish World Engineering and Science Congress, November 7-10, 2019, S184-193

Tundis, R., Loizzo, M.R., Bonesi, M., Sicari, V., Ursino, C., Manfredi, I., Conidi, C., Figoli, A., Cassano, A. (2018). Concentration of Bioactive Compounds from Elderberry (Sambucus nigra L.) Juice by Nanofiltration Membranes. Plant Foods for Human Nutrition (2018) 73:336-343.

Uçgun, K., Altındal, M. ve Cansu, M. (2017). Elma Ağaçlarında Yaz Budamasının Meyve ve Yaprakların Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi. Toprak Su Dergisi, 2017, Özel Sayı: (71-75).

Yıldız, E., Yaman, M., Ercisli, S., Sumbul, A., Sonmez, O., Gunes, A., Bozhuyuk, M.R., Kviklyk, D. 2022. Effects of Rhizobacteria Application on Leaf and Fruit Nutrient Content of Different Apple Scion–Rootstock Combinations. Horticulturae. 2022; 8(6):550. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060550>