



Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR) Uygulamalarının Kalancho (Kalanchoe blossfeldiana) Çeliklerinde Köklenme ve Fide Kalitesine Etkisi

Araştırma Makalesi/Research Article

Atıf İçin: Dalda Şekerci, A., Ünlü, E. (2023). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR) Uygulamalarının Kalancho (Kalanchoe blossfeldiana) Çeliklerinde Köklenme ve Fide Kalitesine Etkisi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 6(1):73-78
To Cite: Dalda Şekerci, A., Ünlü, E. (2023). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Applications on Rooting and Seedling Quality of Cuttings Kalanchoe (Kalanchoe blossfeldiana). Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 6(1):73-78

Akife DALDA ŞEKERCİ^{*}, Emel ÜNLÜ¹

¹Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kayseri-Türkiye

^{*}sorumlu yazar: akifedalda@erciyes.edu.tr

Akife DALDA ŞEKERCİ, ORCID No: 0000-0001-8554-6501, Emel ÜNLÜ, ORCID No: 0000-0002-1047-7828

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 15.03.2023

Revizyon Tarihi: 30.03.2023

Kabul Tarihi: 30.03.2023

doi: 10.55257/ethabd.1265770

Anahtar Kelimeler

Süs bitkisi, Kalancho, PGPR

Keywords

Ornamental plant, Kalanchoe, PGPR

Özet

Crassulaceae familyasına ait çok yıllık sukulent bir bitki olan kalancho (*Kalanchoe blossfeldiana*) yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan saksılı bitkilerdendir. İlkbaharda yeşil çelikler ile çoğaltılan kalancho hastalık ve zararlılara hassas bir tür olup, vejetatif çoğaltma esnasında bitki kayıpları oluşmaktadır. Çelikle üretilen türlerde kök oluşumunu hızlandırmak ve kaliteli bir kök gelişimi sağlamak için bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR) uygulamalarından yararlanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında 3 farklı uygulama gerçekleştirilmiş olup, daha önce tanımlanan ve IAA (indol asetik asit) gen varlığı PCR (polymerase chain reaction) analizleri ile tespit edilen *Bacillus* spp. türüne ait rizobakteriler aktifleştirilerek iki farklı bakteri formülasyonu hazırlanmıştır; Formülasyon 1 (*Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* karışımı), Formülasyon 2 (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus* spp ve *Bacillus cereus* karışımı) ve 1000 ppm IBA (indol bütirik asit) uygulaması kalancho (*Kalanchoe blossfeldiana*) yeşil çeliklerine daldırma ile uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde rizobakteri uygulamalarının kalancho yeşil çeliklerinde köklenme ve fide kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Köklenme oranı, kök boyu, fide boyu, fide yaprak sayısı ve fide yaş ağırlığı parametrelerinde kontrol grubuna kıyasla, istatistiksel olarak önemli seviyede artış elde edilmiştir. Yeşil çelik köklenme oranı kontrole göre %30 artış sağlarken, fide boyu ve yaprak sayısında 2 kat, fide yaş ağırlığında ise kontrole kıyasla yaklaşık 4 kat artış sağlanmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde, *Bacillus* spp. türlerine ait bakteriyel grupların süs bitkilerinde köklenme ve fide kalitesi üzerinde önemli pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Applications on Rooting and Seedling Quality of Cuttings Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*)

Abstract

Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*), a perennial succulent plant belonging to the Crassulaceae family, is one of the widely cultivated potted plants. Kalanchoe reproduced with green cuttings in spring is a sensitive species to diseases and pests, and plant losses occur during vegetative propagation. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) applications, which promote plant growth, are used to accelerate root formation and to provide a quality root development in species produced with cuttings. Within the scope of this study, 3 different applications were carried out, and two different bacterial formulations were prepared by activating rhizobacteria belonging to *Bacillus* spp. Formulation 1 (*Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* mixture), Formulation 2 (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus* spp. and *Bacillus cereus* mixture) and 1000 ppm IBA (indole butyric acid) were applied to the green cuttings of Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*) by dipping. As a result of the results obtained, it has been determined that rhizobacteria applications have positive effects on rooting and seedling quality of Kalanchoe green cuttings. A statistically significant increase was obtained in rooting rate, root length, seedling height, seedling leaf number and seedling fresh weight parameters compared to the control group. While the rooting rate of green cuttings increased by 30% compared to the control group, the seedling height and number of leaves increased by 2 times, and the seedling fresh weight increased by approximately 4 times compared to the control group. As a result of the findings, it was determined that bacterial groups belonging to *Bacillus* spp. species had significant positive effects on rooting and seedling quality in ornamental plants.

1. GİRİŞ

Kalanchoe, Crassulaceae familyasına ait çok yıllık etli bir bitkidir. *Kalanchoe* cinsi tropikal iklime sahip bölgelerde, çoğunlukla Madagaskar, Doğu ve Güney Afrika, Güney Amerika, Hindistan, Arap Yarımadası ve Güneydoğu Asya'da doğal olarak yayılış göstermektedir (Descoings, 2006). *Kalanchoe* cinsi yaklaşık 140 tür içerir ve türler doğada yarı çalı, çalı ve nadiren küçük ağaçlarda büyüme gösterir (Descoings, 2006; Currey and Erwin 2011; Kahraman ve ark., 2021). Son dönemlerde daha çok ilgi görmeye başlayan *Kalanchoe* cinsi içinde ticari yetiştiriciliği en çok yapılan tür *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln'dır. Kalanço, kalın ve etli kısımlara (özellikle yapraklara) sahip olan sukulent bitkilerden olup, kurak iklim ve toprak koşullarına dayanıklıdır ve yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Bu bitkiler, yaprakları veya gövdeleri gibi bitki kısımlarında kolayca su depolayabilirler (Kahraman ve ark., 2021). Kalanço, Avrupa'da yaygın olarak yetiştirilen saksı bitkisidir (Christensen ve ark., 2008; García-Sogo ve ark., 2010). Çiçek renkleri kırmızıdan sarıya, turuncuya, somona, pembeye ve ara tonlara olmak üzere çok geniş skalaya sahiptir. Çiçek açabilmeleri için belli bir süre karanlıkta bırakılması gereken kısa gün bitkileri olan kalanço çiçekleri, bakımının kolay olmasının yanı sıra uzun yaşam süremeleri ve çiçekte kalma sürelerinin uzun olması sebebiyle de çok talep görmektedir (Mackenzie et al., 2018; Cui ve ark., 2019).

Kalanço bitkileri serada aralık ayından itibaren çiçek açmaya başlayarak, çiçeklenmesi 6-8 hafta sürer ve ilkbaharda çeliklerden çoğaltılarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (García-Sogo ve ark., 2010). Çelikle çoğaltma, alındığı bitki ile yeni üretilen bitkinin aynı genetik yapıya sahip olması sebebiyle süs bitkilerinin vejetatif çoğaltımında yoğun olarak kullanılmaktadır. Birçok faktör çelikle üretim yöntemini olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Çelik alınacak anacın yaşı ve özellikleri, çeliğin alındığı mevsim ve çeliğin tipi, çeliğin dikilmesine kadar geçen sürede muhafaza koşulları, köklenmeyi hızlandırmada kullanılan kimyasal maddeler, köklendirme ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri, köklenme ortamının sıcaklığı, fungal enfeksiyonlara karşı kullanılan sterilizasyon maddeleri, sislemeye kullanılan suyun kimyasal özellikleri faktörlerin başlıcalarıdır (Kızmaz, 1996). Çelikle üretilen türlerde kök oluşumunu hızlandırmak ve kaliteli bir kök gelişimi sağlamak için çeşitli kimyasallar ve hormon uygulamaları yapılmaktadır. Ancak son yıllarda sürdürülebilir tarım için önemli araçlar olan mikroorganizmaların, bitki hastalıklarının biyo-kontrolü, bitki gelişimini teşvik etme, biyo-gübreleme, çelikle köklendirme gibi alanlarda kullanımlarına yönelik araştırmalar artmıştır (Antoun ve Prevost, 2006; Ünlü ve ark., 2023). Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, bitkisel üretimde kullanılan önemli yararlı mikroorganizmaların başında bakterilerin geldiği rapor edilmiştir (Higa ve Paar, 1994; Bloenberg ve Luktenberg, 2001; Eşitken ve ark., 2003). Yapılan çalışmalarda, *Bacillus*,

Pseudomonas, *Agrobacterium*, *Streptomyces* ve *Alcaligenes* türüne ait rizobakteri uygulamalarının ve Indol Asetik Asit (IAA) üreten gen bölgesine sahip bazı bakterilerle birlikte uygulanan IBA'nın odun çeliklerinde köklenmeyi teşvik ettiği belirlenmiştir (Eşitken ve ark., 2003; Kınık ve Çelikel, 2017). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler araştırmacılar tarafından çok çeşitli ortamlarda yüksek adaptasyon, daha hızlı büyüme oranları nedeniyle toprak ekosistemine yerleşmede başarılı rizobakteriler olarak görülmüş ve doğal genetik potansiyele sahip olması sebebiyle tarımsal üretimde kullanılacak önemli bir bileşen olarak kabul edilmişlerdir (Sezen ve Külekçi, 2020).

Rizobakteriler, genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitkinin gelişimini desteklerken, bitkiye zarar verebilecek mikroorganizmaların gelişimine de engel olmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ağır metalleri çözümlene yetenekleri, etilen seviyesinin düşürülmesi, azot fikse etme ve fosfor bağlama özelliklerinin yanı sıra, fitohormonları üretilen rizosferdeki mikrobiyal dengeyi düzenlemede ve mineral madde alımını kolaylaştırarak, bitki gelişimini olumlu yönde teşvik etmede rol oynamaktadırlar (Ünlü ve ark., 2023). Aynı zamanda da bakteriyel, fungal hastalıklar ile nematod zararlarını engelleyerek, viral hastalıkların gelişimini inhibe ederler (Sıddıqui, 2006). Ayrıca toprakta serbest formda bulunan PGPR'lara kıyasla aşılama yapılarak uygulanan PGPR'ların bitkinin daha fazla canlı kalmasını sağladığı ve bitki köklerinde daha iyi kolonize oldukları belirtilmiştir (Glick, 1995).

Bitki gelişimini arttıran rizobakteri uygulamaları, toprağın ve su kaynaklarının korunması ve tarımsal sürdürülebilirlik, çevre kirliliğine neden olan pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerinin azaltılması, hastalık ve zararlı kontrolü, bitki tarafından besin alımının artırılması, bitkideki biyotik/abiyotik faktörlerin yarattığı stresin azaltılması gibi imkanlar sunmaktadır (Ünlü ve ark., 2023). Ek olarak, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler köklenmenin teşviki ve bir örnek kaliteli fide üretiminin daha kısa sürede sağlanması bakımından da avantajlar sunmaktadır (Ruzzi ve Aroca, 2015). Yapılan bu çalışmada ise *Bacillus* spp. türüne ait rizobakterilerden hazırlanan iki farklı rizobakteri formülasyonunun (Formülasyon 1 (*Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* karışımı), Formülasyon 2 (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus* spp ve *Bacillus cereus* karışımı)) ve 1000 ppm IBA (indol bütirik asit) uygulamasının kalanço (*Kalanchoe blossfeldiana*) yeşil çeliklerinin köklenmesine ve fide kalitesine olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel materyal

Bitkisel materyal olarak *Kalanchoe blossfeldiana* türüne ait anaç bitkilerden, üzerinde sürgün ucu ve

besleyici iki-üç yaprak bırakılarak hazırlanan tepe çelikleri kullanılmıştır.

2.2. Bakterilerin Hazırlanması

Erciyes Üniversitesinde daha önce tanımlanan ve IAA (indol asetik asit) gen varlığı PCR analizleri ile tespit edilen bakteriler bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir (Ünlü ve ark., 2023). Daha önce tanımlanmış olan ve stok kültür olarak -80°C de muhafaza edilen *Bacillus* spp. türüne ait bakteriler (Çizelge 1) aktifleştirilerek bu çalışmada

kullanılmıştır. Bakterilerin aktivasyonu ve yetiştirilmesi için kullanılmış ortamlar; 1. Nutrient Agar (NA) ortamı (pH 6,8 ± 0,2): 20 g katı besiyerinin 1 litre distile su içinde süspanse edilmesi suretiyle hazırlanmış, 15-20 dakika boyunca 121°C'de otoklavlayarak steril edilmiştir. 2. Nutrient Broth (NB) sıvı ortamı (pH 6,8 ± 2): 8 g katı ortamın 1 litre distile su içinde çözündürülmesi ve 121 °C'de 15-20 dakika otoklav edilmesi suretiyle hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan, stok bakteri şuşlarından aktifleştirilerek oluşturulan formülasyonlar

Uygulamalar	Bakteri kodu	Bakteri adı	Oranı
Formülasyon 1	61.29 e	<i>Bacillus subtilis</i> *	1/2
	33b	<i>Bacillus cereus</i> *	1/2
Formülasyon 2	2B-2-2 (NR_043403)	<i>Bacillus thurigiensis</i> ** <i>Bacillus</i> spp.**	1/3
	2B-3-1 (NR_112780)		1/3
	74-8	<i>Bacillus cereus</i> *	1/3
IBA	İndol Bütirik Asit		1000 ppm

*MALDI TOF ile tanımlı

**Sanger dizileme ile tanımlı NCBI kayıt numaraları

2.3. Bakterilerin İnokülasyon Çalışmaları için Çoğaltılması

Bakteriler NA ortamına öze yardımıyla ekilerek 24 saat 35 °C'de inkübe edilmiştir. Ardından aktifleşen bakterilerden tek koloni alınarak NB ortamına ekilerek bir gece çalkalamalı inkübatörde 180 rpm'de 35 °C'de bekletilmiştir (Yılmaz, 2010). Bakteri solüsyonları 3x10⁸ dozunda hazırlanmıştır.

2.4. Bakterilerin Çeliklere Uygulanması ve Dikim

Kalanço bitkilerine ait bir örnek yapıdaki yeşil çelikler, iki formülasyonda hazırlanmış bakteri ve IBA uygulamasına tabi tutulmuştur. Çelikler dikim öncesi bakteri solüsyonuna 5 dakika süreyle daldırma yapılmıştır. Dikim sonrasındaki ilk iki sulama, 1 litre sulama suyu içerisine 5ml bakteri karıştırılarak yapılmıştır. Hormon uygulamasında ise 1000 ppm IBA içerisine 3 saniye süreyle yeşil çelikler daldırılarak dikim yapılmıştır. Kontrol grubu bitkilere herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Yetiştirme ortamı olarak 45 gözlü viyoller içerisinde 1:1 torf: perlit karışımı kullanılmıştır. Her tekerrürde 5 kalanço çeliği olacak şekilde, 3 tekerrürlü olarak deneme tasarlanmıştır.

2.5. İstatistiksel Analizler

Farklı bakteri ve hormon uygulamalarının köklenme ve fide kalitesi üzerine olan etkilerini belirlemek için, ölçüm ve gözlemler 10. haftanın

sonunda kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular SAS (versiyon 9.00) istatistik programında varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar DUNCAN testi ile 0.05 ve 0.001 anlamlılık seviyelerinde karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kalanchoe bitkilerinde çelikle çoğaltım yaygın kullanılan bir yöntemdir. Ancak bitkilerin sukulent yapıda olması fungal ve bakteriyel hastalıkları da beraberinde getirmekte ve fide kayıplarına yol açmaktadır. Sukkulent bitkilerde köklenmeyi teşvik edici uygulamalar önemlidir. Yapılan bu çalışmada daha önce tanımlanan ve IAA (indol asetik asit) gen varlığı PCR analizleri ile tespit edilen bakterilerden hazırlanan iki farklı rizobakteri formülasyonu (Formülasyon 1 (*Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* karışımı), Formülasyon 2 (*Bacillus thurigiensis*, *Bacillus* spp ve *Bacillus cereus* karışımı)) ve 1000 ppm IBA (indol bütirik asit) uygulaması kalanço (*Kalanchoe blossfeldiana*) yeşil çeliklerinin köklenmesine ve fide kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Elde edilen bulgular neticesinde, PGPR bakteri uygulamalarının etkisiyle, kalanço çeliklerinde köklenme %90 üzerine çıkmıştır. Çeliklerin yüzde doksandan fazlası kök oluşturarak fideye dönüşmüştür. Kontrol gruplarında köklenme %70

olurken, IBA uygulamalarında ise %62 köklenme oranı ile istatistiksel olarak en az köklenme kaydedilmiştir (Çizelge 2, Şekil 1). Kalanço yeşil çeliklerinden elde edilen fidelerde 10. Hafta sonunda kökler yıkanarak, kök boyu ölçülmüş olup, 1. bakteri formülasyonunda en uzun kök boyu tespit edilirken, en düşük kök boyu ise kontrol grubunda elde edilmiştir.

Bu çalışmada, 1. bakteri formülasyonu uygulaması fide boyunu istatistiksel olarak önemli seviyede arttırmış ve 9.2 cm fide boyu ile en uzun fideler elde edilmiştir. Kontrol grubu ise 4.2 cm ile en küçük fide

boyuna sahip olmuştur (Çizelge 2, Şekil 1). Fide yaprak sayısına da PGPR bakteri uygulamaları olumlu etki yapmış olup kontrol grubuna göre istatistiksel olarak 3 kata kadar fide yaprak sayısını arttırmıştır. Benzer şekilde fide yaş ağırlığında da kontrol grubuna göre yaklaşık 4 kat kadar artış elde edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 1). Bu çalışma sonucunda, PGPR bakterilerinin köklenmeyi kısa sürede teşvik ederek, kök hacmini arttırması neticesinde fide kalitesini de arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. *Bacillus* spp. türüne ait rizobakterileri ve IBA uygulamalarının kalançoda çelik köklenme oranı ve fide özelliklerine etkisi

Uygulama	Çelik Köklenme oranı (%)	Kök boyu (cm)	Fide boyu (cm)	Fide Yaprak sayısı (adet)	Fide yaş ağırlığı (g)
1B	92 ^a	5.71 ^a	9.20 ^a	18.80 ^a	11.22 ^a
2B	100 ^a	4.39 ^a	5.72 ^b	15.82 ^a	6.61 ^b
IBA	62 ^b	4.92 ^a	6.14 ^b	11.21 ^b	4.00 ^c
Kontrol	70 ^b	2.43 ^b	4.21 ^b	9.13 ^b	3.20 ^c
CV	11.95	31.69	26.40	21.77	24.26
LSD	12.9	1.84	2.22	3.99	2.03

Uygulama sonuçlarına genel olarak bakıldığında, en yüksek köklenme oranları PGPR bakteri uygulamaları ile elde edilmiş olup, rizobakteri uygulamaları ticari olarak yoğun kullanılan IBA köklenme hormonuna göre istatistiksel olarak önemli

bir artış sağlamıştır. Fide kalitesinde ise, 1. bakteri formülasyonu (*Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* karışımı) kısa sürede yüksek kalitede fide eldesinde başarılı olmuştur.



Şekil 1. *Bacillus* spp. türüne ait rizobakteri ve IBA uygulamalarının kalanço fide gelişim özelliklerine ait görsel

PGPR bakteri uygulamaları son zamanlarda süs bitkileri alanında da yoğun talep görmeye başlamıştır. Ticari hormon kullanımlarına alternatif olarak doğal yoldan köklenmeyi ve bitki gelişimini teşvik ettiği

yapılan pek çok çalışmayla ortaya koyulmuştur. Bazı ticari değeri yüksek süs bitkilerinde PGPR bakteri uygulamaları ile hem köklenmede hem de agronomik özellikler üzerinde olumlu etkiler olduğu belirtilmiştir.

Farklı familyalara ait süs bitkilerinde Asteraceae (Kasımpati, Yıldız çiçeği, Zinna) ve Geraniaceae (Sardunya) (Göre ve Altın, 2006); Iridaceae (Glayöl) ve Oleaceae (Yasemin) (Damodaran ve ark., 2014) ve Solanaceae (Petunya) (Hoda ve Mona, 2014) çalışmalar yürütülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre türüne ait bakterilerin köklenme, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığında önemli oranda artış sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, daha önce yapılan bazı çalışmalar ile benzer olup, pek çok süs bitkisinde PGPR uygulamalarının köklenme üzerine olumlu etkileri ortaya koyulmuştur. Zinna çiçeğinde *P. fluorescens* bakteri suşunun köklenmeyi artırıcı etkisi olduğu belirtilmiştir (Yuen ve Schroth, 1986). Alev çalışmada ise sürgünlerinin erken köklenmesini sağlamak için indol-3-butirik asit ile kombinasyon halinde *Azospirillum brasilense* suşları kullanılmış ve erken dönemde köklenmeyi teşvik ettiği belirtilmiştir (Larraburu ve diğerleri, 2007). Yapılan bir başka çalışmada, *Forsythia intermedia* (Altın çanağı) bitkisinden alınmış odun çeliklerinin köklendirilmesinde *Agrobacterium rubi* ve *Serratia liquefaciens* bakterilerinin kök yaş ve kuru ağırlığının artışında önemli ölçüde etkili olduğunu belirtilmiştir (Kır, 2010). Benzer bir çalışmada ise *Rosa canina*' da en yüksek köklenme oranının *Bacillus megaterium* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterileri uygulaması sonucu elde edildiği belirtilmiştir (Kınık, 2014). Sezen ve ark. (2014) tarafından *Agrobacterium rubi*, *Pseudomonas putida* ve *Bacillus subtilis* bakteri türlerinin *Ficus benjamina* L. çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri belirlenmiş ve *Bacillus subtilis*'un diğer bakteri türlerine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kalanşo da yürütülmüş olan bu çalışmada, kök gelişiminin teşvik edilmesini takiben, fide kalitesinde artış olduğu belirlenmiştir. Kalanşo çeliklerinden elde edilen fidelerde, fide boyu, fide yaş ağırlığı ve fide yaprak sayısında kontrole kıyasla yüksek bir artış tespit edilmiştir. Şimdiye kadar yürütülen çalışmalar süs bitkilerinin bitkisel özellikleri ve çiçeklenme durumları, çiçekte kalma süreleri ve yumru oluşturma durumları üzerinde de rizobakterilerin etkileri olduğunu göstermektedir. Kasımpati ve yıldız

çiçeğinde *Pseudomonas fluorescens* bakteri suşunun bitki boyu, yaprak yüzey alanı ve bitki başına çiçek sayısı gibi bitkisel özellikler üzerindeki olumlu etkileri bildirilmiştir (Göre ve Altın, 2006). Petunya da yürütülen bir çalışmada ise bitki boyu, yaprak alanı, sürgün ve kök kuru ağırlığı, çiçeklenme tarihi, çiçek/dal sayısı ve çiçeklenme süresi *Azospirillum* ve *Bacillus* türü rizobakteri uygulamaları ile artış göstermiştir (Hoda ve Mona, 2014). Parlakova Karagöz (2018) rizobakteri ve kimyasal gübre kombinasyonlarının Atatürk çiçeğinde morfolojik özellikler üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmiştir. Benzer çalışmalarda ise, antoryum (Padmadevi ve ark., 2004), sardunya (Mishra ve ark., 2010), lale (Parlakova, 2014), glayöl (Damodaran ve ark., 2014), yasemin (Jayamma ve ark., 2014), aynısefa (Arab ve ark., 2015) ve siklamen (Girgin, 2019) gibi türlerde PGPR uygulamalarının agronomik özellikler üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirten çalışmalar ortaya koyulmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda, araştırmacılar tarımsal üretimde verimi ve kaliteyi arttırmak için kullanılan sentetik kimyasalların olumsuz etkilerini azaltmak için entegre bir yaklaşım arayışına girmiştir. Bitki gelişimini arttıran rizobakteri uygulamaları, toprağın ve su kaynaklarının korunması, çevre kirliliğine neden olan pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması, hastalık ve zararlı kontrolü, bitki tarafından besin alımının artırılması, bitkideki biyotik/abiyotik faktörlerin yarattığı stresin azaltılması gibi birçok avantaj sunarlar.

Son zamanlarda yürütülen çalışmalar ile, PGPR'lerin süs bitkilerinin çelikle köklenme, bitki boyu, yaprak alanı, sürgün ve kök kuru ağırlığı, çiçeklenme tarihi, çiçek/dal sayısı ve çiçeklenme süresi gibi parametreleri artırıcı etkiler yaptığı ortaya koyulmuştur. Yapılan bu çalışma ile, *Bacillus* spp. türlerine ait bakteri suşları ile hazırlanan 2 farklı bakteri formülasyonunun, ticari hormon (IBA) ve kontrol gurubuna göre kalanşo çeliklerinde köklenme ve fide kalitesi üzerinde önemli pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Antoun, H., Prévost, D. (2006). Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. PGPR: Biocontrol and biofertilization, 1-38.
- Arab, A., Zamani, G. R., Sayyariand, M. H., Asili, J. (2015). Effects of chemical and biological fertilizers on morpho-physiological traits of marigold (*Calendula officinalis* L.). European Journal of Medicinal Plants, 8(1), 60-68.
- Bloemberg, G. V., Lugtenberg, B. J. (2001). Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. Current opinion in plant biology, 4(4), 343-350.

- Christensen, B., Sriskandarajah, S., Serek, M., Müller, R. (2008). Transformation of *Kalanchoe blossfeldiana* with rol-genes is useful in molecular breeding towards compact growth. Plant Cell Reports, 27, 1485-1495.
- Cui, J., Kuligowska Mackenzie, K., Eeckhaut, T., Müller, R., Lütken, H. (2019). Protoplast isolation and culture from *Kalanchoe* species: optimization of plant growth regulator concentration for efficient callus production. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 138, 287-297.
- Currey, C. J., Erwin, J. E. (2011). Photoperiodic flower induction of several *Kalanchoe* species and ornamental characteristics of the flowering species. HortScience, 46(1), 35-39.

- Damodaran, T., Rai, R. B., Jha, S. K., Kannan, R., Pandey, B. K., Sah, V., Sharma, D. K. (2014). Rhizosphere and endophytic bacteria for induction of salt tolerance in gladiolus grown in sodic soils. *Journal of plant interactions*, 9(1), 577-584.
- Descoings, B. (2006). Le genre *Kalanchoe*, structure et définition. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France*, 33, 3-28.
- Parlakova Karagöz F. (2018). Bitki büyüme teşvik edici rizobakteri izolatları ile kimyasal gübre kombinasyonlarının Atatürk çiçeği (*Euphorbia pulcherrima* L.)'nde bitki gelişim parametrelerine etkisi (Doktora tezi).
- Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ., Şahin, F. (2003). Effect of indole-3-butyric acid and different strains of *Agrobacterium rubi* on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(1), 37-42.
- García-Sogo, B., Pineda, B., Castelblanque, L., Antón, T., Medina, M., Roque, E., Cañas, L. A. (2010). Efficient transformation of *Kalanchoe blossfeldiana* and production of male-sterile plants by engineered anther ablation. *Plant cell reports*, 29, 61-77.
- Girgin, E. (2019). Rizobakterilerin ve kimyasal gübrenin *Cyclamen persicum* bitkisinin gelişimi üzerine etkileri (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109-117.
- Göre, M. E., Altın, N. (2006). Growth promoting of some ornamental plants by root treatment with specific fluorescent pseudomonads. *J. Biol. Sci.*, 6(3), 610-615.
- Higa, T., Parr, J. F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1). Atami: International Nature Farming Research Center.
- Hoda, E. E., Mona, S. (2014). Effect of bio and chemical fertilizers on growth and flowering of *Petunia hybrida* plants. *American journal of plant physiology*, 9(2), 68-77.
- Jayamma, N., Naik, N. M., Jagadeesh, K. S. (2014). Influence of biofertilizer application on growth, yield and quality parameters of jasmine (*Jasminum auriculatum*). In *Proceeding of International Conference on Food, Biological and Medical Sciences (FBMS-2014)* (pp. 28-30).
- Kınık, E. (2014). Bazı Odunsu Süs Bitkilerinin Çelikle Çoğaltılmaları Üzerine Oksin, Mikoriza ve Bakteri Uygulamalarının Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 87.
- Kınık, E. D., Çelikel, F. G. (2017). Bakteri ve oksin uygulamalarının kuşburnu bitkisinin çelikle çoğaltılması üzerine etkileri.
- Kır, Ö. (2010). Ekonomik öneme sahip bazı süs çalılarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Van*.
- Kızmaz, M. (1996). Bazı yapraklı ağaç türlerinin vejetatif yolla üretilmesi üzerine araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*.
- Larraburu, E. E., Carletti, S. M., Rodríguez Cáceres, E. A., Llorente, B. E. (2007). Micropropagation of photinia employing rhizobacteria to promote root development. *Plant Cell Reports*, 26, 711-717.
- Mackenzie, K. K., Lütken, H., Coelho, L. L., Kaaber, M. D., Hegelund, J. N., Müller, R. (2018). *Kalanchoe. Ornamental Crops*, 453-479.
- Mishra, R. K., Om, P., Mansoor, A., Anupam, D. (2010). Influence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the productivity of *Pelargonium graveolens* L. Herit. *Recent research in science and technology*, 2(5), 53-57.
- Padmadevi, K., Jawaharlal, M., Vijayakumar, M. (2004). Effect of biofertilizers on floral characters and vase life of anthurium (*Anthurium andreaeanum* Lind.) cv. Temptation. *South Indian Horticulture*, 52(1/6), 228.
- Parlakova, F. (2014). Azot fiksasi ve fosfat çözücü bakterilerin lale çeşitlerinin bitkisel gelişimi, soğan sayısı, kalitesi ve mineral madde içeriğine etkisi (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ruzzi, M., Aroca, R. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 124-134.
- Sezen, I., Kaymak, H. Ç., Aytatlı, B., Dönmez, M. F., 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.
- Sezen, İ., Külekçi, E. A. (2020). Süs Bitkilerinin Gelişim Parametreleri Üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakterilerin Etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 9-20.
- Siddiqui, M. I., Hussain, S. A. (2007). Effect of indole butyric acid and types of cuttings on root initiation of *Ficus hawaii*. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(4), 919.
- Ünlü, E., Şekerci, A. D., Yılmaz, S., Yetişir, H. (2023). Field trial of PGPR, *Bacillus megaterium* E-U2-1, on some vegetable species. *Journal of Applied Biological Sciences*, 17(1), 125-137.
- Yılmaz, S. (2010). Molecular characterization of *Bacillus thuringiensis* strains isolated from various habitats and their use against some harmful insects. *Erciyes University Research Information System: Erciyes University*.
- Yuen, G. Y., Schroth, M. N. (1986). Interactions of *Pseudomonas fluorescens* strain E 6 with ornamental plants and its effect on the composition of root-colonizing microflora. *Phytopathology*, 76(2), 176-180.