



The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Mycorrhiza Applications on The Growth of *Zinnia elegans* L. and *Dahlia variabilis* L.#

Onur Sefa Alkaç^{1,a}, Sabriye Belgüzar^{2,b,*}, Zeliha Kayaaslan^{3,c}, Esat Tuncel^{1,d}, Sümeyye Aldırmaz^{2,e}

¹Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

²Horticulture Department, Agricultural Faculty, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

³Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Bozok University, Yozgat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
#This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022) Research Article Received : 02.11.2022 Accepted : 07.12.2022 Keywords: Plant Growth Promoting Rhizobacteria Mycorrhiza <i>Zinnia elegans</i> <i>Dahlia variabilis</i>	This study was carried out to determine the effects of plant growth-promoting rhizobacteria and mycorrhiza treatments on the development of <i>Zinnia elegans</i> L. 'Zesty' and <i>Dahlia variabilis</i> L. 'Figaro Violet' cultivars. In the study, a suspension was first prepared from bacterial isolates developed at 25±2 °C for 24 hours. The prepared suspensions were adjusted to an absorbance value of 0,3 at 600 nanometers in a spectrophotometer. <i>D. variabilis</i> seedlings were immersed in suspensions prepared from ZE-12, ZE-13 and ZE-12+ZE-13, <i>Z. elegans</i> seedlings were immersed in suspensions prepared from ZE-2, ZE-7, ZE-12, ZE-13, ZE-12+ZE-13 for 30 minutes. In addition, <i>Z. elegans</i> seedlings were kept in mycorrhiza prepared at a concentration of 5000 ppm for 10 seconds. At the end of the period, flower seedlings were planted in pots with a mixture of peat and perlite. As the control group, seedlings without rhizobacteria and mycorrhiza treatment were used in both cultivars. The experiment was established with 3 replications and 10 plants per replication. The applications made in the <i>D. variabilis</i> experiment remained the same as the control in all other parameters except root dry weight. ZE-13 application was effective on root dry weight. It was determined that the applications made in <i>Z. elegans</i> seedlings increased the flower stem thickness and the number of leaves, especially the ZE-13 application was the most effective application. In conclusion, with this study, it was revealed that rhizobacteria and mycorrhiza applications, which are of natural origin and do not harm the environment, have the potential to be used in ornamental plants cultivation, and that these applications should be expanded.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2737-2743, 2022

Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri ve Mikoriza Uygulamalarının *Zinnia elegans* L. ve *Dahlia variabilis* L.'in Gelişimine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
Araştırma Makalesi Geliş : 02.11.2022 Kabul : 07.12.2022 Anahtar Kelimeler: Bitki Gelişimini Teşvik Edenler Rhizobakteri Mikoriza <i>Zinnia elegans</i> <i>Dahlia variabilis</i>	Bu çalışma, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının <i>Zinnia elegans</i> L. 'Zesty' ve <i>Dahlia variabilis</i> L. 'Figaro Violet' çeşitlerinin gelişimleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak 25±2 °C'de 24 saat süre ile geliştirilen bakteri izolatlarından süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nanometrede 0,3 absorbans değerine ayarlanmıştır. <i>D. variabilis</i> fideleri ZE-12, ZE-13 ve ZE-12+ZE-13'den hazırlanan süspansiyonlara, <i>Z. elegans</i> fideleri ZE-2, ZE-7, ZE-12, ZE-13, ZE-12+ZE-13'den hazırlanan süspansiyonlara daldırılarak 30 dk bekletilmiştir. Ayrıca <i>Z. elegans</i> fideleri 5000 ppm'lik konsantrasyonda hazırlanan mikoriza içerisinde 10 sn bekletilmiştir. Süre bitiminde çiçek fideleri torf ve perlit karışımı bulunan saksılara dikilmiştir. Kontrol grubu olarak her iki çeşitte de rizobakteri ve mikoriza uygulaması yapılmamış fideler kullanılmıştır. Deneme, 3 tekrürlü ve tekrür başına 10'ar bitki olacak şekilde kurulmuştur. <i>D. variabilis</i> denemesinde yapılan uygulamalar kök kuru ağırlığı dışında diğer tüm parametrelerde kontrol ile aynı değerde kalmıştır. Kök kuru ağırlığında ZE-13 uygulaması etkili olmuştur. <i>Z. elegans</i> fidelerinde ise yapılan uygulamaların çiçek sap kalınlığı ve yaprak sayısında artış sağladığı özellikle ZE-13 uygulamasının en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile süs bitkileri yetiştiriciliğinde doğal kökenli olan ve çevreye zararı olmayan rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu, ayrıca bu uygulamaların yaygınlaştırılması gerektiği ortaya konulmuştur.

^a onursefa.alkac5018@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-1948-7627>

^b sabriye.yazici@gop.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-8892-0017>

^c zeliha.kayaaslan@bozok.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0001-7063-0073>

^d esat.tuncel@hotmail.com

^e <https://orcid.org/0000-0002-7256-9488>

^e smyyaldrmz1@gmail.com

^e <https://orcid.org/0000-0001-5598-5298>



Giriş

Asteraceae familyasına ait olan *Zinnia elegans* L. ve *Dahlia variabilis* L. Meksika kökenli çiçeklerdir ve çeşitli parlak renklerde çiçekleri ile dikkat çekerler (Hemmati ve Nikooei, 2017). *Z. elegans* (Kırlı Hanım Çiçeği) Dünya çapında tek yıllık olarak yetiştirilen aynı zamanda bazı çeşitleri kesme çiçek olarak kullanılabilen bir türdür (Stimart ve Boyle, 2007; Yasemin ve ark., 2020). *Z. elegans* çiçek, yaprak morfolojisi ve dilsli çiçeklerinin renkleri gibi fenotipik özellikleri dikkate alındığında geniş bir çeşitliliğe sahip olup bahçelerde veya peyzaj düzenlemelerinde de yaygın olarak kullanılabilir (Stimart ve Boyle, 2007; Yasemin ve ark., 2020). *D. variabilis* (Yıldız Çiçeği) ise yumrulu kökleri olan yarı dayanıklı ve çok yıllık bir süs bitkisidir (Malik ve ark., 2017). *D. variabilis* boyutu, şekli ve formu göze hitap eden bir çiçektir. Buna ilaveten yıldız çiçeği modern çiçekçilikte ve peyzaj endüstrisinde tercih edilen yaygın bir süs bitkisidir (Schneck ve ark., 2021).

Tarımsal faaliyetlerde daha kaliteli ürün elde edilmesine yardımcı olmak için bitkilerin gübrenmesi gerekmektedir (Verma ve ark., 2018). Ancak kimyasal gübrenin aşırı kullanımı, toprağın asitlenmesine veya toprak verimliliğinin azalmasına, yararlı böcek ve mikroorganizmaların yok edilmesine, ürünlerin hastalıklara karşı dayanıklılığının azalmasına ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olurken, toprakta da onarılamaz hasarlara neden olmaktadır (Chen, 2006; Verma ve ark., 2018). Bundan dolayı çevre dostu sürdürülebilir besin yönetimi uygulamaları hem kısa hem de uzun vadeli kullanımda toprak kalitesinin korunmasında ve özellikle ürünlerin verimini arttırmaktadır (Dinesh ve ark., 2013; Verma ve ark., 2018). Bu uygulamalar arasında bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler de yer almaktadır. Probiyotik bakteriler olarak da adlandırılan PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria)'lar rizosferde yaşayan heterojen bir mikroorganizma grubunu içermekte olup azotu bağlama, fosforu çözme, fitohormon ve enzim üretme gibi direk etkileri yanında bitkileri patojenik mikroorganizmalardan koruyarak dolaylı olarak bitki büyümesini teşvik etmektedir (İmriz ve ark., 2014; Singh ve ark., 2022). Biyogübre olarak değerlendirilen bu mikroorganizmalar *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerinde yer almaktadır (Çakmakçı, 2005). Özellikle bu PGPR'ların köklenmeyi teşvik edici etkileri olduğu da bildirilmiştir (Eşitken ve ark., 2003). Son yıllarda kivi (Ercişli ve ark., 2003), kuşburnu (Ercişli ve ark., 2004), elma (Karakurt, 2006), vişne (Eşitken ve ark., 2003) gibi meyvelerde PGPR'ların etkilerine yönelik çalışmalar yapılsa da süs bitkilerinde kullanımı oldukça sınırlıdır (Sezen ve Akpınar-Külekcı, 2020). Yapılan literatür taramalarında, süs bitkilerinden *Anthurium andreaeanum* Lind. ile yapılan bir çalışmada *Azospirillum* sp.'un flamingonun çiçek özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür (Padmadevi ve ark., 2004). Gül çeşitlerinde ise *Agrobacterium rubi* uygulaması güllerin kök yapısında gelişim sağlamıştır (Orhan ve ark., 2006). PGPR'lardan *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* ile yapılan başka bir çalışmada da *Pelargonium*

graveolens'in verimliliği kontrole göre oldukça artmıştır (Mishra ve ark., 2010). *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (Atatürk çiçeği) üzerinde de PGPR'ların bitki gelişimi ve kalite parametreleri açısından oldukça önemli etkiler sağladığı görülmüştür (Parlakova Karagöz, 2018).

PGPR'lara benzer şekilde mikorizalar da bitkiler için mineral besin elementleri ve su sağlaması açısından önemli bir kaynaktır. Simbiyotik yaşam kapsamında bitkiler de mikorizaya karbon sağlamaktadır (Almaca, 2014). Mikorizal funguslarda hif çok miktarda üretilerek, bitki kök yüzey alanını artırmakta ve böylece bu hifler aracılığı ile besin elementleri bitkinin üst organlarına taşınmaktadır (Li ve ark., 1991; Hooker ve Atkinson, 1996). Bu şekilde mikorizalar sayesinde bitkinin iyi bir kök oluşturması teşvik edilmekte ve bitkide gelişim daha iyi sağlanmaktadır. Buna ilaveten mikorizalar bitki patojenlerine ve ağır metal toksisitesi, tuzluluk gibi stres faktörlerine karşı da bitkiyi korur ve bitkide direnç sağlar (Almaca, 2014; Yeh ve ark., 2019). Mikorizaların farklı süs bitkilerinde sürgün kuru ağırlığını (Vosatka ve ark., 1999; Sramek ve ark., 2000), dal uzunluğu ve sayısını (Meir ve ark., 2010), çiçeklerin büyüklüğünü ve sayısını (Aboul-Nasr, 1995; Vosatka ve ark., 1999; Gaur ve ark., 2000; Perner ve ark., 2007; Asrar ve ark., 2012; Püschel ve ark., 2014) artırdığı, kök yapısını geliştirdiği (Püschel ve ark., 2014) çeşitli çalışmalar ile belirlenmiştir.

Bu çalışma ile, bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerden *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) ve ZE-12+ZE-13 uygulamalarının *D. variabilis* fidelerinde, ZE-12, ZE-13 ve ZE-12+ZE-13 uygulamalarına ilaveten *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7) ve mikoriza mantar uygulamalarının *Z. elegans* fidelerinde büyüme ve çiçeklenme üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

PGPR uygulamalarının *Dahlia variabilis* fidelerine etkisinin belirlenmesi (1. çalışma)

Çalışmanın bu kısmında bitkisel materyal olarak, Tasaco Tarım A.Ş. firmasından (Antalya, Türkiye) temin edilen Figaro Violet çeşidi *D. variabilis* L. tohumları kullanılmıştır. Firmadan temin edilen tohumlar torf ve perlit ortamında ekilmiş ve 40 gün sonra 4 gerçek yapraklı fideler çalışmada kullanılmıştır.

Çalışmada Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarında stok kültür olarak bulunan *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakteri izolatları kullanılmıştır. PGPR grubu içerisinde yer alan bu izolatlar daha önceki bir çalışmada Tokat ili biber üretim alanlarında sağlıklı biber bitkilerinin rizosfer bölgelerinden elde edilmiş olup, fosforu çözme, azotu bağlama özellikleri belirlenmiştir. Tütünde aşırı duyarlılık reaksiyon testi ve patatestte yumuşak çürüklük testleri ile patojen olmadığı belirlenmiş olup, MALDITIOF-MS tekniği ile tanısı konulmuştur (Kayaaslan, 2021). Çalışmada rizobakterilerin gelişimini sağlamak için besi yeri olarak Nutrient Agar (NA) kullanılmıştır. Nutrient broth ve gliserol içerisinde stok kültür olarak bulunan rizobakteri izolatları NA besi yerine çizilmiş ve 24 saat süre ile 25±2°C'ye ayarlanmış inkübatörde inkübasyona

bırakılmıştır. Saf kültür olarak gelişen izolatlarda koloniler toplanarak steril saf su içerisine alınmıştır. Hazırlanan bakteri süspansiyonunun yoğunluğu spektrofotometrede (PG Instruments T60 UV-Vis Spectrophotometer) 600 nanometrede 0,3 absorbans değerine ayarlanmıştır. Süspansiyonlar içerisine 30 dk süre ile daldırılan fideler daha sonra torf ve perlit (2:1) karışımı bulunan 2,5 L'lik saksılara (ağız çapı 16 cm, yükseklik 15 cm, taban çapı 13 cm) dikilmiştir. *D. variabilis* ile yapılan bu çalışmada, daha önceden tarafımızca *D. variabilis* tohumlarına yönelik yapılan Alkaç ve ark. (2022) çalışmasına göre etkili olan ZE-12 ve ZE-13 bakterileri tekli uygulama şeklinde ve ZE-12+ZE-13 ikili kombinasyon şeklinde uygulanmıştır. İlk uygulamadan bir ve iki hafta sonra sulama şeklinde 2. ve 3. uygulamalar (her bir bitkiye 50 ml olacak şekilde) yapılmıştır (Kayaaslan, 2021; Bayram ve Belgüzar, 2021; Alkaç ve ark., 2022). Kontrol grubu olarak rizobakterilerin uygulanmadığı saf suya daldırılan *D. variabilis* fideleri kullanılmıştır. Çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan süs bitkileri serasında yürütülmüştür. 500 m²'lik üst havalandırmaya sahip, ısıtmasız ve soğutmasız cam serada ortalama sıcaklık 24,2 °C ve ortalama nem %67 (Hobo Datalogger-HOBO U12-012, Onset, Amerika Birleşik Devletleri) olarak ölçülmüştür. Düzenli sulama ve bakım işlemlerinin yapıldığı denemede bitkisel ölçümler olarak, hasat öncesi bitki gövde çapı (toprak seviyesinin 1 cm üstünden ölçülmüştür ve mm cinsinden ifade edilmiştir), çiçek sayısı (adet), bitki boyu (toprak seviyesi ile bitkinin en üst kısmı arasındaki mesafe cm cinsinden ifade edilmiştir), çiçek çapı (mm), taze biyokütle (dal+sap+yaprak g cinsinden ifade edilmiştir), kuru biyokütle (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet), çiçeklenme süresi (fide dikiminden ilk çiçeklenmenin başlangıcına kadar olan süre gün olarak ifade edilmiştir) ve SPAD metre ile (SPAD 502-Plus, Konica Minolta) klorofil içeriği parametreleri alınmıştır.

PGPR ve mikoriza uygulamalarının *Zinnia elegans* fidelerine etkisinin belirlenmesi (2. çalışma)

Çalışmanın bu kısmında, Zesty çeşidi *Z. elegans* (Tasaco Tarım A.Ş. firması, Antalya) tohumları kullanılmıştır. *D. variabilis* ile yapılan uygulamalara (ZE-12, ZE-13, ZE-12+ZE-13) ek olarak 4 gerçek yapraklı *Z. elegans* fidelerine *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7) (Kayaaslan, 2021) uygulanmıştır. Rizobakterilerden solüsyon hazırlanması ve fidelere uygulanması *D. variabilis* fidelerine uygulandığı şekilde yapılmıştır. 600 nm'de 0,3 absorbans değerine ayarlanan bakteri süspansiyonlarına 30 dk daldırılan fideler torf ve perlit karışımı bulunan saksılara dikilmiştir. Günlük sulama ve bakım işlemleri takip edilen bitkilerde bir ve iki hafta sonra sulama şeklinde 2. ve 3. uygulamalar yapılmıştır. Kontrol fideleri sadece saf suya daldırılarak dikilmiştir.

Rizobakterilere ilaveten çalışmada *Z. elegans* fidelerine mikoriza mantarı uygulaması da yapılmıştır. Çalışmada kullanılan mikoriza Endo Roots Soluble firmasından temin edilmiş olup içerik olarak *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae*, *G. clarum*, *G. monosporum*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita*'ya sahiptir. 5000 ppm'lik konsantrasyonda 250 ml'lik cam kavanozlarda hazırlanan mikoriza solüsyona daldırılan fideler direk torf ve perlit karışımı bulunan saksılara

dikilmiştir (Alkaç ve ark., 2022). Kontrol grubu bitkileri ise 10 sn saf suya daldırılarak yetiştirme ortamına dikilmiştir.

D. variabilis ile aynı sera koşullarında yürütülen denemede bitkisel ölçümler olarak, *Z. elegans* bitkilerinde hasat öncesi çiçek çapı (mm), çiçek sayısı (adet), çiçek sap uzunluğu (cm), çiçek sap kalınlığı (mm), dal kalınlığı (mm), dal sayısı (adet), dal ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet), çiçeklenme süresi (fide dikiminden ilk çiçeklenmenin başlangıcına kadar olan süre gün olarak ifade edilmiştir) ve SPAD metre ile (SPAD 502-Plus, Konica Minolta) klorofil içeriği parametreleri alınmıştır. *Z. elegans* bitkilerinde vazo ömrü parametresi de alınmıştır. Vazo ömrü için çiçekler, dış taç yapraklar tamamen genişlediğinde ve bir sıra çiçek açtığında hasat edilmiştir. Benzer gövde kalınlığına ve çiçek boyutuna sahip çiçeklerin vazo içerisinde kalan yaprakları kopartılarak 250 mL saf su içeren vazolara alınmıştır. Vazo ömrü süresi, sapların kırılmasına, kahverengi veya solmuş yaprakların belirlenmesi ile sonlandırılmıştır (Kalinowski ve ark., 2022).

Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Araştırma sonucunda gelişme farkları kantitatif analiz yöntemiyle ölçülmüştür. Parametrelerdeki varyans analizi (One-Way Anova Testi) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi SPSS for Windows 26.0 programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel karşılaştırılmalarında $p < 0.05$ önem düzeyine göre harflendirme yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı Rizobakteri Türlerinin *Dahlia variabilis* Fidesinde Bitki Büyümesine Etkisi

Çalışmada uygulama yapılan *D. variabilis* fideleri 29 Nisan 2022'de dikilmiş, 16 Haziran 2022'de hasat edilmiştir. Uygulamaların *D. variabilis* bitki ve kök gelişimi üzerindeki etkisi Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi, yapılan uygulamaların belirtilen parametrelere etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Bitki gövde çapı 6,55-7,48 mm, çiçek sayısı 5,69-6,54 adet, bitki boyu 26,64-33,42 cm, çiçek çapı 74,75-79,96 mm, taze biyokütle 47,86-59,12 g ve kuru biyokütle 13,09-18,30 g aralığında olmuştur.

Yapılan literatür taramalarında, seçilen PGPR'ların *D. variabilis*'e etkisine yönelik çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Farklı bitkilerle ve farklı bakteri türleri ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, adaçayı bitkisinin farklı türlerinde PGPR'ların besin alımını ve fotosentetik kapasiteyi etkilemesi üzerine yapılan bir çalışma sonucunda *Pseudomonas* spp.'nin bitki boyunu artırdığı gözlemlenmiştir (Anbi ve ark., 2020). Lale çeşitlerinde *Pantoea agglomerans*, *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *Paenibacillus polymyxa* ve *Pseudomonas putida* bakterilerinin bitki boyuna etkisinde artış olduğu tespit edilmiştir (Parlakova Karagöz ve Dursun, 2019). Başka bir araştırmada sümbül fidelerinin *Paenibacillus polymyxa* izolatının bitki gövde çapını artırdığı (17,76 mm) tespit edilmiştir (Parlakova Karagöz ve ark., 2019).

Çizelge 1. Farklı rizobakteri türlerinin *Dahlia variabilis* fidelerinde bitki büyüme parametreleri üzerine etkileriTable 1. Effect of different rhizobacteria species on the plant growth parameters in *Dahlia variabilis* seedlings

Uygulamalar	BGÇ (mm)	ÇS (adet)	BB(cm)	ÇÇ (mm)	TB (g)	KB (g)
Kontrol	6,55±0,26	6,17±1,09	28,09±1,66	76,90±0,99	53,46±6,56	18,30±1,11
ZE-12	7,17±0,41	6,20±0,12	30,24±0,67	74,75±2,71	47,86±4,42	15,90±1,18
ZE-13	7,48±0,18	6,54±1,39	26,64±1,70	79,96±0,98	59,12±6,43	13,09±1,61
ZE-12+ZE-13	7,47±0,16	5,69±0,46	33,42±3,05	77,97±1,85	55,93±5,06	16,00±2,17
Önemlilik Düzeyi	0,126 ^{öd}	0,929 ^{öd}	0,452 ^{öd}	0,291 ^{öd}	0,579 ^{öd}	0,220 ^{öd}

BGÇ: Bitki Gövde Çapı (mm), ÇS: Çiçek Sayısı (adet), BB: Bitki Boyu (cm), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), TB: Taze Biokütle (g), KB: Kuru Biokütle (g), öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05), ±: Standard hata.

Çizelge 2. Farklı rizobakteri türlerinin *Dahlia variabilis* fidelerinde bitki kök gelişimi ve diğer bitki büyüme parametreleri üzerine etkileriTable 2. The effect of different rhizobacteria species on plant root development and other plant growth parameters in *Dahlia variabilis* seedlings

Uygulamalar	KYA (g)	KKA (g)	KU (mm)	SPAD	YS (adet)	ÇS (gün)
Kontrol	9,37±0,86	0,69±0,05ab	20,32±0,31	42,90±1,27	71,27±10,33	28,67±1,20
ZE-12	8,97±0,50	0,59±0,02b	20,63±1,96	43,70±3,43	62,68±9,72	28,67±1,20
ZE-13	10,89±1,26	0,80±0,01a	21,82±1,41	46,23±2,75	68,64±6,69	26,67±1,33
ZE-12+ZE-13	9,05±0,47	0,58±0,07b	17,79±0,42	42,67±2,55	69,80±3,82	29,00±1,00
Önemlilik Düzeyi	0,388 ^{öd}	0,021*	0,213 ^{öd}	0,764 ^{öd}	0,881 ^{öd}	0,526 ^{öd}

KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), KU: Kök Uzunluğu (cm), YS: Yaprak Sayısı (adet), ÇS: Çiçeklenme Süresi (gün), *: p <0.05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05), ±: Standard hata.

Çizelge 3. Farklı rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının *Zinnia elegans* fidelerinde bitki büyüme parametreleri üzerine etkileriTable 3. The effect of different rhizobacteria and mycorrhiza treatments on plant growth parameters in *Zinnia elegans* seedlings.

Uygulama	ÇÇ (mm)	ÇS (adet)	ÇSU (mm)	ÇSK (mm)	DK (mm)	DS (adet)	DA (g)	VÖ (gün)
ZE-2	70,04±0,30	2,17±0,22	28,09±0,13	4,59±0,13b	8,64±0,23	2,47±0,20	23,00±0,36	17,00±0,58
ZE-7	66,87±0,32	2,57±0,30	30,24±1,31	4,16±0,13b	8,58±0,10	2,93±0,18	21,30±0,84	15,67±1,20
ZE-12	72,04±2,01	2,20±0,15	26,64±1,02	4,42±0,38b	7,99±0,31	2,63±0,20	21,52±2,33	14,78±2,04
ZE-13	71,50±0,85	2,77±0,27	33,42±1,55	5,78±0,68a	7,97±0,15	2,77±0,15	29,04±3,03	19,89±2,58
ZE-12+13	69,97±1,75	2,80±0,10	25,91±3,25	4,69±0,12b	7,98±0,56	2,80±0,06	20,07±1,79	13,67±0,88
Mikoriza	68,51±1,08	2,77±0,38	30,85±1,29	4,35±0,05b	7,70±0,18	2,97±0,30	22,95±2,20	14,50±3,82
Kontrol	68,75±0,68	1,90±0,10	30,67±1,19	4,49±0,09b	7,66±0,70	2,17±0,07	20,97±0,27	18,17±2,05
ÖD	0,091 ^{öd}	0,096 ^{öd}	0,066 ^{öd}	0,043*	0,427 ^{öd}	0,080 ^{öd}	0,062 ^{öd}	0,421 ^{öd}

ÖD: Önemlilik düzeyi; ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), ÇS: Çiçek Sayısı (adet), ÇSU: Çiçek Sap Uzunluğu (cm), ÇSK: Çiçek Sap Kalınlığı (mm), DK: Dal Kalınlığı (mm), DS: Dal Sayısı (adet), DA: Dal Ağırlığı (g), VÖ: Vazo Ömrü (gün), *: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05), ±: Standard hata.

Yapılan uygulamaların *D. variabilis*'in kök gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde ise kök yaş ağırlığı, kök uzunluğu, SPAD değeri, yaprak sayısı ve çiçek sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemsiz bulunurken (P>0.05), kök kuru ağırlığının önemli olduğu belirtilmiştir (P<0.05). Yapılan çalışmada kök yaş ağırlığı 8,97-10,89 g, kök uzunluğu 17,79-21,82 mm, SPAD değeri 42,67-46,23, yaprak sayısı 62,68-71,27 adet ve çiçeklenme süresi 26,67-29,00 gün olarak değişmektedir. Kök kuru ağırlığında ise en yüksek ZE-13 uygulamasında (0,80 g), en düşük ZE-12+ZE-13 uygulamasında (0,58 g) olmuştur (Çizelge 2).

Benzer çalışmalara bakıldığında, endofitik bakterinin uygulandığı bir çalışmada, *Mirabilis jalapa* bitkisinde bakterilerin kök biyokütlesini %84 oranında artırdığı gözlemlenmiş ve bunun sonucunda da kök uzunluğunda artışlar olduğu belirlenmiştir (Mayerni ve ark., 2019). Yapılan başka bir çalışmada ise sümbül bitkisinde *Pseudomonas putida*, *Kluyvera cryocrescens*, *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus subtilis* bakterisi uygulaması sonucunda SPAD değerinde (50,02) artış olduğu gözlemlenmiştir (Parlakova Karagöz ve ark., 2019). Pirinçte *Bacillus thuringiensis* ve *Pseudomonas mosseli* bakterileri kullanılarak yapılan bir çalışmada da

sürgün ve kök biokütlesinde ve kök uzunluğunda olumlu bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Xiao ve ark., 2020). Gül çeşitlerinde yapılan bir çalışmada da *Agrobacterium rubi* uygulamasının fidanlarda yaş ve kuru kök ağırlığında istatistiksel olarak bir artış meydana getirdiği rapor edilmiştir (Orhan ve ark., 2006).

Farklı Rizobakteri ve Mikoriza Uygulamalarının *Zinnia elegans* Fidesinde Bitki Büyümesine Etkisi

Z. elegans fidelerinin 29 Nisan 2022'de dikimi, 13 Temmuz 2022'de hasadı gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamaların çiçek sap kalınlığı dışında diğer parametrelerde etkisiz olduğu belirlenmiş olup, istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (p>0.05). Çizelge 3'te görüldüğü üzere çiçek sap kalınlığı istatistiksel olarak önemli görülmüştür. En düşük çiçek sap kalınlığı ZE-7 uygulamasında (4,16 mm) saptanmıştır. En yüksek çiçek sap kalınlığı ZE-13 uygulamasında (5,78 mm) tespit edilmiştir. Çiçek çapı 66,87-72,04 mm, çiçek sayısı 1,90-2,80 adet, çiçek sap uzunluğu 25,91-33,42 mm, dal kalınlığı 7,66-8,64 mm, dal sayısı 2,17-2,93 adet, dal ağırlığı 20,97-29,04 g ve vazo ömrü 13,67-19,89 gün aralığında bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 4. Rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının *Z. elegans* fidelerinde bitki kök gelişimi ve bazı bitki büyüme parametreleri üzerine etkileri

Table 4. The effects of rhizobacteria and mycorrhiza treatments on plant root development and some plant growth parameters in *Z. elegans* seedlings

Uygulamalar	KYA (g)	KKA (g)	KU (mm)	SPAD	YS (adet)	BB (cm)
ZE-2	14,56±1,63	1,17±0,12	29,18±1,52	26,10±0,35	56,93±1,80c	39,78±0,88
ZE-7	8,31±2,17	1,12±0,04	24,37±0,96	26,60±0,82	62,73±1,27bc	39,23±2,73
ZE-12	10,93±1,68	1,23±0,05	29,90±0,47	26,40±0,29	54,87±1,28c	39,05±0,42
ZE-13	8,12±0,97	1,19±0,07	28,48±2,11	26,90±1,35	71,03±4,15a	44,37±1,67
ZE-12+13	13,99±1,22	1,41±0,17	27,83±1,56	27,00±0,60	61,10±3,69bc	37,99±2,22
Mikoriza	10,49±1,87	1,21±0,04	27,60±0,74	29,57±0,52	65,10±0,57ab	43,54±1,21
Kontrol	11,12±0,62	1,18±0,10	29,63±0,38	28,63±0,98	57,33±1,27c	39,91±0,92
Önemlilik Düzeyi	0,063 ^{öd}	0,509 ^{öd}	0,100 ^{öd}	0,060 ^{öd}	0,004 ^{**}	0,103 ^{öd}

KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), KU: Kök Uzunluğu (cm), YS: Yaprak Sayısı (adet), BB: Bitki Boyu (cm), **: P<0,01, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). ±: Standard hata.

Uygulamaların *Z. elegans*'in kök gelişimi üzerindeki etkisi ise Çizelge 4'de verilmiştir. Kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, SPAD değeri ve bitki boyu parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,01). Yapılan uygulamaların yaprak sayısı üzerindeki etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olduğu gözlemlenmiştir (P<0,01). Kök yaş ağırlığı 8,12-14,56 g, kök kuru ağırlığı 1,12-1,41 g, kök uzunluğu 24,37-29,90 mm, SPAD değeri 26,10-29,57 ve bitki boyu 37,99-44,37 cm verilen değerler aralığında saptanmıştır. Yaprak sayısı parametresinde en yüksek değer ZE-13 uygulamasında (71,03 adet), en düşük değer ZE-12 uygulamasında (54,87 adet) ölçülmüştür (Çizelge 4). ZE-12 ve ZE-2 uygulamaları hariç diğer tüm uygulamaların yapıldığı bitkilerde yaprak sayısı kontrol bitkilerinden daha yüksek olmuştur.

Mevcut çalışmada, yaprak sayısı dışında diğer parametrelerde yapılan uygulamaların önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada *Acinetobacter calcoaceticus* bakterisi (ZE-13) bitki yaprak sayısında artış sağlamıştır (71,03 adet) (Çizelge 4). Bu sonuçlar, daha önceden yapılan diğer çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Akşamsefası bitkisinde endofitik bakterilerin yaprak sayısını %48 oranında artırmış olduğu belirlenmiştir. Bu artışın nedeninin endofitik bakteriler tarafından üretilen ve bitki büyüme metabolizmasını düzenleyen bileşiklerden ve fitohormonlardan kaynaklandığı yapılan araştırma ile bildirilmiştir (Mayerni ve ark., 2019).

Yürüttüğümüz çalışmada mikoriza uygulaması yaprak sayısında artış sağlamıştır fakat diğer bitki parametrelerinde etkili olmamıştır. Daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamızın aksine mikoriza uygulamasının *Z. elegans*'ta özellikle çiçeklenme üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Aboul-Nasr (1995) tarafından yapılan çalışmada *Z. elegans* ve *Tagetes erecta* tohumlarına uygulanan *Glomus etunicatum* mikorizasının çiçek sayısını artırdığı ve çiçeklenme süresinin de arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, *Gigaspora margarita*, *G. rosea*, *Glomus intraradices* ve *G. mosseae* mikorizaları ile inokule edilen *Z. elegans*'da *G. mosseae*'nin çiçek sayısını ve boyutunu artırdığı belirlenmiştir (Long ve ark., 2010). Literatür taramalarında, Parlakova Karagöz ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada sümbül fidelerine *Paenibacillus polymyxa* bakterileri uygulanmış ve bitki gövde çapında (17,76 mm) artış olduğu bildirilmiştir. Tariq

ve ark. (2016) gül bitkisinde yapmış olduğu çalışmada *Burkholderia phytofirmans*, *Mesorhizobium ciceri*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium phaseoli*, *Vibrios diazotrophicus* ve *V. vulnificus* bakterilerinin kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığında artışa sebep olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmalara ilaveten farklı PGPR türlerinin domates, patates, buğday, mısır vb. gibi çeşitli bitkilerde bitki boyu, kök uzunluğu ve kuru madde ağırlığını önemli ölçüde artırdığı (Bhattacharyya ve Jha, 2012; Jochum ve ark., 2019), marul bitkisinde kuru biyokütlede artış sağladığı (Kohler ve ark., 2009), yumak ve kolza bitkilerinde kök kuru ağırlığında artış olduğu (Grobelaç ve ark., 2015) çeşitli çalışmalar ile bildirilmiştir.

Yürütülen mevcut çalışmada da olduğu gibi, PGPR'lar ve mikorizalar bitkiler üzerinde farklı etkiler yapabilir. Bu etkilerin bakteri-bitki ilişkisine, kullanılan bakterilerin türüne ve çalışmada kullanılan bakteri yoğunluğuna, gelişim aşamasına, bitki genotipine, çalışmada kullanılan bitkilerin hasat tarihine, yetiştirme ortamının özelliklerine, bitkilerden alınan ölçüm parametrelerine, yetiştirme ortamında bulunan organik madde içeriğine ve çalışmanın bulunduğu ortamın şartlarına bağlı olarak farklılıklar gösterebileceği düşünülmektedir (Şahin ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2006).

Sonuç

Son yıllarda bitki gelişimini teşvik eden bakteriler ve mikorizalar üzerine yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak halen süs bitkileri yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. *Dahlia variabilis* ve *Zinnia elegans* ile yürütülen iki ayrı çalışma farklı PGPR ve mikoriza uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. *D. variabilis* ile yapılan çalışmada, yapılan PGPR uygulamalarının etkisi kök kuru ağırlığı dışında diğer tüm parametrelerde kontrol ile aynı değerde olmuştur. Kontrole kıyasla *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulanmış bitkilerde kök kuru ağırlığı daha yüksek oranda çıkmıştır. *Z. elegans* ile yapılan çalışmada ise kontrole kıyasla rizobakteri ve mikoriza uygulamaları özellikle çiçek sap kalınlığında ve yaprak sayısında artış sağlamıştır. Her iki parametrede en yüksek etki *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulanmış bitkilerde görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre, *D. variabilis* ve *Z. elegans* bitkilerinde yapılan uygulamalara ve kullanılan yöntemlere göre rizobakteri ve mikorizaların bazı

parametrelerde bitkilerde artış sağladığı görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışma ile *Zinnia elegans* ve *Dahlia variabilis* bitkilerinin yetiştiriciliğinde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların yaygınlaştırılmasının önemi vurgulanmıştır.

Kaynaklar

- Aboul-Nasr M. 1995. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on *Tagetes erecta* and *Zinnia elegans*. Mycorrhiza, 6: 61-64.
- Alkaç OS, Belgüzar S, Öndeş E, Okatar F, Kayaaslan Z. 2022. Farklı Rizobakteri ve Mikoriza Uygulamalarının *Dahlia variabilis* 'Violet' Çeşidinde Fide Büyüme ve Gelişimine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27: 331-339. doi: 10.37908/mkutbd.1092636
- Almaca A. 2014. Tarımsal Üretimde Mikorizanın Önemi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 18 (2): 56-65.
- Asrar AA, Abdel-Fattah GM, Elhindi KM. 2012. Improving growth, flower yield, and water relations of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) plants grown under well-watered and water-stress conditions using arbuscular mycorrhizal fungi. pHTOSynthetic, 50: 305-316.
- Anbi AA, Mirshekari B, Eivazi A, Yarnia M, Behrouzfar EK. 2020. PGPRs affected photosynthetic capacity and nutrient uptake in different *Salvia* species. Journal of Plant Nutrition, 43: 108-121. doi: 10.1080/01904167.2019.1659342
- Bayram M, Belgüzar S. 2021. The effects of antagonistic bacteria against white mold disease agent [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] in cucumber. Applied Ecology and Environmental Research, 19: 1135-1147.
- Bhattacharyya PN, Jha DK. 2012. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR): tarımda ortaya çıkış. Dünya Mikrobiyoloji ve Biyoteknoloji Dergisi, 28: 1327-1350.
- Chen JH. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use, 16: 1-11. Land Development Department Bangkok Thailand.
- Çakmakçı R. 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36 (1), 97-107.
- Çakmakçı R, Dönmez F, Aydın A, Şahin F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1482-1487. doi: 10.1016/j.soilbio.2005.09.019
- Dinesh R, Anandaraj M, Kumar A, Srinivasan V, Bini YK, Subila KP, Aravind R, Hamza S. 2013. Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and NPK Fertilizers on Biochemical and Microbial Properties of Soils Under Ginger (*Zingiber officinale*) Cultivation. Agricultural Research, 2: 346-353. doi: 10.1007/s40003-013-0080-8
- Ercişli S, Eşitken A, Cangı R, Şahin F. 2003. Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and *Agrobacterium rubi* inoculation. Plant Growth Regulation, 41:133-137. doi: 10.1023/A:1027307720934
- Ercişli S, Eşitken A, Şahin F. 2004. Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes. HortScience, 39: 533-534. doi: 10.21273/HORTSCI.39.3.533
- Eşitken A, Ercişli S, Şevik İ, Şahin F. 2003. Effect of Indole 3 Butiric Asit and different strains of *Agrobacterium rubi* on adventitious root formation from softwood and semihardwood wild sour cherry cuttings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 37-42.
- Gaur A, Gaur A, Adholeya A. 2000. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low P fertility. Scientia Horticulturae, 18 (1-2): 151-162.
- Grobelak A, Napora A, Kacprzak M. 2015. Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. Ecological Engineering, 84: 22-28. doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.07.019
- Hemmati C, Nikooei M. 2017. Molecular characterization of a Candidatus Phytoplasma aurantifolia-related strain associated with *Zinnia elegans* phyllody disease in Iran. Australasian Plant Disease Notes, 12: 1-4. doi: 10.1007/s13314-017-0234-9
- Hooker JE, Atkinson D. 1996. Arbuscular Mycorrhizal Fungi-Induced Alteration to Tree-Root Architecture and Longevity. P. Z. Pflanzenernähr. Boden., 159: 229-234.
- 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, 12 (2): 1-19.
- Jochum MD, McWilliams KL, Borrego EJ, Kolomiets MV, Niu G, Pierson EA, Jo YK. 2019. Bioprospecting plant growth-promoting rhizobacteria that mitigate drought stress in grasses. Frontiers in microbiology, 10: 2106. doi: 10.3389/fmicb.2019.02106
- Kalinowski J, Moody EP, Dole JM. 2022. Improving hydration and vase life of cut *Zinnia*. Scientia Horticulturae, 293, 110661. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110661
- Karakurt H. 2006. Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Kayaaslan Z. 2021. Tokat ili biber üretim alanlarında bakteriyel leke hastalığı etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nın tanılanması, epidemiyolojisi ve biyolojik mücadelesi. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Kohler J, Hernández JA, Caravaca F, Roldán A. 2009. Induction of antioxidant enzymes is involved in the greater effectiveness of a PGPR versus AM fungi with respect to increasing the tolerance of lettuce to severe salt stress. Environmental and Experimental Botany, 65: 245-252. doi: 10.1016/j.envexpbot.2008.09.008
- Li XL, Marschner H, George E. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by va-mycorrhizal hyphae and root to shoot transport in white clover. Plant and Soil, 136: 49-57.
- Malik SA, Rather ZA, Wani MA, Din A, Nazki IT. 2017. Effect of growth regulators on plant growth and flowering in *dahlia* (*Dahlia variabilis*) cv. Charmit. Journal of Experimental Agriculture International, 15: 1-7. doi: 10.9734/JEAI/2017/32007
- Mayerni R, Rukmana S, Chan OS. 2019. Effect of Indigenous Endophytic Bacteria on Growth of Palm Oil Seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) In The Nursery. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 347: 012026. IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/347/1/012026
- Meir D, Pivonia S, Levita R, Dori I, Ganot L, Meir S, Salim S, Resnick N, Wininger S, Shlomo E, Koltai H. 2010. Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(S1), S5-S10.
- Mishra RK, Prakash O, Alam M, Dikshit A. 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.
- Orhan E, Ercişli S, Eşitken A, Şahin F. 2006. Lateral root induction by bacteria, radicle cut off and IBA treatments of almond cvs. 'Texas' and 'Nonpareil' seedling. Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininkystė Ir Darzininkystė, 25(2): 71-16.

- Padmadevi K, Jawaharlal M, Vijayakumar M. 2004. Effect of biofertilizers on floral characters and vase life of anthurium (*Anthurium andreanum* Lind.) cv. Temptation. South Indian Horticulture, 52 (1-6): 228-231.
- 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, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Parlakova Karagöz F, Dursun A, Kotan R. 2019. Effects of Rhizobacteria on Plant Development, Quality of Flowering and Bulb Mineral Contents in *Hyacinthus orientalis* L. Alinteri Journal of Agriculture Science, 34: 88-95. doi: 10.28955/alinterizbd.585219
- Parlakova Karagöz FP, Dursun A. 2019. Lale çeşitlerinde azot bağlayıcı ve fosfat çözücü bakterilerin büyüme ve soğan üretimi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56 (2), 241-248.
- Perner H, Schwarz D, Bruns C, Mader P, Geore E. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. Mycorrhiza, 17: 469-47
- Püschel D, Rydlova J, Vosatka M. 2014. Can mycorrhizal inoculation stimulate the growth and flowering of peat-grown ornamental plants under standard or reduced watering? Applied Soil Ecology, 80: 93-99.
- Schneck KK, Boyer CR, Miller CT. 2021. Supraoptimal Root-zone Temperatures Affect *Dahlia* Growth and Development. HortTechnology, 31: 667-678. doi: 10.21273/HORTTECH04896-21
- Sezen I, Akpınar Külekçi E. 2020. Süs Bitkilerinin Gelişim Parametreleri Üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakterilerin Etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34: 9-20.
- Singh RP, Pandey DM, Jha PN, Ma Y. 2022. ACC deaminase producing rhizobacterium *Enterobacter cloacae* ZNP-4 enhance abiotic stress tolerance in wheat plant. *PloS one*, 17: e0267127. doi: 10.1371/journal.pone.0267127
- Stimart D, Boyle T. 2007. Zinnia. In: N.O. Anderson (Ed.), Flower breeding and genetics, Springer Dordrecht, pp. 337-357.
- Sramek F, Dubsky M, Vosatka M. 2000. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on three species of balcony plants. Rostlinna Vyroba, 46 (3): 127-131.
- Şahin F, Çakmakçı R, Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and soil, 265(1): 123-129. doi: 10.1007/s11104-005-0334-8
- Tariq U, Riaz A, Jaskani MJ, Zahir ZA. 2016. Screening of PGPR isolates for plant growth promotion of *Rosa damascena*. International Journal of Agriculture Biology, 18(5). doi: 10.17957/IJAB/15.0200
- Xiao A.W., Li Z, Li WC, Ye ZH. 2020. The effect of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on arsenic accumulation and the growth of rice plants (*Oryza sativa* L.). Chemosphere, 242, 125136. Chemosphere, 242: 125136. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125136
- Yasemin S, Değer AG, Köksal N. 2020. The effects of Salt Stress in *Zinnia* (*Zinnia* Sp.) Cultivars during Seed Germination and at the Early Stages of Seedling Growth. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(3), 253-265. doi: 10.19159/tutad.703369
- Yeh CM, Chung K, Liang CK, Tsai WC. 2019. New Insights into The Symbiotic Relationship between Orchids and Fungi. Applied Sciences, 9 (585): 1-14.
- Verma P, Agrawal N, Shahi SK. 2018. Effect of rhizobacterial strain *Enterobacter cloacae* strain pglo9 on potato plant growth and yield. Plant Archives, 18: 2528-2532.
- Vosatka M, Jan J, Marjana R, Frantisek S, Radka M. 1999. Inoculation with mycorrhizal fungi - A feasible biotechnology for horticulture. Phytion-Annales Rei Botanicae, 39 (3): 219-224.