



Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri

The effects of different rhizobacteria and mycorrhiza applications on seedling growth and development of starflower (*Dahlia variabilis*)

Onur Sefa ALKAÇ¹ , Sabriye BELGÜZAR² , Esra ÖNDEŞ¹ , Fulya OKATAR¹ , Zeliha KAYAASLAN³ 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye.

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1092636](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1092636)

Geliş tarihi /Received:24.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:23.05.2022

Keywords:

Dahlia variabilis, plant growth-promoting rhizobacteria, mycorrhiza, seedling growth parameter.

✉ Corresponding author: O.Sefa ALKAÇ

✉ onursefa.alkac5018@gop.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was carried out to determine the effects of different plant growth-promoting rhizobacteria and mycorrhizae on the growth and development from seed to seedling of *Dahlia variabilis* (starflower) plant, which is widely produced in the world as a cut flower and outdoor ornamental plant, and which is becoming increasingly widespread in Turkey.

Methods and Results: Within the scope of the study, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepacia* (7-a-2) bacterial species and commercially available mycorrhiza (5000 ppm) were applied to seeds of *D. variabilis* cultivar 'Violet'. In order to determine the effects of applications on seedling growth and development; germination rate (%), seedling height (cm), stem diameter (mm), number of leaves (piece), plant fresh weight (g), plant dry weight (g), root length (cm), root fresh weight (g), root dry weight (g) and SPAD value and chlorophyll content were measured. At the end of the study, it was determined that the applications had different effects on *D. variabilis*. It was determined that *P. putida* (ZE-12) application increased germination by 12% compared to the control, and *A. calcoaceticus* (ZE-13) increased the seedling height by 32.9%.

Conclusions: In conclusion, with this study, it was determined that these bacteria, which are of natural origin and do not harm the environment, have the potential to be used in seedling cultivation in ornamental plants, and it is important to expand the use of these applications in the ornamental plant's production sector.

Significance and Impact of the Study: Although the *Dahlia* plant is known in the world, there is not much information on this subject in Turkey. In addition, the use of newly isolated bacterial species in order to obtain higher quality seedlings during the period from seed to seedling stage of the *Dahlia* plant is also very limited. Improvement of the quality of seedlings with the use of bacteria and mycorrhizae, which are among the sustainable methods, is considered to be important.

Atif / Citation: Alkaç OS, Öndeş E, Belgüzar S, Okatar F, Kayaaslan Z (2022) Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 331-339. DOI: 10.37908/mkutbd.1092636

GİRİŞ

Yıldız çiçeği olarak bilinen *Dahlia variabilis*, Asteraceae familyasına ait tüm dünyada yaygın yetişen çok yıllık, yumru köklü ve soğanlı çiçek türlerinden biridir (Kumar ve ark., 2021). *D. variabilis* ılıman iklime sahip bölgelerde daha erken çiçek açmasının yanı sıra değişik bitki boylarına, farklı çiçek şekli ve boyutlarına sahiptir (Yazici ve ark., 2020). Çeşitlere bağlı olarak, boyları 30 ile 180 cm arasında değişmektedir (Kumar ve ark., 2021). Çiçek biçimleri ise; sade, nilüfer, anemon, ponpon, top, yarı kaktüs, kaktüs, dekoratif, orkide ve şakayık olarak değişir (Yazici ve ark., 2020). *Dahlia*'nın anavatanının Meksika olduğu bilinmekle beraber dünyanın çoğu bahçesinde bulunan popüler soğanlı çiçekler arasındadır. Ayrıca Hollanda, yumru köklü *Dahlia*'ların en büyük üreticisidir (Malik ve ark., 2017). Tarımda üretim ve kâr artışı, girdilerin yoğun kullanımını da beraberinde getirmiştir. Bundan dolayı bitki büyümesini artırmak için rizosferden seçilen farklı mikroorganizmalar kullanılmaya başlanmıştır. Bitki büyümesi üzerine olumlu etkileri sebebiyle kullanılan mikroorganizmalardan biri de bitki köklerinin etrafındaki topraklarla kök yüzeylerinde yaşayan, bitki büyümesini teşvik eden farklı türlere ait kök bakteridir (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR). PGPR'ların genellikle atmosferik nitrojeni sabitleme, belirli organik bileşiklerin salgılanması, topraktaki fosfatı çözme, antibiyotikler, fitohormonlar ve sideroforlar üretme veya patojenleri baskılama gibi önemli bakteriyel özellikleri vardır (Glick, 1995; James ve ark., 2002; Shakir ve ark., 2012; Ram ve ark., 2013; İmriz ve ark., 2014; Pérez-Montaño ve ark., 2014; Sülü ve ark., 2016). Bu nedenle, bitki büyümesinde, verimde ve toprak kalitesinde artış sağladığı için PGPR'ların dünyada süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki büyüme düzenleyici olarak kullanıldığı birkaç çalışma mevcuttur (Srivastava ve Govil, 2007; Eid ve ark., 2009; Sharma ve Kaur, 2010; García-Fraile ve ark., 2012; Flores-Félix ve ark., 2013; Zulueta-Rodriguez ve ark., 2014; Karagöz ve ark., 2016). Son zamanlarda organik gübre olarak kullanılan *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter*, *Azoarcus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Paenibacillus*, *Serratia* vb. cinslerde yer alan PGPR'lar biyolojik mücadele elemanı olarak da kullanılmaktadır (Terefe ve ark., 2009; Abd El-Rahman ve ark., 2019; Aktan ve Soylu, 2020; Kara ve Soylu, 2022). Bu PGPR cinslerinden *Pseudomonas* cinsi bakteriler bitki yüzeylerinde ve bitki dokularının içinde saprofit ve parazitik olarak yaşar. Patojen mikroorganizmaları baskılayarak, büyümeyi uyarıcı bitki hormonlarını sentezler ve bitkinin hastalık direncini teşvik ederek bitki

büyümesini destekler (Kumar ve ark., 2019). Diğer bir PGPR özelliği olan *Bacillus* cinsi bakteri türleri ise indol asetik asit gibi maddeler üreterek, fosfatı, amonyumu çözer ve siderofor üreterek bitki büyümesini teşvik eder (Sülü ve ark., 2016). Bu nedenle günümüzde özellikle bitkilerin yetiştirilmesinde ve savunmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Prisa, 2020). Bir diğer biyo-ajan grubuna giren mikroorganizma grubu ise mikorizalardır. Mikorizalar, bitkiler için azot, fosfor, potasyum ve mineral kaynağıdır. Buna ilaveten, bitkiler ise mikorizaya karbon (fotosentetik ürünler) sağlarlar (Garcia ve Zimmermann, 2014; Hijri ve Bâ, 2018). Bitkide daha fazla mineral kaynağının olması büyümeyi teşvik eder. Genel olarak mikorizalar, patojenler ve böcekler dahil olmak üzere biyotik streslerden tuzluluk, sıcaklık gibi abiyotik streslere karşı bitkinin toleransını artırmada da önemli rol oynarlar (Yeh ve ark., 2019).

Sürdürülebilir uygulamalar arasında yer alan PGPR ve mikorizaların bitki gelişimi üzerindeki etkileri bilinmekte ancak özellikle süs bitkileri alanında tohumdan itibaren bu biyo-ajanların etkisi hakkında bilgilerin kısıtlı olduğu ve pek fazla çalışmaya rastlanılmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepacia* (7-a-2) bakterilerinin ve mikorizanın, *Dahlia variabilis*'te fide büyüme ve gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan bitki materyali

Denemede bitkisel materyal olarak, Tasaco Tarım A.Ş. firmasından (Antalya, Türkiye) temin edilen *Dahlia* 'Figaro Violet' çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kök bakterileri ve uygulanması

Çalışmada Tokat ili biber üretim alanlarında sağlıklı biber bitkilerinden izole edilerek çeşitli biyokimyasal testler ve MALDI-TOF tekniği (Soylu ve ark., 2020) ile tanısı yapılan *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakteri izolatları (Kayaaslan, 2021) ve karanfil vazo solüsyonlarından elde edilen *Burkholderia cepacia* (7-a-2) izolatu kullanılmıştır. Elde edilen tüm izolatların katı NBRIP besi yerinde zon oluşturmalarına göre fosforu çözme, Jensen's besi yerinde gelişimlerine göre azotu bağlama özellikleri belirlenmiştir (Kayaaslan, 2021). Ayrıca izolatların tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu ve patatestte yumuşak çürüklük testleri uygulanarak izolatların bitki patojeni olup olmadıkları da belirlenmiştir (Kayaaslan, 2021).

Çalışmada kullanılan bakteri izolatları Fitopatoloji laboratuvarında stok kültür olarak nutrient broth ve gliserol içerisinde -20 °C'de muhafaza edilmektedir. Çalışmada ilk olarak bakteri izolatlarından süspansiyon hazırlanmıştır. -20 °C'de stok kültür olarak bulunan ZE-2, ZE-7, ZE-12, ZE-13 ve 7-a-2 kodlu bakteri izolatları Nutrient Agar (NA) besi yerine çizilerek 27 °C'de inkübatörde 24 saat geliştirilmiştir. Gelişen izolatlardan steril saf su ile bakteri kolonileri toplanmış ve bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nanometrede 0.3 absorbans (A 600: 0.3) değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar içerisine *Dahlia* tohumları eklenmiş ve tohumlar 30 dk süspansiyon içerisinde bekletilmiştir. Süre bitiminde tohumlar torf ve perlit karışımının bulunduğu viyollere ekilmiştir. İlk uygulamayı takiben birer hafta ara ile 2 kez tekrar sulama şeklinde viyoldeki her bir kuyucuğa 10 ml olacak şekilde bakteri süspansiyonu uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntem, Kayaaslan (2021) ve Bayram ve Belgüzar (2021) tarafından kullanılan yöntemler modifiye edilerek uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan mikoriza ve uygulanması

Çalışmada, özel bir firmadan temin edilen 'Endo Roots Soluble' (ERS) mikoriza mantarları tercih edilmiştir. Kınık ve Çelikel (2020) tarafından yapılan çalışmada, kuşburnu fidanlarına 10 saniye süre boyunca 16000 ppm uygulama yapılmıştır. *Dahlia* bitkisi tohumları ve süre göz önüne alındığında bu konsantrasyonu yeniden düzenleyerek uygulaması yapılmıştır. Mikorizanın tohumlara uygulanması, 5000 ppm'lik hazırlanan mikoriza konsantrasyonu 250 mL'lik cam kavanoz içerisine aktarılmış ve tohumlar bu solüsyonda 30 dakika bekletilmiştir. Mikoriza bulaştırılan tohumlar viyollere aktarılarak ekimi yapılmıştır.

Sera çalışması

Çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan 500 m²'lik üst havalandırmaya sahip cam serada yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alanın ortalama sıcaklık değeri 24.2 °C ve ortalama nem değeri %67 olarak ölçülmüştür (Hobo Datalogger-HOBO U12-012, Onset, Amerika Birleşik Devletleri).

Denemede 5 farklı bakteri türü, 1 mikoriza ve kontrol olmak üzere 7 farklı uygulama yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde yürütülmüş olup, toplam 525 bitki ile çalışılmıştır. Bu denemede yetiştirme ortamı olarak 2 birim torf ve 1 birim perlit karışımı kullanılmıştır. Bu karışım 45'li viyollere (535x330 mm, üst ağız çapı 50 mm, derinlik 52

mm, hacim 74 cc) eşit bir şekilde doldurulmuştur. Uygulama yapılan *Dahlia variabilis* tohumları viyollere ekilmiştir. Denemenin toprak nem düzeyine bakılarak düzenli olarak sulaması yapılmıştır. Ekimden 45 gün sonra da fideler sökülülmüştür. Sökülen fidelerin çimlenme oranı (%), fide boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve SPAD metre ile (SPAD 502-Plus, Konica Minolta) klorofil içeriği, fide büyüme ve gelişim parametrelerine göre ölçümü yapılmıştır.

İstatistik analizler

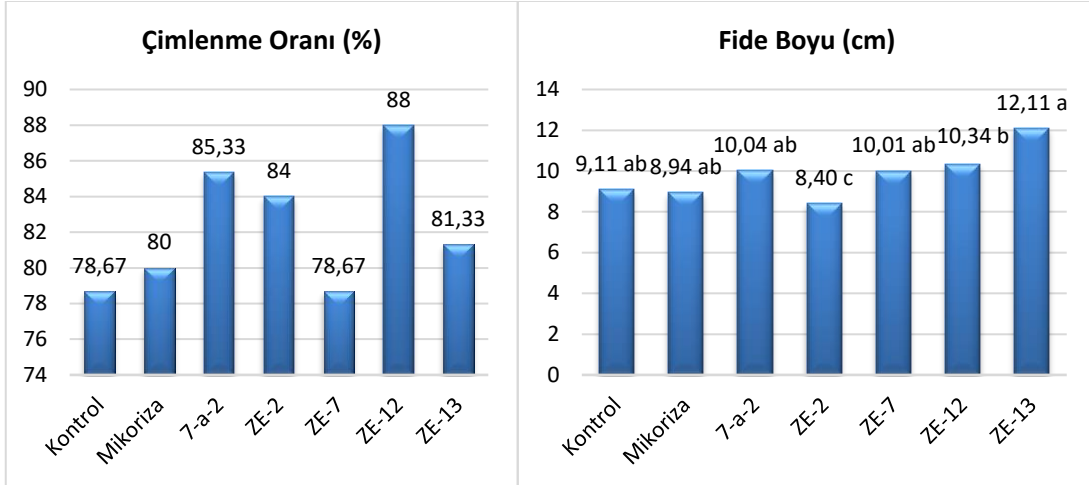
Araştırma sonucunda 5 farklı bakteri ve 1 mikoriza ile kontrol fideleri arasındaki gelişme farkları kantitatif analiz yöntemiyle ölçülmüştür. Parametrelerdeki varyans analizi (One-Way Anova Testi) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi SPSS for Windows 26.0 programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel karşılaştırılmalarında p<0.05 önem düzeyine göre harflendirme yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan *E. cloacae* (ZE-2), *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepacia* (7-a-2) ve mikorizanın *D. variabilis* bitkisinde fide büyüme ve gelişim performansına etkileri incelenmiştir.

Farklı uygulamaların *D. variabilis* tohumlarında çimlenme oranına etkileri incelendiğinde, kontrol grubunda %78.67 oranında bir çimlenme tespit edilirken, *B. cereus* (ZE-7) uygulaması dışında tüm uygulamalar kontroldeki çimlenme oranından yüksek orana sahip olmuştur. Uygulamalar kıyaslandığında en yüksek çimlenme oranı *P. putida* (ZE-12) uygulamasında (%88.00) saptanmıştır. *P. putida* (ZE-12) uygulamasını kontrolle kıyasladığımızda %12 oranında çimlenmede artış sağladığı belirlenmiştir (Şekil 1). En düşük çimlenme oranı ise kontrol tohumları ile aynı oranda *B. cereus* (ZE-7) uygulamasında (%78.67) ölçülmüştür. Mikoriza uygulamasının yapıldığı tohumlarda da çimlenmede az bir etki görülmüştür.

Fide boyuna etkisine bakıldığında ise, uygulamalar arasında farklılıklar olduğu özellikle *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulamasında fide boyunda %32.9'luk bir artış ile en yüksek boya (12.11 cm) sahip olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12) ve *B. cepacia* (7-a-2) bakterilerinin uygulandığı tohumlarda da fide boyunda artış tespit edilmiştir. En düşük fide boyuna sahip uygulama ise ZE-2'de (8.40 cm) görülmüştür (Şekil 1).



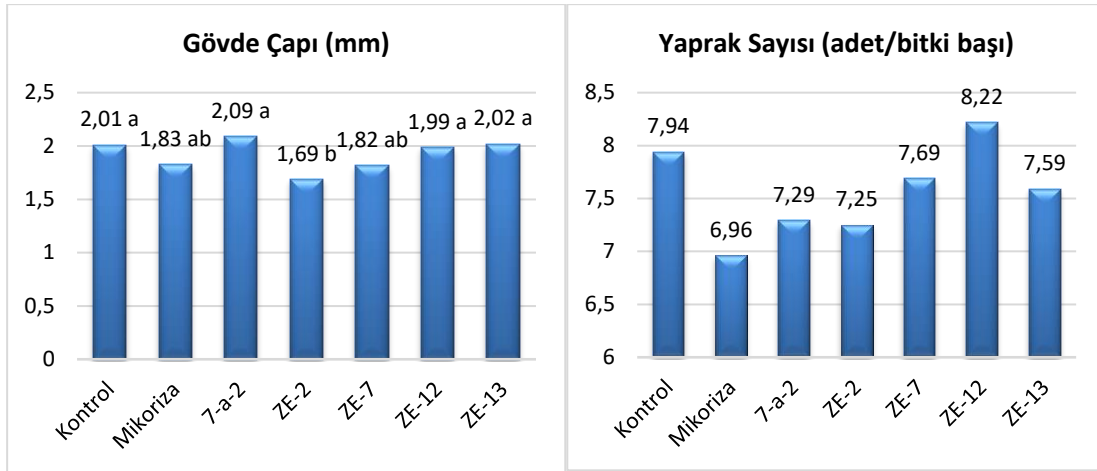
Şekil 1. Farklı uygulamaların *D. variabilis*'de tohum çimlenme oranı ve fide boyuna etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 1. The effect of different treatments on seed germination rate and seedling height in *D. variabilis*. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant

Çalışmamıza benzer şekilde, PGPR'ları kullanarak bitki büyümesinin teşvik edilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada *Bacillus toyonensis* ve *Pseudomonas stutzeri* bakterilerinin domates tohumlarında çimlenme oranını %13 artırdığı bildirilmiştir (Essalimi ve ark., 2022). Widnyana ve Javandira (2016) domates bitkisinde çimlenme ve fide büyümesi üzerine *Pseudomonas* spp. and *Bacillus* spp. bakterilerinin etkisini inceledikleri çalışmada uygulanan bakterilerin çimlenme oranını yükselttiği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmalar incelendiğinde, Dahlia bitkisinde de benzer sonuçların ortaya çıktığı ve çimlenme oranını artırdığı saptanmıştır. Glayöl bitkisi ile yapılan diğer bir çalışmada da Karagöz ve ark. (2019b) *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Hafnia alvei* bakteri uygulamalarının kontrole kıyasla fide boyunu %24.55 oranında artırdığını belirlemiştir. Yapılan bu çalışmalara benzer şekilde Dahlia tohumlarına uyguladığımız bakterilerden *A. calcoaceticus* (ZE-13) fide boyunu artırmada etkili olan izolatlar arasında yer almıştır. Aynı şekilde adaçayının farklı türlerinde PGPR'ların fotosentetik kapasiteyi ve besin alımını etkilemesi üzerine yapılan bir çalışmada da *Pseudomonas* spp.'nin bitki boyunu artırdığı sonucuna varılmıştır (Anbi ve ark., 2020). Lale çeşitlerinde *Pantoea agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-92, *Bacillus megaterium* TV-91C, *B. subtilis* TV-17C, *B. megaterium* TV-3D, *Paenibacillus polymyxa* TV-12E, *B. megaterium* TV-6D ve *Pseudomonas putida* TV-42A bakteri uygulamalarının bitki boyunu artırdığı bildirmiştir (Karagöz ve ark., 2018). Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Çalışmamızda elde edilen verilerden uygulamaların gövde çapına etkisi incelendiğinde, kontrole aynı grupta yer aldıkları, istatistiki olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir. Test edilen izolatlar arasında, *B. cepacia* (7-a-2) ve *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulamaları (2.09 mm), kontrole en yakın uygulamalar olarak belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (1.69 mm) ölçülmüştür (Şekil 2). Yaprak sayısı parametresini incelediğimizde, en yüksek yaprak sayısı *P. putida* (ZE-12) uygulamasında (8.22 adet) sayılmıştır. Kontrol ile kıyaslandığında %3.5 oranında bir artış sağlamıştır. Diğer bakteri uygulamalarındaki yaprak sayısı kontrol ile yakın değerlerde olmuştur. En düşük yaprak sayısı ise mikoriza (6.96 adet) uygulamasında görülmüştür. Uygulamaları karşılaştırdığımızda *P. putida* (ZE-12) uygulaması mikoriza uygulamasına göre %18 oranında bir artış sağlamıştır (Şekil 2).

Yapılan literatür taramalarında, sümbül fidelerinde *Paenibacillus polymyxa* izolatının gövde çapını artırdığı (17.76 mm) belirlenmiştir (Karagöz ve ark., 2019a). Çalışmamızda olduğu gibi, bakterilerin köklerin büyümesini ve gelişmesini teşvik ettiği, böylece bitkilerin üst aksamdaki gelişim parametrelerinde de artışlar olduğu yapılan çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Popüler hibrit bitkilerde (*Mirabilis jalapa*) endofitik bakterilerin uygulanması yaprak sayısını %48 artırmıştır. Bu artışın, endofitik bakteriler tarafından üretilen bitki büyüme metabolizmasını düzenleyen fitohormonlardan ve bileşiklerden kaynaklandığı yapılan çalışmada ifade edilmiştir (Mayerni ve ark., 2019).

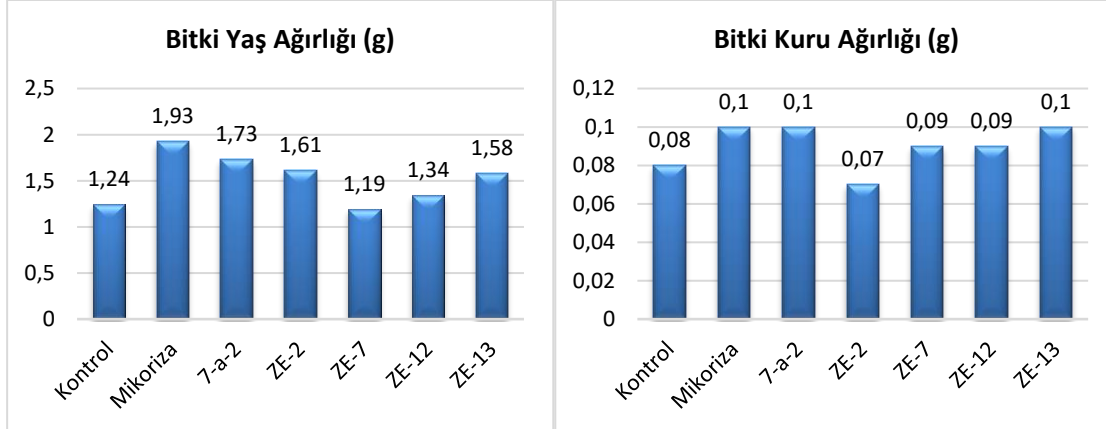


Şekil 2. Farklı uygulamaların *D. variabilis*'in gövde çapı ve yaprak sayısına etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 2. The effect of different treatments on stem diameter and leaf number of *D. variabilis*. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant

Uygulamaların bitki yaş ağırlığına etkilerine bakıldığında ise, uygulamalar arasında farklılığın olmadığı, istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Uygulamaları kıyasladığımızda en yüksek bitki yaş ağırlığı mikoriza uygulamasında (1.93 g), en düşük bitki yaş ağırlığı *B. cereus* (ZE-7) uygulamasında (1.19 g) ölçülmüştür. Bitki kuru ağırlığı parametresini

incelediğimizde, uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p > 0.05$) düzeyde olmadığı saptanmıştır. Uygulamaları kıyasladığımızda en yüksek bitki kuru ağırlığı mikoriza, *A. calcoaceticus* (ZE-13) ve *B. cepacia* (7-a-2) uygulamalarında (0.10 g), en düşük bitki kuru ağırlığı *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (0.07 g) bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi
Figure 3. The effect of different treatments on plant fresh and dry weight of *D. variabilis* plant

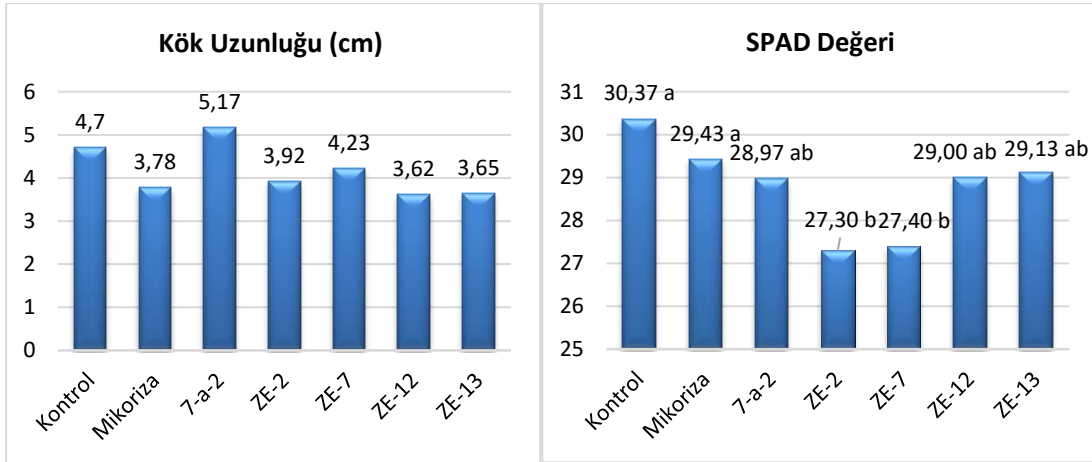
PGPR ve mikoriza uygulamaları kök uzunluğunda da farklı etkilere sahip olmuştur. En yüksek kök uzunluğu *B. cepacia* (7-a-2) uygulamasında (5.17 cm) ölçülmüştür. Kontrolle kıyaslandığında, yaklaşık %10'luk bir artış sağlamıştır. En düşük kök uzunluğuna sahip uygulama ise *P. putida* (ZE-12) uygulaması (3.62 cm) olmuştur. SPAD değeri parametresini incelediğimizde, en yüksek SPAD değeri kontrol bitkilerinde (30.37) saptanmıştır. Mikoriza, *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepacia* (7-a-2) uygulamaları kontrol ile aynı grupta yer almıştır. En düşük SPAD değeri ise *E. cloacae* (ZE-2)

uygulamasında (27.30) tespit edilmiştir (Şekil 4). Benzer şekilde, endofitik bakteri uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada, bakterilerin *Mirabilis jalapa* bitkisinin kök biyokütlesini %84 oranında artırdığı bunun sonucunda da kök uzunluğunun da arttığı belirtilmiştir (Mayerni ve ark., 2019). Elde edilen bu verilerin aksine, Karagöz ve ark. (2019a) tarafından sümbülde yapılan bir çalışmada bakteri uygulamalarının SPAD değerini (50.02) artırdığı görülmüştür. Bunun nedeni ise çalışmada kullanılan *Kluyvera cryocrescens* bakteri türünün etkisinden veya uygulama farklılığından

kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

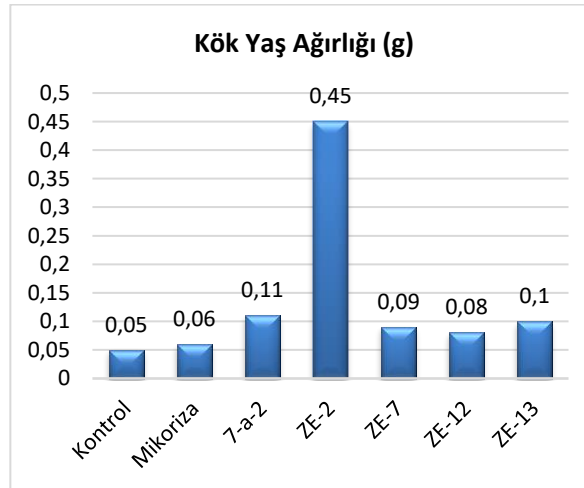
Elde edilen verilerde, kök yaş ağırlığı parametresini incelediğimizde, en yüksek kök yaş ağırlığı *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (0.45 g) görülmüş olup, kontrol ile

farklı grupta yer almıştır. En düşük kök yaş ağırlığı ise kontrol bitkilerinde (0.05 g) tespit edilmiştir. *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasını kontrol kök yaş ağırlığı ile kıyasladığımızda %90 oranında artış olmuştur (Şekil 5).



Şekil 4. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin kök uzunluğu ve SPAD değerine etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 4. The effect of different applications on root length and SPAD value of *D. variabilis* plant. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant



Şekil 5. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin kök yaş ağırlığına etkisi

Figure 5. The effect of different applications on root fresh weight of *D. variabilis* plant

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaları incelediğimizde çalışmamıza benzer sonuçların ortaya çıktığı ve farklı bitkilerde rizobakterilerin kök yaş ağırlığını artırdığı kaydedilmiştir. Turan ve ark. (2014) lahanada fidelerinde tohum aşılama yöntemiyle farklı rizobakterilerin (*Bacillus megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK-92 ve *B. subtilis* TV-17C) kök yaş ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Yine, Cervantes-Vázquez ve ark. (2021) domates fidelerinde rizobakterileri kullanarak yaptıkları bir çalışmada, rizobakterilerin (*Bacillus paralicheniformis*, *Acinetobacter guillouiae*, *Aeromonas caviae* ve *Pseudomonas lini*) kök yaş ağırlığını artırdığını

saptamışlardır. Ercişli ve ark. (2004)'ünün *Rosa canina* üzerinde yapmış oldukları çalışmada da *Agrobacterium rubi* (A-16, A18) uygulamasının yan kök oluşumunu ve gelişimini teşvik ettikleri bildirilmiştir. Yapılan uygulamaların ise kök kuru ağırlığına etkisinin olmadığı belirlenmiş olup, tüm uygulamalarda kuru ağırlık 0.01 g olarak ölçülmüştür. Bunun aksine, rizobakterilerin kök kuru ağırlığında artış sağladığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Turan ve ark., 2014). Orhan ve ark. (2006)'nın farklı gül çeşitlerinde, kök gelişimini teşvik edici hormonun (IBA) yanı sıra *Agrobacterium rubi* uygulamasının fidelerde yan kök sayısı, yaş ve kuru kök

ağırlığında önemli artış sağladığı bildirilmiştir. Kır (2010), *Forsythia × intermedia* (Altınçanağı) bitkisinden almış oldukları odun çeliklerinin, kök gelişimini teşvik etmek amacıyla kullanılan *Agrobacterium rubi* ve *Serratia liquefaciens* bakterilerinin kök yaş ve kuru ağırlığının artışında önemli ölçüde etkili olduğunu bildirmiştir. Alınan parametrelerde diğer çalışmalardan farklı sonuçların çıkması, kullanılan materyal ve yöntemlere göre değişebilir. Bu farklılıkların bakteri türlerinin farklı olmasından, uygulama miktarlarından, sera koşullarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, günümüzde tarımsal üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ve mikorizalar önemli bir yer almaktadır. Direk ve indirek etkileri ile, köklenmesi ve üretimi zor olan meyve ve sebzelerde kullanılan bu bakterilerin süs bitkilerinde kullanımı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Yıldız çiçeği (*D. variabilis*) tohum gelişiminde ve fide büyümesinde *E. cloacae* (ZE-2), *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepecia* (7-a-2) rizobakteri türlerinin ve mikorizanın etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, yapılan uygulamaların yıldız çiçeği üzerinde farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *P. putida* (ZE-12) uygulamasının kontrole kıyasla %12 oranında çimlenmeyi artırdığı, *A. calcoaceticus* (ZE-13) bakterisinin fide boyunda %32.9'luk artış sağladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile doğal kökenli olan ve çevreye zararı olmayan bu bakterilerin süs bitkilerinde fide yetiştiriciliğinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiş olup, süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, bitki gelişimini teşvik eden farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının kesme çiçek ve dış mekân süs bitkisi olarak dünya genelinde üretimi yaygın olan ve Türkiye'de de gittikçe yaygınlaşan *Dahlia variabilis* (Yıldız çiçeği) bitkisinde tohumdan fideye kadar geçen aşamada, büyüme ve gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışma kapsamında, *Dahlia variabilis* 'Violet' çeşidine ait tohumlara, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepecia* (7-a-2) bakteri türleri ve ticari olarak satışı bulunan mikoriza (5000 ppm) uygulanmıştır. Çalışmada, uygulamaların fide büyüme ve gelişimine etkilerini belirlemek için; çimlenme oranı (%), fide boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök

yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve SPAD değeri ile klorofil içeriği ölçülmüştür. Çalışma sonunda, yapılan uygulamaların Yıldız çiçeği üzerinde farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *Pseudomonas putida* (ZE-12) uygulamasının kontrole kıyasla %12 oranında çimlenmeyi artırdığı, *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakterisinin fide boyunda %32.9'luk artış sağladığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: Sonuç olarak, bu çalışma ile doğal kökenli olan ve çevreye zararı olmayan bu bakterilerin süs bitkilerinde fide yetiştiriciliğinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiş olup, süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: *Dahlia* bitkisi, Dünya'da tanınmasına rağmen Türkiye'de bu konuda pek fazla bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca *Dahlia* bitkisinin tohumdan fide aşamasına kadar geçen sürede, daha kaliteli fideler elde etmek için yeni izole edilen bakteri türlerinin kullanımı da oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile sürdürülebilir yöntemler arasında yer alan bakteri ve mikoriza uygulamaları ile fide kalitesini iyileştirmek önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dahlia variabilis*, bitki gelişimini teşvik eden bakteri, mikoriza, fide gelişim parametresi.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abd El-Rahman AF, Shaheen HA, Abd El-Aziz RM, Ibrahim DS (2019) Influence of hydrogen cyanide-producing rhizobacteria in controlling the crown gall and root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Egypt J. Biol. Pest. Control 29(1): 1-11.
- Aktan ZC, Soylu S (2020) Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSU Tarım ve Doğa Derg. 23: 641-654.
- Anbi AA, Mirshekari B, Eivazi A, Yarnia M, Behrouzfar EK (2020) PGPRs affected photosynthetic capacity and nutrient uptake in different *Salvia* species. J. Plant Nutr. 43(1): 108-121.

- Bayram M, Belguzar S (2021) The effects of antagonistic bacteria against white mold disease agent [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] in cucumber. *AEER* 19(2): 1135-1147.
- Cervantes-Vázquez TJÁ, Valenzuela-García AA, Cervantes-Vázquez MG, Guzmán-Silos TL, Fortiz EL, Rangel PP, Rueda-Puente EO (2021) Morphophysiological, enzymatic, and elemental activity in greenhouse tomato saladette seedlings from the effect of plant growth-promoting rhizobacteria. *Agronomy* 11(5): 1008.
- Eid AR, Awad MN, Hamouda HA (2009) Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 5(4): 509-518.
- Ercişli S, Eşitken A, Sahin 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.
- Kayaaslan Z (2021) Tokat ili biber üretim alanlarında bakteriyel leke hastalığı etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nin tanınması, epidemiyolojisi ve biyolojik mücadelesi. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Ens., Bitki Koruma ABD, 126 s.
- Essalimi B, Esserti S, Rifai LA, Koussa T, Makroum K, Belfaiza M, Faize M (2022) Enhancement of plant growth, acclimatization, salt stress tolerance and verticillium wilt disease resistance using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) associated with plum trees (*Prunus domestica*). *Sci. Hortic.* 291: 110621.
- Flores-Félix JD, Menéndez E, Rivera LP, Marcos-García M, Martínez-Hidalgo P, Mateos PF, Rivas R (2013) Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 176(6): 876-882.
- García K, Zimmermann SD (2014) Bitki potasyum beslenmesinde mikorizal birlikliklerin rolü. *Front. Plant Sci.* 5: 337.
- García-Fraile P, Carro L, Robledo M, Ramírez-Bahena MH, Flores-Félix JD, Fernández MT, Velázquez E (2012) Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS One* 7(5): e38122.
- Glick BR (1995) The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41(2): 109-117.
- Hijri M, Bâ A (2018) Mycorrhiza in tropical and neotropical ecosystems. *Front. Plant Sci.* 9: 308.
- İmriz G, Özdemir F, Topal İ, Ercan B, Taş N, Yakışır E, Okur O (2014) Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektr. Mikrobiol. Derg. TR* 12(2): 1-19.
- James EK, Gyaneshwar P, Mathan N, Barraquio WL, Reddy PM, Iannetta PPM, Olivares FL, Ladha JK (2002) Infection and colonization of rice seedlings by the plant growth promoting bacterium *Herbaspirillum seropedicae* Z67. *Molecular Plant Microbe Interactions* 15(9): 894-906.
- Kara M, Soylu S (2022) Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their in vitro antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1): 36-46.
- Karagöz FP, Dursun A (2018) Effects of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria on plant development, number of bulb, quality of bulb of some tulip cultivars. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 56(2): 241-248.
- Karagöz FP, Dursun A, Kotan R (2019a) Effects of rhizobacteria on plant development, quality of flowering and bulb mineral contents in *Hyacinthus orientalis* L. *Alinteri J. of Agric. Sci.* 34(1): 88-95.
- Karagöz FP, Dursun A, Kotan R, Ekinci M, Yıldırım E, Mohammadi P (2016) Assessment of the effects of some bacterial isolates and hormones on corm formation and some plant properties in saffron (*Crocus sativus* L.). *Tarım Bilim. Derg.* 22(4): 500-511.
- Karagöz FP, Dursun A, Tekiner N, Kul R, Kotan R (2019b) Glayölde bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde solucan gübresi ve/veya bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin etkinliği. *Süs Bahçe Bitkileri* 25: 180-188.
- Kınık ED, Çelikel FG (2020) Mikoriza ve oksin Uygulamalarının Kuşburnu (*Rosa canina* L.) çeliklerinin çoğaltılması üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilim. Derg.* 6(1): 1-7.
- Kır Ö (2010) Ekonomik öneme sahip bazı süs çallılarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üni. Fen Bilim. Enst. Bahçe Bitkileri ABD, 60 s.
- Kumar N, Prasad V, Pal Yadav N (2019) Effect of chemical fertilizers and bio fertilizers on flower yield, tuberous root yield and quality parameter on dahlia (*Dahlia variabilis* L.) cv. Kenya orange. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 8: 2265-2267.
- Kumar R, Thakur P, Gupta YC, Joshi AK, Sharma P, Sharma A, Singh S (2021) Evaluation of dahlia (*Dahlia variabilis* L) cultivars for growth and flowering characteristics under sub-montane, sub-tropical low hill zone of Himachal Pradesh. *Int. J. Farm Sci.* 11 (1 and 2): 19-23.

- 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. J. Exp. Agric. Int. 15(3): 1-7.
- Mayerni R, Rukmana S, Chan OS (2019) Effect of indigenos endophytic bacteria on growth of palm oil seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) In The Nursery. In IOP Conference Series: Environ. Earth Sci. IOP Publishing 347(1): 012026.
- 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 Hort. and Lithuanian Uni. of Agri. Sodininkystelr Darzininkyste 25(2): 71-16.
- Pérez-Montaño F, Alías-Villegas C, Bellogín RA, Del Cerro P, Espuny MR, Jiménez-Guerrero I, Cubo T (2014) Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. Microbiol. Res. 169(5-6): 325-336.
- Prisa D (2020) Improving quality of *Crocus sativus* through the use of *Bacillus subtilis*. Int. J. of Scientific Res. in Multidiscip. Studies 6(2): 9-15.
- Ram RL, Maji C, Bindroo BB (2013) Role of PGPR in different crops an overview. Indian J. Seric. 52(1): 1-13.
- Shakir MA, Bano A, Arshad M (2012) Rhizosphere bacteria containing ACCdeaminase conferred drought tolerance in wheat grown under semiarid climate. Soil Environ. 31(1): 108-112.
- Sharma S, Kaur M (2010) Antimicrobial activities of rhizobacterial strains of *Pseudomonas* and *Bacillus* strains isolated from rhizosphere soil of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Sunrise). Indian J. Microbiol. 50(2): 229-232.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSU Tarım Doğa Derg. 23: 7-18.
- Srivastava R, Govil M (2007) Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American beauty. Acta Hort. 742(742): 183-188.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Ziraat Fak. Derg. 21: 103-111.
- Terefe M, Tefera T, Sakhuja PK (2009) Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the greenhouse and nursery. J. Invertebr. Pathol. 100(2): 94-99.
- Turan M, Ekinci M, Yildirim E, Güneş A, Karagöz K, Kotan R, Dursun A (2014) Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. Turk. J. Agric. For. 38(3): 327-333.
- Widnyana IK, Javandira C (2016) Activities *Pseudomonas spp.* and *Bacillus sp.* to stimulate germination and seedling growth of tomato plants. Agriculture and Agricultural Science Procedia 9: 419-423.
- Yazici K, Öztekin S, Güneş S (2020). Farklı azotlu gübre uygulamalarının *Dahlia sp*'nin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilim. Derg. 7(4): 1171-1177.
- Yeh CM, Chung K, Liang CK, Tsai WC (2019) New insights into the symbiotic relationship between orchids and fungi. Appl. Sci. 9(3): 585.
- Zulueta-Rodriguez R, Cordoba-Matson MV, Hernandez-Montiel LG, Murillo-Amador B, Rueda-Puente E, Lara L (2014) Effect of *Pseudomonas putida* on growth and anthocyanin pigment in two poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) cultivars. Sci. World J. 2014: 810192.