



## The Effect of Compost, Bacteria, and Mycorrhiza Applications on the Phytochemical Contents of Edible Tulip Petals<sup>#</sup>

Onur Sefa Alkaç<sup>1,a,\*</sup>, Esat Tuncel<sup>1,b</sup>, Emircan Dinçer<sup>1,c</sup>, Alperen Donat<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 16.11.2022 Accepted : 23.11.2022</p> <p>Keywords: Total Phenol Total Flavonoids Biyo-agent Biodegradable Wastes Sustainable Agriculture</p>	<p>In this study, the effects of bacteria and mycorrhiza applications on media containing compost at different rates (0%-20% and 40%) were investigated. In the study, tulip bulbs were immersed in bacterial suspensions with 0.3 absorbance (Abs) for 30 minutes and in 5000 ppm mycorrhizal suspension for 10 seconds, and then planted in plastic crates 20 cm deep × 40 cm wide × 60 cm long. Total phenol (µg GAE/g fw), TEAC (µmol TE/g fw) and total flavonoid (mg KE/L fw) contents in tulip petals harvested at the end of cultivation were investigated. Total phenol (µg GAE/g fw), TEAC (µmol TE/g fw) and total flavonoid (mg KE/L fw) contents in tulip petals harvested at the end of cultivation were investigated. At the end of the study, when only compost applications were compared, the highest TP (28682.63 µg GAE/g fw) and Total Flavonoid (1011.96 mg KE/L fw) were measured in the tulip petals taken from the environments with 40% compost, while the highest (0%) in the environments without compost. a high TEAC (9.46 µmol TE/g fw) value was measured. In bacteria and mycorrhiza applications, environments without microorganism application gave better results compared to the application environments. As a result of the combination of different compost ratios and bacterial applications, the highest TP (28833.42 µg GAE/g fw) and Total Flavonoid (1014.07 mg KE/L fw) contents were measured in petals taken from environments with 40% compost application and bacteria application, the highest TEAC (9.80 µmol TE/g fw) was measured in petals taken from media containing 40% compost and free of bacteria. When the effects of different compost ratios and mycorrhiza applications are compared, the highest TP (29944.53 µg GAE/g fw), TEAC (10.13 µmol TE/g fw) and Total Flavonoid (1083.52 mg KE/L fw) in environments with 40% compost rate and no mycorrhiza application. values were determined. As a result, it was concluded that as the compost ratios increased, the values increased and microorganisms were not effective in their phytochemical contents.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(3): 470-477, 2023

## Kompost, Bakteri ve Mikoriza Uygulamalarının Yenilebilir Lale Petallerinin Fitokimyasal İçeriklerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 16.11.2022 Kabul : 23.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Toplam Fenol Toplam Flavonoid Biyo-ajan Biyoçözünbilir Atıklar Sürdürülebilir Tarım</p>	<p>Bu çalışmada, farklı oranlarda (%0-%20 ve %40) kompost içeren ortamlara bakteri ve mikoriza uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada lale soğanları, 0,3 absorban (Abs) değerine sahip bakteri süspansiyonlarına 30 dakika ve 5000 ppm mikoriza süspansiyonuna 10 saniye daldırıldıktan sonra 20 cm derinliğinde × 40 cm genişliğinde × 60 cm uzunluğundaki plastik kasalara dikilmiştir. Yetiştiricilik sonunda hasat edilen lale petallerindeki toplam fenol (µg GAE/g fw), TEAC (µmol TE/g fw) ve toplam flavonoid (mg KE/L fw) içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda, sadece kompost uygulamaları kıyaslandığında, %40 oranında kompost uygulanan ortamlardan alınan lale petallerinde en yüksek TP (28682,63 µg GAE/g fw) ve Total Flavonoid (1011,96 mg KE/L fw) ölçülürken, kompost içermeyen ortamlarda (%0) ise en yüksek TEAC (9,46 µmol TE/g fw) değeri ölçülmüştür. Bakteri ve mikoriza uygulamalarında ise, mikroorganizma uygulaması yapılmayan ortamlar, uygulama yapılan ortamlara kıyasla daha iyi sonuçlar vermiştir. Farklı kompost oranları ile bakteri uygulamalarının kombinesi sonucunda, en yüksek TP (28833,42 µg GAE/g fw) ve Total Flavonoid (1014,07 mg KE/L fw) içerikleri %40 kompost uygulaması ve bakteri uygulaması yapılan ortamlardan alınan petallerde ölçülürken, en yüksek TEAC (9,80 µmol TE/g fw) %40 oranında kompost içeren ve bakteri bulunmayan ortamlardan alınan petallerde ölçülmüştür. Farklı kompost oranları ile mikoriza uygulamalarının etkileri kıyaslandığında, %40 kompost oranı ve mikoriza uygulamasının bulunmadığı ortamlarda en yüksek TP (29944,53 µg GAE/g fw), TEAC (10,13 µmol TE/g fw) ve Total Flavonoid (1083,52 mg KE/L fw) değerleri saptanmıştır. Sonuç olarak, kompost oranları arttıkça değerlerde artışların gerçekleştiği, mikroorganizmaların ise fitokimyasal içeriklerinde etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.</p>

<sup>a</sup> [onursefa.alkac5018@gop.edu.tr](mailto:onursefa.alkac5018@gop.edu.tr)  
<sup>c</sup> [emircan.dincer1@gmail.com](mailto:emircan.dincer1@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1948-7627>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4793-4770>

<sup>b</sup> [esat.tuncel@hotmail.com](mailto:esat.tuncel@hotmail.com) <sup>ib</sup> <http://orcid.org/0000-0002-7256-9488>  
<sup>d</sup> [alperen.dnt1@gmail.com](mailto:alperen.dnt1@gmail.com) <sup>ib</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0969-4913>



## Giriş

Yenilebilir çiçekler, insan sağlığına olumlu etkileri bulunan, önemli nutrasötik özellikler içeren, toksik olmayan ve zararsız gıda ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle insanların beslenme programlarına güvenle dahil edilebilirler (Fernandes ve ark., 2017; Rivas-García ve ark., 2021). En popüler yenilebilir çiçekler arasında krizantem, gül, ebegümeci, menekşe, karanfil, hercai menekşe, kadife çiçeği ve nergis olduğu bildirilmektedir (Rivas-García ve ark., 2021). Yenilebilir çiçeklerin, yemeklerin aromasını, tadını ve görünümünü iyileştirebileceği ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabileceği bildirilmektedir (de Franzen ve ark., 2018). Yapılarında neredeyse hiç kalori içermedikleri ve fenolikler, karotenoidler, diğer pigmentler, terpenoidler, alkaloidler ve vitaminler gibi zengin fitokimyasal içeriklere sahip olduğu ve bu içerikler sağlık açısından da ilişkili oldukları için beslenmede büyük ilgi görmektedirler (Pires ve ark., 2019). Yenilebilir çiçeklerin biyoaktif bileşenlerin içeriği, çiçeğin botanik kısmına (yaprak, polen, nektar vb.), çiçeklenme aşamasına, çiçek üretiminin hangi mevsimde olduğuna, çeşitler arasındaki renk farklılığına, toprak ve iklim koşullarına, üretim süreçleri, coğrafi köken gibi birçok faktöre bağlıdır (Benvenuti ve ark., 2020; de Pires ve ark., 2021). Yenilebilir çiçekler ve özlerinin yüksek antioksidan, antiradikal, antimikrobiyal, antibakteriyel, antitrombotik, antienflamatuar, anti-obezite, anti-hiperglisemik, anti-kolesterol, anti-hipertansif, antitümör ve anti-diyabetik aktiviteler sergilediği bildirilmiştir (Kritsi ve ark., 2022).

Lale (*Tulipa gesneriana* L.), dünyadaki en önemli süs geofitlerinden (Pourkhaloo ve ark., 2018) ve dünya çiçekçiliğinde kesme çiçek ve süs bitkileri arasında en önemli cinslerden birisidir (Carillo ve ark., 2022). Ayrıca çiçek tipleri ve geniş renk yelpazesi sayesinde, uluslararası çiçek pazarında önemli bir konuma sahiptir (Bashir ve ark., 2019). Çalışmalarda bahsi geçen yenilebilir çiçekler arasında farklı çiçek tip ve renklere sahip birçok bitki türü yer almaktadır. Bu türler arasında ise lale bitkisine rastlanılmamıştır. Ancak, çeşitli lale çeşitlerinde flavonoidler ve karotenoidlerin yaygın pigmentler olduğunu ortaya koyan birçok çalışma yapılmıştır (Van Raamsdonk, 1993; Wang ve ark., 2022). Lale bitkisinin bu potansiyeli düşünüldüğünde yetiştiriciliği de önem arz etmektedir. Yetiştiriciliğin en önemli aşamalarından birisi gübreleme ve organik materyal kullanımınıdır. Gübreleme stratejileri arasında, çeşitli hammaddelerden kompost yaparak yetiştirme ortamına uygulanması dolayısıyla toprak verimliliğini artırması, toprak organik maddesi zenginleştirilmesi ve korunması için önemli bir uygulama olduğu ayrıca azot ve diğer besin maddelerinin alınımı teşvik ederek bitki kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Chilosi ve ark., 2017). Kompost veya diğer toprak organik katkı maddelerinin yetiştirme ortamına dahil edilmesi, sürdürülebilir bir gübreleme sistemi olarak da kabul edilmektedir (Farrell ve ark., 2010).

Tarımda üretim miktarını ve dolayısıyla kâr artışını sağlamak amacıyla, yoğun girdi (sentetik gübre kullanımı) yapılmaktadır. Bu yoğun girdiyi azaltmak amacıyla bitki büyümesi üzerine olumlu etkileri ile bilinen birçok

mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar, bitki köklerinin etrafındaki topraklarla kök yüzeylerinde yaşayan, bitki büyümesini teşvik eden farklı türlere ait kök bakterileridir (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) (Alkaç ve ark., 2022). PGPR'lar genellikle belirli organik bileşiklerin sentezlenmesi, toprakta bulunan fosfatın çözülmesi, antibiyotik, fitohormon ve siderofor üretme veya patojenlerin baskılanması gibi önemli bakteriyel özelliklere sahiptir (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 avantajları sayesinde, bitki büyüme ve gelişiminde, verim ve toprak kalitesinde artış sağlamaktadırlar. Literatürde süs bitkilerinde yapılan çalışmalarda da bitki büyüme düzenleyicisi olarak kullanıldığı bildirilmiştir (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 zamanlara bakıldığında ise *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter*, *Azoarcus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Paenibacillus*, *Serratia* vb. cinsler yetiştiricilikte organik gübre olarak yer almakta ve bu 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 cinsleri içerisinde en önemlilerinden birisi ise *Pseudomonas* cinsi bakterilerdir ve bu bakteri grubu bitki yüzeylerinde, bitki dokularının içinde saprofit ve parazitik olarak yaşamaktadırlar. Dahası patojen grubunda yer alan mikroorganizmaları baskılayarak, bitkide büyümeyi uyarıcı bitki hormonlarını sentezlenmesini sağlarlar ve bitkinin hastalık direncini artırarak bitki büyümesini desteklerler (Kumar ve ark., 2019). Diğer bir önemli PGPR türü ise *Bacillus* cinsi bakteri türleridir ve bu bakteri türleri indol asetik asit gibi maddeler sentezleyerek, fosfatı, amonyumu çözmekte ve siderofor sentezleyerek bitki büyümesini teşvik etmektedirler (Sülü ve ark., 2016). Bu nedenle günümüzde özellikle bitkilerin yetiştirilmesinde ve savunmasında yaygın olarak belirtilen *Pseudomonas* ve *Bacillus* bakteri türleri kullanılmaktadır (Prisa, 2020). Bir diğer biyo-ajan grubu içerisinde yer alan mikroorganizma ise mikorizalardır. Mikorizalar, bitkiler için gerekli olan azot, fosfor, potasyum ve minerallerin topraktan alınmasına katkıda bulunurlar. Buna karşılık olarak ise bitkiler mikorizaya karbon (fotosentetik ürünler) sağlarlar (Garcia ve Zimmermann, 2014; Hijri ve Bâ, 2018). Genel olarak mikoriza mantarları, biyotik streslerden patojenler ve böcekler de dahil olmak üzere abiyotik streslere kadar tuzluluk, sıcaklık gibi bitkinin toleransını artırmada da önemli rol oynamaktadırlar (Yeh ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı, lale yetiştiriciliğinde, yetiştirme ortamına farklı oranlarda kompost ilave edilmesi ve bu uygulamanın yanı sıra bakteri (*Bacillus cereus* (ZE-7) ve *Pseudomonas putida* (ZE-12)), mikoriza gibi biyoajan uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## Materyal ve Yöntem

### Bitkisel Materyal

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak sarı renge sahip 'Jan van Nes' çeşidine ait Lale (*Tulipa gesneriana* L.) petalleri kullanılmıştır. Özel bir firmadan temin edilen 11-12 cm kalibreye sahip lale soğanları tercih edilmiştir.

### Çalışmada Kullanılan Kompost, Bakteri ve Mikoriza Materyalleri

Çalışmada kompostlama işlemi öncesinde kompost materyali olarak özel bir firmadan temin edilen 4 ton üzüm posası, 500 kg ahır gübresi, 12 kg'lık 4 adet saman balyası, 20 kg kireç ve 2 kg üre kullanılarak kompostlama işlemi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bakteri türleri, biber yetiştiriciliği yapılan alanlardan izole edilen ve azot fikse edebilme özelliğine sahip *Bacillus cereus* (ZE-7) ve *Pseudomonas putida* (ZE-12) türleri tercih edilmiştir. Mikoriza uygulaması için ise ticari formda satışı bulunan 'Endo Roots Soluble' (ERS) olarak bilinen preparat kullanılmıştır. Ticari preparatta %23,5 oranında toplam canlı mikoriza bulunmaktadır. Endo Roots Soluble'nin içerdiği mikorizalar *Glomus intraradices*, *Glamus aggregatum*, *Gamus mosseae*, *Glamus clarum*, *Glamus monosporus*, *Glamus deserticola*, *Glamus brasilianum*, *Glamus etunicatum*, *Gigaspora margarita*'dır. Preparat suda çözülebilir toz formülasyona sahiptir.

### Lale Soğanlarına Uygulanan Ön İşlemler ve Dikimlerinin Yapılması

Özel bir firma tarafından satın alınan lale soğanları haziran ayı sonunda araziden sökülmesi yapılmıştır ve temizlenmiştir. Temizlenen soğanlar kalibrasyon makinesinde çaplarına göre ayrılmıştır. Dişi çiçek oluşumu tamamlanan soğanlar 14 gün ara ile 20 °C, 15 °C ve 12 °C bekletilmiştir. 42 gün sonra lale soğanları 9 °C altında 12 hafta boyunca soğuk hava deposunda muhafazası yapılarak soğuklama ihtiyacı karşılanmıştır. Bu süre sonunda soğanlar, 20 cm derinliğinde 40 cm genişliğinde ve 60 cm uzunluğundaki plastik kasalara enine 9 adet boyuna 10 adet olacak şekilde 90'ar adet olmak üzere kasalara yerleştirilmiştir. Kasaların altında 5 cm yetiştirme ortamı soğanları üzerinde ise 2 cm ince kum olacak şekilde kasalara dikimi yapılmıştır.

### Çalışmada Kullanılan Kompost ve Gübreleme Uygulamalarının Hazırlanması

Çalışmada kompostlamada kullanılan materyaller karıştırılarak windrow yöntemi ile (yığın kompostlama) aerobik koşullarda yapılmıştır. En çok tercih edilen kompostlama yöntemlerinden birisi olan yığın yöntemi çalışmada tercih edilmiştir. Bu sistemin avantajı kompost yığınının sürekli havalanması sağlanarak kompostun oluşum sürecini hızlandırmaktadır (Durmuş ve Kızılkaya, 2018). Kompostlama işlemi yaklaşık 4,5 ay süre sonrasında sonlandırılmıştır ve kompost materyali elde edilmiştir. Çalışmada, stok kültür olarak yer alan *Bacillus cereus* (ZE-7) ve *Pseudomonas putida* (ZE-12) bakterileri nutrient agar besisi ortamında 25°C'de 24 saat boyunca geliştirilmiştir. Bu süre sonunda gelişen bakteriler saf su ile petri kabından kazınarak bir şişeye alınmıştır ve süspansiyon oluşturulmuştur. Hazırlanan bu süspansiyonlar 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede

son konsantrasyon 10<sup>8</sup> CFU ml<sup>-1</sup> olacak şekilde steril saf su ile seyreltme işlemi yapılmıştır (Kayaaslan, 2021). Hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar, lale sürgünleri 10 cm'ye ulaştığında kasa başına 1000 mL olacak şekilde yetiştirme ortamı üzerinden dökülmüştür. Bu işlem ise 5'er gün ara ile 3 kez tekrarlanmıştır. Dördüncü bakteri uygulaması ise bitki başına 20 ml olacak şekilde yapraktan uygulanmıştır.

### Fitokimyasal Analizler

#### Toplam Flavonoid

Zhishen ve ark. (1999) yapmış oldukları çalışmada ifade edildiği gibi 1 mL ekstrakt üzerine 5 mL saf su ve 0,3 mL %5'lik NaNO<sub>2</sub> ilave edilmiştir. 5 dakika sonra 0,3 mL %10'luk AlCl<sub>3</sub> ve tekrardan 5 dakika sonra 2 mL 1 M NaOH eklenip bir dakika beklenmiştir. Son olarak toplam hacim saf su ile 10 mL 'ye tamamlanmıştır. Ardından örneklerin absorbans değerleri 510 nm'de okunmuştur. Toplam flavonoid içeriği kg kateşin eşdeğeri (KE) L-1 taze ağırlık (fw) olarak hesaplanmıştır.

#### Toplam Antioksidan Kapasitesi

Meyvelerin toplam antioksidan kapasitesini belirlemek için (Saracoglu, 2017) 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2,45 mM potasyum bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyon 20 mM sodium asetat (pH 4,5) tampon çözeltisi ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0,700 ±0,01 absorbans olacak şekilde sadeleştirilmiştir. Sonuç 21 olarak 30 µL ekstrakt 2,97 mL hazırlanan bakır karıştırılarak absorbans 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

#### Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenol miktarı Singleton ve Rossi (1965)'nin de tarif ettiği gibi Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilen çiçek püresi aseton, su ve asetik asit (70 / 29,5 / 0,5) çözeltisi kullanılarak iki saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Folin-Ciocalteu's kimyasalı ve saf su karıştırılarak sekiz dakika bekletildikten sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

### Çalışmanın Yürütüldüğü Seraya ait Özellikler ve İklim Koşulları

Lale bitkilerinin yetiştirme ortamlarına uygulanan kompost, bakteri ve mikoriza uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla 450 m<sup>2</sup> büyüklüğünde, üstten havalandırılmalı, ısıtmasız ve soğutmasız cam sera kullanılmıştır. Çalışma 5 Şubat 2022- 4 Nisan 2022 tarihleri arasında yürütülmüştür. Sera içerisi sıcaklık ve nem değerlerine bakıldığında, sıcaklık değerleri ortalama 16°C± 2°C, en yüksek sıcaklık değeri 32±2°C ve en düşük sıcaklık değeri 4±1°C arasında değişmekte, sera içi nisbi nem ise %53 ± %2 olarak ölçülmüştür (Hobo, Datalogger).

### Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz

Çalışmada faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 90'ar adet soğan olacak şekilde yürütülmüştür. Veriler arasında farklılıkların belirlenmesinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Version 26.0) istatistik paket programından

yararlanılmış ve varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Önemli bulunan ( $P < 0,05$ ) uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıklarda ise Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği, TEAC ve toplam flavonoid içerikleri bakımından kompost oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Sırasıyla toplam fenolik madde içeriği, teac ve toplam flavonoid içeriği 26874,53-28682,63, 9,20-9,46 ve 945,19-1011,96 aralığında değişmektedir.

Fitokimyasal bileşikler (toplam fenolik, toplam antioksidan kapasitesi, toplam flavonoidler vb.) bitkilerde kendiliğinden sentezlenen ve bitkinin koku, renk, tat gibi özelliklerinin oluşmasında önemli etkileri olan yapılarıdır (Demir ve Akpınar, 2020). Karmaşık bir yapıya sahip olan fitokimyasal bileşiklerin oluşması stres koşullarıyla ilişkilidir. Stres koşulları etkisindeki bitki savunma mekanizması olarak bu bileşikleri sentezlemeye başlar ve stres koşulu arttıkça bitki bünyesinde bulunan fitokimyasal maddelerde artar (Güven ve Gürsul, 2014). Çalışmada, kompost oranlarının artması özellikle toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriklerinin %40 kompost oranında en yüksek seviyeye ulaşması bitkilerin strese maruz kaldığı dolayısıyla lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine doğrudan etkide bulunduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2'de bakteri uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal bileşikler üzerine etkilerine yer

verilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere bakıldığında bakteri uygulamalarının, toplam fenolikler ve toplam antioksidan kapasitesi (TEAC) bakımından istatistiksel açıdan önemli bulunmadığı ( $p > 0,05$ ) tespit edilmiştir. Petallerdeki toplam flavonoid miktarına bakıldığında ise elde edilen veriler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bakteri uygulaması yapılan petallerdeki toplam flavonoid miktarı (949,52 mg KE/L fw), bakteri uygulaması yapılmayan petallere kıyasla daha yüksek sonuçlar (987,90 mg KE/L fw) ortaya koymuştur.

Bitki gelişimini artıran bakteriler çoğunlukla bitki kök bölgesine yakın veya doğrudan bağlantılı olarak etkileşim halindedir. Bitkilere farklı yöntemlerle uygulanan bakteriler bitkiler ile karşılıklı etkileşime girerler. Bitki köklerinin bir kısmını oluşturan rizosfer bölgesinde faaliyet gösteren bakteriler (Pinton ve ark., 2001), bu bölgede bulunan besin kaynaklarını kullanarak faydalanmaktadır. Böylelikle bitkiye rekabetçi olup, bitkinin gelişimini uyarmakta ve biyokontrol sağlayarak olumlu etki göstermektedirler (Bhattacharyya ve Jha, 2012; Samancıoğlu ve Yıldırım, 2015). Literatürde belirtildiği gibi bakterilerin stres faktörleri üzerine etkileri çalışmalarda rapor edilmiştir. Bitki gelişiminde biyokontrol ajanı olarak görev alması stresi azaltarak lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerini azaltabileceği düşünülmektedir.

Mikoriza uygulamalarının lale bitkisindeki bazı kalite kriterlerine olan etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Fitokimyasal içerik bakımından uygulamalar arasında istatistiksel açıdan fark önemli bulunmamıştır. Ancak mikoriza uygulaması yapılmamış uygulamalar, mikoriza uygulaması yapılmış uygulamalara karşı yüksek sonuçlar vermiştir.

Çizelge 1. Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisi.

Table 1. The effects of compost applications at different rates on the phytochemical contents of tulip petals.

Kompost Oranı (%)	TP ( $\mu\text{g GAE/g fw}$ )	TEAC ( $\mu\text{mol TE/g fw}$ )	Total Flavonoid (mg KE/L fw)
0	27011,20	9,46	964,69
20	26874,53	9,20	945,19
40	28682,63	9,43	1011,96
Önemlilik Düzeyi	0,363 <sup>öd</sup>	0,884 <sup>öd</sup>	0,396 <sup>öd</sup>

öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

Çizelge 2. Bakteri uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisi.

Table 2. The effects of bacteria applications on the phytochemical contents of tulip petals.

Bakteri Uygulaması	TP ( $\mu\text{g GAE/g fw}$ )	TEAC ( $\mu\text{mol TE/g fw}$ )	Total Flavonoid (mg KE/L fw)
Var	26530,25	9,08	949,52b
Yok	28148,98	9,63	987,90a
Önemlilik Düzeyi	0,455 <sup>öd</sup>	0,524 <sup>öd</sup>	0,014*

\*:  $p < 0,05$ , öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

Çizelge 3. Mikoriza uygulamalarının lale bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 3. The effect of mycorrhiza applications on some quality criteria in tulip plants.

Mikoriza Uygulaması	TP ( $\mu\text{g GAE/g fw}$ )	TEAC ( $\mu\text{mol TE/g fw}$ )	Total Flavonoid (mg KE/L fw)
Var	26070,72	8,88	915,66
Yok	28577,87	9,82	1019,51
Önemlilik Düzeyi	0,122 <sup>öd</sup>	0,353 <sup>öd</sup>	0,297 <sup>öd</sup>

öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

Çizelge 4. Farklı kompost oranları ile bakteri uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisi.

Table 4. The effects of different compost ratios and bacterial applications on the phytochemical contents of tulip petals.

Kompost oranı× Bakteri	TP (µg GAE/g fw)	TEAC (µmol TE/g fw)	Total Flavonoid (mg KE/L fw)
0 × BV	26066,76	9,24	946,17
0 × BY	27955,64	9,68	983,21
20 × BV	25704,53	8,96	914,82
20 × BY	28044,53	9,45	975,56
40 × BV	28833,42	8,94	1014,07
40 × BY	28569,53	9,80	1010,37
Önemlilik Düzeyi	0,400 <sup>öd</sup>	0,889 <sup>öd</sup>	0,679 <sup>öd</sup>

BV: Bakteri Var, BY: Bakteri Yok, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 5. Farklı kompost oranları ile mikoriza uygulamalarının lale petallerindeki fitokimyasal içeriklerine etkisi.

Table 5. The effects of different compost ratios and mycorrhiza treatments on the phytochemical contents of tulip petals.

Kompost oranı × Mikoriza	TP (µg GAE/g fw)	TEAC (µmol TE/g fw)	Total Flavonoid (mg KE/L fw)
0 × MV	26416,76	9,33	959,76abc
0 × MY	27605,64	9,59	969,63abc
20 × MV	25097,87	8,57	862,22c
20 × MY	28651,20	9,84	1028,15a
40 × MV	27000,09	8,50	916,54bc
40 × MY	29944,53	10,13	1083,52a
Önemlilik Düzeyi	0,125 <sup>öd</sup>	0,348 <sup>öd</sup>	0,015*

MV: Mikoriza Var, MY: Mikoriza Yok, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Bitki köklerine yerleşerek bitki ile simbiyotik bir ilişki kuran mikorizal funguslar, kendi canlılığını bu sayede sürdürürken yerleştiği bitkiye de önemli ölçüde fayda sağlamaktadır. Mikoriza, bitki köklerine nüfuz ederek kök yüzey alanını genişletir bu sayede toprak ile kökün temasını artırarak daha fazla su ve besin maddesinin bitki bünyesine taşınımını sağlar (Çelik ve ark., 2019). Bu bağlamda mikoriza uygulamaları bitki için stres oluşturacak ortamlarda stres faktörlerini azaltacak bir uygulama olarak gözükmektedir. Mohammad ve ark (2004) yaptıkları çalışmada buğday için mikoriza uygulamasının kuru madde miktarını arttırdığını bildirmişlerdir. Literatürde belirtildiği gibi biyoajların özellikle mikorizaların bitki gelişimini destekleyerek stres faktörlerini azalttığını rapor etmişlerdir. Çizelge 3'te de görüldüğü gibi stres faktörlerinin ortadan kaldırılması fitokimyasal içeriklerini azalttığı saptanmıştır. Çalışmalarda belirtildiği gibi stres faktörleri ile fitokimyasal içeriklerinin birbirleri arasında bağlantısının olduğu düşünülmektedir.

Farklı kompost oranları ile bakteri uygulamalarının kombine edilmesi sonucunda lale petallerindeki fitokimyasal içerikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Toplam fenolik madde, TEAC ve toplam flavonoid içeriklerinden elde edilen veriler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Toplam fenolik içerikleri, TEAC ve toplam flavonoid içerikleri sırasıyla 26066,76-28833,42, 8,94-9,80 ve 914,82-1014,07 değerleri arasında değişmektedir.

Farklı kompost oranları ile mikoriza uygulamalarının kombine edilmesiyle lale petallerinde elde edilen fitokimyasal içerikler Çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ortaya koymazken (P>0,05) toplam flavonoid içeriği istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05).

Toplam fenolik madde içeriği ve TEAC değerleri sırasıyla 25097,87-29944,53 ve 8,50-10,13 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek toplam flavonoid içeriği ise (1083,52) %40 oranında kompost bulunan ve mikoriza uygulamasının yapılmadığı ortamlardan elde edilirken en düşük toplam flavonoid içeriği ise (862,22) %20 oranında kompost içeren ve mikoriza uygulamasının yapıldığı ortamdan elde edilen petallerde ölçülmüştür.

Arbusküler mikorizal mantarlar (AMM) ve kompost gibi biyogübreler, tarım ve ormancılık programlarında mahsulün olumsuz çevresel koşullara karşı direncini artırmak için potansiyel bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır (Kohler ve ark., 2015; Duo ve ark., 2018; Ait-El-Mokhtar ve ark., 2019; Ait-El-Mokhtar ve ark., 2020; Ben-Laouane, Ait-El-Mokhtar ve ark., 2020; Ben-Laouane, Baslam, ve ark., 2020). Arbusküler mikorizal mantarlar, bitki örtüsü oluşumunu ve bitkilerin zorlu çevre koşullarıyla başa çıkma yeteneklerini iyileştirebilir (Schroder ve ark., 2019). Biyogübreler (bitki besin alımını teşvik eder), biyokoruyucular (abiyotik streslerin etkilerini azaltır) ve biyoregülatörler (büyüme, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler gibi bitki performansını teşvik eder) olarak hareket ederek bitkilere çeşitli faydalar sağlayabilirler (Baslam ve ark. 2014; Malik ve ark., 2020; Boutasknit, Ait-Rahou ve ark., 2020). Birçok çalışma, mikorizal simbiyozun, özellikle kuraklık stresi altındaki konukçu bitkilerin kök hidrolik iletkenliğini, stomatal iletkenliğini, ozmotik uyumunu ve antioksidan sistemlerini artırarak bitki performansını iyileştirdiğini bildirmiştir (Ruiz-Lozano, 2003; Tian ve ark., 2013; Augé ve ark., 2016; Quiroga ve ark., 2019; Quiroga ve ark., 2020). Ek olarak, kompost son zamanlarda mineral beslenmesini, toprak organik madde içeriğini ve su tutma kapasitesi gibi toprak özelliklerini iyileştirmek için kullanılmıştır (Jain ve Kalamdhad, 2020; Boutasknit, Anli ve ark., 2020). Ek olarak, kompost uygulaması bitkinin çevresel streslere

karşı direncini artırabilir ve toprak mantarının yanı sıra toprak enzim aktivitelerini önemli ölçüde iyileştirebilir (Lin ve ark., 2019). Bu nedenle, AMM'nin kompostla kombinasyonu, su stresi koşulları altında daha istikrarlı, güvenli, sürdürülebilir ve biyokütle üretimini sağlamak için etkili bir ikame olarak kabul edilebilir (Igiehon ve Babalola, 2017; Anli, Baslam ve ark., 2020). Literatürde yapılan çalışmalar ve mikorizanın kompost ile kombinesi incelendiğinde ağırlıklı olarak bitki gelişimine olumlu sonuçları ortaya koyduğu dolayısıyla bitkide oluşabilecek stres faktörlerini azalttığı görülmektedir. Yetiştirme ortamının biyogübrelerle desteklenmesi stres koşullarıyla başa çıkmak için en çok önerilen çözümler olmaya devam edebileceği çalışmalarda rapor edilmiştir (Anli ve ark., 2020).

## Sonuç

Çalışma sonunda, sadece kompost uygulamaları kıyaslandığında, %40 oranında kompost uygulanan ortamlardan alınan lale petallerinde en yüksek TP (28682,63 µg GAE/g fw) ve Total Flavonoid (1011,96 mg KE/L fw) ölçülürken, kompost içermeyen ortamlarda (%0) ise en yüksek TEAC (9,46 µmol TE/g fw) değeri ölçülmüştür. Bakteri ve mikoriza uygulamalarında ise, mikroorganizma uygulaması yapılmayan ortamlar, uygulama yapılan ortamlara kıyasla daha iyi sonuçlar vermiştir. Farklı kompost oranları ile bakteri uygulamalarının kombinesi sonucunda, en yüksek TP (28833,42 µg GAE/g fw) ve Total Flavonoid (1014,07 mg KE/L fw) içerikleri %40 kompost uygulaması ve bakteri uygulaması yapılan ortamlardan alınan petallerde ölçülürken, en yüksek TEAC (9,80 µmol TE/g fw) %40 oranında kompost içeren ve bakteri bulunmayan ortamlardan alınan petallerde ölçülmüştür. Farklı kompost oranları ile mikoriza uygulamalarının etkileri kıyaslandığında, %40 kompost oranı ve mikoriza uygulamasının bulunmadığı ortamlarda en yüksek TP (29944,53 µg GAE/g fw), TEAC (10,13 µmol TE/g fw) ve Total Flavonoid (1083,52 mg KE/L fw) değerleri saptanmıştır. Sonuç olarak, kompost oranlarının arttıkça değerlerde artışların gerçekleştiği, mikroorganizmaların ise fitokimyasal içeriklerinde etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

## 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. doi: 10.1186/s41938-019-0143-7

Ait-El-Mokhtar M, Baslam M, Ben-Laouane R, Anli M, Boutasknit A, Mitsui T, Wahbi S, Meddich A. 2020. Alleviation Of Detrimental Effects Of Salt Stress On Date Palm (Phoenix Dactylifera L.) By The Application Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi And/Or Compost. Front Sustain Food Syst. 4:131. doi: 10.3389/Fsufs.2020.00131.

Ait-El-Mokhtar M, Ben-Laouane R, Anli M, Boutasknit A, Wahbi S, Meddich A. 2019. Use Of Mycorrhizal Fungi In Improving Tolerance Of The Date Palm (Phoenix Dactylifera L.) Seedlings To Salt Stress. Sci Hortic. 253:429-438. doi: 10.1016/j.scienta.2019.04.066

Aktan ZC, Soylu S. 2020. Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit Ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu Ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu. KSU Tarım Ve Doğa Derg. 23: 641-654. doi: 10.18016/ksutarimdog.2020.23.641-654

Alkaç OS, Belgüzar S, Öndeş E, 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

Anli M, Baslam M, Tahiri A, Raklami A, Symanczik S, Boutasknit A., Meddich A. 2020. Biofertilizers as strategies to improve photosynthetic apparatus, growth, and drought stress tolerance in the date palm. Frontiers in plant science, 11, 516818. doi: 10.3389/fpls.2020.516818

Augé RM, Toler HD, Saxton AM. 2016. Mycorrhizal Stimulation Of Leaf Gas Exchange In Relation To Root Colonization, Shoot Size, Leaf Phosphorus And Nitrogen: A Quantitative Analysis Of The Literature Using Meta-Regression. Front Plant Sci. 7:1084. doi: 10.3389/fpls.2016.01084

Bashir M, Asif M, Naveed M, Qadri RWK, Faried N, Anjum F. 2019. Postharvest Exogenous Application Of Various Bacterial Saturated Improves The Longevity Of Cut 'Royal Virgin' Tulip Flowers. Pak. J. Agric. Sci. 2019, 56, 1-6. doi: 10.21162/PAKJAS/19.7870

Baslam M, Qaddoury A, Goicoechea N. 2014. Role Of Native And Exotic Mycorrhizal Symbiosis To Develop Morphological, Physiological And Biochemical Responses Coping With Water Drought Of Date Palm, Phoenix Dactylifera. Trees, 28(1), 161-172. doi: 10.1007/s00468-013-0939-0

Ben-Laouane R, Ait-El-Mokhtar M, Anli M, Boutasknit A, Rahou YA, Raklami A, Oufdou K, Wahbi S, Meddich A. 2020. Green Compost Combined With Mycorrhizae And Rhizobia: A Strategy For Improving Alfalfa Growth And Yield Under Field Conditions. Gesunde Pflanz. 73(2):193-207. doi: 10.1007/s10343-020-00537-z

Ben-Laouane R, Baslam M, Ait-El-Mokhtar, M, Anli M, Boutasknit A, Ait-Rahou Y, Meddich A. 2020. Potential Of Native Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Rhizobia, And/Or Green Compost As Alfalfa (Medicago Sativa) Enhancers Under Salinity. Microorganisms, 8(11), 1695. doi: 10.3390/microorganisms8111695

Benvenuti S, Mazzoncini M. 2020. The Biodiversity Of Edible Flowers: Discovering New Tastes And New Health Benefits. Front. Plant Sci. 2020, 11, 569499. doi: 10.3389/fpls.2020.569499

Bhattacharyya PN, Jha DK, 2012. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence In Agriculture. World Journal Of Microbiology And Biotechnology, 28: 1327-1350. doi: 10.1007/s11274-011-0979-9

Boutasknit A, Ait-Rahou Y, Anli M, Ait-El-Mokhtar M, Ben-Laouane R, Meddich A. 2020. Improvement Of Garlic Growth, Physiology, Biochemical Traits, And Soil Fertility By Rhizophagus Irregularis And Compost. Gesunde Pflanz. 73(2):149-160. doi: 10.1007/S10343-020-00533-3.

Boutasknit A, Anli M, Tahiri A, Raklami A, Ait-El-Mokhtar M, Ben-Laouane R, Ait-Rahou Y, Boutaj H, Oufdou K, Wahbi S, Et Al. 2020. Potential Effect Of Horse Manure-Green Waste And Olive Pomace-Green Waste Composts On Physiology And Yield Of Garlic (Allium Sativum L.) And Soil Fertility. Gesunde Pflanz. 72(3):285-295. doi: 10.1007/s10343-020-00511-9

Carillo P, Fusco GM, Del Gaudi R S, De Pascale S, Paradiso R 2022. Cold Treatment Modulates Changes In Primary Metabolites And Flowering Of Cut Flower Tulip Hybrids. Horticulturae, 8(5), 371. doi: 10.3390/horticulturae8050371

- Chilosi G, Aleandri MP, Bruni N, Tomassini A, Torresi V, Muganu M. 2017. Assessment Of Suitability And Suppressiveness Of On-Farm Green Compost As A Substitute Of Peat In The Production Of Lavender Plants. *Biocontrol Sci Technol* 27: 539– 555 (2017). doi: 10.1080/09583157.2017.1320353
- Çelik Y, Yarşi G, Özarslandan A. 2019. Mikorizaların Bitkilerde Stres Mekanizması Üzerine Etkileri. *Düstad Dünya Sağlık Ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-11.
- De Franzen FL, Lidório HF, De Oliveira MSR. 2018. Edible Flower Considerations As Nbsp Ingredients In Food Medicine And Cosmetics. *J. Anal. Pharm. Res.* 2018, 7, 271– 273. doi: 10.15406/japlr.2018.07.00238
- Demir T, Akpınar Ö. 2020. Biological activities of phytochemicals in plants. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(8), 1734-1746. doi: 10.24925/turjaf.v8i8.1734-1746.3484
- Duo LA, Liu CX, Zhao SL. 2018. Alleviation Of Drought Stress In Turfgrass By The Combined Application Of Nano-Compost And Microbes From Compost. *Russ J Plant Physiol.* 65(3):419–426. doi: 10.1134/S102144371803010X
- Durmuş M, Kızılkaya R. 2018. Domates üretim atık ve artıklarından kompost eldesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 95-100.
- 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.
- Farrell M, Perkins WT, Hobbs PJ, Griffith GW, Jones DL. 2010. Migration Of Heavy Metals In Soil As Influenced By Compost Amendments. *Environ Pollut* 158:55–64 (2010). doi: 10.1016/j.envpol.2009.08.027
- Fernandes L, Casal S, Pereira JA, Saraiva JA, Ramalhosa E. 2017. Edible Flowers: A Review Of The Nutritional, Antioxidant, Antimicrobial Properties And Effects On Human Health. *J. Food Compos. Anal.* 2017, 60, 38–50. doi: 10.1016/j.jfca.2017.03.017
- 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. doi: 10.1002/jpln.201300116
- Garcia 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. doi: 10.1139/m95-01
- Güven A, Gürsul I. 2014. Bitki Doku Kültürlerinde Sekonder Metabolit Sentezi. *Gıda*, 39(5), 299-306. doi: 10.15237/gida.GD13060
- Hijri M, Bâ A. 2018. Mycorrhiza In Tropical And Neotropical Ecosystems. *Front. Plant Sci.* 9: 308. doi: 10.3389/fpls.2018.00308
- Igiehon NO, Babalola OO. 2017. Biofertilizers And Sustainable Agriculture : Exploring Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Appl Microbiol Biotechnol.* 101(12):4871–4881. doi: 10.1007/s00253-017-8344-z
- 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.
- Jain MS, Kalamdhad AS. 2020. Soil revitalization via waste utilization: Compost effects on soil organic properties, nutritional, sorption and physical properties. *Environmental Technology & Innovation*, 18, 100668. doi: 10.1016/j.eti.2020.100668
- 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. doi: 10.1094/MPMI.2002.15.9.894
- 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. doi: 10.37908/mkutbd.1021349
- Karagöz FP, Dursun A, Kotan R, Ekinci M, Yıldırım E, Mohammedi 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.
- Kayaaslan Z. 2021. Tokat ili biber üretim alanlarında bakteriyel leke hastalığı etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nin tanılanması, epidemiyolojisi ve biyolojik mücadelesi. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Kohler J, Caravaca F, Azcón R, Díaz G, Roldán A. 2015. The Combination Of Compost Addition And Arbuscular Mycorrhizal Inoculation Produced Positive And Synergistic Effects On The Phytomanagement Of A Semiarid Mine Tailing. *Sci Total Environ.* 514:42–48. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.085
- Kritsi E, Tsiaka T, Ioannou AG, Mantanika V, Strati IF, Panderi I, Sinanoglou VJ. 2022. In vitro and in silico studies to assess edible flowers' antioxidant activities. *Applied Sciences*, 12(14), 7331. doi: 10.3390/app12147331
- 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.
- Lin W, Lin M, Zhou H, Wu H, Li Z, Lin W. 2019. The Effects Of Chemical And Organic Fertilizer Usage On Rhizosphere Soil In Tea Orchards. *Plos One.* 14(5):E0217018–16.
- Malik A, Mor VS, Tokas J, Punia H, Malik S, Malik K, Sangwan S, Tomar S, Singh P, Singh N, Et Al. 2020. Biostimulant-Treated Seedlings Under Sustainable Agriculture: A Global Perspective Facing Climate Change. *Agronomy.* 11:14. doi: 10.3390/agronomy11010014
- Mohammad A, Mitra B, Khan AG. 2004. Effects Of Sheared-Root Inoculum Of *Glomus Intraradices* On Wheat Grown At Different Phosphorus Levels In The Field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(1), 245-249. doi: 10.1016/j.agee.2003.09.017
- 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. doi: 10.1016/j.micres.2013.09.011
- Pires TCSP, Barros L. Santos-Buelga C, Ferreira ICFR. 2019. Edible Flowers: Emerging Components In The Diet. *Trends Food Sci. Technol.* 2019, 93, 244–258. doi: 10.1016/j.tifs.2019.09.020
- Pourkhaloee A, Khosh-Khui M, Arens P, Salehi H, Razi H, Niazi A, Van Tuyl J. 2018. Molecular Analysis Of Genetic Diversity, Population Structure, And Phylogeny Of Wild And Cultivated Tulips (*Tulipa* L.) By Genic Microsatellites. *Horticulture, Environment, And Biotechnology*, 59(6), 875-888. doi: 10.1007/s13580-018-0055-6

- 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.
- Quiroga G, Erice G, Aroca R, Zamarreño ÁM, García-Mina JM, Ruiz-Lozano JM. 2020. Radial water transport in arbuscular mycorrhizal maize plants under drought stress conditions is affected by indole-acetic acid (IAA) application. *Journal of plant physiology*, 246, 153115. doi: 10.1016/j.jplph.2020.153115
- Quiroga G, Erice G, Ding L, Chaumont F, Aroca R, Ruiz-Lozano JM. 2019. The arbuscular mycorrhizal symbiosis regulates aquaporins activity and improves root cell water permeability in maize plants subjected to water stress. *Plant, Cell & Environment*, 42(7), 2274-2290. doi: 10.1111/pce.13551
- Ram RL, Maji C, Bindroo BB. 2013. Role Of PGPR In Different Crops An Overview. *Indian J. Seric.* 52(1): 1-13.
- Rivas-García L, Navarro-Hortal MD, Romero-Márquez JM, Forbes-Hernández TY, Varela-López A, Llopis J, Sánchez-González C, Quiles JL. 2021. Edible Flowers As A Health Promoter: An Evidence-Based Review. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, 117, 46–59. doi: 10.1016/j.tifs.2020.12.007
- Ruiz-Lozano JM. 2003. Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis And Alleviation Of Osmotic Stress. *New Perspectives For Molecular Studies. Mycorrhiza.* 13(6):309–317. doi: 10.1007/s00572-003-0237-6
- Samancıoğlu A, Yıldırım E. 2015. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Bitkilerde Kuraklığa Toleransı Artırmadaki Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 72-79.
- Saracoglu O, Ozturk B, Yildiz K, Kucuker E. 2017. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. *Scientia Horticulturae*, 226, 19-23. doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.024
- Schröder R, Mohri M, Kiehl K. 2019. AMF Inoculation Of Green Roof Substrate Improves Plant Performance But Reduces Drought Resistance Of Native Dry Grassland Species. *Ecol Eng.* 139:105583. doi: 10.1016/j.ecoleng.2019.105583
- Shakir MA, Bano A, Arshad M. 2012. Rhizosphere Bacteria Containing Acetaminase 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.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Srivastava R, Govil M. 2007. Influence Of Biofertilizers On Growth And Flowering In Gladiolus Cv. American Beauty. *Acta Hort.* 742(742): 183-188. doi: 10.17660/ActaHortic.2007.742.24
- 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. doi: 10.1016/j.jip.2008.11.004
- Tian YH, Lei YB, Zheng YL, Cai ZQ. 2013. Synergistic Effect Of Colonization With Arbuscular Mycorrhizal Fungi Improves Growth And Drought Tolerance Of Plukenetia Volubilis Seedlings. *Acta Physiol Plant.* 35(3):687–696. doi: 10.1007/s11738-012-1109-5
- Van Raamsdonk L. 1993. Flower Pigment Composition In Tulipa. *Genet. Resour. Crop Evol.* 1993, 40, 49–54.
- Wang Y, Chen L, Yang Q, Hu Z, Guo P, Xie Q, Chen G. 2022. New Insight Into The Pigment Composition And Molecular Mechanism Of Flower Coloration In Tulip (*Tulipa Gesneriana* L.) Cultivars With Various Petal Colors. *Plant Sci.* 2022, 317, 111193.
- Yeh CM., Chung K, Liang CK, Tsai WC. 2019. New insights into the symbiotic relationship between orchids and fungi. *Applied Sciences*, 9(3), 585. doi: 10.3390/app9030585
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64: 555-559. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00102-2
- 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. doi: 10.1155/2014/810192