



Süs Bitkilerinin Gelişim Parametreleri Üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakterilerin Etkisi^A

Işık SEZEN^{1*}, Elif AKPINAR KÜLEKÇİ²

Öz: Bazı bitkilerin üretiminde güçlüklerle karşılaşmaktadır. Her bitki tohumunun çimlenme veya fidesinin köklenme oranı eşit değildir. Uzun yıllardan beri bitkilerin çimlenme, köklenme ve gelişim güçlüklerini gidermek için oksin gibi kimyasal kökenli hormonların kullanıldığı bilinmektedir. Fakat bu hormonların hem maliyetleri yüksek, hem de kimyasal kökenli oldukları için çevreye zarar verdikleri bir gerçektir. Yapılan araştırmalar bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin doğal kökenli ve çevreye zarar vermediklerini göstermektedir. Son yıllarda köklenmesi ve üretimi zor olan meyve, sebze türlerinde bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin yaygın olarak kullanıldığı, süs bitkilerinde ise kullanımı oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu araştırmada üretimi zor olan süs bitkileri ve süs bitkilerinin gelişim parametreleri üzerine etkili olan büyümeyi teşvik eden bakteriler materyal olarak kullanılmış ve literatür tarama metodu ile dünyada süs bitkilerinin gelişim parametrelerini etkileyen büyümeyi teşvik eden bakterilerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda; hangi süs bitkileri üzerine çalışmalar yapıldığı ve hangi bakterilerin kullanıldığı belirlenmiş, süs bitkileri üretim sektöründe doğal kökenli, çevreye zarar vermeyen büyümeyi teşvik eden bakterilerin kullanımının yaygınlaştırılmasının önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler, gelişim parametreleri, süs bitkileri, üretim.

^A Etik kurul izni gerekmediği beyan edilmiştir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye, isiksezen@atauni.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0304-9072](https://orcid.org/0000-0003-0304-9072)

² Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye, eakpinar@atauni.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2818-8562](https://orcid.org/0000-0003-2818-8562)

Effects of Plant Growth Promoting Bacteria on The Growth Parameters of Ornamental Plants

Abstract: Some difficulties can be encountered in propagation of some plant species. Germination of each plant seed or rooting of each shooting are not at the same rates. It has been known for years that chemical originating hormones like auxins are used to remove difficulties in the germination, rooting and growth of plants. However, it is a fact that these hormones have costs and harm their environment because of their chemical origin. Literature shows that bacteria that promote plant growth are of natural origin and do not harm the environment. It was seen that in recent years, the bacteria promoting plant growth in the fruit and vegetable species which are hard to root and produce have widely been used and their use in ornamental plants is quite limited. In this study, growth-promoting bacteria that are effective on the growth parameters of ornamental plants and ornamental plants which are difficult to produce were used as material and the literature search method was used to determine the studies on the growth-promoting bacteria affecting the growth parameters of ornamental plants in the world. As a result of the study, the studies conducted on ornamental plants will be determined and the bacteria they used will be detected and the importance of spreading the use of bacteria that stimulate growth which does not harm the environment with natural origin in the ornamental plant production sector will be emphasized.

Keywords: Plant growth promoting bacteria, growth parameters, ornamental plants, propagation.

Giriş

Tarımsal üretimi geliştirme zorunda olan ülkeler, bitki büyüme hormonlarını yoğun olarak kullanmaktadırlar. Hormon ve diğer kimyasal maddelerin kullanımı çevre sorunlarına da yol açmaktadır. Yarılanma ömürleri uzun olduğu için toprakta ve bitkiler üzerinde kaldığından besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşmaktadır. Ürünlerin miktar ve kalitesini arttırmak amacıyla tarımda kullanımı tercih edilen, sentetik kimyasalların ve bitki gelişimini düzenleyicilerin kontrol dışı ve bilinçsizce kullanımı sonucunda ürünlerde oluşan kalıntılar insan ve çevre üzerinde bir takım zararlı etkilere sebep olmaktadır. Özellikle bitki gelişimini düzenleyiciler canlı sistemden tamamen uzaklaşmayıp işlev bozukluklarını ortaya çıkarmaktadır (Yılmaz ve Yüksel, 2002; Morsünbül ve ark., 2010).

Yoğun tarım, çok fazla gübre kullanılmasını gerektirmektedir. Verimin fazla olması için yoğun girdi kullanmak zorunda olan tarım sistemleri çevre kirliliği ve doğal kaynakların yok olmasına neden olmaktadır. Hastalık sebebi olmayan toprak kökenli mikroorganizmalar bitki gelişimini teşvik etmekle beraber hastalıkları da baskırlarlar. Bitki gelişimine faydalı olan kök bakterilere bitki gelişimini aktive eden bakteriler adı verilmektedir. Bakteriler bitki gelişimine hastalık sebebi organizmaların tehlikeli etkilerini önleyerek, bakteri tarafından

üretilebilen bileşikler bitkiye faydalı olarak, ya da çevreden besinlerin geçişini kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlayarak etkili olmaktadır (Bayrak ve Ökmen, 2014).

Toprakta çok çeşitli mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar arasında bitki kökleri ile etkileşimli olan bakteriler kök bakterileridir. Bu bakterilerin bitki kökleriyle ilişkileri göz önüne alındığında bir kısmı faydalı, bir kısmı da zararlı etki göstermektedir. Faydalı etkide bulunan kök bakterilerinin bir kısmı bitkilerde gelişmeyi uyarmaktadır. Veya biyokontrol ajanı gibi rol oynamaktadır. Bazen her iki şekilde de davranarak bitkilere faydalı olmaktadır (Romerio, 2000; Bayrak ve Ökmen, 2014). Bu kök bakterilerine bitki gelişimini (büyümesini) teşvik eden kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) denilmektedir. Bu terim 1978 yılında ilk olarak kullanılmıştır (Kloepper ve Schroth, 1978; Bayrak ve Ökmen, 2014). Bu kök bakterilerinin uyarıcı etkilerinin yanı sıra hastalıklara, toprak kaynaklı patojenlere karşı savaşta etkili oldukları bilinmektedir (Kloepper, 1993; Lucas ve ark., 2000; Lemanceau ve ark., 2000; Parmar ve Dudarwal, 2000; Bayrak ve Ökmen, 2014).

Özellikle bitki kök gelişiminde oksin grubu hormonların etkili olduğu bilinmektedir (Siddiqui ve Hussain 2007; Sezen ve ark., 2014). Fakat oksin hem çevre kirliliğine yol açmakta, hem de maliyeti çok yüksektir. PGPR ise hem çevreye dosttur hem de doğal oksin kaynağıdır (Kaymak, 2008; Bulut, 2013; Sezen ve ark., 2014).

Kotan ve ark. (2009) ve Kotan ve ark. (2010) bu bakterilerin Türkiye’de yetişen yabancı ve kültür bitkilerinin toprak üstü aksamından veya kök bölgesinden izole edilebildiğini belirtmektedir.

Bitki gelişimini (büyümesini) teşvik eden kök bakterileri (PGPR), farklı bitkilerde %50-70 verim artışına neden olmuştur (Lucy ve ark., 2004). Son yıllarda, tarımın sürdürülebilirliği için önemli olan bu mikroorganizmaların bitki gelişimini teşvik ettiğini ve biyogübre olarak kullanıldığını belirten araştırmaların sayısı artmıştır (Antoun ve Prevost, 2006). İndol Asetik Asit (IAA) üreten *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* ve *Alcaligenes* cinslerinde olan bazı bakteri türleri odun çeliklerinde köklenmeyi teşvik etmektedir. Bu bakterilerle birlikte dışarıdan IBA uygulaması da köklenmeyi artırmaktadır (Eşitken ve ark., 2003; Kınık ve Çelikel, 2017)

Bitki kökünü ve rizosfer toprağını yaşam mekanı olarak kullanan bu bakteriler bitki gelişimini hem direk hem de indirek etki mekanizmalarıyla teşvik etmektedir. Direk etkileri; atmosferdeki serbest azotu bağlamak, fosforu çözmek, enzim ve fitohormon üretmek, indirek etkileri; bitkide sistemik dayanıklılığı (ISR) artırmak, yer ve besin yarışı ile patojen gelişimini baskılamak, oluşturduğu bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini inhibe etmektir (İmriz ve ark., 2014).

Bitkilerin gelişim parametrelerine etkili olan bakterilerin kaynakları çim, buğdaygil, çavdar, kamış, elma, armut gibi bitkiler ve topraktır (Girgin, 2019). Bu bakteriler, Türkiye topraklarında da yabancı ve kültür bitkilerinin kök rizosferinden izole edilmektedir (Karakurt ve ark., 2010; Karakurt ve ark., 2011; Ateş ve ark., 2011; Karagöz ve ark., 2012; Çığ ve ark., 2014; Turan ve ark., 2014; Güneş ve ark., 2015; Ekinci ve ark., 2014; Sahin ve ark., 2015; Karagöz ve ark., 2016; Samancıoğlu ve ark., 2016; Ekinci ve ark., 2017). Üniversitelerde bakteriyoloji laboratuvarındaki mikrobiyal kültür koleksiyonlarında muhafaza edilmektedir. Dondurulmuş bakteri izolatları kültürleri besi ortamlarında bekletilerek bakteri kültürleri elde edilmektedir.

Girgin (2019)'un belirttiği gibi tamamen organik maddelerden oluşan taşıyıcı sıvı hazırlanmaktadır. Her bir bakteriden 1 ton sıvıya 10 litre bakteri olacak şekilde karıştırılarak aşılama yapılmaktadır. Bu formülasyonun içeriğinde; su, çeşitli organik maddeler ve içeriğindeki bakteri izolatını koruyucu ve homojenizasyonunu sağlayıcı maddeler bulunmaktadır. Bakteri konsantrasyonu 72 saatin bitiminde steril koşullarda otomatik sıvı dolmuş makinesi ile paketlenmekte ve sıcaklığı 5 °C olan odada muhafaza edilmektedir. Bitki gelişim parametreleri üzerine bakterilerin etkisini saptamak için seçilen bitki parçaları (özellikle çelikleri) bakteri solüsyonuna daldırılarak 1 saat bekletildikten sonra dikim gerçekleştirilmektedir.

Bu araştırmanın amacı; üretimi zor olan süs bitkilerinin gelişim parametrelerini etkileyen büyümeyi teşvik eden bakterilerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalarını tespit etmek ve süs bitkileri üretim sektöründe doğal kökenli, çevreye zarar vermeyen büyümeyi teşvik eden bakterilerin kullanımının yaygınlaştırılmasının önemini vurgulamaktır.

Materyal veYöntem

Araştırma materyalini üretimi zor olan süs bitkileri ve süs bitkilerin gelişim parametreleri üzerine etkili olan büyümeyi teşvik eden bakteriler oluşturmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi (literatür tarama) kullanılarak dünyada süs bitkilerinin gelişim parametrelerini etkileyen büyümeyi teşvik eden bakterilerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Bulgular

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler ve Bitkilerde Kullanımı

Bitki gelişimini (büyümesini) teşvik eden rizobakterilerin tarımsal gelişim platformunda önemli bir yeri bulunmaktadır (Singh, 2018). Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria= PGPR) çoğunlukla *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir (Çakmakçı, 2005).

Birkaç elma çeşidinde, *Agrobacterium rubi*, *Bacillus subtilis*, *Burkholderia gladioli*, *Pseudomonas putida* bakteri izolatları ile yapılan uygulamaların ağaç başına verimi arttırdığı görülmüştür (Karakurt, 2006). Eşitken ve ark. (2003)'na göre; doğal vişne çeliklerinde en yüksek köklenme *Agrobacterium rubi* uygulamasında gerçekleşmiştir.

Agrobacterium, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* bakterilerinin köklenmeyi arttırdığını Eşitken ve ark. (2003)'nın vişne, Ercişli ve ark. (2003)'nın kivi, Ercişli ve ark. (2004)'nın kuşburnu, Kaymak ve ark. (2008)'nin nane üzerine yaptığı araştırmalar ortaya çıkarmaktadır. Kayın ve ark. (2015) *Bacillus subtilis*'in *Triticum aestivum* L. (Buğday) bitkisinin verim, protein ve gluten miktarına etkisi üzerine bir araştırma yapmıştır.

Süs Bitkilerinde PGPR Kullanımı

Son yıllarda, kuşburnu, kivi gibi köklenmesi zor olan meyve türlerinde bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPR) yaygın olarak kullanılmaktadır. Süs bitkilerinde ise kullanımı oldukça sınırlıdır.

Yapılan literatür taramasında süs bitkilerinde PGPR'nin kullanıldığı bitkiler arasında *Vaccinium myrtillus* (De Silva ve ark., 2000); *Anthurium andreaeanum* Lind. (Padmadevi ve ark., 2004), *Rosa canina* (Ercişli ve ark., 2004), *Rosa* sp. (Orhan ve ark., 2006), *Pelargonium graveolens* (Mishra ve ark., 2010), *Forsythia × intermedia* (Kır, 2010), *Rosa canina* (Kınık, 2014), *Ficus benjamina* (Sezen ve ark., 2014); *Tulipa gesneriana* L. (Parlakova, 2014), *Calendula officinalis* L. (Arab ve ark., 2015), *Euphorbia pulcherrima* L. (Parlakova, 2018), *Cyclamen persicum* (Girgin, 2019) olduğu görülmüştür.

Padmadevi ve ark. (2004) *Anthurium andreaeanum* Lind. (Şekil 1) bitkisi üzerine yaptığı *Azospirillum* sp. ve fosfat çözücü bakterinin uygulamasında bitkinin çiçek özelliklerini iyileştirdiğini belirtmiştir.



Şekil 1. *Anthurium andreaeanum* Lind.

Ercişli ve ark. (2004)'nın *Rosa canina* (Kuşburnu) üzerine yaptıkları araştırmada IBA ile birlikte *Agrobacterium rubi* (A-16, A18) uygulaması yan kök oluşumunu ve gelişimini teşvik etmiştir.

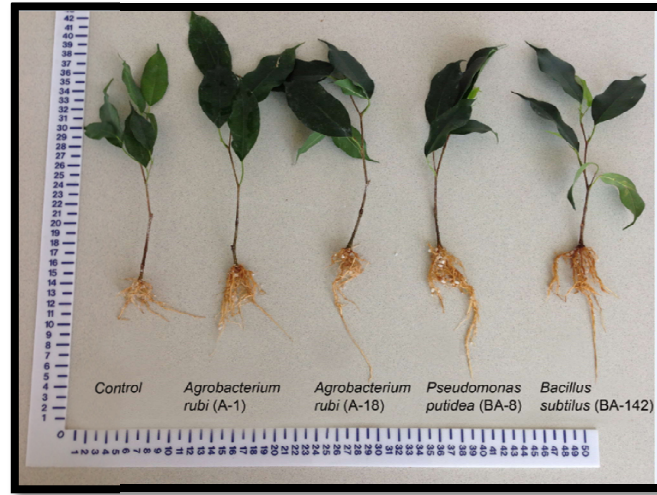
Orhan ve ark. (2006)'nın farklı gül çeşitlerinde IBA ile birlikte *Agrobacterium rubi* uygulamalarının yan kök sayısı, yaş ve kuru kök ağırlığında önemli artış sağladığı görülmüştür.

Mishra ve ark. (2010) Kasımpatı (*Chrysanthemum cineræfolium*)'nın rizosfer toprağından aldıkları PGPR'ların iki izolatu MA-2 ve MA-4 olarak belirlemiş ve biyokimyasal analiz yanı sıra kültürel dayanımlı olarak *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* olarak tanımlamışlardır. Bu bakteriler *Pelargonium graveolens*'in verimliliğı üzerinde çok başarılı sonuç vermiş, sırasıyla %9 ve %27,6 oranında kontrole göre bitki verimini arttırdığı gözlenmiştir.

Kır (2010), *Forsythia × intermedia* (Altınçanağı) bitkisinden alınmış olan odun çeliklerinin köklendirilmesinde kullanılan *Agrobacterium rubi* ve *Serratia liquefaciens* bakterilerinin kök yaş ve kuru ağırlığının artışında önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmiştir.

Kınık (2014)'ın *Rosa canina* üzerine yaptığı araştırmada en yüksek köklenme oranının *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens* bakterilerinin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Agrobacterium rubi, *Pseudomonas putida* ve *Bacillus subtilis* bakteri türlerinin *Ficus benjamina* L. çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri tespit edilmiştir. *Ficus benjamina* L. bitkisinden alınan çeliklerin köklendirilmesinde *Bacillus subtilis*'un diğer bakteri türlerine göre çok daha etkili olduğu belirlenmiştir (Sezen ve ark., 2014). *Ficus benjamina* L. çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri bazı PGPR'lerin etkisi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. *Ficus benjamina* L. çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri bazı PGPR'lerin etkisi
(Sezen ve ark., 2014).

Parlakova (2014) *Tulipa gesneriana* L. (Şekil 3) çeşitlerinin bitkisel özellikleri üzerine bakterilerin etkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirdiği araştırmasında; uygulamalar ve çeşitlerin arasında farkların önemli olduğunu saptamıştır. Araştırmanın sonucunda; bakteri uygulamalarının soğan sayısını ve kalitesini artırdığını tespit etmiştir.



Şekil 3. *Tulipa gesneriana* L. (Parlakova, 2014).

Arab ve ark. (2015)'nin *Calendula officinalis* L. üzerine yaptığı araştırmada biyolojik gübrelerin kullanımının ya da kimyasal gübreler ile kombinasyonun, bitkinin fizyolojik özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve kimyasal gübrelerin sürekli kullanımı yerine biyolojik gübrelerin kullanımının tarımın sürdürülebilirliğini sağlayacağını ve ürün kalitesini artıracığını belirtilmiştir.

Parlakova Karagöz (2018) bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri (PGPR), kimyasal gübre ve kombinasyonlarının, önemli bir süs bitkisi olan *Euphorbia pulcherrima* Willd.ex Klotzsch (Atatürk çiçeği) türüne ait iki farklı çeşidin (Christmas Feelings ve Christmas Eve) fenolojik, morfolojik, kalite parametreleri ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada; kullanılan PGPR'ların iki Atatürk çiçeği çeşidinin bitki gelişimi ve kalite parametreleri açısından önemli etkiler sağladığı saptamıştır. Ayrıca, yaprak, kök ve yetiştirme ortamının besin element içeriğine de önemli etkilerinin olduğunu tespit etmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *Euphorbiapulcherrima* Willd.ex Klotzsch (Parlakova Karagöz, 2018).

Girgin (2019) *Cyclamen persicum* (Şekil 5) bitkisinin gelişim parametreleri üzerinde PGPR'nin etkisi üzerine yaptığı çalışmada, çiçekli kalma süresinin uzamasında; *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Rhodococcus erythropolis*, erken çiçeklenmede; *Pantoea agglomerans*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, en yüksek bitki boyu, en uzun çiçek sapı, en fazla yaprak eni ve yumru boyu oluşumunda; *Paenibacillus polymixa*, *Achromobacter xylooxidans*, *Pseudomonas putida* en fazla çiçek sayısı ve en büyük çiçek sapı kalınlığında; *Pantoea agglomerans*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens*, bitki taç genişliği artışında; *Brevibacillus brevis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus megaterium* bakterilerinin etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 5. *Cyclamen persicum* (Girgin, 2019)

Tartışma ve Sonuç

Son yıllarda bitkisel üretimde kullanımı yaygınlaşan büyümeyi teşvik eden bakteriler doğaya zararlı olan kimyasal gübre kullanımının azaltılmasını sağlayacaktır. Nitekim Girgin (2019)'in de belirttiği gibi bitkisel

üretimde kullanımı yaygınlaşan büyüme teşvik eden bakteriler doğaya zararlı olan kimyasal gübre kullanımını azaltacaktır.

Kınık ve Çelikel (2017)'in de belirttiği gibi; çevreye dost olan kök bakteri uygulamalarının bitkilerdeki fizyolojik etkileri yanında, köklenme üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle kullanımlarının teşvik edilmesi gerekmektedir. Öte yandan, deneme aşamasında olan bakteri izolatlarının ticarileştirilmesi ve üreticilerin hizmetine sunulması için sürecin hızlandırılması ve gerekli teşvikler sağlanması önem arz etmektedir. Tarımın sürdürülebilirliği için bu ve benzeri çevreye dost uygulamalar son derece önemlidir.

PGPR kullanımı ile çevre sorunu oluşturan pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin tehlikelerin önlenmesi yanında, hastalık ve zararlıların kontrolünün sağlanması, besinlerin bitkiler tarafından alınımının kolaylaşması, biyotik/abiyotik faktörlerin etkisiyle bitkide oluşan stresin azaltılması gibi çok sayıda yarar sağlanmaktadır. İmriz (2014)'in de belirttiği gibi çevre sorunlarına neden olan pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin tehlikeli etkilerinin yok edilmesi, hastalık ve zararlı kontrolündeki etkileri, besinlerin bitki tarafından alınımının artması, biyotik/abiyotik faktörlerin bitkide yarattığı stresi azaltması gibi pek çok faydası ile bitki lehine çalışan PGPR'ler üzerinde yapılan araştırmaların sonuçları umut vericidir. Bununla birlikte, biyo-preperatların kullanımındaki artışla tarımsal üretimde kullanılan sentetik kimyasalların girdisi azaltılacak, doğru orantılı olarak üretim maliyeti de düşecektir.

Sonuç olarak; son yıllarda PGPR'ler üzerine yapılan araştırmalar artış göstermesine rağmen özellikle ülkemizde sayısı halen sınırlıdır. İmriz (2014)'in de ifade ettiği gibi PGPR'ler tarımsal üretimde kimyasal ürünlerin yerini büyük oranda alacağı için bu araştırmaların sayısı artırılmalıdır. Üretimde verim ve kaliteyi yükseltmek için çevreyi koruyan, sürdürülebilir tarıma uygun biyo-preperatların geliştirilmesi ve kullanımıyla, kimyasal uygulamalar sıfıra indirilmese de önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca, süs bitkileri yetiştiriciliğinde PGPR kullanımı üzerine neredeyse yok denecek kadar az bilimsel araştırma bulunmaktadır. Bu nedenle; süs bitkilerinde de bilimsel araştırmaların sayısının artırılması, süs bitkileri yetiştiriciliği ile ilgilenen ve araştırmalar yapan kişi ve kuruluşların PGPR kullanımına önem vermeleri gerekliliği vurgulanmaktadır.

Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Antoun, H. and Prevost, D. 2006. Ecology of plant growth promoting printed in the netherlands: *PGPR: Biocontrol and biofertilization rhizobacteria*, Ed.: Siddiqui, Z.A., Printed in the Netherlands, pp: 1-38.

- Arab, A., Zamani, G. R., Sayyari, M. H. and Asili, J. 2015. Effects of chemical and biological fertilizers on morpho-physiological traits of marigold (*Calendula officinalis* L.). *European Journal of Medicinal Plants*, 8 (1): 60-68.
- Ateş, F., Karagöz, K., Karagöz, H., Kotan, R., Ateş, B., Kutlu, M. ve Çakmakçı, R. 2011. Bağcılıkta biyolojik gübre olarak kullanılabilir bitki gelişimini teşvik edici azot fikseri ve fosfat çözücü bakteri izolasyonu". Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan 2011, Eskişehir, 3, p: 2599-2606.
- Bayrak, D. ve Ökmen, G. 2014. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 1-13.
- Bulut, S. 2013. Evaluation of yield and quality parameters of phosphorous-solubilizing and N-fixing bacteria inoculated in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37: 545-554.
- Çakmakçı, R. 2005. Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35), 93-108.
- Çığ, F., Sönmez, F., Karagöz, K., Erman, M., Çakmakçı, R., Kotan, R. and Amak, Z. 2014. Investigation of the impacts of nitrogen fixing and phosphate dissolving bacteria isolated in Lake Van Basin on the development of Kirik Wheat within the context of sustainable agriculture. International Congress on Green Infrastructure and Sustainable Societies/Cities, 8-10 May 2014, Izmir, Turkey, p: 205.
- De Silva, A., Patterson K., Rothrock, C. and Moore J., 2000. Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants. *Hortscience*, 35(7): 1228-1230.
- Ekinci, M., Dursun, A., Kotan, R., Karagöz, F.P., Soner, K. and Güneş, A. 2017. Determination of effects of bacteria, mineral fertilizer and their combination on the plant growth of tulip (*Tulipa gesneriana* L.). *Int. J. Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 3 (3): 233-253.
- Ekinci, M., Turan, M., Yildirim, E., Güneş, A., Kotan, R. and Dursun, A. 2014. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrient, organic acid, amino acid and hormone content of cauliflower (*Brassica oleracea* l. var. botrytis) transplants. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 13 (6): 71-85.
- Ercişli, S., Eşitken, A., Cangı, R. And Sahin, F. 2003. Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and *Agrobacterium rubi* inoculation. *Plant Growth Regulation*, 41:133-137.
- 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.
- Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ. and Şahin, F. 2003. Effect of Indole 3 Butric Asit and different strains of *Agrobacterium rubi* on adventitive root formation from softwood and semihardwood wild sour cherry cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 37-42.

- Girgin, E. 2019. Rizobakterilerin ve Kimyasal Gübrelerin *Cyclamen persicum* Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güneş, A., Karagöz, K., Turan, M., Kotan, R., Yıldırım, E., Çakmakçı, R. and Şahin, F. 2015. Fertilizer efficiency of some plant growth promoting rhizobacteria for plant growth. *Research Journal of Soil Biology*, 7 (2): 28-45.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E. ve Okur, O. 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12 (2): 1-19.
- Karagöz, K., Ateş, F., Karagöz, H., Kotan, R. and Çakmakçı, R. 2012. Characterization of plant growth-promoting traits of bacteria isolated from the rhizosphere of grapevine grown in alkaline and acidic soils. *European Journal of Soil Biology*, 50: 144-150.
- Karagöz, F.P., Dursun, A., Kotan, R., Ekinci, M., Yıldırım, E. and 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.). *Journal of Agricultural Science*, 22: 500-511.
- 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.
- Karakurt, H., Kotan, R., Aslantas, R., Dadaşoğlu F., and Karagöz, K. 2010. Inoculation effects of *Pantoea agglomerans* strains on growth and chemical composition of Plum. *Journal of Plant Nutrition*, 33 (13): 1998-2009.
- Karakurt, H., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Aslantaş, R. and Şahin, F. 2011. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on fruit set, pomological and chemical characteristics, color values, and vegetative growth of sour cherry (*Prunus cerasus* cv. Kütahya). *Turkish Journal of Biology*, 35: 283-291.
- Kayın, G.B., Öztüfekçi, S., Akın, H.F., Karaata E.U., Katkat, A.V. and Turan, M.A. 2015. Effect of *Bacillus subtilis* Ch-13, Nitrogen and Phosphorus on Yield, Protein and Gluten Content of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 19-28.
- Kaymak H. C., Yaralı F., Güvenç I. and Dönmez, M.F. (2008). The Effect of inoculation with plant growth rhizobacteria (PGPR) on root formation of mint (*Mentha piperita* L.) cuttings. *African Journal of Biotechnology*, 7: 4479-4483.
- Kotan, R., Kant, C., Karagöz, K., Dadaşoğlu, F., Çakmakçı, R., Fayetörbay, D., Şahin, F. and Çomaklı, B. 2009. Bazı Bakteri İnokülasyonlarının Kontrollü Şartlar Altında Yonca Bitkisinin (*Medicago sativa* L.) Büyümesi ve Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkisi. 16. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi. Antalya.
- Kımk, E., 2014. Bazı Odunsu Süs Bitkilerinin Çelikle Çoğaltılmaları Üzerine Oksin, Mikoriza Ve Bakteri Uygulamalarının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kınık, E. ve Çelikel, F.G. 2017. Bakteri ve Oksin Uygulamalarının Kuşburnu Bitkisinin Çelikle Çoğaltılması Üzerine Etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(13): 1714-1719.
- Kır, Ö. 2010. Ekonomik öneme sahip bazı süs çalılarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Klepper, J.W. and Schroth, M.N. 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes. In Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, 2: 879-882.
- Klopper, J.W. 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. F. Blane Metting J.M. Dekker (Ed.).(pp. 255-274). Soil Microbial Ecology Inc. New York.
- Kotan, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., Karagöz, K., Dadaşoğlu, F. ve Kantar, F., 2010. Türkiye’de Bakteriyel Biyoajanlar Kullanılarak Hastalık Ve Zararlıların Kontrolüne Yönelik Yapılan Biyolojik Mücadele Çalışmaları. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Lucas Garcia, J.A., Probanza, A., Ramos, B., Ruiz Palomino, N. and Gutierrez Manero, F.J. 2000. Effects of Inoculation with PGPR on Seedling Growth of Different Tomato and Pepper Varieties in Axenic Conditions. Fifth International PGPR Workshop, 29 October -3 November, Cordoba-Argentina.
- Lucy M, Reed E, Glick, BR. 2004. Application of free living plant growth-promoting rhizobacteria. (Antonie van Leeuwenhoek) Kluwer Academic, 86: 1-25.
- Lemanceau, P., Steinberg, C., Thomas, D.J.I., Edel, V., Raaijmakers, J. and Alabouvette, C. 2000. Natural Soil Suppressiveness to Soilborne Diseases. Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, Cordoba-Argentina.
- Mishra, R.K., Prakash O., Alam, M. and 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.
- Morsünbül, T., Solmaz, S.K.A., Üstün, G.E. ve Yonar, T. 2010. Bitki Gelişim Düzenleyici (BGD)’lerin Çevresel Etkileri Ve Çözüm Önerileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 1-11.
- Orhan, E, Ercişli, S., Eşitken, A. and 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. *Sodininkyste Ir Darzininkyste*, 25(2): 71-16.
- Padmadevi, K. Jawaharlal, M. and 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, F. 2014. Azot Fikseri Ve Fosfat Çözücü Bakterilerin Lale Çeşitlerinin Bitkisel Gelişimi, Soğan Sayısı, Kalitesi Ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- 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.
- Parmar, N. and Dadarwal, K.R. 2000. Pathogenic Suppressive Abilities of Rhizosphere Bacteria From Healthy Chickpea Plants. Fifth International PGPR Workshop, 29 October -3 November, Cordoba-Argentina.
- Romerio, R.S. 2000. Preliminary Results on PGPR Research at the Universidade Federal de Vicosa, Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, Cordoba-Argentina.
- Samancıoğlu, A., Yıldırım, E., Turan, M., Kotan, R., Şahin, U. and Kul, R. 2016. Amelioration of drought stress adverse effect and mediating biochemical content of cabbage seedlings by plant growth promoting rhizobacteria. *Int. J. Agric. Biol.*, 18: 948–956.
- Şahin, U., Ekinci, M., Yıldırım, E., Kızıloğlu, M.F., Turan, M., Kotan, R. and Örs, S. 2015. Ameliorative effects of plant growth promoting bacteria on water-yield relationships, growth and nutrient uptake of lettuce plants under different irrigation levels. *Hort Science*, 50 (9): 1379–1386.
- Sezen, I., Kaymak, H.Ç., Aytatlı, B., Dönmez, M.F. and Ercişli, S. 2014. Inoculations With Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) Stimulate Adventitious Root Formation On Semi-Hardwood Stem Cuttings of *Ficus benjamina* L. *Propagation of Ornamental Plants*, 14 (4),152-157.
- Siddiqui, M.I., Hussain, S.A. 2007. Effect Of İndole Butyric Acid And Types Of Cuttings On Root İnitiation Of *Ficus hawaii*. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23: 919-925
- Singh, I. 2018. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their various mechanisms for plant growth enhancement in stressful conditions: a review. *European Journal of Biological Research*, 8(4): 191-213.
- Turan, M., Ekinci, M., Yıldırım, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R. and Dursun, A. 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 327-333.
- Yılmaz, R. ve Yüksel, E. 2002. İndol 3 Asetik Asitin 3. nesil farelerin kemik iliği hücrelerinde mitotik indeks üzerine etkisi. *S.D.Ü Tıp Fakültesi Dergisi*, 12(2): 46-49.