

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
2025-YL-21

TOPRAKSIZ KÜLTÜRDE YETİŞTİRİLEN MEVSİMLİK
SÜS BİTKİLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME
ÜZERİNE BAZI YARARLI BAKTERİLERİN ETKİSİ

Zahide ÇAKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Uğur ŞİRİN

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRF-23033 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2025

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yüksek Lisans Programı öğrencisi Zahide ÇAKIR tarafından hazırlanan “TOPRAKSIZ KÜLTÜRDE YETİŞTİRİLEN MEVSİMLİK SÜS BİTKİLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME ÜZERİNE BAZI YARARLI BAKTERİLERİN ETKİSİ” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 15/04/2025

Jüri Üyeleri

ONAY:

Başkan : Prof. Dr. Uğur ŞİRİN
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Zahide ÖZDEMİR
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hakan ALTUNLU
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Fen Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumunda alınan numaralı Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ethem AKTÜRK

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve daha sonraki tez araştırmasının yürütülmesi esnasında her zaman bana yol gösteren, deneme kurulumunda ve araştırma boyunca beni yönlendiren, karşılaştığım bütün zorluklarda yardımlarını esirgemeyen ve birçok yönde bana yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Uğur ŞİRİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Aynı zamanda, deneme boyunca arazi ve laboratuvarında yardımlarını esirgemeyen ve yüksek lisans eğitim boyunca bana birçok konuda ışık olan Arş. Gör. Cansu DİNDAR'a, tez verilerimin analizlerindeki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Dr. Yunus KORKOM'a

Yüksek lisans eğitim hayatımda yine her konuda yardımcı olan Öğr. Gör. Dr. Leyla EKEN, Zir. Yük. Müh. Merve KABAKCI, Zir. Yük. Müh. Özgül SEMERCI' ye,

Hayatımın her anında yanımda olan ve eğitim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen canım babam Mustafa ÇAKIR, canım annem Türkan ÇAKIR, kardeşlerim Cüneyt ÇAKIR ve İlhan ÇAKIR'a

Manevi destekleriyle günlük hayatımda ve yüksek lisans eğitimim boyunca beni destekleyen canım arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Vesile Beyza KAYACAN, Psikolog Lizge Senem AÇIKKAŞLI ve diğer arkadaşlarıma her şey için çok teşekkür ederim.

Zahide ÇAKIR

15 /04 / 2025

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“Topraksız Kùltürde Yetiştirilen Mevsimlik Sùs Bitkilerinde Bitki Gelişimi ve Çiçeklenme Üzerine Bazı Yararlı Bakterilerin Etkisi” başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Zahide ÇAKIR

15 /04 / 2025



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	iii
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	v
SİMGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
RESİMLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
2.1. PGPR ile İlgili Genel Bilgiler.....	7
2.2. PGPR'ler ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	9
2.3.PGPR'lerin Topraksız Tarım ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	21
2.4. PGPR'lerin Süs Bitkileri ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Bitkisel Materyal	31
3.1.2. Denemede Kullanılan Ticari Preparatlar	32
3.1.3. Deneme Alanı	34
3.1.4. Yetiştirme Ortamı ve Yeri	35
3.2 Yöntem	36
3.2.1. Bitkisel Materyal Temini ve Fidelerin Dikimi	36
3.2.2. Bitkilere Besin Solüsyon ve PGPR Uygulamaları	38
3.2.3. Bitkilerin Gelişme Durumlarının Saptanmasına Yönelik Yapılan Morfolojik Ölçümler.....	40
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	47
4. BULGULAR	49
4.1. Şeker Tabağı (<i>Bellis perennis</i> L.) ile İlgili Bulgular	49
4.2. Şeker Begonya (<i>Begonia semperflorens</i>) ile İlgili Bulgular	56
4.3. Petunya (<i>Petunia hybrida</i>) ile İlgili Bulgular	65
5. TARTIŞMA.....	75
6. SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR.....	87

ÖZ GEÇMİŞ.....109



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
dS/m	DesiSiemens/metre
Fe	Demir
g	Gram
GA₃	Giberellik asit
ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
m²	Metre kare
mg/l	Miligram/litre
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
Mn	Mangan
mN	Milnewton

Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko



KISALTMALAR DİZİNİ

ABA : Absizik Asit

ACC : 1- aminoklopropan-1-karboksilat

BBAR : Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler

BS : Besin Solüsyonu

HBS : Hoagland Besin Solüsyonu

IAA : İndol Asetik Asit

IBA : Indol-bütirik Asit

PGPB : Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)

PGPR : Plant Growth Promoting Rhizobacteria

pH : Power of Hydrogen

ppm : Milyonda Bir

SA : Salisilik Asit

SPAD : Soil-Plant Analysis Development (Toprak-Bitki Analizi Geliştirme)

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

vd. : Ve Diğerleri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4. 1. Denemede farklı uygulamalarda yetiştirilen Şeker begonya bitkilerinde bitki boy gelişiminin değişimi	56
Şekil 4. 2. Denemede farklı uygulamalarda yetiştirilen Petunya bitkilerinde bitki boy gelişiminin değişimi	66





RESİMLER DİZİNİ

Resim 3. 1. Denemede kullanılan a) <i>Bellis perennis</i> ‘Deep Rose’, (b) <i>Begonia semperflorens</i> F1 ‘Nightlife Red’, c) <i>Petunia hybrida</i> ‘Surfinia Blue’ bitki örnekleri ...	32
Resim 3. 2. Uygulamada kullanılan (a) Sumı Agro, (b) Agrobest Grup, (c) Supersol Biyoteknoloji, (d) Bioglobal A.Ş. firmaların ürünlerin görüntüleri	34
Resim 3. 3. (a) ve (b) bitki yetiştirme ortamı ve (c) yetiştirme kabı olarak kullanılan saksının görünümü.....	35
Resim 3. 4. (a) Şeker begonya fidelerinin, (b) Şeker tabağı fidelerinin görünümü	36
Resim 3. 5. Petunya çeliklerin köklendirme aşamalarının görünümü ((a) Çeliklerin dikimi, (b) Çeliklerin köklendirme ortamı, (c) Çeliklerin köklenmeye başlaması, (d) Çeliklerin dikime hazır olması)	37
Resim 3. 6. (a) Petunya (b) Şeker begonya ve (c) Şeker tabağı fidelerinin saksılara şaşırtılması sonrası görüntüleri.....	38
Resim 3. 7. (a) Hoagland besin solüsyonu ve (b) bakteri solüsyonun bitkilere uygulama görüntüleri	40
Resim 3. 8. Petunya bitkisinde boy ölçüm aşamasının görünümü.....	41
Resim 3. 9. Petunya bitkisinde vegetasyon dönemi sonunda söküm sonrası bitki boyu ölçümü	41
Resim 3. 10. (a) ve (b) şeker tabağı bitkisinde söküm sonrası kardeş bitki görünümü .	42
Resim 3. 11. Şeker begonya bitkisinde bir bitkide oluşan yan dal sayısının söküm sonrası görünümü	42
Resim 3. 12. Petunya bitkisinde çiçek çaplarının ölçüm görünümü	43
Resim 3. 13. Şeker tabağı bitkisinin çiçek yaş ağırlığı ölçüm görünümü.....	43
Resim 3. 14. Şeker begonya bitkisinin çiçek kuru ağırlığı ölçüm görünümü	44
Resim 3. 15. Şeker begonya bitkisinin yaprak ölçüm görünümü	44
Resim 3. 16. Şeker begonya bitkisinin yaprak uzunluğu ölçüm görünümü.....	45
Resim 3. 17. Petunya bitkisinde kök uzunluğu ölçümünün yapılmasına ilişkin bir görünüm.....	45
Resim 3. 18. Şeker begonya bitkisinde bitki yaş ağırlığının ölçümüne ilişkin bir görünüm.....	45
Resim 3. 19. (a) ve (b) Şeker begonya bitkisinde bitki üst aksamının kuru ağırlığının ölçümüne ilişkin bir görünüm	46

Resim 3. 20. Şeker tabağı bitkisini (a) bitki kök yıkama ve (b) kök yaş ağırlığı ölçüm görünümü.....	46
Resim 3. 21. Şeker begonya bitkisinde kök kuru ağırlığının belirlenmesi	47
Resim 4. 1. Şeker tabağı türünde denemenin genel görünümü.....	55
Resim 4. 2. Şeker tabağı türünde bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü	55
Resim 4. 3. Şeker tabağı türünde çiçek kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü.....	55
Resim 4. 4. Şeker begonya türünde denemenin genel görünümü	63
Resim 4. 5. Şeker begonya türünde kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü.....	64
Resim 4. 6. Şeker begonya türünde söküm sonrası bitki üst aksam örneklerinin görünümü.....	64
Resim 4. 7. Şeker begonya türünde bitki kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü.....	64
Resim 4. 8. Şeker begonya türünde çiçek yaş ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü.....	65
Resim 4. 9. Şeker begonya türünde çiçek kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü.....	65
Resim 4. 10. Petunya türünde denemenin genel görünümü.....	72
Resim 4. 11. Petunya türünde bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü	72
Resim 4. 12. Petunya türüne ait bitkilerde köklere ait görünüm(a) ve (b).....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4. 1. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4. 2. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde kardeşlenme ve yaprak özellikleri üzerine etkileri	52
Çizelge 4. 3. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri	53
Çizelge 4. 4. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri	54
Çizelge 4. 5. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri.....	58
Çizelge 4. 6. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde bazı kök gelişim kriterleri üzerine etkileri	59
Çizelge 4. 7. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde çiçek özellikleri üzerine etkileri.....	60
Çizelge 4. 8. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde bazı yaprak özellikleri üzerine etkileri.....	62
Çizelge 4. 9. Denemede yer alan uygulamaların Petunya türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri.....	68
Çizelge 4. 10. Denemede yer alan uygulamaların Petunya türünde bazı kök parametreleri üzerine etkileri.....	70
Çizelge 4. 11. Denemede yer alan uygulamaların Petunya türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri	71



ÖZET

TOPRAKSIZ KÜLTÜRDE YETİŞTİRİLEN MEVSİMLİK SÜS BİTKİLERİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE ÇİÇEKLENME ÜZERİNE BAZI YARARLI BAKTERİLERİN ETKİSİ

**Çakır Z. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe
Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Uğur Şirin,
Aydın, 2025.**

Amaç: Bitkisel üretimde sentetik gübre kullanımı çevre, insan ve diğer canlılar için büyük tehdit haline gelmektedir. Bu bakımdan toprağın sürdürülebilirliği ve kaynakların devamlılığının sağlanması için son yıllarda PGPR'lerin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakteri yetiştiriciliği ve üretimi zor olan meyve, sebze ve tarla ürünlerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Ancak süs bitkilerinde kullanımı hakkında çalışmalar oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla bu çalışmada, topraksız kültürde yetiştirilen bazı yazlık ve kışlık mevsimlik süs bitkilerine PGPR uygulamaların bitki gelişim ve çiçek kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Bitkisel materyal olarak *Bellis perennis* L. 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre; her bitki türü için 10 uygulama (8 PGPR (*Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) uygulaması, pozitif ve negatif kontrol uygulamaları) olacak şekilde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 adet bitki olacak şekilde kurulmuştur. Her bitki çeşitleri için bitki gelişimi, çiçeklenme durumu ve çiçek kalitesi ile üretim dönemi boyunca ve sonunda sökülen bitkilerin bitki ve kök oluşumuna ait morfolojik ölçümler yapılarak veriler alınmıştır.

Bulgular: PGPR uygulamaları Şeker tabağı, Şeker begonya ve Petunya bitkilerinde çiçeklenmede erkencilik sağlamıştır. Şeker tabağında PGPR'lerin kontrol grubu (pozitif ve negatif) ile kıyaslandığında; yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı, çiçek sayısı ve çiçek çapı olmak üzere birçok kriterde en yüksek değerler PGPR uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Şeker begonya en yüksek çiçek yaş ve kuru ağırlığı, çiçek çap genişliği, çiçek sayısı, bitki boyu, bitki kuru ağırlık, kök kuru ağırlık, yaprak sayısı, yan dal sayısı ve erken çiçeklenme değerleri PGPR uygulama gruplarında olduğu belirlenmiştir. Petunya bitkisinde PGPR ve kontrol grubu

uygulamaları kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı özelliklerine etkileri önemsiz bulunmuş ve aynı istatistik grubunda yer aldığı görülmüştür. Petunyada bakteri uygulamaların çiçek sayısı, kök yaş ve kuru ağırlığı parametrelerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç: *Bellis perennis* L. 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşitlerin yetiştiriciliğinde PGPR uygulamalarının bitki gelişimi, çiçeklenme ve bitki-çiçek kalite özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Yürütülecek yeni çalışmalar ile bu türler ve diğer mevsimlik bitki türlerinde uygun PGPR ırkları ve dozlarının belirlenmesi, bakteri uygulamalarının bitkilerin topraksız tarımda kullanımını üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmelidir.

Anahtar kelimeler: Topraksız tarım, PGPR, *Bellis perennis*, *Begonia semperflorens*, *Petunia hybrida*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*

ABSTRACT

THE EFFECT OF SOME BENEFICIAL BACTERIA ON PLANT GROWTH AND FLOWERING IN SEASONAL ORNAMENTAL PLANTS GROWN IN SOILLESS CULTURE

Çakır Z. Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, Master Thesis, Supervisor: Prof. Dr. Uğur Şirin, Aydın, 2025.

Objective: The use of synthetic fertilizers in agricultural production is becoming a major threat to the environment, humans, and other living beings. In this regard, the use of PGPRs has become increasingly important in recent years for ensuring soil sustainability and the continuity of resources. It has been observed that root bacteria cultivation, which promotes plant growth, is widely used in the cultivation of difficult-to-produce fruits, vegetables, and field crops. However, studies on its use in ornamental plants are quite limited. Therefore, in this study, it was aimed to determine the effects of PGPR applications on plant growth and flower quality of some summer and winter seasonal ornamental plants grown in soilless culture.

Material and Methods: As plant material, the varieties *Bellis perennis* L. 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red', and *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' were used. The study was designed according to a randomized block design; for each plant species, there were 10 applications (8 PGPR (*Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) applications, positive and negative control applications) with 3 replications and 10 plants per replication. For each plant variety, data were collected by performing morphological measurements related to plant and root formation on the plants that were uprooted during and at the end of the production period, focusing on plant development, flowering status, and flower quality.

Results: PGPR applications have provided early flowering in sugar plate, sugar begonia, and petunia plants. In the sugar plate, when comparing PGPRs with the control group (positive and negative), it has been determined that the highest values in many criteria such as the number of leaves, plant fresh and dry weight, root length, fresh and dry weight, number of flowers, and flower diameter were found in the PGPR applications. It has been determined that the sugar begonia has the highest values of flower fresh and dry weight, flower diameter, flower count, plant height, plant dry weight, root dry weight, leaf count, branch count, and early flowering in the PGPR application groups. In petunia plants, the effects of PGPR and control group applications on root length, plant height, and dry weight characteristics were found to be insignificant and were observed to fall within the same statistical group. In petunias, it

has been determined that bacterial applications have significant effects on the parameters of flower count, root age, and dry weight.

Conclusion: In the cultivation of *Bellis perennis* L. 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red', and *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' varieties, it has been demonstrated that PGPR applications have positive effects on plant growth, flowering, and plant-flower quality characteristics. With new studies to be conducted, the aim should be to determine suitable PGPR strains and doses for these species and other seasonal plant types, as well as to identify the effects of bacterial applications on the use of plants in soilless agriculture.

Keywords: Soilless culture, PGPR, *Bellis perennis*, *Begonia semperflorens*, *Petunia hybrida*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandi*



1. GİRİŞ

Dünya nüfusu 2. Dünya savaşı sonrası artışa girmiştir. 1950'lerde 2,5 milyarken 2010'da 7,5 milyarı yakalamış, gelecekteki 50 yıl içerisinde 10 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir (Çatkin, 2021; Yılmaz, 2023). Nüfustaki artış sonucu bitkisel üretimde yeterli artışın sağlanamaması ve geleneksel tarım yöntemlerinin artık yetersiz kalmaya başlaması açlık sorununun daha da belirgin hale gelmesine neden olacaktır (Güneş, 2013; Yılmaz, 2023). Ayrıca plansız kent yerleşmeleri sonucunda tarım arazileri olarak kullanılan toprak alanları daralmaktadır (Bicek, 2021). Üreticiler gün geçtikçe azalan tarım arazilerinde gıda talebini karşılayabilmek için yoğun üretim yapmaktadırlar (Ergün, 2020). Özellikle bitkisel üretimde kaliteli ve birim alanda daha fazla ürün elde etmek için kimyasal kaynaklı (gübre, pestisit vb.) uygulamalar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Meseri, 2008).

İnorganik gübreleme toprağın verimliliğini artırır, bitkinin büyümesine ve gelişmesinde katkı sağlar (Bicek, 2021) ve modern tarımın vazgeçilmez bir parçası olarak görülmektedir (Kaya Özdoğan, 2020). Ancak bitkisel üretim sırasında gereğinden fazla kimyasal gübre ve pestisit kullanımı, toprak sağlığı ve yapısında bozulma, çevrenin kirlenmesi, patojen ve zararlı popülasyonlarının varlığını ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Civelek, 2017). Özellikle kimyasal gübrenin bitkilerde depolanarak ve içme sularına karışarak suda bulunan nitrat miktarının yükselmesine ve bunların sonucu olarak da insan ve hayvan sağlığı açısından önemli sorunlara neden olduğu belirlenmiştir (Yıldırım, 2019; İşlek, 2022). Aynı zamanda sulama sularının tuz miktarı yüksek olması, kurak bölgelerdeki hızlı buharlaşma ve kötü drenaj gibi etkenler toprak tuzluluğuna neden olmaktadır. Toprak tuzluluğunun artmasıyla bitkiler topraktan yeterli miktarda suyu alamamakta ya da sudaki iyon miktarının fazla olması sonucunda alınan maddeler toksik etkide yapabilmektedir (Doğan vd., 2024).

İnsanların gıda ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tarımsal üretimin sürdürülebilir formda artması gerekmektedir. Dolayısıyla toprak sağlığının devamlılığının olması, üründe verim ve kalitenin düşmemesi için kullanılan gübrelerin toprak açısından toprak düzenleyici, bitki içinde bitki büyümesini ve gelişmesini artırıcı yapıya sahip olması gerekmektedir (Yıldız Kutlusoy, 2019). Ancak bilinçsiz ve kontrolsüz uygulamalar toprakların sürdürülebilirliğini sınırlandıran faktörlerdir (Ergün, 2020). Bu nedenle

bitkisel üretim ve insan-çevre sağlığının olumsuzluklara karşı önlenmesine katkıda bulunabilecek biyolojik ürünlerin (biyopestisit ve mikrobiyal gübre) kullanımının gerekli olduğu artık bilinmektedir (Gökçe ve Kotan, 2016). Birçok ülkede artık konvansiyonel tarımdan çevreye karşı olumlu etkileri olan üretim tekniklerine geçilmeye başlanmıştır (Zengin, 2007). Dolayısıyla biyolojik gübrelerin önemi artmış ve kullanım alanları genişlemiştir. Bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı ve biyogübre olarak kullanılan (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) kök bakterileri son yıllarda etkin bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır (Çelik vd., 2020).

PGPR'lerin bitki gelişimi ve verim üzerine olumlu etkisi olduğu çok uzun süredir bilinmektedir (Ayhan, 2016). Bitki gelişimini teşvik eden kök bakteriler ilk kez 1978 yılında Kloepper ve Schroth tarafından keşfedilmiştir (Kınık, 2014). PGPR üzerine yapılmış olan birçok çalışmada farklı arazi denemelerinde sonuçlar açısından uyumsuzluk görülmesine rağmen, kontrole göre daha yüksek verim artışlarının olduğu görülmüştür (Sadak, 2018). Özellikle 20. yüzyılın ortalarında yapılan çalışmalar sonucu, kontroldeki uygulamalara göre kök bakteri uygulamalarında %50-70 verim artışı sağlandığı belirlenmiştir (Alaylar, 2017). Günümüzde pek çok ülkede çalışmalar devam ediyor ve bitkilerde verimi artırıcı etkisi üzerinde çalışılmaktadır (Altın ve Bora, 2005).

Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri bitki gelişimini uyarması, biyogübreleme, bitki hormonlarının üretimi gibi özellikleri yanında bitkisel hastalıkların kontrolünde de görev almaktadır (Şahin, 2019). PGPR'ler toprak, bitki kök çevresi ve kök yüzeyinde bulunmaktadır (Ayhan, 2016; Türkoğlu, 2019). Bitki gelişimine dolaylı ve dolaysız olarak etki edebilmektedirler (Türkoğlu, 2019). Direk etki mekanizması, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, azot fiksasyonu ve fitohormon üretimi arttırmayı içerirken; indirekt mekanizma, bitki savunma tepkilerini veya patojenleri ortadan kaldırmayı sağlayarak bitki büyümesini arttırmayı içermektedir (Yıldız Kutlusoy, 2019; Meraklı ve Memon, 2020).

PGPR'lerin son dönemlerde, köklenme ve üretiminde zorlanılan meyve türlerinde, sebze ve tarla ürünlerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür (Sezen ve Akpınar Külekçi, 2020). Tarla ürünlerinde; buğday (Erdem, 2019), mısır (Dusak, 2021), kekik (Kutlu, 2013) vb.; Sebzelerde; marul (Hussem, 2022), brokoli (Ekinci vd., 2015), domates (Yılmaz, 2017), kavun (Türkoğlu, 2019) ve biber (Keklik, 2022) vb.; Meyvelerde; elma (Karakurt, 2006; Kotan vd., 2021) ve vişne (Eşitken vd., 2003) vb. birçok üründe PGPR ile ilgili çalışmalar yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Ancak süs

bitkilerinde ise kullanımı hakkında çalışmaların oldukça sınırlıdır (Sezen ve Akpınar Külekçi, 2020).

Günümüzde insanların şehirlerde günlük stresli iş ve yaşam koşulları nedeniyle doğaya olan özlem ve merak artmaktadır (Parlakova Karagöz, 2018; Girgin, 2019). Süs bitkileri, doğadan uzaklaşan insanın monoton yaşantısını zenginleştirmesinde ve buna bağlı sağlık, psikolojik, estetik ihtiyaçlarını karşılamasında, çevre bilincinin kazanılmasını arttırmada önemli role sahiptirler. Süs bitkileri sektörü 20. yüzyılın ikinci yarısından bu yana üretildiği alan miktarı, üretim miktarı ve satış değeri yönünden dünyada önemli bir alt sektör haline gelmiş olup aynı zamanda bitkisel üretim içerisinde yüksek katma değerli önemli bir üretim koludur. Ülkemiz sahip olduğu biyoçeşitliliği sayesinde ve gen merkezlerinin çakıştığı bir coğrafya da bulunması etkisi ile süs bitkileri çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de kesme çiçekler, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları gruplandırılmış olan süs bitkileri sektörü dünya çapında ihracat potansiyeli sebebiyle gün geçtikçe ilginin yoğunlaştığı bir tarımsal faaliyet alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Özdemir Durmuşlar, 2024; Keles, 2024).

Dış mekân süs bitkileri, genellikle park, bahçe, karayolu ve kent ağaçlandırmasında, rekreasyon ve mesken yerleşimlerinde kullanılan ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerdir. Büyüklükleri, formları, işlevleri ve bitkisel özelliklerine göre geniş yapraklı ağaç, ağaççık ve çalılar; ibrelili ağaç ve ağaççıklar; yer örtücü, tırmanıcı ve sarılıcı bitkiler, mevsimlik süs bitkileri (Mevsimlik çiçekler) ve su bitkileri olmak üzere farklı alt gruplara ayrılmaktadırlar (Şirin, 2024; Özdemir Durmuşlar, 2024). Mevsimlik süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri içerisinde değerlendirilmektedir. Ancak ülkemizde mevsimlik süs bitkilerinin üretim alanları, üretim miktarları, yetiştirilen ürünler ve ticaret hacmi konularında sağlıklı verilere ulaşmak oldukça güçtür.

Ülkemizde süs bitkileri üretimi içerisinde mevsimlik çiçek yetiştiriciliğinin önemi giderek artmaktadır (Ören, 2012). Mevsimlik çiçekler, tohumundan ya da vegetatif yöntemlerle üretilerek yetiştirilen ve peyzajda sadece çiçekleri olduğu dönemde kullanılmak üzere yetiştirilen ve çiçeklenme dönemini tamamladıktan sonra sökülerek bir başka tür ile ikame edilen, çoğunlukla otsu ve tek yıllık bitkiler olup bir gelişim mevsimi sonunda doğal olarak kuruyarak ömrünü tamamlayan bitkilerdir (Şirin 2024; Anonim, 2016). Mevsimlik süs bitkileri park, bahçe ve peyzaj gibi kentsel alanlarda insan ile doğa arasındaki ilişkilerin düzenlenmesi ve biyolojik konfor gibi doğrudan

fiziksel ihtiyaçların karşılamasına yönelik uygulamaların da temel materyali haline gelmiştir (Özdemir Durmuşlar, 2024). Mevsimlik çiçekler yazlıklar ve kışlıklar olarak iki ayrı gruptan oluşmak (şirin, 2024; Anonim, 2016), vegetasyon süresine bağlı olarak da tek, iki ve çok yıllık olarak ayrılabilir (şirin, 2024). Mevsimlik çiçek yazlık; camgüzeli, petunya, kadife çiçeği vb., kışlık; hercai menekőe, çuha çiçeği, şebboy vb. türler vardır (Atlas, 2006). Dünya’da gelişmiş, süs bitkilerine önem veren bazı ölkelerde mevsimlik çiçek tohumları üretimi yapılmakta, ölkemizde ise bu konu gelişmesi gereken bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de üretim ya tohumun ithal edilmesi ya da üreticinin kendi yetiştiriciliğinden bir sonraki üretime bitki ayırması ile tohum elde etmesi şeklinde gerçekteşmektedir (Kavut, 2019). Mevsimlik süs bitkilerinin kullanımının artması, beraberinde mevsimlik süs bitkisi fide yetiştiriciliği sektörünü geliştirmiştir (Alp vd., 2009). Üretim maliyetinin düşük olması, bitkilerin viyol veya plastik torbalarda yetiştirilebilmesi toptan satış olanaklarını arttırmakta ve bu durum üreticiyi mevsimlik çiçek yetiştirmeye teşvik etmektedir (Atlas, 2006).

Mevsimlik süs bitkileri yetiştiriciliğinde özellikle çevre düzenlemesi amacı ile kullanılan türlerde tohum çimlenmesinde yaşanan düşük, geç ve heterojen çimlenme gibi sorunlar büyük önem arz etmekte ve çözümleri beklenen bir konu olarak görölmektedir (Kavut, 2019). Ayrıca topraklı kùltürlerde bitki gelişimi için uygun ortamların kullanılmaması ve topraklı kùltürlerde yaşanan sorunların bitki gelişimlerini olumsuz etkilemektedir. Günümüzde besin maddelerinin, pestisitlerin ve suyun daha verimli kullanılması, iklim koşullarından bağımsız ürün verimliliğinin sağlanması, kontrollü üretimin gerçekteştirilmesi gibi nedenlerle topraksız kùltüre geçiş yaşanmaktadır. Mevsimlik süs bitkilerin yetiştiriciliğinde de topraksız yetiştirme ortamların kullanılması sonucunda, bitki fizyolojisi, verim ve ürün kalitesi üzerinde kullanılan ortamların olduğu çalışmalarda görölmüştür (Alvarez vd., 2018; Khandaker vd., 2018; Madurangani vd., 2020).

Topraksız tarım, bitkilerin sağlıklı bir şekilde canlılıklarını sürdürebilmeleri, büyüme ve gelişme faaliyetleri ve verimli bitkisel ürün oluşturabilmeleri için ihtiyaç duydukları su ve besin elementlerinin durağan veya akışlı bir sistemde besin solüsyonları halinde bitkinin kök bölgesine uygulandığı kùltür şeklidir (Göl, 2019; Eliçin vd., 2021). Topraksız tarımın başlıca avantajları arasında yetiştiriciliğe uygun olmayan alanlarda dahi üretime olanak sağlaması, yetiştiricilikte yüksek verim ve

kaliteye sahip bitki yetiştirilmesine imkan vermesi, iş gücünden, kullanılan su miktarından tasarruf sağlaması sayılabilir (Saygılı, 2012).

Topraksız tarımda, yetiştirme ortamlarının özelliklerinin doğrudan veya dolaylı olarak bitkinin fizyolojisi ve verimini etkilemesi nedeniyle uygun yetiştirme ortamı veya ortamlarının seçimi oldukça önem taşımaktadır (Saygılı, 2012; Gül 2019). Türkiye’de yapılan çalışmalar, substrat kültürünün sera koşullarında uygun olduğunu ortaya koymuştur (Tüzel ve Gül, 1999). Türkiye’de topraksız kültürde en fazla kullanılan ortam perlit ve torftur. Topraksız tarımda yapılan yetiştiriciliklerdeki en önemli konulardan birisi bitkilerin sürekli ve yeterli besin ile beslenmeleridir. Topraksız tarımda bitkilerin besin elementleri ve su ihtiyaçları, gerekli bütün elementleri içeren bir besin çözeltisi ile karşılanır (Saygılı, 2012).

Toprak kaynaklı hastalık etmenleri ve nematodlara karşı, ağırlıklı olarak kimyasal dezenfeksiyon uygulanmaktadır. Seralarda geleneksel tarzda toprakta yapılan yetiştiriciliğin yanı sıra, son yıllarda topraksız yetiştiricilikte de bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşulları altında, bitki gelişimi yavaşlamakta, meyve tutumu ve kalitesi azalmakta, bitkiler hastalık ve zararlılara duyarlı hale gelmektedir. Diğer yandan topraksız tarımda, ortamda zaman içerisinde *Pythium* ve *Phytophthora* sp. gibi patojen funguslar veya nematodlar sorun yaratabilmekte, ortamın dezenfeksiyonu gerekli hale gelmektedir (Kıdoğlu, 2009). Dolayısıyla topraksız tarımda kimyasal girdi kullanımı kaçınılmaz hale gelmektedir. Ayrıca topraksız tarım, bitki yetiştiriciliği için optimum ortam şartların sağlanarak bitkilerin beslenme ve su gereksinimlerinin besin çözeltileriyle karşılanması nedeni ile kimyasal madde kullanımı yükündür. Her ne kadar bitkinin istediği dozlarda uygulansa da kimyasal gübre kullanımı maliyeti yüksek, insan ve çevre sağlığı açısından risk oluşturan bir uygulamadır. Bu nedenle, topraksız tarımda kullanılan besin solüsyonlardaki elementlerin kullanımını azaltmak ve bitki kökleri tarafından besin elementlerinin daha etkili bir şekilde alınmasını sağlamak amacı ile son yıllarda topraksız tarımda PGPR’lerin kullanımı ivme kazanmıştır.

Geleneksel tarımda PGPR’lerin besin elementlerinin alımında yardımcı rolü olduğu bilinmektedir. Nitekim topraksız tarımda PGPR’lerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar neticesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Gül vd., 2008c; Mısraklı, 2018; Mutluay, 2023). Ancak süs bitkileri ile çalışmalar oldukça sınırlıdır. PGPR’ler yapılan çalışmalar sonucu süs bitkisi türleri üzerinde bitki yaprak sayısı, sürgün ve kök yaş/kuru ağırlığı, çiçeklenme süresi, çiçek sayısı gibi birçok bitki gelişimi özellikleri üzerine

olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kök bakterilerin süs bitkilerine inokülasyonun sonucu; tohum çimlenmesi, bitki sertliği, klorofil miktarı, baklagillerdeki nodül sayısı, dokulardaki besleyici nitelikteki madde artışı gibi olgulardaki olumlu etkileri ile bitkiler daha uzun süre sağlıklı kalabilmektedir (Alaylar, 2017). Ayrıca PGPR'ler süs bitkileri üretim aşamasında da etkili olmaktadır.

Mevsimlik süs bitkileri yetiştiriciliğinde topraklı kültürlerde bitki gelişimi için uygun ortamların kullanılamaması ve topraklı kültürlerde yaşanan sorunlar bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca peyzaj alanında kullanılan kimyasal gübreler insan, hayvan ve çevre sağlığında önemli riskler oluşturmaktadır. Ancak PGPR'lerin kullanımı ile gübre kullanımının azaltılması ve bu sayede risklerin azaltılabileceği düşünülmektedir. PGPR'lerin mevsimlik süs bitkileri üzerine çalışma çok azdır. Dolayısıyla PGPR'lerin mevsimlik süs bitkilerine uygulanması sonucu bitki gelişimi ve çiçeklenmesi etkileri hakkında yeterince bilgi yoktur.

Bu çalışmada, PGPR'lerin topraksız kültürde bazı yazlık ve kışlık mevsimlik süs bitkilerine (*Bellis perennis* L., *Begonia semperflorens*, *Petunia hybrida*) uygulanması sonucu bitki gelişim parametrelerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda topraksız kültürde bitki gelişimini artırıcı bakterilerin mevsimlik süs bitkilerin yetiştiriciliğinde kullanılması amaçlanmıştır. Nitekim bu alandaki çalışmaların yetersiz ve az olmasından dolayı bu çalışma büyük bir önem arz etmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. PGPR ile İlgili Genel Bilgiler

Dünyada üreticiler, tarım alanların azalmasıyla ve gün geçtikçe gıda ihtiyacını karşılayabilmek için yoğun tarımsal üretim yapmaktadırlar. Bitkisel üretimde birim alanda yüksek verim elde etmek ve bitkisel hastalıklarla mücadele etmek için sentetik gübre kullanımı artmıştır. Özellikle üretimde kullanılan kimyasal gübre kullanımı; sularının kirlenmesine, toprağın verim ve sürdürülebilir özelliğın kaybedilmesine, doğal dengenin bozulması gibi birçok çevresel olumsuzlukları meydana getirmiştir (Yağmur, 2019). Bu bakımdan toprağın sürdürülebilirliği, kaynakların devamlılığının sağlanması ve tarımsal girdi maliyetin düşürülmesi açısından son zamanlarda kullanımları yaygınlaşan bitki büyüme ve gelişmesine katkı sağlayan PGPR'lerin kullanımı büyük önem arz etmektedir (Yağmur, 2019; Yıldız Kutlusoy, 2019).

Dünyanın birçok ülkesinde hem bitki gelişimini artıran hem de biyokontrol ajanı olarak PGPR'ler üzerine çalışmalar incelendiğinde genel olarak *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* ve *Rhizobium* gibi cinslerde yer aldığı görülmektedir (Toprak, 2012; Girgin, 2019). PGPR, genellikle bitki kök çevresini ve/veya kök yüzeyini yerleşerek toprak kökenli patojenlerin gelişimini sınırlamaktadırlar (Parlakova, 2014). Genel olarak, rizosfer bakterilerinin yaklaşık %2-5'i bitki büyüme düzenleyici bakterileridir (Odabaş, 2021).

PGPR'ler fitostimülatör, biyogübre, biyopestisit ve rizoremediyatör olarak doğada önemli ve çok büyük etkiye sahiptir (Ahıskalıoğlu, 2024). Bitki kök bölgesinde ve rizosfer toprağında yaşamlarını sürdüren ve bu yerleri kendilerine habitat alanı PGPR'ler bitki gelişimini direk ve indirek olarak etki edebilmektedirler (Yıldız, 2019). PGPR'lerin bitki gelişmesini teşvik mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte bitkisel hormonlar olarak oksin, sitokinin, giberallin ve etilen üretebildiği, N fiksettiği, mineral fosfatı çözebildiği, organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği, antibiyotik ve fungusit bileşikler sentezleyerek patojenlere karşı antagonistik etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Parlakova, 2014; Ayhan, 2016).

PGPR'lar; bitkisel hormonları (giberellin, oksin vb.) üretebildiği, su ve mineral alımını artırması, yaprak alanı, klorofil oranı, kök gelişimini desteklemesi, kök ve gövde ağırlığı artmakta, nodülasyona yardımcı olması, bitkide enzim aktivitesini artırması gibi etki mekanizmalarına sahip olmasıyla bitki gelişimini teşvik etmektedirler (İmriz vd., 2014; Ayhan, 2016; Yıldız Kutlusoy, 2019). Fe, Cu, Zn vb. inorganik besin elementlerin kullanımını artırdığı tespit edilmiştir (Turan vd., 2004). Yapılmış olan çalışma sonuçları bakıldığında bazı PGPR aktivitelerinin kuraklık, tuzluluk ve düşük besin maddesi gibi abiyotik stres koşullarının etkilerini azalttığı bulgular görülmektedir (Bozdoğan, 2019).

PGPR'ler tarafından en çok salgılanan bitkisel hormon oksindir. Genellikle azot fiksasyonundan ziyade oksin üretiminin köklenmeyi uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada ana etken olduğu kabul edilmektedir (Kır, 2010). Etilen ise tohum çimlenmesinde oldukça önemlidir. Fidelerin gelişmesi esnasında etilenin üretim seviyesi artmaktadır. Hızla büyüyen kökler tarafından üretilen yüksek seviyedeki etilen kökün uzamasını engellemektedir. Böylece bitki gelişimini uyaran kök bakterileri tarafından üretilen ACC deaminase enzimi yardımıyla etilenin olumsuz etkilerini azaltmakta, etilen seviyesinin düşürülmesiyle bitkilerin kök uzunluğu artmaktadır (Ayhan, 2016). Özellikle *Agrobacterium*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* bakteri türlerinin Indol Asetik Asit (IAA) üreterek odun çeliklerinde köklenmeyi teşvik ettiği bildirilmektedir-(Eşitken vd., 2003).

Araştırmalar özellikle ticari preparatları fazla olan *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerinde yoğunlaşmıştır (Sayın, 2023). *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsleri bitki gelişimini teşvik, patojenler ve zararlıları baskılamaları açısından dikkat çekmektedirler (Toprak, 2012). PGPR'lerin bitki gelişimini teşviği ile ilgili ilk çalışma *Pseudomonas putida* GR-12-2'de yapılmıştır (Altınkaynak, 2016). *Pseudomonas* sp. bakterilerinden *Pseudomonas putida* ve *Pseudomonas fluorescens* rizosferde oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Yılmaz, 2024).

Ticari preparatlarda en fazla *Bacillus* cinsine ait türler kullanılmaktadır (Kloepper vd., 2004). *Bacillus* türleri bitkinin büyümesini artırıcı ve düzenleyici etkiler göstermektedir (Dede, 2020). *Bacillus* sp., toprakta fazla miktarda bulunur. Ayrıca *Bacillus* sp.'in topraktaki sayısı, biyotik ve abiyotik olmak üzere yaklaşık 50 faktörü etkilemektedir (Kıdoğlu, 2009). Örneğin *Bacillus* türlerinin bitkilerde tuz stresine karşı tolerans sağladığı bildirilmektedir (Altunlu, 2020). 1985 yılında ilk ticari PGPR preparat olan *Bacillus subtilis* A-13 üretilmiştir (Altınkaynak, 2016). *Bacillus* türlerinden, *B.*

subtilis, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. thuringinensis*, *B. licheniformis* bitkisel üretimde mikrobiyal gübre ve biyopestisit olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Berg, 2009).

Fosfor topraklarda yeterince bulunmasına rağmen bitkiler tarafından kullanılabilirliği az durumdadır. Toprağın kireç içeriği ve pH'sı fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğini etkilemektedir. *Bacillus* sp. fosfor parçalayıcı özelliği ve fosforun bitkiye faydalı forma dönüşmesinde etkili rol oynamaktadır. Fosfat çözücü en iyi kök bakterileri olarak, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Rhizobium* ırkları yer almaktadır (Antoun, 2003; Yılmaz, 2024).

Bitkiler için azot, önemli besin kaynaklarından birisidir (Yılmaz, 2024). Kimyasal N gübrelemesinin maliyeti PGPR'ler aracılığı ile yapılan N gübrelemesine göre oldukça pahalıdır. Sonuç olarak uygun PGPR kullanımıyla, kimyasal gübre sarfiyatının azaltılabileceği ve PGPR'ler ile birlikte kimyasal gübre kullanımı sonucu bitki besin element alımını daha fazla artığı görülmüştür (Üstü, 2019). En iyi azot fikse eden bakteri ırkları *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* ve *Azotobacter* cinsleridir (Erdoğan, 2017; Yılmaz, 2024). PGPR'lerin etkileri kompleks bir süreç olup, bakteri tür ve sayısı, bitki genotipi, bitki-bakteri kombinasyonu, toprak tipi, hasat tarihi, gelişme dönemi, çevre şartları ve organik madde miktarına bağlı olarak değişebilmektedir (Arıkan, 2012; Parlakova, 2014).

2.2. PGPR'ler ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

PGPR'lerin meyve ağaçların köklenmesi, meyvede kalite, verim ve besin element içeriğini artırmada olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

PGPR'lerin meyve çeliklerin köklenmesi üzerine yapılmış olan bir çalışmada, *Rosa canina* ve *Rosa dumalis* sert gövde çeliklerine IBA uygulaması ve *Agrobacterium rubi* aşılmasının etkilerini değerlendirmişlerdir. IBA, bakteri ve IBA+Bakteri uygulamalarının köklenmeyi teşvik ettiği saptanmıştır. 4000 ppm IBA ve *Agrobacterium rubi* A-16 uygulaması yapılan *Rosa canina* çeliklerinde en yüksek köklenme oranı elde edilmiştir. Bununla birlikte, *Rosa dumalis*'in optimum köklenme 2000 ppm IBA ve *Agrobacterium rubi* A-18 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak *Agrobacterium rubi* ve IBA hormonu kombinasyonunun yan kök oluşumunu ve gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır (Ercişli vd., 2004).

PGPR'lerin meyve çeliklerin köklenmesi üzerine benzer bir başka çalışma ise asma anacı üzerine yapılmıştır. 3 farklı Amerikan asma anacın (110 R, 1103 P ve 5 BB) eliklerin dip kısmına, *Bacillus cereus* (ZE-7) ve *Pseudomonas putida* (ZE-12) kök bakterileri tek başına ve birlikte uygulanarak köklenme üzerinde etkisini belirlemesi hedeflenmiştir. *Bacillus cereus* (ZE-7) ve *Pseudomonas putida* (ZE-12) uygulamalarının, diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek değerler verdiği saptanmıştır. *Bacillus cereus* uygulamasının kök gelişimi üzerine etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek kök sayısı 1.95 adet, en yüksek köklenme %72.03 ve en yüksek kök yaş ağırlığı 39.75 mg elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek kök kuru ağırlığı 13.06 mg *Bacillus cereus* (ZE-7)+*Pseudomonas putida* (ZE-12) uygulamasında elde edilmiştir (Topçu Altıncı ve iekli, 2024).

PGPR'lerin bir başka önemli özelliği ise meyve kalitesi verim ve bitkide besin elementi içeriği artırmada üzerine etkisidir. Bu konu üzerine yapılmış araştırmada *Bacillus* M3 ve *Bacillus* OSU-142 cinslerinin ahududu bitkisinde tek başına ve birlikte kullanımlarının bitki gelişimi, verim, yaprakların ve toprakların besin elementi içeriğine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *Bacillus* M3 uygulaması ahududu da bitki gelişimini ve verimi artırmıştır. *Bacillus* M3 ve *Bacillus* OSU-142 cinsler, topraktaki toplam N, kullanılabilir P, K, Ca, Mg, Fe, Zn miktarını ve pH'yı olumlu şekilde etkilemiştir. Ahududu yapraklarının azot, kalsiyum ve fosfor içeriği *Bacillus* M3 ve *Bacillus* OSU-142 birlikte uygulaması sonucu artmıştır. Ahududu bitkilerinde kontrole kıyasla verimde kök bölgesine inokule edilen *Bacillus* M3 %33.9 ve *Bacillus* OSU-142 %74.9 artış gözlenmiştir (Orhan vd., 2006).

Bir başka çalışmada ise geçen elma ağaçlarının gelişim ve verimleri üzerinde ana (M9 ve MM 106), eşit (Granny Smith ve Stark Spur Golden Delicious) ve bitki büyümesini düzenleyen rizobakterilerin (OSU142, OSU-7, BA-8 ve M-3) etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda rizobakterinin sitokin ve IAA retiminde önem etkiye sahip olmuştur. M3 ve OSU-142 uygulamaları fosfat çözücü özellik göstermiştir. M3 da uygulamasında maksimum sürgün gelişimi elde etmişlerdir. Geçen elma fidanların rizobakterilerin kontrol ile karşılaştırıldığında meyve verimini ve sürgün uzunluğunu arttırdığını belirlenmişlerdir (Aslantaş vd., 2006).

Eşitken vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada 0900 Ziraat kiraz çeşidine PGPR'lerden *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU 142 izolatlarının tek tek ve

kombinasyonlarının yapraklardaki besin elementi içeriği, bitki gelişimi, verime etkileri araştırılmıştır. *Pseudomonas* BA-8 uygulamasında en yüksek verim elde edilmiştir. Bakteri uygulamaların ayrı ayrı ve birlikte uygulaması verime, dal uzunluğunu meyve ağırlığına olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca bakteri uygulamalarının kontrole göre yapraklardaki N, P, K Fe, Zn ve Mn içeriğini artırdığını vurgulanmıştır. Bu çalışma *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU 142 izolatlarının hem tek hem de kombinasyon halde bitkisinin besin elementi alımını, bitki gelişimi ve verimini olumlu yönde etkilediğini rapor edilmiştir.

Mahlep anacı üzerine aşılı Kütahya vişne çeşidine *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 uygulanmasının verim, meyve özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 tek başlarına ve kombinasyon halinde uygulanması bitki gelişimi ve verim de artış sağlamıştır. Ayrıca çiçek ve yapraktan uygulanan PGPR'ler meyve sap ve sürgün uzunluğunu kontrole göre artırmıştır. Yaprak ve çiçek uygulamaları bakteri uygulamaların ayrı ayrı ve birlikte uygulanması ağaç başına verimi önemli derecede artırmıştır. Sonuçlara göre *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 bakterilerinin ayrı ayrı veya birlikte kullanılması vişnede büyüme ve verimi artırdığı görülmektedir (Arıkan, 2012).

Bahçe bitkileri için önemli sebze türü olan kavunda yapılmış olan çalışmada, farklı *Cucumis melo* L. çeşitlerinde PGPR uygulamaların verim ve kalite üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada PGPR olarak *Pantoea agglomerans* CC378/2, *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 ve *Pseudomonas fluorescens* CC44 ırkları kullanılmıştır. Bulgular sonucunda kavun bitkisine uygulanan PGPR uygulamaları; %8.3 yaprak sapı uzunluğunu, %12.9 yaprak ayası uzunluğunu, %21.1 ortalama dal sayısını, %9.2 meyve boyunu, %21.9 ortalama meyve ağırlığını, %12.8 yaprak yaş ağırlığını ve bitki başına ortalama meyve verimini %39.1 oranlarına kadar artırdığı saptanmıştır (Türkoğlu, 2019).

Pırlak vd. (2019) yapmış olduğu çalışmada muz bitkisinde *Bacillus atrophaeus* (MFDV2) bakterisinin uygulanmasının büyüme, verim ve kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Bulgular sonucunda; *Bacillus atrophaeus*'ın yaprak sayısı, yaprak genişliği ve bitki boyunda önemli bir artış sağladığı belirlenmiştir. Aynı zamanda muz meyve salkımına yapılan bakteri uygulamasının meyve büyümesi ve ağırlığı üzerinde de

istatistiksel bakımından önemli olduğu belirlenmiştir. *Bacillus atrophaeus* bakterisi uygulamasının muz bitkisinin vejetatif büyümesini ve meyve kalitesini arttırdığı sonucu elde edilmiştir.

PGPR'ler meyve türlerinde en fazla çalışma çilek çeşitleri üzerine yapılmıştır. Yapılmış olan örnek bir çalışmada, "Selva" çilek çeşidi üzerine *Bacillus* OSU-142, *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* M-3 kökten ve yapraktan uygulamalar sonucu verim ve bazı meyve parametrelerin üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, bitki başına en yüksek verim 158.5 g ile yaprak + kök uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek meyve ağırlığı 9.53 g ile yaprak uygulamasında, en küçük meyve ağırlığı kontrol uygulamasında yer alan bitkilerde olduğu belirlenmiştir (Pırlak ve Köse, 2009).

Çilek üzerine yapılan bir başka çalışmada ise, PGPR'lerin çilekte meyve verimi, bitki gelişimi ve besin elementi içeriği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve preparat olarak da *Pseudomonas* BA-8, *Bacillus* OSU-142 ile *Bacillus* M-3'ü tek veya kombinasyon olarak kullanılmasının etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. 3 yıl boyunca elde edilen bulgular, PGPR uygulamalarının meyve verimini, C vitaminini, bitki başına meyve sayısını ve yaprak P ve Zn içeriğini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. *Bacillus* M-3 + *Pseudomonas* BA-8 uygulamasında en yüksek verim artış yüzdesi %33.2 ile görülmüştür. En yüksek fosfor, demir ve çinko yüzdeleri kontrolle kıyasla, bakteri içerikli uygulamalardan elde edilmiş ve bu da yaprakların fosfor, demir ve çinko içeriğini arttırmıştır (Eşitken vd., 2010).

Ünal (2019), sera koşullarında yürütülen araştırmada "Rubygem" çilek çeşidinin yetiştiriciliğinde, yetiştirme ortamlarının ve ticari olarak bulunan PGPR'lerin bitki gelişimine, verim ve kalite ile ilgili özelliklere etkilerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak perlit ve hindistan cevizi kabuğu (cocopeat), PGRP olarak (1) BMMegaflu; *Bacillus megaterium* (KBA-10), *Pantoea agglomerans* (RK-134), *Pseudomonas fluorescens* (2) Cedriks; *Pseudomonas fluorescens* ve (3) Vitormone Plus: *Azotobacter* sp. kullanılmıştır. Bakteriler arasında da en yüksek toplam ve pazarlanabilir verim 1.60 ve 1.57 kg/m² ile *Pseudomonas fluorescens* uygulamasından elde edilmiştir. Toplam meyve sayısı; bakteri uygulamaları arasında en yüksek *Bacillus megaterium* (KBA-10) uygulamasında, *Pseudomonas fluorescens* ve *Azotobacter* sp. uygulamalarından elde edilmiş olup, en düşük meyve sayısı kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Denemede kullanılan PGPR'lerden ön plana çıkan

Pseudomonas fluorescens bakterisi verim ile ilgili özelliklerde olumlu etkisinden dolayı çilek yetiştiriciliğinde kullanımı önerilmektedir.

Bitki gelişimine teşvik edici kök bakterisi sebze türlerine üzerine uygulamalar yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Yapılmış olan uygulamalar sonucunda sebzelerde bitki ve meyve parametrelerine önemli artışlar olduğu ve bitkide besin element içeriğini olumlu etkisi olduğu saptanmıştır. PGPR'lerin sebze türlerinde domates ve marul bitkileri üzerine çalışmalar oldukça fazladır.

Dursun vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada domates ve hıyar da ticari PGPR uygulamaların verim ve bitki gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Uygulamada *Bacillus subtilis* BA-142, *B. megaterium*-GC subgroup A.MFD-2, *Ancinetobacter baumannii*, CD-1 ve *Pantoea agglomerans* FF kullanılmıştır. PGPR uygulanması meyve ağırlığına, meyve ağırlığına, meyve sayısına, bitki uzunluğuna, meyve genişliğine ve uzunluğu ve kuru madde ağırlığına olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Tüm bakteri uygulamalarının bitki besin element içeriğinin pozitif etkisinin olduğu görülmüştür. *Pantoea agglomerans* FF bakterisi uygulaması diğer uygulamalar göre, hıyar da bitki başına düşen meyve sayısı ve ağırlığı, meyve genişliği ve uzunluğu, bitki uzunluğu ve kuru madde miktarını önemli miktarda artış sağladığı belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan PGPR'lerin domates ve hıyar da verim ve gelişim süreçlerinde faydalı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Domates bitkisi üzerine yapılmış benzer bir başka çalışmada, bitki gelişimini teşvik eden bakterilerinden *Bacillus megaterium* (TV-60D, TV-87A, TV-91C ve KBA-10), *Pantoea agglomerans* (RK-92) ve *Hafnia alvei* (TV-34A) domates de bitki gelişim parametreleri, verim, meyvede çatlama ve bitki sağlığı üzerine etkileri de araştırılmıştır. Bulgular sonucunda PGPR'lerin bitki ve kök parametrelerinde istatistikî olarak önemli artış olduğu gözlenmiştir. *Bacillus megaterium* TV-91C bakterisi uygulamasında ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve ağırlığı, meyve çapı ve yüksekliği gibi parametrelerde önemli artışlar olduğu görülmüştür. Özellikle *Bacillus megaterium* KBA-10 bakterisi uygulamasında meyvede çatlama oranında ciddi azalma ve bitkideki klorofil oranında önemli artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Bacillus megaterium* (KBA-10) bakterisi uygulamasının genel olarak hastalık şiddetini baskılama özelliği olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *Bacillus megaterium* TV-91C ve *Pantoea agglomerans* RK-92 uygulamalarının bitki gelişim parametrelerini ve *Bacillus*

megaterium KBA-10 uygulamasının genel hastalık kontrol altına alması bakımından domates yetiştiriciliğinde kullanabilir olduğu belirlenmiştir (Fırat Oral ve Kotan, 2021).

Dönmez vd., (2024) örtü altı domates yetiştiriciliğinde PGPR'lerin ve kimyasal gübre uygulamalarının verim ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada yer alan bakteriler bakteri I (*Stenotrophomonas maltophilia* (BY-44), *Bacillus licheniformis* (HK-13) ve *Pseudomonas putida* (NK-12)) ve bakteri II (*Pseudomonas fluorescens* (FC-42), *Bacillus subtilis* (SK-26) ve *Rhizobium radiobacter* strain (SK-63)) uygulaması olmak üzere iki farklı grup olarak uygulanmıştır. Çalışmada iki farklı bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamasının domatesteki çeşitli verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi değerlendirilmiş, bakteri II uygulamasından elde edilen sonuçların kimyasal gübre uygulamasının sonuçlarına yakın olduğu görülmüştür. Bakteri uygulamasının bitki gelişim parametrelerinde artışa sebep olmasının temelinde ise azot fiksasyonu, fosfat ve potasyumu çözebilme özelliklerinin yanı sıra hormon, siderofor ve ACC-deaminaz üretme özelliklerinin de etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, kimyasal gübre ve pestisit kullanımına alternatif olarak denemede kullanılan bakteri uygulamalarının birçok parametrede kimyasal gübre uygulaması ile benzer veya yakın sonuç vermesi domates yetiştiriciliğinde PGPR'lerin umut verici olduğu rapor edilmiştir.

PGPR'lerin marul bitkisi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Akbay (2012) yapmış olduğu çalışmada farklı N dozlarında (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) yetiştirilen marulda *Paenibacillus polymyxa* bakteri uygulamalarının verim ve bitki gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda çalışmada PGPR uygulamaların bitki besin elementi içeriğine etkileri de incelenmiştir. *Paenibacillus polymyxa* bakteri ırkının farklı azot dozlarında marulda bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi alımı ve verim üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada bitki ağırlığının bakterili N uygulamalarında bakterisiz N uygulamalarına göre arttığı tespit edilmiş kontrole göre en yüksek artış bakterili 20-15 kg/da N dozunda tespit edilmiştir. Azot içeriği bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara göre artış göstermiştir ve istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Genel olarak bakteri ve azot uygulamalarının bitki besin elementleri düzeyine olumlu yönde etkileri olduğu tespit edilmiştir. Marulda PGPR'lerin kullanımı N'lu gübre kullanımını azaltabileceği tespit edilmiştir.

Marul bitkisi üzerine yapılan başka çalışmada ise PGPR marul fidesi yetiştiriciliğinde, fide gelişimi ve kalitesine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. PGPR olarak *Herbaspirillum huttiense* SB29, *Virgibacillus pantothenicus* YÖ19 ve *Brevibacillus parabrevis* SK4 kullanılmıştır. PGPR'lerin marul fidelerine uygulanmaları sonucunda yapılan ölçümlerde bitki ve kök gelişim parametrelerinde olumlu sonuçlar verdiğini saptanmıştır. PGPR uygulamaların *Virgibacillus pantothenicus* (YÖ19) bakteri straini ön plana çıkmıştır. *Virgibacillus pantothenicus* (YÖ19) bakteri uygulamasında kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı en yüksek değer aldığı belirlenmiştir. PGPR uygulamalarının kontrole kıyasla yaprak sayısında % 11.7, fide boyunda % 28.7, yaprak çapında % 9, gövde çapında % 14.1, yaprak yaş ağırlığında % 49.5 ve kök uzunluğunda % 15.18 düzeyinde artış yaptığı görülmüştür. Ayrıca tüm bakteri uygulamaların kontrole göre bitki gelişimini arttırdığı saptanmıştır (Çelik, 2022).

Hussein ve Sönmez (2024) 13 adet PGPR (*Bacillus Subtilis* RC631, RC67, RC11, *B. megaterium* RC34, RC33, *B. pumilus* RC356, *Pseudomonas fluorescense* RC77e, RC86, RC9, *P. putida* biyotip B RC14, *Pantoea agglomerans* RC 36, RC 16 ve *Rhodococcus erythropolis* RC49) kullanmıştır. PGPR'lerin marul tohumlarına uygulanarak fide gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. PGPR uygulamaların tohum uygulanması yaprak ve kök yaş ağırlığı, kök boğazı çapı ve fide uzunluğu parametrelerinde olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak marul yetiştiriciliğinde PGPR'lerin biyogübre olarak kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

PGPR'lerin bitki gelişim ve verim üzerine etkisini fasulye bitkisinde araştırılmıştır. Araştırmada PGPR olarak *Alcaligenes piechaudii* RK-136, *Bacillus megaterium* M-3, *Bacillus pumilus* M-13, *Bacillus subtilis* BA-142, *Erwinia rhapontici* RK-135, *Burkholderia cepacia* RK-277, *Pantoea agglomerans* RK-84, RK-123, RK-92, *Pseudomonas putida* BA-8 ve *Serratia liquefaciens* RK-102 kullanılmıştır. İlaveten çalışmada hastalık etmenlerin önlenmesinde de bakterilerin etkileri de araştırılmıştır. Bulgular sonucunda uygulanan bazı PGPR'lerin, fasulye bitkisinde bitki gelişimi ve verimi arttırdığı görülmüştür. *Pantoea agglomerans* RK-84, *Bacillus pumilus* M-13 ve *Bacillus megaterium* M-3 bakterilerinin kontrol uygulamasına kıyasla verimi arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu PGPR'lerin bazıları bakteriyel ya da fungal patojen enfeksiyonlarından kaynaklanan hastalıkları baskıladığı saptanmıştır. *Bacillus megaterium* (M-3), *Erwinia rhapontici* (RK-135) ve *Pantoea agglomerans* (RK-92)

uygulamalarının fasulye üretiminde biyogübre olarak kullanmasına ve sürdürülebilir tarım içinde bu bakterilerin kullanabilme özelliği olduğu saptanmıştır (Tozlu vd., 2012).

Sebze fidelerine PGPR'lerin uygulanması sonucu fide gelişim parametrelerine üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu konu üzerine yapılmış çalışmada lahana fidelerinde PGPR'lerin büyüme, besin ve hormon içeriği üzerindeki etkileri belirlemek amacıyla *Pantoea agglomerans* (RK-92), *Bacillus megaterium* (TV-91C) ve *Bacillus subtilis* (TV-17C) bakterilerin inokulasyonu gerçekleştirmiştir. PGPR uygulamaların kontrol ile kıyaslandığında fide yüksekliğini, fidelerin taze ve kuru kök ağırlığını, yaprak sıcaklığı, klorofil okuma değerlerini ve gövde çapını arttırdığı tespit edilmiştir. *Pantoea agglomerans* (RK-92) uygulamasında giberellik asitler, fide yaprak alanı, indol asetik asit (IAA) ve salisilik asit içerikleri en yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı zamanda *Bacillus megaterium* (TV-91C) en yüksek fide besin içeriği ve büyüme serbestliğini sağlamıştır. *Bacillus megaterium* (TV-91C) tohum inokulasyonu %32.9, taze sürgün ağırlığı %22.6, kuru sürgün ağırlığı %16.0 ve kök ağırlıklarını %35.69 oranında arttırmıştır (Turan vd., 2014).

Fide üzerine yapılmış bir başka çalışma ise Ekici vd. (2015) bazı PGPR'lerin brokoli fidesinin gelişimi ve fide kalitesi üzerinde etkilerinin incelenmiş, kök bakterisi olarak kullanılan *Bacillus megaterium* TV-3D, *Bacillus megaterium* KBA-10, *Bacillus megaterium* TV-91C ve *Pantoea agglomerans* RK-92 ırkları kullanmıştır. Çalışmada bakteri uygulamaların, kontrol uygulamasına göre bitki gelişim parametrelerin etkisi incelendiğinde; fide boyunu %7.85, yaprak alanını %18.12, yaprak kuru madde miktarını %41.98 ve gövde çapını ise %42.56 oranlarında arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada bakteri uygulamalarının bitki besin element açısından sodyum dışındaki besin element içeriklerini arttırdığı rapor edilmiştir. Bakteri uygulamaları yapılan brokoli bitkisi fidelerinde organik asit içeriği artış gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada *P. agglomerans* RK-92 uygulamasında en yüksek GA, ABA ve SA içeriği elde edilmiştir. Sonuç olarak PGPR uygulamalarının brokoli fidelerinde, fide gelişimi ve kalitesi üzerine olumlu etkilediği saptanmıştır.

Malkoçoğlu (2018) organik fide üretiminde farklı fide yetiştirme ortamlarında bitki gelişimi üzerinde etkili olan bitki büyüme düzenleyici bakterilerin etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmada bitki materyali olarak domates, karpuz ve baş salata çeşitleri kullanılmıştır. Belirtilen bitkiler ithal torf, yerli torf + klinoptilotit +

vermikompost, yerli torf, vermikompost ortamlarında yetiştirilmiş ve 11 bakteri denemeye alınmıştır. Çalışma sonucunda PGPR uygulamasının patojenlere direnci artırmada etkili olabileceği, bakteri uygulamalarının farklı fide ve bitki gelişim dönemindeki performanslarının türlere göre farklı olduğu, fide aşamasında *Bacillus subtilis* (B5), *Pseudomonas putida* (B7) ve *Pseudomonas fluorescens* (B8) fide gelişimini olumlu etkilemiştir. PGPR uygulamalarının verim üzerine etkileri önemli çıkmamakla birlikte; ilkbahar döneminde domatesten *Pseudomonas fluorescens* (B8), karpuzda *Bacillus subtilis* (B5) ve B11 (*Pseudomonas punonensis*), salatada B7 (*Pseudomonas putida*) uygulamalarının dikkat çektiği belirlenmiştir.

Son yıllarda bitkinin gelişim ve verimini aşırı sıcaklıklar, tuzluluk, kuraklık ve besin eksikliği gibi stres koşulları olumsuz etkilemektedir. Ancak PGPR'lerin yetiştirme ortamından, yapraktan veya tohumdan uygulanması bu stres faktörlerini azalttığı belirlenmiştir (Ayhan, 2016; Üstü, 2019; Ahıskalıoğlu, 2024).

Golpayegani ve Tilebeni (2011) tuzluluk stresi altında *Ocimum basilicum* (fesleğen) yetiştiriciliğinde toprağa *Pseudomonades* sp. ve *Bacillus lentus* inoküle etmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresi altındaki *Ocimum basilicum* bitkilerine PGPR muamelesinde fesleğenlerin yaş ağırlığı kontrol grubuna göre artmıştır. PGPR'lerin inokulasyon sonucu topraktaki potansiyel toksik iyonların bitki üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabileceği belirlenmiştir.

Yüksek sıcaklık sonucu buharlaşma ve yanlış sulama gibi birçok sebepten dolayı toprak tuzluluğunda artış meydana gelmektedir. Toprakta oluşan tuz stresi bitkileri de olumsuz yönde etkilemektedir. PGPR'lerin tuzlu koşullarda çilek cv. 'Fern' üzerinde meyve verimi, büyüme, klorofil okuma değeri, yaprak açma su içeriği, membran geçirgenliği ve yapraklar açısından test edilmiştir. PGPR olarak çalışmada *Bacillus subtilis* EY2, *Bacillus atrophaeus* EY6, *Bacillus sphaericus* EY30, *Staphylococcus kloosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43'ün kullanılmıştır. Sonuç olarak yaprakların azot içeriği tuzlu koşullarda bakteri uygulamalarında %3.04-%3.14 arasında değişmekte olup, 35 mM NaCl uygulamasında bu oran %2.71 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, yaprakların Na, Cl ve köklerin Cl içeriği, aşılama yapılmadan 35 mM NaCl tedavisine kıyasla, tüm bakteri tedavileri ile kök inokülasyonu ile önemli ölçüde azalmıştır. Bulgular genel olarak bakıldığında tuz stresi altında çilek bitkilerinin PGPR uygulamalarından *Bacillus sphaericus* EY30, *Staphylococcus kloosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43 bakterileri meyve verimi, büyümesi ve beslenmesi üzerindeki zararlı

etkisini iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda PGPR uygulamalarının tuzluluk stresi altında bitki direncini artırmak için tarımda sürdürülebilir, ekonomik, basit bir yol sunabileceğini sonucu elde edilmiştir (Karlıdağ vd., 2011).

Tarım yapılan alanlarda tuzluluk oranının artması hem toprak hemde bitki açısından büyük olumsuzluklar yaratmaktadır. Araştırmada tuz stresinde yetiştirilen fasulye bitkisine kök bakteri uygulanmasının fide gelişim parametreleri ve besin elementi içeriklerine etkileri incelenmiştir. Tuz uygulaması (NaCl) kontrolle birlikte dört düzeyde (0, 20, 40, 60 mM), bakteri uygulaması kontrolle birlikte beş farklı bakteri uygulaması olarak yapılmıştır. PGPR olarak denemede *Pseudomonas koreensis* R15/1, R38/1 *Pseudomonas* sp. R38/1, *Pseudomonas koreensis* R54/2 ve *Bacillus subtilis* 66/3 kullanılmıştır. Fide gelişim parametrelerinden birisi olan sürgün çapı en iyi sonuç *Pseudomonas koreensis* R54/2 bakteri izolatu vermiştir. Bitki besin elementlerinin alımını tuzluluk uygulamaları genel olarak olumsuz etkilerken, kök bakterileri besin elementine göre kendi içlerinde farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Özellikle bitkideki Mg alımına R15/1 bakteri ırkı, Zn ve Cu alımına R54/2 bakterisinin, Mn içeriğine ise 66/3 bakterisinin önemli düzeyde olumlu etki ettiği belirlenmiştir. Klorofil miktarında ise PGPR uygulamalarının sonucunda artış olduğu saptanmıştır. Genel olarak fasulyenin tuzluluk uygulamalarından olumsuz etkilendiği, bakteri uygulamalarına bağlı olarak gelişim parametrelerine farklı etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Bilge, 2017).

Tuz stresi altında Interland domates çeşitlerinde PGPR uygulamalarının etkisini incelemiştir. Çalışmada PGPR olarak *Pseudomonas putida* (30), *Bacillus thuringiensis* (CA41/1), *Pseudomonas putida* (S5/4) ve *Pseudomonas putida* (18/1K) seçilmiştir. Tuz stresi için 25 ve 50 mM NaCl konsantrasyonları kullanılmıştır. Tuz stresi altında PGPR uygulamalarının olumlu sonuçlar vermiştir. Domates bitkisinde *Bacillus thuringiensis* ve *Pseudomonas putida* türlerinin kombinasyon şeklinde uygulanması tuz stresi koşullarında olumlu etki oluşturmuştur. Bitki ve kök gelişim parametreleri tuzlu ortamdan olumsuz etkilenmiştir. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakteri uygulamasının tuz stresi toleransını artırmada olumlu yönden etkilenmiştir. Ayrıca PGPR'ler bitki besin element içeriğinde özellikle tuz stresinde önemli olan potasyum ve kalsiyum gibi bitki besin elementlerinin alımını kolaylaştırmıştır. Ayrıca PGPR'ler bitki gelişimine de olumlu yönde etki yaptığı rapor edilmiştir (Yılmaz, 2017).

Dudak (2024) buğday bitkisinde tuzluluğun olumsuz etkilerini önleyici ve bitki gelişimini destekleyici salisilik asit türevi ve PGPR ile priming uygulaması yapılmıştır. Tuz stresi buğday bitkisinde kardeşlenme sayısı, klorofil, çimlenme oranı, stoma, verim parametreleri, karotenoid içeriklerinde azalış olmuştur. Yapılan farklı priming uygulamalarından PGPR, kontrol grubuna kıyasla çimlenme oranında %5.20 ve yaş ağırlığını sırasıyla %12.10 oranında artırdığı görülmüştür. Bitkinin toplam sulama suyu miktarı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında yapılan PGPR uygulamasıyla %13.45 seviyesinde azalış göstererek su tasarrufu sağlamıştır. Yapılan priming uygulamaları ile bu kayıplar tolere edilerek PGPR uygulaması sayesinde yaş ağırlık ve kuru ağırlık sırasıyla %91.64 ile %55.98 oranında artış sağlamıştır. Çimlenme oranında 2dS/m tuzluluğa kadar herhangi bir değişiklik olmazken tuzluluğun artışıyla birlikte azalmalar görülmüştür. En yüksek tuzluluk oranına sahip 15 dS/m konusunda çimlenme oranı %12 seviyesinde düşüşe neden olurken, PGPR uygulaması sayesinde bu düşüş yerini %5.2 oranında artışa bırakmıştır. Sonuç olarak, buğday bitkisinin yetiştirildiği ortamdaki tuzluluğun yüksek olmasına rağmen yapılan priming uygulamaları bitkinin çimlenme, büyüme ve gelişimini olumlu etkilediği belirlenmiş olup yapılan uygulamaların farklı bitkilerde de etkili olacağı düşünülmektedir.

Karagöz (2012) çalışmasında, ACC deaminaze içeren, azot fikseri ve fosfat çözücü PGPR'lerin şeker pancarı verim ve kalitesiyle, pentoz fosfat yolu ve antioksidan enzimleri üzerine aşırı su ve su kısıtı koşullarında etkisi amaçlanmıştır. Bulgular neticesinde genel olarak optimum, aşırı su ve kısıtlı su koşullarında; iki deneme sonuçlarına göre, özellikle fosfat çözücü, azot fikseri ve ACC deaminaze aktivitesine sahip *Bacillus subtilis* BS 6/3, *Bacillus megaterium* A21/3, *Bacillus subtilis* R3/3, *Pseudomonas fluorescens* T26, *Pseudomonas putida* B3/10 ve *Variovorax paradoxus* R2/1 izolatları aşılama şeker pancarında enzim aktivitesi, yaprak verimi, yan ve depo kök gelişmesini teşvik etmiştir. Bakterilerin su stresine karşı dayanıklılığını artırdığı, su stresinin zararlı etkilerini belli oranlarda iyileştirdiği ve verim düşüşünü engellediği görülmüştür. Bu araştırmada su stresinin bitkide meydana getirdiği olumsuz etkilerin PGPR aşılamalarıyla en az düzeye indirilebildiği gözlenmiştir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, su maliyetinin yüksek olduğu ve sulama suyunun yetersiz olduğu alanlarda ACC deaminaze aktivitesine sahip bitki gelişmesini teşvik edici bakteri aşılamaının düşük su koşullarında verimi azalmasının önlenmesi amacıyla kullanılabileceği sunucuna varılmıştır. PGPR şeker pancarı yapraklarının besin element içeriği artmış ve

enzim aktivitesi değişmiştir. Çalışmada kullanılan PGPR'lerin bitki gelişmesinde kullanılan kimyasal gübre gereksinimini ve su stresin olumsuz etkisini azalttığı ve ayrıca biyolojik gübre olarak sürdürülebilir ve organik şeker pancarı üretiminde kullanılabilecek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada kuraklık stresinin zarar verici etkilerini azaltmak için çeşitli sulama kısıtlamaları oluşturularak yetiştirilen lahana fidelerinin fizyolojik ve biyokimyasal gelişimlerinde PGPR'lerin yararlı etkilerini incelenmiştir. Deneme, 4 farklı sulama seviyesi (I1: %100, I2: %75, I3: %50 ve I4: %25) ve uygulama konuları kontrol, B1 (*Bacillus subtilis* TV-13B) B2 (*Bacillus pumilus* TV-67C) B3 (*Bacillus megaterium* TV-6D + *Pantoea agglomerans* RK-92 + *Brevibacillus choshiensis* TV-53D) bakteri kombinasyonu olacak şekilde planlanmıştır. Bulgular sonucu PGPR uygulanmayan %75, 50 ve 25 sulama konularında yaprak kıvrılmaları, sararma ve nekrotik yaralanmaların başladığı yani stresten su kısıtlamalarının şiddetine göre olumsuz etkilendikleri görülmüştür. Fakat önceden yapılan PGPR uygulamaları ile kısıtlı sulanan saksılarda görsel hasarın azaldığı ve bu durumun fide gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Hasat edilen bitkilerde en fazla yaş ve kuru ağırlık, gövde çapı ve yaprak alanı artışının TV-13B bakteri uygulamasında gerçekleştiği fakat klorofil değerinde ise TV-67C uygulamasındaki artış dikkat çekmektedir. Kuraklık stresinin bitkide oluşturduğu hasarın en belirgin ve yaygın olanı büyüme ve gelişimdeki gerilemelerdir. Bu çalışmada artan sulama kısıtlamalarına bağlı olarak fide gelişim parametrelerinde ve besin elementi içeriğinde azalmalar görülmüş, fakat PGPR uygulamaları ile birlikte bu değerlerdeki artışın TV-67C uygulamasında en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tam sulanan bitkilerde en fazla N, P ve K değerleri gözlemlenirken, bu değerlerin TV-67C uygulamasında PGPR uygulanmayan kontrol bitkilerine kıyasla 1.5 kat artış ile en fazla olduğunu göstermiştir. Ayrıca kısıtlı sulama koşullarına bağlı bitkideki glisin, prolin ve asparagin aminoasitlerinde belirgin artış olduğu belirlenmiştir. Düşük sulama seviyelerinde IAA, absisik asit ve SA değerlerinin PGPR uygulamaları ile birlikte arttığı görülmüştür (Samancıoğlu vd., 2016).

Sadak (2018) PGPR'lerin kuraklık stresinde yetiştirilen biber fidelerin gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmada bitkisel materyal olarak "Mostar F1" sivri biber çeşidi ve kök bakterisi izolatu olarak *Bacillus* sp. CA41/1 ve *Ochrobactrum* sp. CB36/1 kullanılmıştır. Fide gelişim parametrelerine (sürgün boyu, sürgün yaş ağırlıkları, kök yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı, gövde

çapı, kök uzunluğu) PGPR uygulamaları olumlu etki yapmıştır. Kök yaş ağırlığı PGPR uygulamalarında *Ochrobactrum* sp. CB36/1 uygulaması 2.44 g ve *Bacillus* sp. CA41/1 uygulaması 2.45 g bulunmuştur. Kontrol uygulamasında ise kök yaş ağırlığı 2.02 g bulunmuştur. Kök uzunluğu *Ochrobactrum* sp. CB36/1 uygulamasında 15.38 cm ve *Bacillus* sp. CA41/1 uygulamasında 13.71 cm olarak ölçülmüştür. Ayrıca *Ochrobactrum* sp. CB36/1 uygulaması, *Bacillus* sp. CA41/1 uygulaması ve kontrole göre kök uzunluğu üzerinde etkili olmuştur. Araştırmada PGPR ırklarından *Bacillus* sp. CA41/1 uygulamasının fide gelişim parametrelerinde kuraklık stresi altında daha yüksek dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

2.3.PGPR'lerin Topraksız Tarım ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Son yıllarda PGPR'lerin kullanımı geleneksel tarım yanı sıra topraksız tarımda da hız kazanmıştır. Genellikle topraksız kültür yetiştiriciliğinde substrat kültürü ve Hindistan cevizi kabuğu, perlit, torf gibi ortamlarda yapıldığı görülmektedir. Topraksız tarımda PGPR genellikle bitki gelişimi ve verimi arttırmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda biotik ve abiotik stres koşullarına dayanımını araştırılmaktadır (Sayın, 2023).

Topraksız tarım sistemlerinde üretime başlarken yetiştirme alan ve ortamların steril olması gerekmektedir. Ancak ortamda zaman içerisinde özellikle *Pythium* ve *Phytophthora* sp. gibi patojen funguslar veya nematodlar sorun yaratabilmektedir. Fungus, nematod vb. hastalık etmenlerle mücadelede, dezenfeksiyon ve fungisit gibi uygulamalarının istenilen etkiyi verememesi nedeniyle topraksız tarımda PGPR kullanımı üzerinde durulmaktadır (Toprak, 2012).

Gül vd. (2008a) hıyar, domates ve biber bitkilerinde yapılan bir çalışmada, sera koşullarında; test edilen PGPR'lerin bazı dönemlerde hıyar ve domateste önemli verim artışına yol açtığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar hıyar yetiştiriciliğinde, *Pseudomonas putida* 18/1 K, *Serratia marcescens* 62 ve *Pseudomonas fluorescens* 70 nolu kök bakterilerinin *Fusarium* solgunluğunun ortaya çıktığı dönemde, hıyar bitkisinde toplam verimde kontrole kıyasla sırasıyla %42, %43 ve %20 düzeyinde artış etkisi yaptığını rapor etmişlerdir.

PGPR'lerin topraksız ortamlarda ve tarla koşullarında yetiştirilen baş salata bitkilerinin gelişimine etkisi belirlenmiştir. Sonuç olarak PGPR'lerin kolonizasyonunun kullanılan ortama bağlı değişebileceği, klinoptilolitin ve Hindistan cevizi torfu bu

açından perlitten daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerin baş salatanın gelişimi ve verimi üzerine etkisi topraksız ortamlarda önemli bulunmamıştır. Ancak tarla koşullarında kök bakterilerinin kontrole kıyasla baş salata verimini önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır. Toplam verim artışı incelendiğinde *Bacillus* sp. 66/3 bakteri uygulaması kontrole göre %49.5 oranında, *Pseudomonas putida* 18/1K bakteri uygulamasında %37.8 oranda ve *Pseudomonas fluorescens* 70 bakteri uygulamasında ırkında ise %30.7 oranda artış olduğu rapor edilmiştir (Gül vd., 2008b).

Baş salata ile ilgili diğer bir çalışmada ise topraksız ortamlarda (perlit, klinoptilolit ve Hindistan cevizi kabuğu (cocopeat)) ve tarla koşullarında baş salata yetiştiriciliğinde PGPR'lerin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada PGPR olarak *Pseudomonas putida* 18/1K, *Bacillus* sp. 66/3 ile *Pseudomonas fluorescens* 70 ırkları, baş salata çeşidi olarak "Bombola" çeşidi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda PGPR'lerin Bombola fidelerinin gelişimini arttırdığı belirlenmiştir. PGPR'lerin kolonizasyonunun topraksız tarım ortamına bağlı değişebileceği, bu açıdan klinoptilolit ve bu ortamı takiben cocopeatin perlite göre daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır (Merdin, 2009).

Kıdoğlu (2009) yapmış olduğu çalışmada üç aşamalı (in vitro testler, fide üretimi, sera) olacak şekilde domates, biber ve hıyar yetiştiriciliği gerçekleştirmiştir. Denemede PGPR olarak *Enterobacter cloacae* 21/1K, *Pseudomonas putida* 18/1K, *Bacillus* sp. 66/3, *Serratia marcescens* 62, *Pseudomonas fluorescens* 70, *Burkholderia cepacia* 75, *Pseudomonas putida* 180 ile *Bacillus amyloliquefaciens* FZB24 ve *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 kullanılmıştır. Domates de *Bacillus* sp. 66/3'ün kontrole göre toplam verimi 2005 yılın sonbaharında %36 oranında ve 2006 yılın ilkbaharında da %17 düzeyinde arttığı belirlenmiştir. Hıyar yetiştiriciliği esnasında *Fusarium* solgunluğunun gerçekleştiği dönemde toplam verimin kontrole kıyasla *Pseudomonas putida* 18/1K %42, *Serratia marcescens* 62 %43 ve *Pseudomonas fluorescens* 70 %20 oranında artırmıştır. Biber yetiştiriciliğinde PGPR'lerin verime olan etkisi net olarak ortaya çıkmamıştır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, PGPR'lerin topraksız kültürde sebze yetiştiriciliğinde olumlu yönde sonuçlar verebileceği belirlenmiştir. Denemede *Pseudomonas putida* 18/1K, *Pseudomonas fluorescens* 70 ve *Bacillus* sp. 66/3 kök bakterileri ön plana çıkmıştır.

Sayın (2023) hidroponik *Ocimum bacilium* yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* mikrobiyal gübrelerinin ayrı ayrı ve kombinasyon halinde tohum ekim ortamına, yaprağa ve iki yere birlikte uygulamasının verim, bitki gelişimi ve kalite üzerindeki etkileri araştırmıştır. Parametreler üzerinde en çok etkili olan mikrobiyal gübre türünün *Pseudomonas fluorescens* olduğu görülmüştür. Bitki ağırlığı ve vitamin C gibi önemli verim ve kalite parametrelerinin mikrobiyal gübre kullanımı ile artış göstermiştir. Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre kullanımının olumlu sonuçlar verdiği; test edilen uygulamalar içerisinde tohum ekim ortamına yapılacak *Pseudomonas fluorescens* inokülasyonunun sürdürülebilir tarıma uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Pseudomonas fluorescens*'ın insan sağlığına duyarlı bir gübreleme şekli, yüksek bitki verimi ve biyokütlesine sahip kaliteli fesleğen bitkileri elde etmede kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çilek çeşitleri arasında önemli olan Albion çilek çeşidi, topraksız tarım koşullarında PGPR'lerin gübre kullanımı üzerine etkisi incelemek amaçlamıştır. Bulgular neticesinde, bitki başına en yüksek verim ve meyve toplam ağırlık bakterileri uygulamasından elde edilmiştir. Her bir bakteri izolatının farklı özellikler üzerin etki ettiği ve konsantrasyonlarında bile farklılıklar elde edildiği gözlenmiştir. Hem doğru yetiştirme koşulları hem de bakteri ve gübre uygulamalarının bitki gelişimi, kalite parametreleri üzerine etkisi olduğu elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler ışığında topraksız tarım koşullarında çilekte PGPR kullanılarak gübre kullanımını etkinleştirdiği, bitki büyüme, gelişme ve verimi önemli derecede arttığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen parametrelere göre, azaltılmış gübre uygulamaları ile birlikte PGPR kullanılması sonucunda kimyasal gübre kullanımının azaltılması ile birlikte hem üretim maliyetini düşürülecek hem de insan ve çevre sağlığını olumlu yönde etkileyecektir (Mutluay, 2023).

Besin çözeltilisinin tuz konsantrasyonunun ve *Bacillus subtilis* uygulamasının topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde beyaz sinek popülasyonu üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bulgular sonucunda *Bacillus subtilis* uygulamasının domatesin vegetatif gelişmesini ve yapraklardaki azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Woitke vd., 2004).

2.4. PGPR'lerin Süs Bitkileri ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

PGPR'ler tarımsal üretimde yaygın olarak üretimi ve yetiştirilmesinde zorlanılan meyve ve sebze türlerinde kullanılmaktadır. Ancak ülkemiz ve Dünya ekonomisine önemli ekonomik değer sahip olan süs bitki yetiştiriciliğinde PGPR'lerin kullanımı ve çalışmalar oldukça az sayıda olduğu görülmüştür. Yapılmış olan çalışmalarda süs bitki türlerinde kullanılan bitki gelişimini teşvik edici kök bakterilerin bitki gelişimine, çiçek parametrelerine, verim ve kaliteye oldukça dikkat çekici olumlu etkiler ettiği saptanmıştır. Son yıllarda yapılan araştırmalar *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* ve *Alcaligenes* bakteri cinslerindeki türlerin süs bitkileri çeliklerinde köklenmeyi teşvik ettiği ve kök parametreleri üzerinde olumlu etkileri olduğu göstermiştir (Kır, 2010).

Kesme süs bitkilerinden biri olan gülün yetiştiriciliği oldukça önemlidir. Dolayısıyla geçmişte ve günümüzde gül çeliklerin köklenmesi üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur. PGPR ırklarının bitki çeliklerin köklenmesi üzerinde olumlu etkileri olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Gül çeliklerin köklenmesi üzerine Orhan vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada, "Texas" ve "Nonpariel" gül çeşitlerinden alınan çeliklerinin IBA (50 ppm, 100 ppm), *Bacillus subtilis* OSU-142, *Agrobacterium rubi* A-1, *Agrobacterium rubi* A18, *Agrobacterium rubi* A16 ırklarının çeliklerin köklenmesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, IBA deneyinde alınan çelikler yalnızca bakteri kombinasyonları ile beraber önemli ölçüde kontrole kıyasla yan kök sayısı, kök yaş ve kuru ağırlığı artış görülmüştür. Çalışmada "Texas" gül çeşidinde en yüksek yan kök sayısı *Agrobacterium rubi* A-18 uygulamasında ve "Nonpariel" gül çeşidinde ise en yüksek yan dal sayısı *Agrobacterium rubi* A16 bakteri uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Kınık (2014) hem dış mekan hemde iç mekan alanlarında kullanılan 5 adet *Rosa* sp., *Rhododendron obtusum* 'Hino Crimson' ve *Gardenia jasminoides* çelikleri üzerine çalışma yapılmıştır. Araştırmada *Rhododendron obtusum* çelik köklendirme ortamı olarak için asidik torf ve çelik köklendirme ortamı olarak torf-perlit (1:1) karışımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; bakteri ırkları uygulanan *Rosa canina*'da en yüksek köklenme oranı *Bacillus megaterium* (M-3), *Bacillus megaterium* (TV-60D) ve *Pseudomonas fluorescens* (TV-11D) uygulamalarında (%30) olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulama bakteri uygulamalarına göre kök yumağı oluşturma oranı daha

düşüktür. Kök eninde en büyük artış *Bacillus subtilis* uygulamasında ve kök uzunluğu parametresinde en yüksek değer *Pseudomonas fluorescens* (TV-11D) uygulamasında tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, mikoriza ve bakteri uygulamaların, köklenme parametrelerinden kök yumağı eni, kök sayısı ve boyunu olumlu yönde arttırdığı rapor edilmiştir.

Sezen vd. (2014) PGPR uygulamaların *Ficus benjamina* L. bitkisinin bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkisi belirlemek amaçlamıştır. PGPR olarak *Agrobacterium rubi* (A1 ve A18), *Bacillus subtilis* BA-142 ve *Pseudomonas putida* BA-8 kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *Ficus benjamina* L. bitkisinde köklenme yüzdeleri kontrolde %86,7 oranında olduğu ve PGPR uygulamalarında ise %100 olduğu belirlenmiştir. Bitki kök uzunluğu en fazla *Bacillus subtilis* BA-142 ve *Agrobacterium rubi* A18 bakteri uygulamasında olduğu görülmüştür. Yeni yaprak sayısı en yüksek *Bacillus subtilis* BA-142 bakteri ırkında gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, *Ficus benjamina* bitkisinde *Bacillus subtilis* BA-142 bakteri ırkının kök oluşumunu teşvik etmede büyük potansiyel özelliği olduğu tespit edilmiştir.

Süs bitkilerinde çelik üzerine yapılan bir başka çalışma ise Altınçanak ve Kurtbağrı çalılarında odun çeliklerinin köklenmesinde IBA hormonunun farklı dozlarıyla *Serratia liquefaciens* (RK-102) ve *Agrobacterium rubi* (A-18) ırklarının etkisi araştırılmıştır. Bulgular neticesinde köklenme oranı incelendiğinde *Agrobacterium rubi* (A-18) bakteri ırkında altınçanakda %77 ve kurtbağrında %100 oranında; *Serratia liquefaciens* RK-102 ırkında ise altınçanak ve kurtbağrı %86 oranında olduğu görülmüştür. Bakterilerle birlikte artan hormon dozları, köklenen odun çeliklerinin sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlık ve sürgün uzunluğu üzerinde etkileri farklı olmuştur. Altınçanak bitkisinde *Serratia liquefaciens* (RK-102) uygulamasının kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi *Agrobacterium rubi* (A-18) uygulamasına göre daha iyi olduğu görülmüştür (Kır, 2010).

Cornus alba 'Sibirica', Cornaceae familyasına ait popüler olarak dekoratif olarak kullanılan kızılıcak bitkisidir. Süs çalısı *Cornus alba* 'Sibirica' bitkisinin kök gelişimini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada çelik köklendirilmesinde hormon ve farklı bakteri formülasyonları uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Uygulama sonuçları incelendiğinde kök kalitesi açısından 1. Formülasyon bakterisi (*Bacillus megatorium* TV-3D, *Paenibacillus polymixa* TV-12E, *Pseudomonas fluorescens* FDG-37, *Pantoea agglomeras* RK-79, *Pantoea agglomeras* RK-92) uygulamasında kök kalınlığı 3.67 mm

iken bu değer kontrol grubunda ise 3.00 mm olarak tespit edilmiştir (Akpınar Külekçi vd., 2021).

Dalda şekerci ve ünlü (2023) yapmış olduğu çalışmada *Kalanchoe blossfeldiana* bitkisine PGPR'lerin elik kök gelişim parametreleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda PGPR uygulamalarının *Kalanchoe blossfeldiana* yeşil çeliklerinde köklenme ve fide kalitesi üzerine olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. *Kalanchoe blossfeldiana* eliklerinde PGPR bakteri uygulamalarında köklenme %90 oranı üzerine çıkmıştır. Böylece eliklerin %90 fazlası kök oluşturarak fideye dönüşmüştür. Köklenme kontrol uygulamalarında %70 oranında ve IBA uygulamalarında %62 oranında gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde köklenme en az kontrol ve IBA uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. *Kalanchoe blossfeldiana* fidelerin yaprak sayısı incelendiğinde bakteri uygulamaları kontrol grubuna göre olumlu yönde etki yapmış ve böylece PGPR'ler fide yaprak sayısını 3 kata kadar arttırmıştır. Aynı zamanda fide yaş ağırlığında PGPR uygulamaların kontrol grubuna göre yaklaşık 4 kat kadar artış olduğu görülmüştür. Fide kalitesinde *Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* karışımı olan 1. bakteri formülasyonu kısa zamanda yüksek kaliteli sahip fide eldesin de başarılı olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, ss bitkilerinde köklenme ve fide kalitesi üzerinde *Bacillus* sp. türlerine ait bakteriyel grupların pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

PGPR'lerin süs bitkileri yetiştiriciliği esnasında ortaya çıkan, ss bitkilerin bitki ve iek kalite parametrelerine olumsuz etkilen hastalıkları baskılamada oldukça etkili olduğu yapılan araştırmalar sonucunda görülmüştür. Örneğin *Fusarium oxysporum* f.sp. *diathi* (Fod), dünyada *Dianthus caryophyllus* L. yetiştiriciliğinde görülen en önemli vasküler solgunluk etmenlerinden birisidir. Bu çalışmada, karanfilde *Fusarium* solgunluğu etmenine karşı, antagonistik fluorescent *Pseudomonas* bakterileri ile biyolojik mücadele hedeflenmiştir. Sera denemesi sonuçlarına bakıldığında, *Pseudomonas putida* S53, *Pseudomonas putida* S54, *Pseudomonas fluorescens* I20 ve *Pseudomonas fluorescens* U34 bakteri ırkları ile *Pseudomonas fluorescens* I20 + *Pseudomonas putida* S54 kombinasyonunun birlikte uygulandığı parsellerde, hastalık şiddeti önemli ölçüde baskılanmış ve sağlıklı bitki yüzdesinde de artış görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, karanfil *Fusarium* solgunluğu etmeni ile biyolojik mücadelede, antagonistik etki gösteren fluorescent *Pseudomonas* bakterilerinin ümitvar olduğunu tespit edilmiştir (Coşkuntuna ve Yıldız, 2004).

Bitki gelişimine teşvik eden kök bakterilerin sebze ve meyve türlerinde verim ve kalite üzerine etkili olduğu gibi süs bitkilerin bitki gelişimi ve çiçek parametrelerinde oldukça olumlu etkileri olduğu yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiştir. PGPR'lerin süs bitkileri üzerine yapılmış olan araştırmada, *Tulipa gesneriana* L. fosfat çözücü ve azot fikseri PGPR formülasyonlarının bazı lale çeşitlerinde bitkisel parametreler üzerine etkileri incelemiştir. Bulgular neticesinde yavru soğan sayısı en başarılı formülasyon C (*Pantoea agglomerans* RK-79 + *Pantoea agglomerans* RK-92 + *Bacillus megaterium* TV-3D + *Paenibacillus polymyxa* TV-12E) uygulamasından elde edilmiştir. Lale çeşitlerinde soğan ve yapraklarda alınan örneklerde toplam makro ve mikro besin element miktarı, bakteri formülasyonu uygulamalarında artış olduğu tespit edilmiştir. Farklı bakteri formülasyonları uygulamaları ile ticari olarak lalede kardeş soğan üretiminin çeşit özelliğine bağlı olarak arttırılabileceği görülmüştür. PGPR'ın lale bitkisinde yavru soğan üretiminin artırılması; üretim materyali maliyetinin azaltılabileceği böylece üretimin devamına ve piyasanın gelişmesine katkı sağlanabileceği sonucuna varılmıştır (Parlakova, 2014).

Gladiolus grandiflorus L. bitkisinin farklı biyogübrelerin büyüme ve çiçek kalitesi özellikleri üzerine etkisi belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tüm vejetatif ve üreme büyümesinin biyogübre uygulamalarıyla başarılı bir şekilde gerçekleştiği elde edilmiştir. Ayrıca, *Azospirillum* (T4) içeren uygulama bitki boyu, başak uzunluğu, çiçek taze ağırlığı ve daha erken filizlenme açısından diğer uygulamalardan daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu çalışmada, biyogübrelerin kimyasal gübreye göre sürdürülebilir tarımda toprak verimliliğini ve bitkisel üretimi arttırmada rol oynadığı belirlenmiştir (Ali vd., 2014).

Parlakova Karagöz (2018) yapmış olduğu çalışmada kimyasal gübre, PGPR ve kombinasyonlarının iç mekân süs bitkisi olan *Euphorbia pulcherrima* L. türüne ait çeşitlerin (Christmas Eve ve Christmas Feelings) kalite parametreleri, morfolojik ve fenolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bitki besin elementi içerikleri de incelenmiştir. Uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde, PGPR'lerin iki *Euphorbia pulcherrima* L. çeşidinin bitki gelişimi ve kalite özellikleri açısından olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Aynı zamanda kök, yaprak ve yetiştirme ortamının besin element içeriğine de önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. PGPR formülasyonlarına en iyi Christmas Eve çeşidinin yanıt verdiği tespit edilmiştir. Genel

çalışma sonucunda PGPR'in biyolojik gübre olarak kullanımı ile kaliteli saksılı *Euphorbia pulcherrima* L. üretiminin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Cyclamen persicum bitkisine kimyasal gübre, PGPR ve bunların kombinasyonları uygulanarak bitkinin gelişimine olan etkilerini belirlemek hedeflenmiştir. Çalışmanın genel olarak sonuçları değerlendirildiğinde özellikle F4K (*Paenibacillus polymixa* RK-1981+*Achromobacter xylosoxidans* RK-1982+*Pseudomonas putida* RK1983+%50 azaltılmış kimyasal gübre) ve F6K (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+*Pseudomonas fluorescens* RK-1105+%50 azaltılmış kimyasal gübre) uygulamalarının *Cyclamen persicum* bitkisinin verim ve kalitesini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kimyasal gübre kullanımının PGPR kullanılarak azaltılabileceği tespit edilmiştir (Girgin, 2019).

Alkaç vd. (2022) yapmış olduğu çalışmada PGPR ve mikoriza uygulamalarının *Zinnia elegans* L. ve *Dahlia variabilis* L.'in gelişme üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Uygulamaların sonucunda, en yüksek kök kuru ağırlığı *Dahlia variabilis* L. bitkisinde *Acinetobacter calcoaceticus* ZE-13 uygulanmış bitkilerde elde edilmiştir. *Zinnia elegans* L. yapılan çalışmada ise kontrole göre bakteri ve mikoriza uygulamaları özellikle çiçek sap kalınlığında ve yaprak sayısında artış sağlamıştır. Her iki parametrede en yüksek etki *Acinetobacter calcoaceticus* ZE-13 uygulaması yapılmış bitkilerde görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışma ile *Zinnia elegans* ve *Dahlia variabilis* bitkilerinin yetiştiriciliğinde PGPR ve mikoriza uygulamalarının kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların yaygınlaştırılmasının önemi vurgulanmıştır.

PGPR ve mikoriza uygulamaların yıldız çiçeği fidelerin büyüme ve gelişimine etkileri incelenmiştir. Bulgular sonucunda, *Dahlia variabilis* fidelerinde uygulamalara bağlı olarak farklı etkiler ortaya çıkmıştır. *Pseudomonas putida* (ZE-12) bakteri uygulamasında kontrole kıyasla %12 oranında çimlenme artmış ve %32.9 oranda *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) uygulamasında fide boyunun arttığı tespit edilmiştir. Bu araştırma doğrultusunda bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerin süs bitkilerinde fide yetiştiriciliğinde kullanılabilme sonucu elde edilmiştir. Ayrıca diğer süs bitkilerin üretim ve yetiştiriciliğinde PGPR'lerin kullanımının yaygınlaştırılması önemli olduğu vurgulanmıştır (Alkaç vd., 2022).

Karanfil kesme çiçek yetiştiriciliğinde oldukça önemli ve kesme çiçek olarak ticari üretimi yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Karanfilde yapılan bir çalışmada, PGPR olarak *Enterobacter ludwigii* (KF29A), *Pseudomonas fluorescens* (KF31B), *Paenarthrobacter nitroguaiacolicus* (KF3B), *Pseudomonas* sp. (KF5A), *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) ve *Pseudoalteromonas tetraodonis* (TV126C) kullanılmıştır. Fenolojik ve morfolojik gözlemlerin yapıldığı çalışmada bakteriyel inokulasyonların etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda parametreler incelendiğinde; karanfil bitkisinde tam çiçeklenme süresi, dikimden ilk hasada kadar geçen süre, çiçek tomurcuğu sayısı, çiçek (çapı) genişliği, çiçek sapının kalınlığı ve çiçek sapının uzunluğu gibi parametrelere bakteri uygulamalarının etkileri istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Tam çiçeklenme süresi en kısa 103.74 gün ile dikimden ilk hasada kadar geçen süre en erken 106.28 gün ve çiçek çapı en geniş 46.73 mm değerler *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) bakteri uygulamasında elde edilmiştir. En iyi çiçek tomurcuğu sayısı 4.77 adet ve çiçek sapı uzunluğu 56.33 cm *Pseudoalteromonas tetraodonis* (TV126C) bakteri uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çiçek sapı kalınlığı en yüksek 3.39 cm *Paenarthrobacter nitroguaiacolicus* (KF3B) uygulamasında görülmüştür. Karanfilde taç yaprak sayısı en fazla 54.44 adet *Enterobacter ludwigii* (KF29A), boğum sayısı en fazla 9.82 adet *Pseudoalteromonas tetraodonis* (TV126C), boğum arası uzunluk en fazla 6.23 mm *Pseudomonas* sp. (KF5A) ve dal ağırlığı en fazla 34.74 g *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde karanfil bitkisi yetiştiriciliğinde PGPR'lerin olumlu etkileri olduğu saptanmıştır (Yıldız, 2022).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait sera ile Süs Bitkileri Islahı ve Yetiştiriciliği Anabilim Dalı laboratuvarında, 2022-2024 yılları arasında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

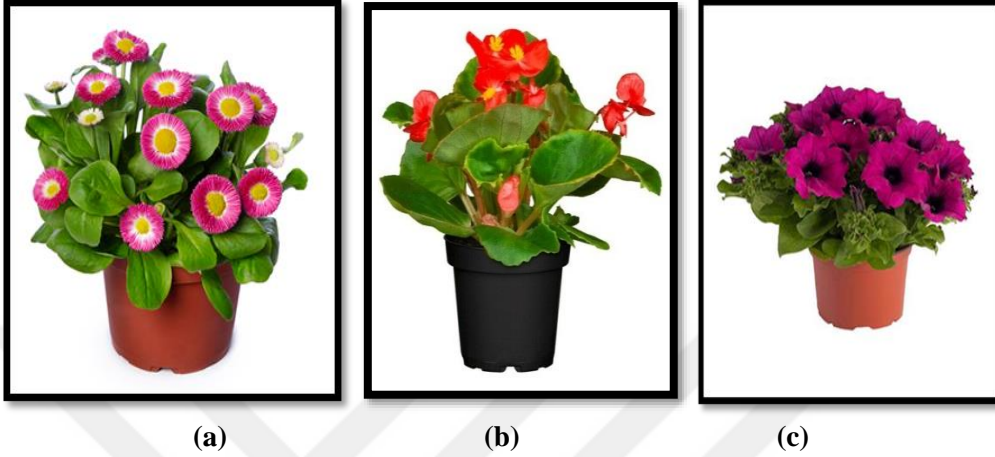
3.1.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada bitki materyali olarak *Bellis perennis* L. ‘Deep Rose’ (Şeker tabağı), *Begonia semperflorens* F1 ‘Nightlife Red’ (Şeker begonya) ve *Petunia hybrida* ‘Surfinia Blue’ (Petunya) çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan bitkisel materyalin üretiminde Tasaco Tarım A.Ş. firmasından temin edilen tohumlar kullanılmıştır.

Bellis perennis L., Asteraceae familyasına ait bir bitkidir (Resim 3.1a). Gelişimi yavaş olup belirgin bir gövde yapısı yoktur. Şeker tabağı çok yıllık ya da tek yıllık otsu bitkilerdir. Bitki boyu 10-15 cm olup bodur formdadır. Kök yapısı saçak kök halindedir. Yaprak özelliği ise rozet şeklinde ve ters oval şekilli olup, kenarları düz veya tırtıklı olabilmektedir. Uzun bir sap üzerinde yuvarlak veya başçıklar halinde, kenarları beyaz veya pembe, orta kısmı ise sarı renkte çiçek yapısı vardır. Ayrıca çiçekleri kokusuzdur. Bitkide kardeşlenme özelliği oldukça yüksektir. Üretimi tohum ile yapılmaktadır. *Bellis perennis* L. ‘Deep Rose’ çok yıllık bir çeşittir. Fideler kış ortasından ilkbahar ortasına kadar dikim yapılmaktadır. *Bellis perennis* L. ‘Deep Rose’ çeşidi dikimden sonra 8-10 haftada çiçek açmaktadır (Kavalcıoğlu, 2007; Anonim, 2024a; Anonim, 2025c).

Begonia semperflorens, Begoniaceae familyasına ait bir bitkidir (Resim 3.1b). *Begonia semperflorens* değişik çiçek renkleri ve yaprak güzelliğinden dolayı son derece göz alıcı, dekoratif ve yüksek satış değerine sahip önemli bir süs bitkisidir. Yumru begonyaların aksine sürekli yeşil hâlde olup sürekli ve kışın çiçek açan türleri vardır. Pembe, kırmızı ve beyaz renk gibi birçok renkte çiçek açmaktadırlar. Çiçeklerin yapısı yalınkat ve katmerli özelliğindedir. Bitki boyu 15-20 cm ile 30-40 cm arasında değişmektedir. Yapraklarının açık yeşilden, kırmızı kahverengiye kadar değişen renkleri mevcuttur. Begonya yaprak renklerine göre koyu, parlak yeşil ve açık, parlak yeşil

renkli ayrılmaktadır. Üretimi ise tohum ve çelikle yapılmaktadır. *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' çeşidin tohumlar yüksek ışık ortamında 24-26 °C sıcaklıklarda ve %95 veya daha yüksek bağıl nem seviyelerinde çimlenmektedir. Dona karşı dayanıklılığı yoktur (Meral, 2006; Anonim, 2009; Kına, 2016; Anonim, 2025d).



Resim 3. 1. Denemede kullanılan a) *Bellis perennis* 'Deep Rose', (b) *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red', c) *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' bitki örnekleri

Petunia hybrida, Solanaceae familyasında yer almaktadır (Resim 3.1c). Yaprakları küçük, yapışkan ve tüylü yapıdadır. Bu nedenle yapraklar sapsız formdadır. Dik ve sarkıcı yapıları bulunmaktadır. Geniş huni biçimli ve çeşitli büyüklükte olan katmerli ve yalın kat çiçekleri mevcuttur. Çiçekleri beyaz, pembe, kırmızı, mavi ve mor renkte olabilmektedir. Ilıman iklim şartlarında mayıs sonundan eylül hatta ekim ayına kadar çiçekli hâlde kalmaktadır. Petunya bitkisi, haziran ayından sonbahar soğukları başlayıncaya kadar devamlı surette çiçek açmaktadır. Üretimi tohum ve çelikle yapılmaktadır. *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşidi koyu mavi çiçeklere sahiptir. Bitki 20 ile 30 cm arasında boylanma yapıp dallanma özelliği yüksektir. Çeşit ilkbahar döneminde çiçeklenmektedir (Anonim, 2016; Karaca, 2024; Anonim, 2025e).

3.1.2. Denemede Kullanılan Ticari Preparatlar

Çalışmada bitkilere uygulanan ticari PGPR'ler; *Bacillus amyloliquefaciens* (Anonim, 2024c), *Bacillus megaterium* (Anonim, 2024b), *Bacillus subtilis* (Anonim, 2024e) ve *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (Anonim, 2024d) bakteri içeriklerine sahip 4 farklı ticari firmaya ait ürünler kullanılmış ve bu preparatlar ile bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme konularına ilişkin uygulama içerikleri ve firmalar

FİRMA ADI	TİCARİ ADI	İÇERİK
Agrobest Grup	SYMBION P	<i>Bacillus megaterium</i>
Sumı Agro	CILUS PLUS	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Bioglobal A.Ş.	VITORMONE PLUS	<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>
Supersol Biyoteknoloji	SS-STOMOFIX	<i>Bacillus subtilis</i>

Bacillus cinsleri, çubuk şekilli gram pozitif bakterilerdir. Çoğu *Bacillus* türü, etrafında flagella bulunan hareketli bakterilerdir (Ahıskalıoğlu, 2024). *Bacillus amyloliquefaciens* fitaz, kitinaz ve β -glukanaz içeren yüksek miktarda hidrolitik enzim salgılar (Chen vd., 2007). Salgıladığı bu enzimler ve kök gelişimini teşvik eden oksin benzeri metabolitler ile kök gelişimini aktive eder. Böylece bitki büyümesini ve bitki besin maddesi alımı artmaktadır. *Bacillus amyloliquefaciens* abiyotik streslere karşı kökün dayanımını artırmaktadır (Yao vd., 2007). *Bacillus megaterium* topraktaki bağlı fosfat formlarını çözerek, fosforu bitkiler için alınabilir hale getirmektedir. Böylece kök büyümesi uyarılır ve kök gelişimi teşvik edilir. Bitkilerin su ve besin maddeleri alım kabiliyetini artırır. Alınan fosfor ile beraber daha güçlü çiçek, polen ve meyve oluşumu sağlanır (Anonim, 2025a). *Bacillus subtilis*, kök bölgesinde oluşturduğu biyofilm sayesinde bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini daha etkili bir şekilde almasını sağlar. Stres koşullarında (kuraklık, tuzluluk vb.) bitkilerin direncini artırarak daha sağlıklı büyümesine olanak sağlamaktadır (Anonim, 2025b). *Azotobacter* türleri gram negatif bakterilerdir. *Azotobacter* türleri nötr veya alkali topraklarda yaşayan ve hücre dışı bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler grubun içinde yer almaktadır. *Azotobacter*'ler azot fiksasyonunun büyüme hormonları, vitaminler, antibakteriyel ve antifungal bileşikler ve sideroforlar gibi çeşitli mekanizmalarla bitkilere ve rizobakterilere yarar sağlamaktadır (Bicek, 2021).

Denemede Sumı Agro, Agrobest Grup, Supersol Biyoteknoloji ve Bioglobal A.Ş. firmaların ürettiği PGPR içerikli ticari preparatlar kullanılmıştır (Resim 3.2).



(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 3. 2. Uygulamada kullanılan (a) Sumı Agro, (b) Agrobest Grup, (c) Supersol Biyoteknoloji, (d) Bioglobal A.Ş. firmaların ürünlerin görüntüleri

3.1.3. Deneme Alanı

Araştırmada kullanılan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait sera, ısıtmasız olup demir konstrüksiyonlu, plastik örtülü ve 200 m² alana sahip basit bir sera modelidir.

3.1.4. Yetiştirme Ortamı ve Yeri

Fide dikimleri ve bitkilerin yetiştirilmesi amacı ile ticari üreticilerin kullandığı, alttan delikli, geçirimli, 12,5x10,5 cm ebatlarında ve 1 L hacimli plastik saksılar (Resim 3.3c) kullanılmıştır. Bitki yetiştirme ortamı olarak hacimce 1:1 oranında karıştırılmış torf+perlit karışımı kullanılmıştır (Resim 3.3a, b).



(a)



(b)



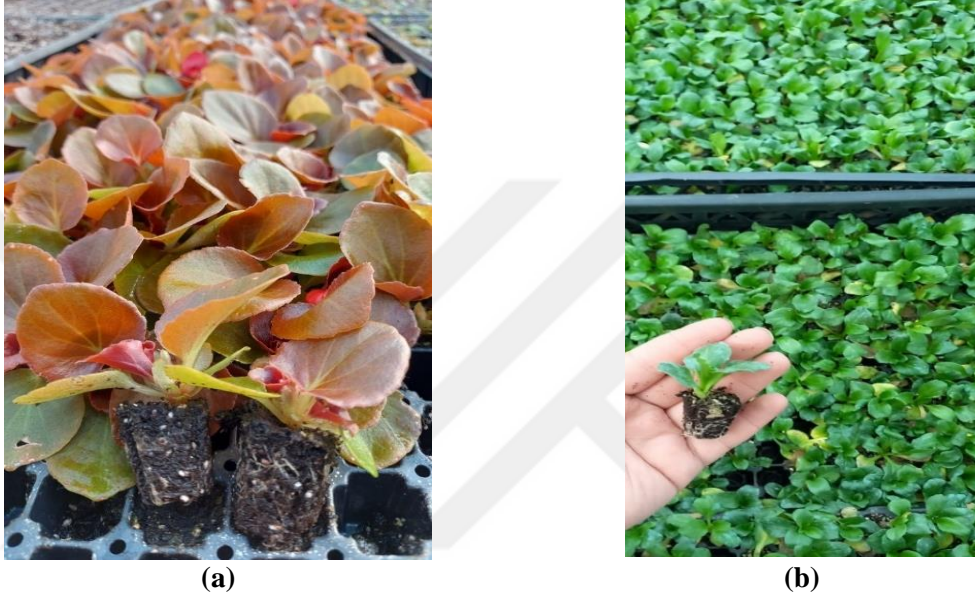
(c)

Resim 3. 3. (a) ve (b) bitki yetiştirme ortamı ve (c) yetiştirme kabı olarak kullanılan saksının görünümü

3.2 Yöntem

3.2.1. Bitkisel Materyal Temini ve Fidelerin Dikimi

Denemede kullanılan Şeker tabağı ve Şeker begonya bitkilerinin fideleri 2023 yılı kasım ayında Tasaco Tarım A.Ş. firmasından temin edilen tohumlar kullanılarak özel bir fide üretim tesisinde çimlendirilmiş ve fide haline getirilmiştir (Resim 3.4).



Resim 3. 4. (a) Şeker begonya fidelerinin, (b) Şeker tabağı fidelerinin görünümü

Yürütülen bu araştırmada kullanılan *Petunya* hybrida fideleri ise 2023 yılı mart ayında ticari bir firmadan temin edilen Petunya çelikleri kullanılarak Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Süs Bitkileri Islahı ve Yetiştiriciliği Anabilim Dalı laboratuvarında köklendirilerek üretilmiştir. (Resim 3.5).



(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 3. 5. Petunya çeliklerin köklendirme aşamalarının görünümü ((a) Çeliklerin dikimi, (b) Çeliklerin köklendirme ortamı, (c) Çeliklerin köklenmeye başlaması, (d) Çeliklerin dikime hazır olması)

Dikime hazır fideler hacimce 1:1 oranında karıştırılmış torf+perlit karışım ortamlarına şaşırtılmıştır. Petunya fideleri 3.04.2023, Şeker tabağı fideleri 17.12.2023 ve Şeker begonya fideleri 5.02.2024 tarihlerinde saksılara dikilmiştir (Resim 3.6). Dikim işleminin hemen ardından tüm saksılara eşit miktarda can suyu verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Resim 3. 6. (a) Petunya (b) Şeker begonya ve (c) Şeker tabağı fidelerinin saksılara şaşırtılması sonrası görünümleri

3.2.2. Bitkilere Besin Solüsyon ve PGPR Uygulamaları

Araştırmada yer alan deneme konuları; PGPR uygulamaları ile pozitif ve negatif kontrol uygulamaları olacak şekilde planlanmıştır (Çizelge 3.2). Petunya, Şeker tabağı ve Şeker begonya bitkileri üzerine bakteri uygulamalarının gelişme parametrelerine etkisini belirlemenin hedeflendiği bu araştırma tesadüf blokları deneme deseninde ve 3 tekerrürlü, 10 uygulama (8 PGRP, pozitif ve negatif kontrol) olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmada her bir bitki türü için uygulamaların her bir tekerrüründe 20 adet bitki olmak üzere her uygulamada 60 bitki denemede ise toplam 600 bitki ile çalışılmıştır.

Çizelge 3.2. Denemede yer alana uygulamaların içerikleri ve dozları

UYGULAMA NO	TİCARİ ADI	İÇERİK	AÇIKLAMA
U1	SYMBION P	<i>Bacillus megaterium</i>	3 ml/m ²
U2	SYMBION P	<i>Bacillus megaterium</i>	6 ml/m ²
U3	CILUS PLUS	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	0.5 g/m ²
U4	CILUS PLUS	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1 g/m ²
U5	VITORMONE PLUS	<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>	1 ml/L
U6	VITORMONE PLUS	<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>	2 ml/L
U7	SS-STOMOFIX	<i>Bacillus subtilis</i>	4ml/L
U8	SS-STOMOFIX	<i>Bacillus subtilis</i>	8ml/L
U9	Hoagland Besin Solüsyonu	N-210, P-31, Fe-2,5, Ca-160, K-234, Mg-48, S-64, Mn-0,5, Zn-0,05, B-0,5, Cu- 0,02, Mo- 0,01 mg/l	100 ml /saksı
U10	Sulama suyu	--	100 ml /saksı

Bitkilerin beslenmesinde besin solüsyonu olarak topraksız tarımda genel reçetelerden biri olan “Hoagland Besin Solüsyonu” (HBS) kullanılmış (Hoagland ve Arnon, 1938) ve HBS negatif kontrol hariç tüm bakteri uygulamalarında ve pozitif kontrol uygulamasında yetiştirilen bitkilere vegetasyon süresince uygulanmıştır (Resim 3.9). Negatif kontrol grubuna ise sadece sulama suyu verilmiştir.

Petunya, Şeker tabağı ve Şeker begonya fidelerini saksılara şaşırtma işleminden sonra olası kayıplar ve bitki gelişim bozuklukları, adaptasyonları göz önüne alınarak yaşanan sorunlara bağlı fide yenilemeleri yapılmış ve 15 gün sonra bitki besleme işlemine başlanmıştır. Çalışma kapsamında ilk PGPR uygulamaları Petunya da 17.04.2023, Şeker tabağı 15.01.2024 ve Şeker begonya 22.02.2024 tarihlerinde yapılmış ve daha sonra belli periyotlarda tekrarlanmıştır.

Denemede kullanılan bakteri içerikli solüsyonların uygulama dozları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bakteri uygulamaları her bir bitkiye 100 ml ve her 15 günde tekrarlanacak şekilde bitkinin kök bölgesinden uygulanmıştır. Ayrıca bakteri içerikli solüsyon verilen uygulamalara Hoagland besin solüsyonu (HBS) düzenli olarak verilmiştir. Pozitif kontrol olarak denemede yer alan U9 nolu uygulamada yetiştirilen bitkilere ise sadece “Hoagland” besin solüsyonu verilmiştir. Gerek bakteri uygulanan

deneme konularında gerekse pozitif kontrol uygulamasında yetiştirilen bitkilere yetiştirme ortamları nemli kalacak şekilde ve ekolojik koşullar dikkate alınarak 3-4 günde bir 100 ml miktarda olacak şekilde HBS verilmiştir. U10 nolu uygulamada ise diğer uygulamalarda aynı tarihlerde olacak şekilde, yine 3-4 günde bir ortamlar nemli olacak şekilde 100 ml sadece sulama suyu verilmiştir (Resim 3.7). Deneme süresince hastalık ve zararlılarla mücadele kapsamında herhangi bir kimyasal ilaçlama işlemi yapılmamıştır.



Resim 3. 7. (a) Hoagland besin solüsyonu ve (b) bakteri solüsyonunun bitkilere uygulama görüntüleri

Bakteri uygulamaları fide döneminde başlanmış ve her bir bitki türünde 3 aylık çiçekte kaldığı vegetasyon dönemi boyunca bakteri uygulamaları, bitki besleme ve sulama işlemleri ile birlikte yapılmıştır. Solüsyonların uygulanmasıyla birlikte bitkilerde ilk morfolojik ölçümler alınmaya başlanmış ve bu ölçümler çalışma sonuna kadar düzenli olarak tekrarlanmıştır. Denemeler Petunya bitkisinde 25.07.2023, Şeker tabağı bitkisinde 25.05.2024 ve Şeker begonya 28.06.2024 tarihlerinde sonlandırılmıştır.

3.2.3. Bitkilerin Gelişme Durumlarının Saptanmasına Yönelik Yapılan Morfolojik Ölçümler

Deneme kapsamında bitkilerin gelişme durumlarının saptanması amacıyla bitki gelişimi, çiçeklenme ve çiçek kalitesi, kök oluşum ve gelişimini belirlemeye yönelik morfolojik ölçümler yapılmıştır. **Yapılan ölçümler;**

Çiçek tomurcuk oluşum süresi (gün): Denemede her uygulamada kullanılan bitkilerin fide dikiminden itibaren bitkide ilk çiçek tomurcuğun görüldüğü tarihe kadar geçen süre (gün) olarak hesaplanmıştır.

Bitki boy gelişimi (cm): Denemede her uygulamada yetiştirilen bitkilerde vejetasyon süresi boyunca her 15 günde bir bitki boyları ölçülerek cm olarak kaydedilmiş, ortalamaları alınmış ve zaman içindeki değişimleri grafik olarak gösterilmiştir. Bu amaçla her uygulamanın her tekrüründe tesadüfi seçilen 5 adet bitkide ölçüm yapılmıştır (Resim 3.8).



Resim 3. 8. Petunya bitkisinde boy ölçüm aşamasının görünümü

Bitki Boyu (cm): Denemede tüm bitkilerde vejetasyon dönemleri sonunda, toprak yüzeyinde bitki kök böğazı seviyesinden bitkinin en üst noktası arasındaki boy bitki uzunluk değeri olarak cetvelle ölçülerek (cm) belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.9).



Resim 3. 9. Petunya bitkisinde vejetasyon dönemi sonunda söküm sonrası bitki boyu ölçümü

Bitki Başına Çiçek Sayısı (adet/bitki): Denemede her uygulama tekrürlerinde 10'ar adet bitkide oluşan çiçek adetleri sayılarak belirlenmiş ve ortalamaları alınarak bitki başına çiçek sayısı (adet/bitki) belirlenmiştir.

Kardeş Bitki Sayısı (adet/bitki): Denemede her uygulama tekrürlerinde 10'ar adet bitkide ana bitki yanında oluşan kardeşlenme sayısı adet olarak belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.10).



Resim 3. 10. (a) ve (b) şeker tabağı bitkisinde söküm sonrası kardeş bitki görünümü

Yan Dal Sayısı (adet/bitki): Denemede her uygulamanın her bir tekrüründe 10'ar adet bitki belirlenip her bir bitkideki yan dal sayısı adet olarak kaydedilmiş ve ortalamaları alınarak yan dal sayısı belirlenmiştir (Resim 3.11).



Resim 3. 11. Şeker begonya bitkisinde bir bitkide oluşan yan dal sayısının söküm sonrası görünümü

Çiçek Çapı (cm): Denemede yer alan uygulamalardaki bitkilerde oluşan çiçeklerden tesadüfi olarak seçilen Herhangi 10 bitkiden seçilen ve seçilen her bitkiden 3 adet çiçeğin çapı cetvel ile ölçülüp (cm) ortalaması alınmıştır (Resim 3.12).



Resim 3. 12. Petunya bitkisinde çiçek çaplarının ölçüm görünümü

Çiçek Yaş Ağırlığı (g): Denemede her uygulama tekerrürlerinde yetiştirilen 10 adet bitkinin ve her bir bitkide 3 adet çiçeğin yaş ağırlığı hassas tartı ile g olarak kaydedilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.13).



Resim 3. 13. Şeker tabağı bitkisinin çiçek yaş ağırlığı ölçüm görünümü

Çiçek Kuru Ağırlığı (g): Denemede her uygulama tekerrürlerinde yetiştirilen 10 adet bitkinin ve her bir bitkide 3 adet çiçeğin kuru ağırlığı hassas tartı ile g olarak kaydedilmiş ve ortalamaları alınmıştır. Bu amaçla bitkiler etüvde 70 °C de en az 24 saat süre olmak üzere bekletilerek ağırlıkları stabil olana kadar tutulmuştur (Resim 3.14).



Resim 3. 14. Şeker begonya bitkisinin çiçek kuru ağırlığı ölçüm görünümü

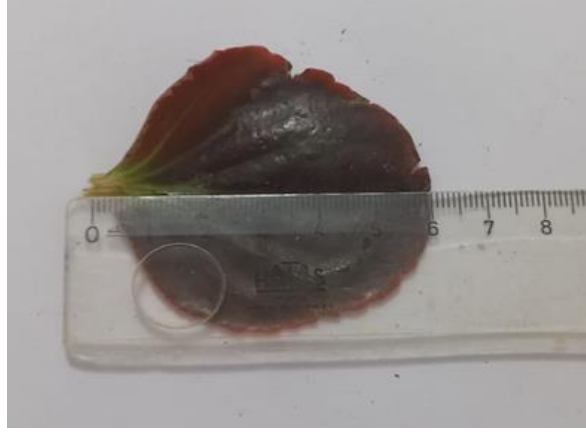
Çiçek Sap Uzunluğu (cm): Denemede her uygulama tekrürlerinde yetiştirilen 10 adet bitkinin ve her bir bitkide 3 adet çiçeğin sap uzunluk değeri cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır.

Yaprak sayısı (adet/bitki): Her bir uygulamadaki her ay sonunda 10 bitkinin yaprakların sayısı sayılarak ortalama yaprak sayısı adet olarak kaydedilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.15).



Resim 3. 15. Şeker begonya bitkisinin yaprak ölçüm görünümü

Yaprak uzunluğu (cm): Denemde seçilen 10 bitkinin boyu metre ile ölçülerek cm olarak kaydedilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.16).



Resim 3. 16. Şeker begonya bitkisinin yaprak uzunluğu ölçüm görünümü

Kök Uzunluğu (cm): Her uygulama tekrürlerinde tesadüfi seçilen 10 adet bitkide en uzun kök uzunluğu cetvelle ölçülüp ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.17).



Resim 3. 17. Petunya bitkisinde kök uzunluğu ölçümünün yapılmasına ilişkin bir görünüm

Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki): Denemede yer alan her uygulamanın her bir tekrüründe 10'ar adet bitkinin üst kısmı köklerden ayrılarak ağırlıkları hassas terazi ile tartılmış ve ortalama bitki yaş ağırlığı (g/bitki) belirlenmiştir (Resim 3.18).



Resim 3. 18. Şeker begonya bitkisinde bitki yaş ağırlığının ölçümüne ilişkin bir görünüm

Bitki Kuru Ağırlığı (g/bitki): Denemede yer alan her uygulamanın her bir tekerrüründe 10'ar adet bitkinin üst kısmı köklerden ayrılarak etüvde 70 °C de, en az 48 saat süre olmak üzere, ağırlıkları stabil olana kadar kurumaya bırakılmış ve sonra ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak ortalama bitki kuru ağırlığı (g/bitki) belirlenmiştir (Resim 3.19).



(a)



(b)

Resim 3. 19. (a) ve (b) Şeker begonya bitkisinde bitki üst kısmının kuru ağırlığının ölçümüne ilişkin bir görünüm

Kök Yaş Ağırlığı (g/bitki): Denemede yer alan her uygulamanın her bir tekerrüründe 10'ar adet bitkinin kökleri yıkanıp temizlenerek kök ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak ortalama kök yaş ağırlığı (g/bitki) belirlenmiştir (Resim 3.20).



(a)



(b)

Resim 3. 20. Şeker tabağı bitkisini (a) bitki kök yıkama ve (b) kök yaş ağırlığı ölçüm görünümü

Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki): Denemede yer alan her uygulamanın her bir tekerrüründe 10'ar adet bitkinin kökleri yıkanıp temizlenerek etüvde 70 °C de, en az 48 saat süre olmak üzere, ağırlıkları stabil olana kadar kurumaya bırakılmış ve sonra ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak ortalama kök kuru ağırlığı (g/bitki) belirlenmiştir (Resim 3.21).



Resim 3. 21. Şeker begonya bitkisinde kök kuru ağırlığının belirlenmesi

3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS v.26 istatistik programı (SPSS, 2023) ile tek yönlü varyans analizine (one-way ANOVA) tabii tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir ve istatistiksel olarak önemli bulunan değerler harfler ile gösterilerek belirtilmiştir.



4. BULGULAR

Yürütülen bu araştırmada, ülkemizde mevsimlik çiçek olarak en fazla kullanılan bitki türleri olan ve topraksız kültür ortamında yetiştirilen *Bellis perennis* L. cv. 'Deep Rose' (Şeker tabağı) (Resim 4.1), *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' (Şeker begonya) (Resim 4.4) ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' (Petunya) (Resim 4.10) çeşitlerinde PGPR uygulamalarının bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında bitkilerin gelişim özelliklerini incelemek ve uygulamaların etkilerini ortaya koymak amacıyla morfolojik bazı parametreler incelenmiştir.

4.1. Şeker Tabağı (*Bellis perennis* L.) ile İlgili Bulgular

Araştırmada, topraksız kültür ortamında yetiştirilen *Bellis perennis* L. 'Deep Rose' çeşidine ait bitkilere yapılan PGPR uygulamalarının bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan Şeker tabağı türünde elde edilen veriler ve yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir.

PGPR uygulamalarının sonuçlarının değerlendirilmesinde, negatif kontrol dikkate alındığında, kök kuru ağırlığı, bitki yaş ve kuru ağırlığı parametreleri üzerine farklı yararlı bakteri türlerinin ve dozlarının farklı etkiler ortaya koyduğu görölmüş ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Bitki yaş ağırlığı üzerine uygulamaların etkileri incelendiğinde; en yüksek değer 51,77 g ile *Bacillus subtilis* 8 ml/L dozu kullanılan U8 uygulamasında, en düşük yaş ağırlık ise 13,47 g negatif kontrol (U10) uygulamasında belirlenmiştir. Bakteri uygulamaları ile ortalama 42,95 g bitki yaş ağırlığına sahip pozitif kontrol (U9) uygulaması arasında anlamlı istatistiksel bir fark oluşmamıştır. Benzer şekilde bitki kuru ağırlıkları arasında da negatif kontrol değerlendirmeye alınmadığı durumda, bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı ve kuru ağırlık değerlerinin 5,68 g (*Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* U5 uygulaması) ile 4,70 g (pozitif kontrol U9) arasında değiştiği görölmüştür. En düşük bitki kuru ağırlık değerleri ise 2,03 g negatif kontrol (U10) uygulamasında yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Bunun sonucunda bakteri uygulama

grubunun pozitif kontrol (U9) uygulamasına göre sayısal değer olarak daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığının tüm bakteri uygulamaları ile pozitif kontrol grubu istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları (Çizelge 4.1) görülmüş, ancak her ne kadar istatistiki olarak aynı grupta olmalarına rağmen genel olarak bakteri uygulamalarının bitki yaş ve kuru ağırlıklarına pozitif kontrole göre daha olumlu etki yaptığı saptanmıştır (Resim 4.2).

Çizelge 4. 1. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Bitki yaş ağırlığı (g)*	Bitki kuru ağırlığı (g)*	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)*	Kök uzunluğu (cm)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	50,53±4,68a	5,37±0,06a	16,70±2,16	2,57±0,11bcd	17,78±1,29ab
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	46,95±3,42a	5,10±0,04a	15,36±2,22	2,66±0,19abcd	18,82±0,478ab
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	48,58±2,63a	5,22±0,05a	18,70±1,21	2,99±0,10ab	18,12±1,77ab
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	43,94±4,89a	5,40±0,33a	16,51±3,50	2,92±0,26abc	15,00±0,55b
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	41,60±1,80a	5,68±0,27a	16,01±1,23	2,76±0,10abcd	15,15±0,44b
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	44,70±3,81a	4,97±0,15a	18,84±2,51	3,13±0,18a	15,97±1,14ab
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	39,77±6,46a	4,94±0,53a	13,23±1,40	2,45±0,140cd	15,76±0,73ab
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	51,77±7,69a	5,40±0,42a	13,56±0,77	2,51±0,14bcd	17,10±1,57ab
U9 (Pozitif Kontrol)	42,95±7,88a	4,70±0,70a	14,78±1,40	2,80±0,047abc	17,15±2,12ab
U10 (Negatif Kontrol)	13,47±0,27b	2,03±0,41b	13,07±1,23	2,29±0,11d	19,75±0,98a
F değeri	4,82	8,12	1,17	3,11	1,65

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Çalışmada yer alan uygulamaların kök gelişim kriterleri üzerine etkisi incelendiğinde; kök yaş ağırlıklarının uygulamalara göre istatistiksel önemli bir farklılık göstermemiş ve 18,84 g ile *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U6) uygulamasında en yüksek değeri alırken negatif kontrol (U10) uygulamasında yer alan bitkilerde en düşük (13,07 g) kök yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.1). *Bellis perennis* L. ‘Deep Rose’ çeşidine kök kuru ağırlığı uygulamalara bağlı olarak 2,29 ile 3,13 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı en yüksek 3,13 g U6 uygulamasında belirlenmiş bunu 2,99 g ile U3 uygulaması izlemiştir. Yürütülen bu araştırmada PGPR ve kontrol uygulamaları arasında kök uzunluğu açısından farklı etkiler ortaya çıkmıştır. Kök uzunluğu en yüksek 19,75 cm negatif kontrol (U10), en düşük ise 15,00 cm *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) grubunda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Yetiştirilen bitkilerde kardeşlenme durumu ve bitkilerdeki yaprak sayıları incelenmiş ve negatif kontrol uygulaması istatistiksel analiz sonuçlarını değerlendirmede dikkate alınmadığı durumda PGPR uygulamaları ile pozitif kontrol arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. En fazla yaprak oluşumu (30,18 adet/bitki) *Bacillus amyloliquefaciens* 0.5 g/m² dozundaki (U3) uygulamasındaki bitkilerde belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde Hoagland BS ile beslenen ve PGPR uygulanan bitkilerdeki yaprak sayılarının negatif kontrol (U10) (16,80 adet/bitki) uygulamasındaki bitkilerden daha fazla olduğu, bitki gelişimlerinin yaprak kriteri açısından daha iyi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Kardeşlenme *Bellis perennis* L. bitkilerinde çiçeklenme açısından oldukça önemli olup, en yüksek sayıda kardeş bitki oluşumu *Bacillus megaterium* 6 ml/m² dozunda (U2) (21,33 adet/bitki) uygulamasında belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde pozitif kontrol ve bakteri uygulamalarında kardeşlenmenin daha iyi olduğu ve kardeş bitki sayılarının uygulamalara bağlı olarak 17,00 ile 21,33 adet/bitki arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Belirlenen yaprak uzunluğu ait değerler Çizelge 4.2' de görülmektedir. Yaprak uzunluğu üzerine uygulamaların etkileri incelendiğinde; pozitif kontrol ve bakteri uygulamalarında yaprak uzunluğunun daha iyi olduğu ve yaprak uzunluğu uygulamalara bağlı olarak 8,61 ile 6,17 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaprak uzunluğu en yüksek değer 8,61 cm ile *Bacillus megaterium* 6 ml/m² dozu kullanılan U2 uygulamasında, en düşük yaş ağırlık ise 6,17 cm negatif kontrol (U10) uygulamasında belirlenmiştir. Yaprak uzunlukları açısından bakteri uygulamaları arasında genel olarak önemli farklılıklar görülmezken *Bacillus amyloliquefaciens* bakterisi uygulanan bitkilerde yaprak uzunluklarının; 0.5 g/m² (U3) dozda yaprak uzunluğu 8,46 cm iken 1 g/m² (U4) dozda 7,26 cm olarak yaprak uzunluk değerleri saptanmış ve doz artışı ile uzunluğun önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde kardeşlenme ve yaprak özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Kardeş bitki sayısı (adet)*	Yaprak sayısı (adet)*	Yaprak uzunluğu (cm)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	21,00±1,63a	27,76±0,76a	8,27±0,22a
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	21,33±1,31a	30,11±1,31a	8,61±0,73a
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	20,13±0,97a	30,18±0,58a	8,46±0,40a
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	17,00±0,97a	27,03±1,78a	7,26±0,06ab
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	19,63±1,81a	27,38±1,08a	8,14±0,16a
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	19,34±1,11a	28,60±1,93a	8,36±0,11a
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	18,25±0,31a	27,20±0,65a	7,95±0,29a
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	18,92±2,02a	26,78±0,12a	7,88±0,54a
U9 (Pozitif Kontrol)	18,08±1,47a	29,78±0,92a	8,15±0,61a
U10 (Negatif Kontrol)	7,00±0,14b	16,80±0,95b	6,17±0,23b
F değeri	9,84	11,64	3,27

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur ($p=0.05$).

Çalışmada elde edilen çiçek yaş ağırlığı ölçülmüş ve elde edilen değerlere istatistiksel analiz yapılmış, sonuçta çiçek yaş ağırlık değerleri arasında rakamsal farklılık olmasına karşın uygulamalara bağlı olarak istatistiki önemde bir fark oluşmamıştır. Çiçek yaş ağırlığı bakteri uygulamaları ile kontrol grubu uygulamaları aynı istatistiki grupta yer almasına rağmen en yüksek değerler bakteri uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Uygulamalar arasında en yüksek çiçek yaş ağırlık değerleri 1,55 g ile *Bacillus amyloliquefaciens* 0.5 g/m² dozunda (U3) ve *Bacillus megaterium* 3 ml/m² dozunda (U1) uygulamasında belirlenmiş ve bunu 1,51 g ile U5 uygulaması izlemiştir (Çizelge 4.3). En düşük çiçek yaş ağırlığı değerleri ise 1,31 g ile pozitif kontrol (U9) ve negatif kontrol (U10) uygulamalarında elde edilmiştir.

Çiçek kuru ağırlığında ise uygulamaların etkili olduğu görülmüş ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Çiçek kuru ağırlığı uygulamalara bağlı olarak 0,17 ile 0,13 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bitkilerde çiçek kuru ağırlığı incelendiğinde en yüksek 0,173 g ile *Bacillus megaterium* 3 ml/m² dozunda (U1) belirlenmiş olup bunu 0,16 g kuru ağırlık değerleri ile U3, U4, U7 ve U8 uygulamaları izlemiştir. En düşük çiçek kuru ağırlık değeri ise negatif kontrol uygulamasında 0,13 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3; Resim 4.3).

Çizelge 4. 3. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Çiçek yaş ağırlığı (g)	Çiçek kuru ağırlığı (g)*	Çiçek sayısı (adet)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	1,55±0,02	0,173±0,01a	29,73±0,93ab
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	1,29±0,10	0,140±0,01cd	28,27±1,27bc
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1,55±0,05	0,156±0,01abc	28,30±0,62bc
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1,45±0,05	0,160±0,01abc	31,00±0,60a
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	1,51±0,01	0,167±0,01ab	27,77±0,72bc
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	1,34±0,06	0,146±0,00bcd	29,20±0,25abc
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1,46±0,02	0,160±0,00abc	30,00±0,70ab
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1,47±0,09	0,156±0,01abc	29,67±0,33ab
U9 (Pozitif Kontrol)	1,31±0,16	0,143±0,01bcd	26,85±1,30c
U10 (Negatif Kontrol)	1,31±0,16	0,130±0,01d	11,72±0,63d
F değeri	1,33	3,24	48,14

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Bakteri ve kontrol grubu uygulamalarının *Bellis perennis* L. bitkisinde çiçek sayısına olan etkileri incelendiğinde; en fazla çiçek oluşumu 31,00 adet/bitki ile *Bacillus amyloliquefaciens* 1 g/m² (U4) dozundaki uygulamada meydana gelmiştir. En az sayıda çiçeklenme negatif kontroldeki (U10) (11,72 adet) bitkilerde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3). Denemede yer alan uygulamalar karşılaştırıldığında; bakteri uygulamalarının bakteri türüne ve dozuna göre çiçeklenme üzerine farklı derecelerde olumlu etkiler ortaya koyduğu ve her iki kontrol uygulamasından daha fazla sayıda çiçek oluşumunu sağladığı, çiçeklenmeyi artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte bakteri uygulamaları çiçek çapı üzerine de etkili olmuş ve genel olarak kontrol uygulamalarına kıyasla bakteri uygulanana bitkilerde daha geniş çaplı çiçekler oluşmuştur. Çiçek çapı en geniş olan çiçekler 3,51 cm çap ile 8 ml/L dozunda *Bacillus subtilis* (U8) verilen uygulamadaki bitkilerde ölçülmüştür. Her ne kadar sayısal değer olarak birbirine yakın değerlerde olsa da en küçük çaplı çiçekler kontrol gruplarındaki (pozitif kontrol 3,32 cm/çiçek ve negatif kontrol 3,21 cm/çiçek) bitkilerde meydan gelmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4. 4. Denemede yer alan uygulamaların Şeker tabağı türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Çiçek çapı (cm)*	Çiçek sap uzunluğu (cm)*	Çiçek tomurcuk oluşum süresi (gün)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	3,48±0,07a	12,69±0,37a	26,33±0,88bc
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	3,45±0,04ab	12,63±0,76a	25,67±0,67c
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	3,44±0,11ab	12,86±0,33a	23,00±1,15d
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	3,44±0,15ab	13,19±1,01a	24,33±0,88cd
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	3,50±0,08a	13,21±0,30a	26,00±0,58bc
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	3,35±0,11ab	11,99±0,33a	26,67±0,67bc
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	3,49±0,01a	12,42±1,02a	28,33±0,67ab
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	3,51±0,08a	12,11±1,00a	25,33±0,67c
U9 (Pozitif Kontrol)	3,32±0,05ab	12,36±0,78a	29,00±0,58a
U10 (Negatif Kontrol)	3,21±0,04b	9,93±0,24b	30,00±0,58a
F değeri	1,50	1,86	8,07

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

İncelenen çiçek kalite kriterlerinden çiçek sap uzunluğu ilişkin değerler Çizelge 4.4’de verilmiştir. Denemede *Bellis perennis* L. ‘Deep Rose’ çeşidinde çiçek sap uzunluğu uygulamalara bağlı olarak 9,93 ile 13,21 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yetiştirilen bitkilerde çiçek sap uzunluğu durumu incelenmiş ve negatif kontrol değerlendirmeye alınmadığı durumda PGPR uygulamaları ile pozitif kontrol arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. En fazla çiçek sap uzunluğu (13,21 cm) *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* 1 ml/L dozundaki (U5) uygulamasındaki bitkilerde belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde Hoagland BS ile beslenen ve PGPR uygulanan bitkilerdeki çiçek sap uzunluklarının 9,93 cm sap uzunluğuna sahip çiçeklerin elde edildiği negatif kontrol (U10) uygulamasına göre daha yüksek olduğu, çiçek gelişimlerinin çiçek sap uzunluğu açısından daha iyi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). İlk çiçeklenme süresi dikkate alındığında en erken çiçeklenme bakteri uygulamalarına başladıktan 23 gün sonra 0,5 g/m² dozunda *Bacillus amyloliquefaciens* (U3) uygulanan bitkilerde oluşurken en geç çiçeklenme (uygulama başlangıcından 30 gün sonra) negatif kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir.



Resim 4. 1. Şeker tabağı türünde denemenin genel görünümü



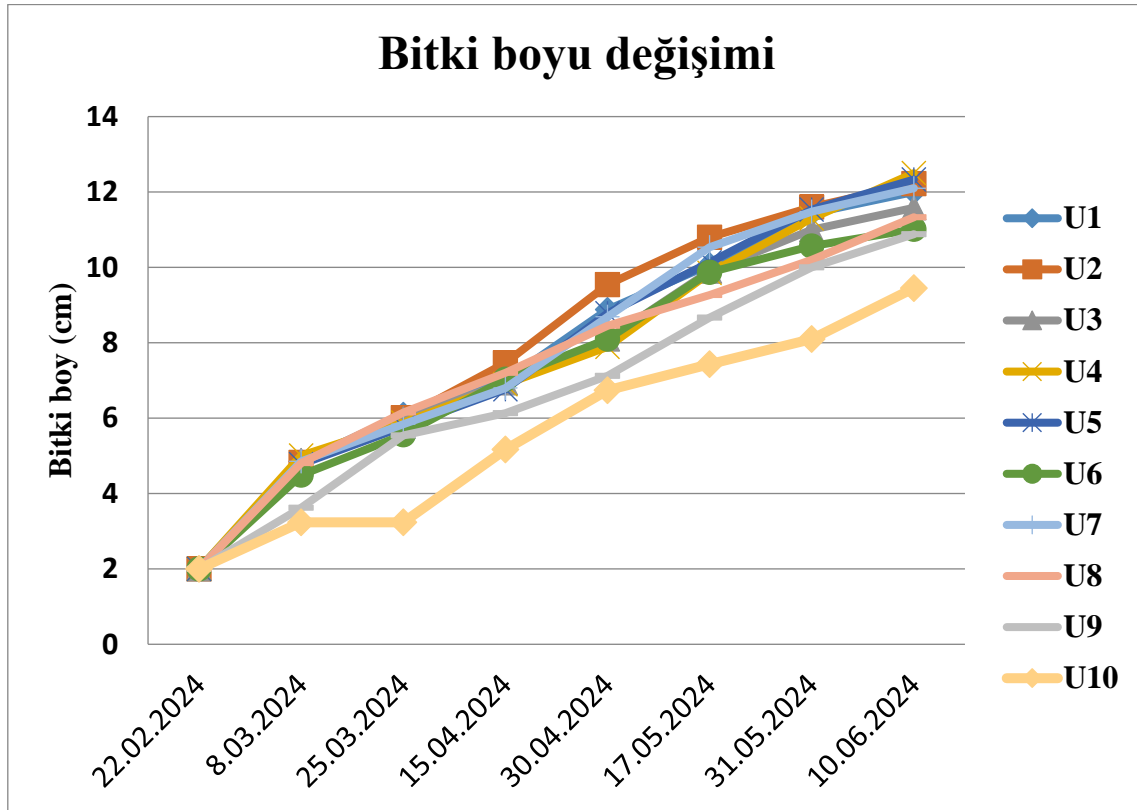
Resim 4. 2. Şeker tabağı türünde bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü



Resim 4. 3. Şeker tabağı türünde çiçek kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü

4.2. Şeker Begonya (*Begonia semperflorens*) ile İlgili Bulgular

Çalışmada topraksız kültür ortamında yetiştirilen *Begonia semperflorens* F1 ‘Nightlife Red’ çeşidine ait bitkilere yapılan PGPR uygulamalarının bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkileri incelenmiştir. *Begonia semperflorens* F1 ‘Nightlife Red’ çeşidinde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına ait veriler Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 1. Denemede farklı uygulamalarda yetiştirilen Şeker begonya bitkilerinde bitki boy gelişiminin değişimi

Şeker begonya bitkisinde her 15 günde boy gelişimi ölçülmüştür. Çalışmada yer alan uygulamaların bitki boy gelişimi belirli periyotlarda ölçülerek boy gelişimi ile ilişkin değerler alınmış ve Şekil 4.1’de boy gelişiminin zamana bağlı değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir. Veriler ilişkin değerler incelendiğinde, genel olarak PGPR uygulamaların negatif kontrole (U10) kıyasla bitki boy gelişimine olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Rakamsal değerlerde, ölçüm zamanlarına ve PGPR uygulamaların etkinliğine göre farklılıklar ortaya çıkmıştır. Son ölçümde (10.06.2024) en yüksek boy gelişimi *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) bakteri uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).

Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda, PGPR uygulamaları ile kontrol grubu uygulamalarının bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve bitki boy üzerine istatistiksel anlamda farklı etki gösterdiği görülmüş ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Bitki yaş ağırlığı üzerine uygulamaların etkileri incelendiğinde; en yüksek değer 50,56 g ile Hoagland BS uygulanan pozitif kontrol grubu (U9) uygulamasında, en düşük yaş ağırlık ise negatif kontrol de belirlenmiş olup ancak negatif kontrol değerlendirmeye alınmadığı durumda 8 ml/L dozunda *Bacillus subtilis* uygulaması yapılan (U8) bitkilerde en düşük bitki yaş ağırlığı elde edilmiştir (Resim 4.6). Sadece PGPR uygulamaları karşılaştırıldığında ise bitki yaş ağırlıkları 30,97 g ile 35,68 g arasında değişim göstermiş en yüksek yaş ağırlığa sahip bitkiler U3 nolu *Bacillus amyloliquefaciens* bakteri içeren solüsyondan 0.5 g/m² dozunda kullanılan uygulamada belirlenmiştir. Benzer şekilde, bitki kuru ağırlıkları arasında da negatif kontrol değerlendirmeye alındığı durumda, bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olduğu ve kuru ağırlık değerlerinin 1,18 g (negatif kontrol) ile 2,12 g ile 3 ml/m² dozunda *Bacillus megaterium* (U1) uygulaması arasında değiştiği görülmüştür (Resim 4.7). Ayrıca bakteri uygulamalarında yetiştirilen bitkilerin kuru ağırlık değerleri pozitif kontrol (U9) uygulamasında yetiştirilen bitkilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5). Denemede yetiştirilen bitkilerin boy uzunlukları da istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş ve uzunluklar 9,63 cm ile 13,30 cm arasında uygulamalara bağlı olarak değişim göstermiştir. Araştırmada uygulamalar arasındaki sonuçlar; negatif kontrol değerlendirmeye alınmadığı durumda, en yüksek bitki boyu 13,30 cm ile *Bacillus amyloliquefaciens*'in 1 g/m² dozu kullanılan (U4) uygulamada, en düşük değer ise 11,13 cm pozitif kontrol uygulamasında (U9) elde edilmiştir. *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' çeşidinde bitki boy uzunluklarının PGPR uygulamalarında her iki kontrol uygulamalarına göre daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4. 5. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Bitki yaş ağırlığı (g)*	Bitki kuru ağırlığı (g)*	Bitki boyu (cm)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	32,23±1,83bc	2,12±0,10a	12,43±0,35abc
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	34,22±3,98abc	2,08±0,05ab	12,60±0,55ab
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	35,68±4,55ab	2,10±0,06ab	12,00±0,25bcd
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	33,02±1,60bc	1,98±0,04abc	13,30±0,29a
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	35,63±2,79ab	1,89±0,09bc	12,53±0,23ab
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	34,90±2,62ab	1,83±0,08c	11,57±0,12cd
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	34,09±6,41abc	1,91±0,05abc	12,43±0,29abc
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	30,97±3,98bc	1,83±0,10c	11,80±0,06bcd
U9 (Pozitif Kontrol)	50,56±12,24a	1,60±0,01d	11,13±0,18d
U10 (Negatif Kontrol)	17,39±2,12c	1,18±0,06e	9,63±0,23e
F değeri	2,35	17,11	12,64

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Çalışmada yer alan uygulamaların kök gelişim kriterlerinden kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile ilişkin değerler saptanmış ve elde edilen değerler üzerine varyans analizi yapılmıştır (Resim 4.5; Çizelge 4.6). Denemede yer alan uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde 0,73 ile 1,79 g/bitki arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı uygulamalara göre istatistiksel bir farklılık göstermiş ve *Bacillus amyloliquefaciens* 1 g/m² dozu kullanılan U4 uygulamasında en yüksek değeri alırken negatif kontrol (U10) uygulamasında yer alan bitkilerde en düşük kök yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir. Benzer şekilde kök kuru ağırlıkları açısından da denemede yer alan uygulamalar arasında bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olduğu ve kök kuru ağırlık değerlerinin 0,22 g/bitki (negatif kontrol) ile 0,39 g/bitki (*Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucu pozitif kontrole göre bakteri uygulaması yapılan bitkilerde kök kuru ağırlıkları en az %24'lük bir artış göstermiştir. Kök kuru ağırlığı en yüksek 0,39 g U5 (*Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) uygulamasında belirlenmiş bunu 2,99 g ile U3 uygulaması izlemiştir (Resim 4.5).

Çizelge 4. 6. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde bazı kök gelişim kriterleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Kök yaş ağırlığı (g)*	Kök kuru ağırlığı (g)*	Kök uzunluğu (cm)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	1,69±0,23ab	0,34±0,01a	10,78±0,66ab
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	1,57±0,15ab	0,37±0,03a	10,35±0,18ab
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1,60±0,07ab	0,38±0,01a	10,30±0,17ab
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	1,79±0,15a	0,31±0,03ab	10,12±0,20ab
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	1,51±0,27ab	0,39±0,06a	10,09±0,69ab
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	1,22±0,10b	0,34±0,01a	11,01±0,89a
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1,44±0,13ab	0,36±0,02a	9,41±0,24ab
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1,48±0,19ab	0,39±0,01a	9,87±0,47ab
U9 (Pozitif Kontrol)	1,72±0,18ab	0,25±0,02bc	10,16±0,36ab
U10 (Negatif Kontrol)	0,73 ±0,08c	0,22±0,01c	9,19±0,29b
F değeri	3,43	5,41	1,33

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Başka bir kök gelişim kriteri olan kök uzunluğu en yüksek değer 11,01 cm *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U6) (2 ml/L), en düşük değer ise 9,19 cm negatif kontrol (U10) uygulamasında olduğu görülmüştür. Negatif ve pozitif kontrol uygulamaları ve bakteri verilen uygulamalardaki bitkilerin kök uzunlukları değerleri incelendiğinde genel olarak yakın rakamsal değerler elde edildiği belirlenmiştir. Özellikle pozitif kontrol grubu ile PGPR'ler kıyaslandığında kök uzunluğu en yüksek bakteri uygulamasında olduğu saptanmıştır. PGPR uygulanan bitkilerin uygulanmayan (negatif kontrol) bitkilere göre kök gelişim kriteri bakımından olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Çizelge 4.6). Böylece PGPR'lerin köklerin gelişimine ve sağlıklı kök yapısı oluşturmaya desteklediği sonucuna varılmıştır.

Çalışmada elde edilen çiçek yaş ağırlığı ölçülmüş ve elde edilen değerlere istatistiksel analiz yapılmış ve istatistiksel analiz sonuçlarından uygulamalara bağlı olarak çiçek yaş ağırlığının önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Resim 4.8; Çizelge 4.7). Çiçek yaş ağırlığı değerlerinin 0,53 g (negatif kontrol) ile 0,81 g (*Bacillus megaterium* 3 ml/m² U1 uygulaması) arasında değiştiği görülmüştür. Çiçek yaş ağırlığın uygulama grupları arasında değerlendirildiğinde, PGPR uygulamaların kontrol uygulamalarına (pozitif ve negatif) çiçek yaş ağırlığının artırdığı saptanmış, ancak *Bacillus amyloliquefaciens* içerikli bakteri uygulamasında doz artışının çiçek yaş ağırlığını azaltabileceği görülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek çiçek yaş ağırlığı

0,81 g ile *Bacillus megaterium* 3 ml/m² dozunda (U1) belirlenmiş bunu 0,76 g U2 (*Bacillus megaterium*) ve 0,75 g U8 (*Bacillus subtilis*) uygulamaları izlemiştir (Çizelge 4.7). En düşük çiçek yaş ağırlığı ise kontrol uygulamalarında olup 0,56 g pozitif kontrol (U9) ve 0,53 g negatif kontrol uygulamalarında (U10) elde edilmiştir.

Çizelge 4. 7. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde çiçek özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Çiçek yaş ağırlığı (g)*	Çiçek kuru ağırlığı (mg)*	Çiçek sayısı (adet)*	Çiçek çapı (cm)*	Çiçek tomurcuk oluşum süresi (gün)
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	0,81±0,09a	32,566±1,39a	84,33±2,33bc	4,47±0,09b	35,67±0,33bcd
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	0,76±0,07a	31,200±3,00a	107,33±5,04a	4,57±0,19ab	32,67±1,45d
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	0,73±0,03a	33,000±4,71a	87,20±1,89b	4,13±0,03c	37,00±1,53bc
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	0,69±0,03ab	31,550±1,25a	77,15±2,12cd	4,80±0,06a	34,00±0,58cd
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	0,72±0,01a	30,816±1,34a	75,00±1,53d	4,60±0,06ab	36,00±1,15bc
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	0,73±0,04a	31,166±2,93a	84,67±2,03bc	4,40±0,06b	36,67±1,20bc
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0,72±0,01a	31,683±2,52a	77,67±1,20cd	4,57±0,07ab	35,67±1,20bcd
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0,75±0,06a	32,933±1,97a	79,00±3,06cd	4,53±0,03b	32,67±0,33d
U9 (Pozitif Kontrol)	0,56±0,04bc	22,783±0,27b	62,67±1,45e	3,93±0,07c	37,67±0,33b
U10 (Negatif Kontrol)	0,53±0,03c	21,533±0,27b	41,00±1,53f	3,60±0,06d	40,67±0,88a
F değeri	3,45	3,14	48,42	19,84	5,74

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur

(p=0.05).

Bununla birlikte çiçek kuru ağırlığında incelendiğinde ise tüm PGPR uygulamaların kontrol uygulamalara göre etkili olduğu görülmüş ve PGPR ile kontrol uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (Resim 4.9). Çiçek kuru ağırlığı PGPR kullanılan uygulamalar bağlı olarak 33,00 ile 30,82 mg arasında ve kontrol uygulamalarında ise 22,78 mg (pozitif kontrol) ile 21,53 mg (negatif kontrol) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bitkilerde çiçek kuru ağırlığı incelendiğinde en yüksek 33,00 mg ile *Bacillus amyloliquefaciens* 0.5 g/m² dozunda (U3) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Bitkinin görünümüne estetik değer katan ve çiçek kalitesi açısından önemli parametreler arasında yer alan çiçek sayısı değerleri üzerine yapılan varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.7' de verilmiştir. Bakteri ve kontrol grubu uygulamalarının Şeker begonya bitkisinde çiçek sayısına olan etkileri incelendiğinde; en fazla çiçek oluşumu

107,33 adet/bitki ile *Bacillus megaterium* 6 ml/m² (U2) dozundaki uygulamada meydana gelmiştir. En az sayıda çiçeklenme negatif kontroldeki (U10) (41,00 adet) bitkilerde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7). Denemede yer alan uygulamalar karşılaştırıldığında; bakteri uygulamalarının bakteri türüne ve dozuna göre çiçeklenme üzerine farklı derecelerde olumlu etkiler ortaya koyduğu ve her iki kontrol uygulamasından daha fazla sayıda çiçek oluşumunu sağladığı, çiçeklenmeyi artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte bakteri uygulamaları çiçek çapı üzerine de etkili olmuş ve genel olarak kontrol uygulamalarına kıyasla bakteri uygulanan bitkilerde daha geniş çaplı, iri çiçekler oluştuğu yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarının *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' çeşidine çiçek çapı uzunluğuna olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çiçek çapı en geniş olan çiçekler 4,80 cm çap ile *Bacillus amyloliquefaciens* 1g/m² (U4) verilen uygulamadaki bitkilerde ölçülmüş bunu U5, U2 ve U7 nolu uygulamalarda yer alan bakterilerin uygulandığı bitkilerde yetişen çiçekler izlemiştir. Her ne kadar sayısal değer olarak birbirine yakın değerlerde olsa da en küçük çaplı çiçekler kontrol uygulamalarındaki (pozitif kontrol 3,93 cm/çiçek ve negatif kontrol 3,60 cm/çiçek) bitkilerde meydana gelmiştir (Çizelge 4.7). Çiçek çap büyüklüğü de çiçek kalitesi bakımından önemli olduğu için bu parametreye olumlu etkide bulunan uygulamalar dikkatle değerlendirilmelidir.

Fidelerin dikim tarihinden çiçek tomurcukları görülene kadar geçen süreler değerlendirildiğinde PGPR ve kontrol uygulamaları ortalamaları açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır. Yetiştirilen bitkilerde çiçek tomurcuk oluşum süresi değerlendirildiğinde PGPR uygulamaları ile kontrol uygulamaları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. PGPR uygulamaların göre en erken çiçek tomurcuk oluşumu 32,67 gün ile *Bacillus megaterium* 6 ml/m² (U2) ve *Bacillus subtilis* 8ml/L (U8) bakteri uygulamalarında gerçekleşmiş ve iki uygulama istatistik olarak aynı grup içinde yer almıştır. Çiçek tomurcuklarının en geç oluşumu kontrol grubu uygulamalarında gerçekleşip 37,67 gün ile pozitif kontrol (U9) ve 40,67 gün ile negatif kontrolde (U10) olduğu görülmüştür. PGPR'lerin Şeker begonya bitkisinin çiçek özellikleri üzerine etkileri değerlendirildiğinde erken çiçeklenme üzerinde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde çiçek sayısı PGPR uygulamalarında artış sağlanması Şeker begonyanın estetik görünümünde olumlu yönde etkisi olduğu belirlenmiştir. Diğer çiçek

parametrelerinde bakteri uygulamaların özellikle pozitif kontrol ile kıyaslandığında daha iyi sonuçlar verdiği Çizelge 4.7’de tespit edilmiştir.

Bitkinin görünümüne estetik değer katan diğer önemli parametreler ise yan dal sayısı, yaprak sayısı ve yaprak uzunluğu değerleri ile ilgili yapılan varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.8’ de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının Şeker begonya bitkisinde yaprak sayısına olan etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Yetiştirilen bitkilerde yaprak sayısı ve yan dal durumu incelenmiş ve PGPR uygulamaları ile kontrol uygulamaları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Yaprak sayıları PGPR ve kontrol uygulamalara bağlı olarak 17,23 ile 26,37 adet/bitki arasında değişim göstermektedir. En fazla yaprak oluşumu (26,37 adet/bitki) *Bacillus subtilis* 8 ml/L dozundaki (U8) uygulamasındaki bitkilerde belirlenmiştir. Ancak en az yaprak sayısı kontrol uygulamalarında belirlenip 19,00 adet/bitki pozitif kontrol ile 17,23 adet/bitki negatif kontrol olduğu görülmüştür. Genel olarak değerlendirildiğinde Hoagland BS ile beslenen ve PGPR uygulanan bitkilerdeki yaprak sayının kontrol grubu uygulanan (pozitif ve negatif) bitkilere göre daha fazla olduğu, bitki gelişimlerinin yaprak kriteri açısından daha iyi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Bitkilerdeki dolgunluk Şeker begonyanın daha gösterişli olmalarına katkı sağlar bu bağlamda en düşük ve en yüksek yaprak sayısındaki fark çiçeklerin gösterişli olması bakımından önem taşır.

Çizelge 4. 8. Denemede yer alan uygulamaların Şeker begonya bitkisinde bazı yaprak özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Yan dal sayısı (adet)*	Yaprak Sayısı (adet)*	Yaprak uzunluğu (cm)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	6,33±0,67ab	26,27±0,87a	6,50±0,03b
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	6,67±0,88ab	22,83±1,48cd	6,21±0,05d
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	6,67±0,67ab	23,90±0,20bc	6,35±0,03c
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	6,00±1,53b	24,30±0,00bc	5,83±0,02g
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	7,00±0,58ab	21,87±0,47d	5,94±0,02f
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	6,67±0,88ab	24,03±0,32bc	6,11±0,02e
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	8,67±0,33a	25,50±0,29ab	6,40±0,01c
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	6,33±0,33ab	26,37±0,23a	6,74±0,02a
U9 (Pozitif Kontrol)	4,67±0,33bc	19,00±0,17e	5,90±0,03fg
U10 (Negatif Kontrol)	3,00±0,58c	17,23±0,15f	4,84±0,02h
F değeri	3,85	26,15	373,69

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Begonia semperflorens F1 ‘Nightlife Red’ çeşidinin peyzaj alanlarında görsel etkisini ortaya koyabilmesi için yoğun çiçeklenmesi ve çiçeklenmenin iyi bir şekilde olması içinde yan dal oluşturma yeteneğinin yüksek olması gerekir. Yan dal oluşumu Şeker begonya türü için çiçeklenme açısından oldukça önemli olup, en yüksek sayıda yan dal oluşumu 8,67 adet/bitki ile *Bacillus subtilis* 4 ml/L dozu kullanılan U7 nolu uygulamada belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde bakteri uygulamaların özellikle pozitif kontrole göre yan dal oluşumunun daha iyi olduğu ve dal sayılarının uygulamalara bağlı olarak 3,00 ile 8,67 adet/bitki arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En az dal sayısı ise kontrol uygulamalarında olduğu görülmüş ve 4,67 adet/bitki pozitif kontrol ile 3,00 adet/bitki negatif kontrol de olduğu belirlenmiştir. Bulgular sonucunda tüm PGPR uygulamaların yan dal oluşumu üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Bakteri uygulamalarının Şeker begonya bitkisinde yaprak uzunluğuna olan etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Belirlenen yaprak uzunluğu ait değerler Çizelge 4.8’ de görülmektedir. Yaprak uzunluğu uygulamalara bağlı olarak 6,17 cm ile 8,61 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaprak uzunluğu en yüksek değer 8,61 cm ile *Bacillus megaterium* 6 ml/m² dozu kullanılan U2 uygulamasında, en düşük yaş ağırlık ise 6,17 cm negatif kontrol (U10) uygulamasında belirlenmiştir.



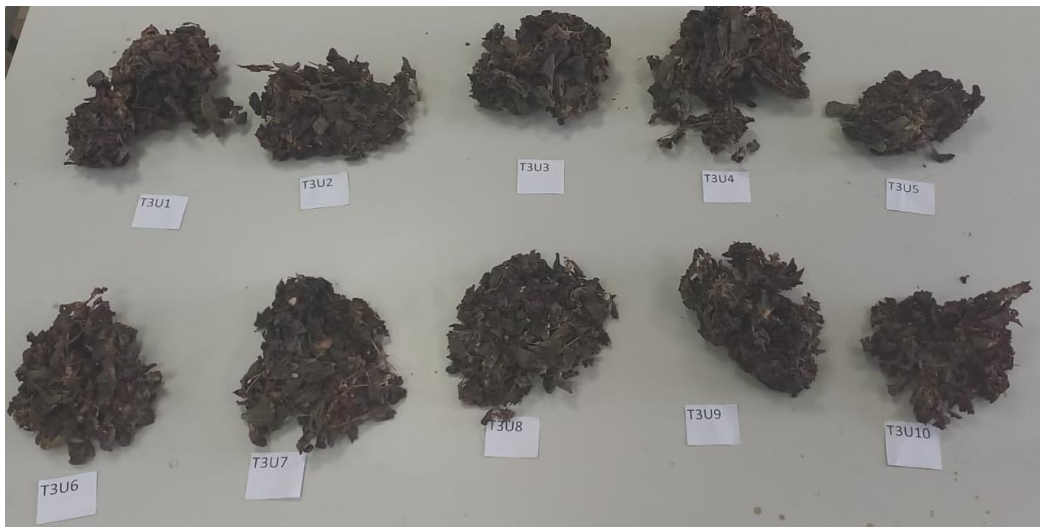
Resim 4. 4. Şeker begonya türünde denemenin genel görünümü



Resim 4. 5. Şeker begonya türünde kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü



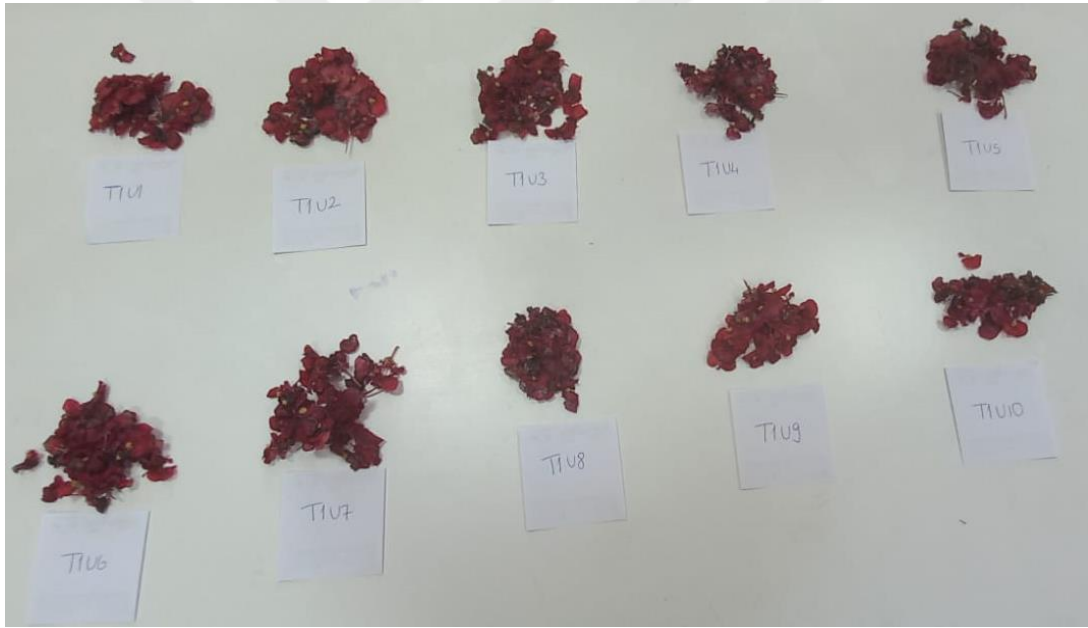
Resim 4. 6. Şeker begonya türünde söküm sonrası bitki üst aksam örneklerinin görünümü



Resim 4. 7. Şeker begonya türünde bitki kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü



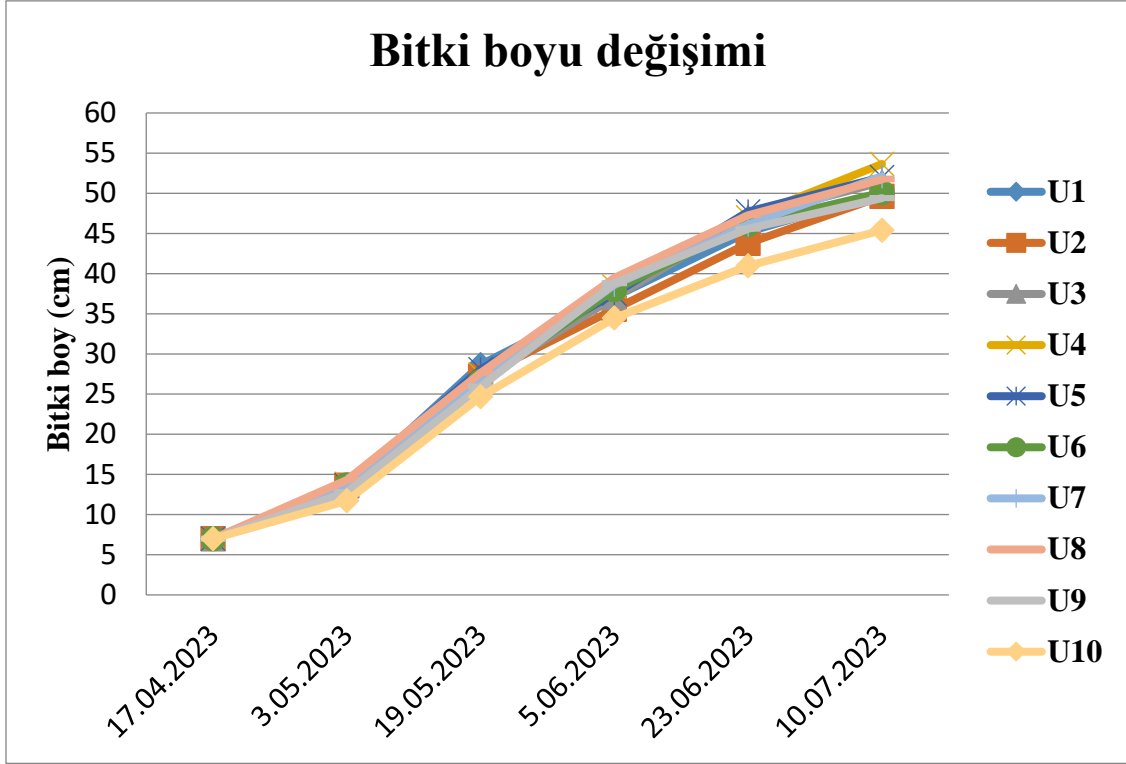
Resim 4. 8. Şeker begonya türünde çiçek yaş ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü



Resim 4. 9. Şeker begonya türünde çiçek kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü

4.3. Petunya (*Petunia hybrida*) ile İlgili Bulgular

Topraksız kültür ortamında yetiştirilen *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşidine ait bitkilere yapılan PGPR uygulamalarının bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşidinde elde edilen veriler ve yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.



şekil 4. 2. Denemede farklı uygulamalarda yetiştirilen Petunya bitkilerinde bitki boy gelişiminin değişimi

Petunia hybrida ‘Surfinia Blue’ eşidinde her 15 günde boy gelişimi ölçülmüş ve çalışmada yer alan uygulamaların bitki boy gelişimi ile ilişkin değerler saptanarak şekil 4.2’de verilmiştir. Bitki boy gelişiminin zamana bağlı değişimi incelendiğinde, PGPR uygulamalarının kontrol (pozitif ve negatif) uygulamalarına kıyasla bitki boyunu olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Bitki boy gelişim değerleri ölçüm zamanlarına, PGPR çeşidine ve doz uygulamalarına göre farklılıklar ortaya çıkmıştır. Vegetasyon dönemi sonunda yapılan ölçümde (10.06.2024) en yüksek boy uzunluğu *Bacillus amyloliquefaciens* 1 g/m² (U4) dozundaki bakteri uygulamasında olduğu belirlenmiştir (şekil 4.2).

PGPR uygulamaları ve kontrol grubu uygulamalarının bitki boyu ve yan dal sayısı üzerine etkili olduğu belirlenmiş ve yapılan istatiksels analiz sonucu uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Ancak bitki yaş ağırlığı ile kuru ağırlığı değerleri üzerine yapılan varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde çalışmada yer alan tüm uygulamalar arasında istatistiki önemde bir farklılık bulunmamıştır. Uygulamalara bağlı olarak bitki boy uzunluğu değerlerindeki farklılıklar negatif ve pozitif kontrol ile PGPR uygulamaları karşılaştırıldığında negatif kontrolde en düşük boy uzunluğuna sahip bitkilerin yetiştiği belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki

sonuçlar incelendiğinde en yüksek bitki boyu 56,01 cm *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* 1 ml/L dozu kullanılan U5 uygulamasında elde edilmiş, bunu 55,65 cm bitki boyu ile 1 g/m² dozunda *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) bakterisi kullanılan uygulamada belirlenmiştir. Ancak bu iki uygulama istatistik olarak aynı grup içinde yer alması nedeni ile istatistiksel önemde bir fark oluşmadığı için birbiri yerine kullanılabilir uygulamalar olarak grlmştir. Petunya bitkisinde Hoagland BS ile beslenen pozitif kontrol (U9) uygulamasındaki bitkilerin ortalama boy uzunlukları 54,40 cm/bitki olarak belirlenmiş olup farklı bakteriler ve farklı dozları kullanılan U4 ve U5 uygulamaları hariç diğer PGPR uygulamalarından daha yüksek değer vermesine rağmen uygulamalar aynı grup içinde yer almıştır. Petunya bitkisinde ortalama en düşük bitki boyu değer ise 48,40 cm negatif kontrol uygulamasında (U10) yetiştirilen bitkilerde elde edilmiştir. Bitki boyu bitki gelişimi için önemli parametre olup PGPR uygulamalarından *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U5) 1 ml/L dozu ve *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) 1 g/m² doz kullanımı boy gelişimine üzerine olumlu etkileri sahip olduğu belirlenmiştir (izelge 4.9).

Petunia hybrida ‘Surfinia Blue’ eşidinde bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerleri üzerine yapılan varyans analiz sonuçları, izelge 4.9’ de verilmiştir (Resim 4.11). Çizelgeden grldğu üzere araştırmada yer alan tüm uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Uygulamaların bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde; 17,05 g ile 22,32 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı zerine PGPR uygulamalarının etkileri incelendiğinde; en yüksek değerin 22,32 g ile *Bacillus subtilis* 4 ml/L dozu kullanılan U7 uygulamasında bunu 22,24 g ile *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U5) 1 ml/L dozu kullanılan uygulamanın izlediği belirlenmiştir.

Çizelge 4. 9. Denemede yer alan uygulamaların Petunya türünde bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Bitki boyu (cm)*	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Yan dal sayısı (adet)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	54,07±2,14ab	17,93±1,06	4,19±0,68	5,42±0,47a
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	53,62±1,74ab	20,37±1,50	4,20±0,34	5,13±0,44a
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	53,41±2,22ab	19,63±1,55	4,11±0,35	5,54±0,11a
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	55,65±1,12a	20,23±1,37	4,39±0,2	5,13±0,25a
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	56,01±2,86a	22,24±1,27	4,78±0,57	5,67±0,40a
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	54,09±1,61ab	21,54±0,21	4,92±0,26	5,83±0,42a
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	52,11±0,64ab	22,32±3,25	4,87±0,58	5,38±0,69a
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	53,73±0,80ab	21,13±0,76	4,53±0,11	5,46±0,48a
U9 (Pozitif Kontrol)	54,40±2,81ab	19,87±1,99	4,26±0,49	4,88±0,38a
U10 (Negatif Kontrol)	48,40±2,07b	17,05±1,13	3,68±0,52	3,09±0,18b
F değeri	1,87	1,16	0,74	3,54

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur

(p=0.05).

Benzer şekilde, bitki kuru ağırlık değerleri açısından da uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık görülmemiştir, ancak en yüksek bitki kuru ağırlık değerlerinin 4,92 g (*Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) ile U6 uygulaması ve 4,87 g ile (*Bacillus subtilis*) U7 nolu uygulamasında olduğu görülmüştür. En düşük bitki kuru ağırlıklara sahip bitkiler ise ortalama 3,68 g/bitki ile negatif kontrol (U10) uygulamasında yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir. PGPR ve kontrol uygulamaları arasında istatistiki fark olmaması sonucu aynı grupta yer almalarına karşın uygulamalar arasında rakamsal değer olarak bakteri uygulamalarının kontrol (pozitif ve negatif) uygulamalara kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Petunia hybrida 'Surfinia Blue' çeşidinde park, bahçe ve saksılarda görsel etkisini ortaya koyabilmesi için yoğun çiçeklenmesi arzu edilen bir özellik olup bu bağlamda çiçeklenmenin iyi bir şekilde olması için de yan dal oluşturma yeteneğinin yüksek olması gerekir. Çalışmada deneme konularını oluşturan uygulamaların Petunya bitkilerindeki yan dal sayıları üzerine etkileri incelendiğinde 3,09 ile 5,83 adet/bitki arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bakteri (PGPR) uygulamaları ile pozitif kontrol (U9) değerleri kıyaslandığında istatistiksel olarak aynı grupta olduğu tespit

edilmiştir. Ancak rakamsal değer olarak tüm bakteri uygulamalarında pozitif kontrole göre daha yüksek sayıda yan dal oluşumu olduğu saptanmıştır. Böylece topraksız tarımda bitki yetiştiriciliğinde, PGPR'lerin kullanımının olumlu yönde etkisi olduğu söylenebilmektedir. Petunya bitkisinde en yüksek sayıda yan dal oluşumu ortalama 5,83 adet/bitki ile *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* 2 ml/L dozu (U6) uygulamasında belirlenmiştir. En az yan dal sayısı ise kontrol uygulamalarında olduğu görülmüş ve 4,88 adet/bitki pozitif kontrol ile 3,09 adet/bitki negatif kontrol de olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan uygulamaların kök gelişim kriterlerinden kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile ilişkin değerler saptanmış ve elde edilen değerler üzerine varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.10) (Resim 4.12). Araştırmada yer alan uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde 0,48 ile 1,01 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı uygulamalara göre istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermiş ve 1,01 g/bitki ile *Bacillus subtilis*'in 4 ml/L dozu kullanılan U7 uygulamasında en yüksek değeri almıştır. PGPR uygulamaları arasında en düşük kök yaş ağırlığı 0,60 g/bitki ile U4 uygulamasında elde edilmiştir. Tüm çalışma konuları arasında en düşük kök yaş ağırlık değerleri ise 0,54 g/bitki ile pozitif kontrol (U9) ile 0,48 g/bitki ile negatif kontrol (U10) uygulamalarında elde edilmiştir.

Benzer şekilde bitkilerin kök kuru ağırlıklarında, bakteri uygulamalarının kontrol grubu uygulamalarına göre önemli bir etkisinin olduğu ve kök kuru ağırlık değerlerinin tüm uygulamalarda 0,03 g/ bitki ile 0,12 g/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı en yüksek 0,12 g/bitki ile U7 (*Bacillus subtilis* 4 ml/L dozunda) ve U8 (*Bacillus subtilis* 8 ml/L dozunda) uygulamalarında belirlenmiş bunu 0,11 g/bitki ile *Bacillus megaterium*'un 3 ml/m² uygulaması izlemiş ve istatistik olarak aynı grup içinde yer almıştır. En düşük kök kuru ağırlığı ise kontrol uygulamalarında belirlenmiş ve 0,04 g/bitki ile U9 (pozitif kontrol) ile 0,03 g/bitki ile U10 (negatif kontrol) uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 4. 10. Denemede yer alan uygulamaların *Petunya* türünde bazı kök parametreleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Kök yaş ağırlığı (g)*	Kök kuru ağırlığı (g)*	Kök uzunluğu (cm)
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	0,65±0,11abc	0,11±0,02a	14,63±1,62
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	0,75±0,01abc	0,10±0,01a	16,62±0,61
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	0,76±0,12abc	0,10±0,02ab	17,96±2,13
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	0,60±0,12bc	0,09±0,01ab	17,17±1,07
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	0,65±0,16abc	0,11±0,03a	16,54±2,12
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	0,64±0,14bc	0,10±0,02ab	15,96±1,29
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1,01±0,02a	0,12±0,02a	15,55±3,32
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0,90±0,04ab	0,12±0,00a	15,97±1,44
U9 (Pozitif Kontrol)	0,54±0,11bc	0,04±0,02bc	16,14±0,40
U10 (Negatif Kontrol)	0,48±0,14c	0,03±0,01c	16,21±2,44
F değeri	2,16	2,61	0,23

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Başka bir kök gelişim kriteri olan kök uzunluğu, bakteri ve kontrol uygulamalarından elde edilen değerler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve tüm uygulamaların istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür. *Petunia hybrida* ‘Surfinia Blue’ çeşidinde kök uzunluğu en yüksek 17,97 cm ile *Bacillus amyloliquefaciens* (U3) 0.5 g/m² dozu ve 17,17 cm ile *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) 1 g/m² dozu kullanılan uygulamalarda elde edilmiştir. En düşük değer ise 14,63 cm *Bacillus megaterium* (U1) 3 ml/m² doz uygulanmasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Bitkinin görünümü ve çiçek kalitesi bakımından önemli parametreler arasında yer alan çiçek sayısı değerleri üzerine yapılan varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Bakteri ve kontrol grubu uygulamalarının *Petunia hybrida* ‘Surfinia Blue’ çeşidinde çiçek sayısına olan etkileri incelendiğinde; en fazla çiçek oluşumu 32,13 adet/bitki ile *Bacillus megaterium*’un 3 ml/m² (U1) dozundaki uygulamada meydana gelmiştir. En az sayıda çiçeklenme kontrol uygulamalarında gerçekleşmiş ve 22,33 adet/bitki çiçek U9 (pozitif kontrol) uygulamasında, 21,02 adet/bitki çiçek U10 (negatif kontrol) uygulamasında yetiştirilen bitkilerde meydana gelmiştir (Çizelge 4.11). Denemede yer alan uygulamalar karşılaştırıldığında; bakteri uygulamalarının bakteri türüne ve dozuna göre çiçeklenme üzerine farklı derecelerde olumlu etkiler ortaya

koyduğu ve her iki kontrol uygulamasından daha fazla sayıda çiçek oluşumunu sağladığı, çiçeklenmeyi artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte bakteri uygulamaları çiçek çapı üzerine de etkili olmuş ve genel olarak kontrol uygulamalarına kıyasla bakteri uygulanana bitkilerde daha geniş çaplı çiçekler oluşmuştur. Denemede *Petunia* hybrida ‘Surfinia Blue’ çeşidinde çiçek çap genişliği uygulamalara bağlı olarak 7,02 ile 8,02 cm/çiçek arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çiçek çapı en geniş olan çiçekler 8,02 cm çap ile U1 (*Bacillus megaterium*) 3 ml/m² dozunda görülmüştür. Çiçek çapı en düşük 7,02 cm/çiçek çap ile U2 *Bacillus megaterium*’un 6 ml/m² dozunun kullanıldığı U2 uygulamasında görülmüş ve genel olarak *Bacillus* türü bakteri kullanımlarında doz artışlarının çiçek çapının küçülmesine neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.11).

Çizelge 4. 11. Denemede yer alan uygulamaların *Petunia* türünde çiçek özellikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Çiçek sayısı (adet)*	Çiçek çapı (cm)*	Çiçek tomurcuk oluşum süresi (gün)*
U1 (<i>Bacillus megaterium</i>)	32,13±0,23a	8,02±0,83a	26,33±0,88bc
U2 (<i>Bacillus megaterium</i>)	29,67±0,21ab	7,02±0,02b	25,67±0,67c
U3 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	29,28±1,85ab	7,20±0,11ab	23,00±1,15d
U4 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	29,81±2,04ab	7,10±0,01b	24,33±0,88cd
U5 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	28,86±1,75ab	7,15±0,05ab	26,00±0,58bc
U6 (<i>Azotobacter chroococcum</i> + <i>Azotobacter vinelandii</i>)	27,74±1,26ab	7,21±0,05ab	26,67±0,67bc
U7 (<i>Bacillus subtilis</i>)	26,89±0,85b	7,19±0,07ab	28,33±0,67ab
U8 (<i>Bacillus subtilis</i>)	27,42±1,21ab	7,05±0,08b	25,33±0,67c
U9 (Pozitif Kontrol)	22,33±1,90c	7,13±0,07ab	29,00±0,58a
U10 (Negatif Kontrol)	21,02±1,93c	7,09±0,19b	30,00±0,58a
F değeri	5,36	5,11	8,07

* Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur (p=0.05).

Fidelerin dikim tarihinden çiçek tomurcuğu görülene kadar geçen süreler karşılaştırıldığında PGPR ve kontrol uygulamaları istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Denemede uygulamalar arasında en erken çiçek tomurcuk oluşum süresi 23,00 gün ile U3 nolu *Bacillus amyloliquefaciens* 0.5 g/m² dozu ve 24,33 gün ile U4 nolu *Bacillus amyloliquefaciens* 1 g/m² dozu kullanılan bitkilerde saptanmıştır. Çiçek tomurcuklarının oluşumu açısından en geç tomurcuklanma kontrol grubu uygulamalarında gerçekleş olup, 29,00 gün ile pozitif kontrol (U9) ve 30,00 gün ile negatif kontrol (U10) uygulamalarında yetiştirilen bitkilerde olduğu görülmüştür. PGPR’lerin *Petunia* hybrida ‘Surfinia Blue’ çeşidinde çiçeklenmeye geçmesi açısından etkileri genel olarak değerlendirildiğinde erken çiçeklenme üzerinde PGPR’lerin önemli

etkilerinin olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde çiçek sayısı PGPR uygulamalarında artış sağlaması nedeni ile petunya bitkisinde estetik görünümün olumlu yönde etkisini artırmada katkısı olabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.11).



Resim 4. 10. Petunya türünde denemenin genel görünümü



Resim 4. 11. Petunya türünde bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı ölçümü yapılan örneklerin görünümü



(a)



(b)

Resim 4. 12. Petunya türüne ait bitkilerde köklere ait görünüm(a) ve (b)



5. TARTIŞMA

Topraksız kültür ortamında PGPR kullanımı bazı mevsimlik süs bitkilerinin bitki gelişimi ve çiçek kalitesine etkisini araştırmak amacıyla planlanan ve yürütülen bu çalışmada *Bellis perennis* ‘Deep Rose’ (Şeker tabağı), *Begonia semperflorens* F1 ‘Nightlife Red’ (Şeker begonya) ve *Petunia hybrida* ‘Surfinia Blue’ (Petunya) çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada bitki gelişime ilişkin olarak bitki boyu, yan dal sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı; çiçek kalitesine ilişkin olarak ise çiçek sayısı, çiçek çapı, çiçek gerçekleşme süresi çiçek sap uzunluğu, çiçek yaş ve kuru ağırlığına ilişkin sonuçlar belirlenmiştir.

Çeşitler ve uygulamalar arasında bitki yaş ve kuru ağırlığı parametrelerinde istatistiki açıdan önemli farklılık görülmüştür. *Bellis perennis* ‘Deep Rose’ çeşidinde bitki yaş ve kuru ağırlığı en yüksek değerler PGPR uygulamaları kullanılmış bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle bitki yaş ve kuru ağırlığı pozitif kontrol ile bakteri uygulamaları karşılaştırıldığında istatistiksel bir fark oluşmamış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ancak rakamsal değer olarak en yüksek bitki yaş ağırlığı 51,77 g U8 (*Bacillus subtilis*) 8ml/L doz ve en yüksek bitki kuru ağırlığı ise 5,68 g U5 (*Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii*) 1 ml/L doz bakteri uygulamalarında görülmüştür. *Begonia semperflorens* F1 ‘Nightlife Red’ çeşidinde uygulamalar arasında bitki yaş ve kuru ağırlığı parametrelerinde istatistiki açıdan farklılık görülmüştür (Çizelge 4.5). Şeker begonyada bitki yaş ağırlığı uygulamalara bağlı olarak 17,39 g ile 50,56 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Şeker begonyada bitki yaş ağırlığı en yüksek pozitif kontrol (50,56 g) uygulamasında, bitki kuru ağırlık ise *Bacillus megaterium* (U1) (2,12 g) bakteri uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Ancak *Petunia hybrida* ‘Surfinia Blue’ çeşidinde bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerleri üzerine yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, bitki ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık görülmemiştir. Petunya bitkisine kullanılan bakteri ve kontrol uygulamaların bitki yaş ağırlığı ile bitki kuru ağırlığı değerler istatistik olarak aynı grup içinde yer almıştır. Ancak rakamsal değer olarak bakteri uygulamaların kontrol (pozitif ve negatif) uygulamalara kıyasla daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır (Çizelge 4.9). Golpayegani ve Tilebeni (2011) yapmış oldukları çalışmada tuzluluk stresi altında fesleğen (*Ocimum basilicum*) yetiştiriciliğine

Pseudomonades sp. ve *Bacillus lentus* uygulanması sonucunda fesleğenlerin yaş ağırlığı kontrol grubuna göre %12.9 kadar arttırdığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde turp (Yıldırım vd., 2008), lahana (Samancıoğlu vd., 2016) ve yeşil gram bitkisi (Saravanarkumar vd., 2011) üzerine yapılan çalışmalarda PGPR uygulamalarının bitki yaş ve kuru ağırlığında artış sağladığı bildirilmiştir. Bitki çeşitlerine, PGPR'lerin çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak bitki yaş ve kuru ağırlığında farklı etkiler ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar yürütülen bu araştırma sonuçlarını destekler nitelikte olup bakteri uygulamalarının bakteri türüne ve dozuna göre değişebildiği dolayısıyla bitki türüne uygun bakteri çeşidi ve doz uygulaması yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Begonia semperflorens F1 'Nightlife Red' çeşidinde bitki boy uzunluğu, PGPR ile kontrol (pozitif ve negatif) açısından karşılaştırıldığında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek bitki boyu 13,30 cm *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) uygulamasında, en düşük değer ise 9,63 cm negatif kontrol uygulamasında (U10) elde edilmiştir. Bitki boyu bitki gelişim için önemli bir parametre olup PGPR uygulamalarının boy gelişimi üzerine olumlu etkileri sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). PGPR'lerin etki mekanizmalarından biriside bitki büyümesi ve gelişmesinde önemli rol oynamasıdır. Özellikle *Bacillus* türleri bitkinin büyümesini artırıcı ve düzenleyici etkiler göstermektedir (Dede, 2020). Çalışmada da *Begonia semperflorens* F1 "Nightlife Red" çeşidinde bitki boyunu *Bacillus amyloliquefaciens* 1 g/m² (U4) uygulaması etkili olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, *Gladiolus grandiflorus* L. bitkisinde bitki boyu *Azospirillum* (T4) içeren uygulamada (Ali vd., 2014), brokoli fidesinin PGPR uygulamaların fide boyunu %7.85 oranında arttırdığı (Ekici vd., 2015) ve sümbül bitkisinde *Bacillus*-GC Group (TV119E) bakteri ırkının bitki boyunu arttırdığı tespit edilmiştir (Arıca Bintaş, 2019). Yürütülen bu araştırmada da *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşidinde bitki boy uzunluğu en yüksek değerler PGPR içerikli uygulamalarda olduğu saptanmıştır. En yüksek bitki boyu 56,01 cm *Azotobacter chroococcum*+ *Azotobacter vinelandii* 1 ml/L (U5) bakteri uygulamasında, daha sonrada 55,65 cm ile *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) bakteri grubunda olduğu belirlenmiştir. Diğer PGPR uygulamaları ile pozitif kontrol grubunun bitki boy uzunluk değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüş ve aynı istatistiki grupta yer aldığı tespit edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 48,40 cm ile sadece sulama suyu kullanılan negatif kontrol (U10) grubunda olduğu gözlenmiştir. Kumari vd. (2015)

yapmış oldukları çalışmada krizantem bitkisine uygulanan *Bacillus* ve *Pseudomonas*'ın farklı suşların bitki boyu üzerine önemli etki yaptıklarını belirtmiş, en yüksek bitki boy değeri *Pseudomonas*'ın PS2 suşu (CPA152) ve *Bacillus*'un BS3 suşu (SB127) ile aşıl原因an bitkilerde kaydedildiğini raporlamıştır. Yine topraksız kültürde yetiştirilen bitkilere PGPR uygulanması sonucunda Moncada vd. (2021) bitki boyunu 7.9 ile 16.0 cm arasında bulmuşlar, benzer bir başka araştırmada krizantem bitkisinin farklı biyo-ajanların etkinliğini incelenmesi sonucu en yüksek bitki boy değeri 35,27 cm ile *Pseudomonas fluorescens* (250g) bakteri uygulamasında olduğu saptanmıştır (Meena vd., 2020). Araştırmacıların boy gelişimi üzerine elde ettiği olumlu etkiler yürütülen bu araştırmada da elde edilmiştir. Dolayısıyla PGPR'lerin bitki boy parametresi üzerine olumlu yönde sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Park, bahçe gibi alanlarda peyzaj düzenlemelerinde ve evlerde bulunan mevsimlik süs bitkileri, görünümleri ile estetik değer katar ve renkli çiçek yapılarıyla oldukça dikkat çekmektedirler. Dolayısıyla mevsimlik süs bitkilerinde çiçek kriterleri oldukça önemlidir. Çalışmada PGPR uygulamaların çiçek kriterlerine etkileri incelendiğinde, bitki çeşidine ve uygulamalara bağlı olarak çiçek yaş ve kuru ağırlığı parametreler arasında birtakım farklılıklar görülmüştür. *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' çeşidinde çiçek yaş ağırlığı uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemsiz görülmüştür. Rakamsal değer olarak en yüksek çiçek yaş ağırlığı 1,55 g ile *Bacillus amyloliquefaciens* 0.5 g/m² (U3) bakteri uygulamasında görülmüş ve tüm uygulamalar aynı istatistiki grupta yer almıştır. Benzer şekilde Şeker begonyada çiçek yaş ağırlığı incelendiğinde en yüksek değerlerin PGPR içerikli uygulama gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Çiçek kuru ağırlığında ise Şeker tabağında uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Şeker tabağında en yüksek çiçek kuru ağırlığı 0,17 g *Bacillus megaterium* (U1) bakteri uygulamasında ölçülmüştür. Şeker begonyada ise tüm bakteri uygulamalarının kontrol uygulamalarından daha yüksek değerler aldığı ve tüm PGPR uygulamaları ile kontrol uygulamaların istatistiki açıdan farklı grupta olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7). Bakteri uygulamalarının özellikle negatif kontrol uygulamasına kıyasla çiçek kuru ağırlığı parametresi üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Yapılmış olan bir çalışmada, *Gladiolus grandiflorus* L. bitkisinde E (Otoklavlanmış solucan gübresi+PGPR) uygulamasının çiçeklerin yaş ve kuru ağırlığı açısından diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında genel olarak daha iyi performans sağladığını belirlenmiştir (Parlakova Karagöz vd., 2019).

Mevsimlik süs bitkilerin etkili görünüm için çiçek sayısı ve çiçeğin çap genişliği de oldukça önemli özelliklerdir. Çalışmada Şeker tabağı, Şeker begonya ve Petunya türlerinin topraksız kültürde PGPR'lerin uygulanması çiçek sayısını artırdığı tespit edilmiştir. PGPR uygulamalarının denemede kullanılan 3 tür üzerine, negatif kontrol değerlendirmeye alındığında, çiçek sayısı özelliği üzerine etkili olduğu görülmüş ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Araştırma sonucunda PGPR uygulamalarının, bakteri türüne ve dozuna bağlı olarak çiçek sayısını farklı oranlarda olumlu etkileyerek artırdığı tespit edilmiştir. Çiçek sayısı en fazla Şeker tabağında 31,00 adet/bitki *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) 1 g/m² dozunda, Şeker begonyada 107,33 adet/bitki *Bacillus megaterium* (U2) 6 ml/m² dozunda ve Petunya da ise 32,13 adet/bitki *Bacillus megaterium* (U1) 3 ml/m² doz verilen bitkilerde belirlenmiştir. Çiçeklenmenin en az olduğu uygulama ise 3 bitki türlerinde kontrol uygulamalarında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3, Çizelge 4.7, Çizelge 4.11). Denemede yer alan uygulamalar karşılaştırıldığında; bakteri uygulamalarının her iki kontrol uygulamasından daha fazla sayıda çiçek oluşumunu sağladığı, çiçeklenmeyi artırdığı belirlenmiştir. PGPR kullanımı Şeker tabağı, Şeker begonya ve Petunya bitkisi üstünde çiçek sayısındaki artış bitkilerin çekiciliğini arttırarak bitkiye estetik bir görünüş vermektedir. Ayrıca 3 bitki türünde çiçek sayısı en fazla *Bacillus megaterium* ve *Bacillus amyloliquefaciens* bakteri uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla PGPR etki mekanizmalarında birisi olan *Bacillus* sp. fosfor parçalayıcı özelliği ve fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğini etkilemesi, çiçek sayısında olumlu yönde etkisi olduğu görülmektedir. Yapılan bir çalışmada *Bacillus subtilis* (RCK-17C) sümbülde (*Hyacinthus orientalis* L. cv. Aiolos) çiçek sayısını arttırdığı saptanmıştır (Parlakova Karagöz vd., 2019). *Pseudomonas putida* bakterisi uygulanan krizantem bitkilerinde çiçek sayısında artışlar olduğu gözlenmiştir (Cipriano ve Freitas, 2018). *Cyclamen persicum* bitkisine PGPR'lerin uygulanması sonucu, en fazla çiçek sayısı *Paenibacillus polymixa*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Pseudomonas putida* bakteri ırklarında olduğu tespit edilmiştir (Girgin, 2019). Benzer şekilde Sharaf-Eldin vd. (2008) yapmış oldukları çalışmada safranda (*Crocus sativus* L.), Jamal vd. (2018) çalışmasında biberde ve Kumar ve Pathak (2023) çalışmasında Afrika kadife çiçeğinde PGPR içerikli uygulamaların bitki başına çiçek sayısının önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir.

Çiçek kriterlerinden biri olan çiçek genişliği de bitkilerin görünüşleri üzerine oldukça önemli bir özelliktir. Uygulamaların çiçek çapı olan etkileri incelendiğinde, en yüksek değerler Şeker tabağında 3,51 cm U8 (*Bacillus subtilis*), Şeker begonyada 4,80 cm U4 (*Bacillus amyloliquefaciens*) ve Petunyada 8,02 cm U1 (*Bacillus megaterium*) bakteri içerikli bitkilerde elde edilmiştir. Dolayısıyla PGPR uygulamalarının denemede kullanılan 3 türde de çiçek çap genişliği üzerine etkili olduğu görülmüş ve rakamsal değer olarak en yüksek değer bakteri içerikli uygulamalarda olduğu belirlenmiştir. *Zinnia elegans* L. 'Zesty' ve *Dahlia variabilis* L. 'Figaro Violet' çeşitlerinde çiçek çapı en geniş *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakteri izolat kullanılan uygulamada olduğu görülmüştür (Alkaç vd., 2022). Benzer şekilde karanfil bitkisinde çiçek (çapı) genişliği bakteri uygulamalarının etkileri istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Yıldız, 2022). Çiçek çap büyüklüğü de çiçek kalitesi bakımından önemli olduğu için bu parametreye olumlu etkide bulunan uygulamalar dikkatle değerlendirilmelidir.

Mevsimlik süs bitkilerinin peyzaj uygulamalarında kullanımı üzerine çiçeklenme süresi de oldukça önemli derece etki eden bir kriterdir. Şehirlerde mevsim durumuna göre peyzaj alanları belirli aralıklarla düzenlenmekte ve bu peyzaj uygulamalarında kullanılan bitkilerin uzun süre çiçekte kalması ile görsel etkinin artırılması arzu edilmektedir. Dolayısıyla mevsimlik süs bitkilerinin erken çiçeklenmesi bu alanların görünümünü ve düzenlenmesinde oldukça önemlidir. Çalışmada PGPR uygulamalarının bitki türlerinde çiçeklenme başlangıcı yani çiçek tomurcuk oluşum süresini üzerine etkileri de incelenmiştir. Uygulamalar sonucunda PGPR'lerin Şeker tabağı, Şeker begonya ve Petunya türlerinde erken çiçeklenme üzerine istatistiki açıdan önemli etki yaptığı saptanmıştır. En erken çiçeklenme *Bellis perennis* L. 'Deep Rose' çeşidinde U3 (*Bacillus amyloliquefaciens*), *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' çeşidinde U2 (*Bacillus megaterium*) ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşidinde ise U3 (*Bacillus amyloliquefaciens*) bakteri içerikli uygulamada yetiştirilen bitkilerde gerçekleşmiştir. En geç çiçeklenme kontrol grubu (pozitif ve negatif) uygulamalarda olduğu tespit edilmiştir. Yıldız (2022) karanfil bitkisinde tam çiçeklenme süre parametresinde bakteri uygulamalarının etkileri istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Çalışmada tam çiçeklenme süresi en kısa 103.74 gün ile *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) bakteri uygulamasında elde edilmiştir. Benzer şekilde *Cyclamen persicum* bitkisinde erken çiçeklenmede *Pantoea agglomerans*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerinin etkili olduğu görülmüştür (Girgin, 2019). Petunya da

yürütülen bir çalışmada çiçeklenme tarihi ve çiçeklenme süresi PGPR uygulamaları ile artış gösterdiği tespit edilmiştir (Hoda ve Mona, 2014). Nitekim Arıca Bintaş (2019) yapmış olduğu çalışmada sümbül bitkisinde ilk çiçek açma süresi bakteri uygulamaları on günlük gecikmeye neden olduğu bildirmiştir. Lalede yapılmış olan çalışmada çiçek açma süresinde kök bakterilerin kontrol uygulamasına göre minimum 4, maximum 6 günlük geciktirmeye neden olmuştur (Bashir vd., 2019). Dolayısıyla çiçeklenme süreleri bitki türü, bakteri çeşidine ve dozuna bağlı değişkenlik göstererek PGPR'lerin mevsimlik süs bitkilerin çiçeklenme süresi olumlu etkileri dikkatle değerlendirilmelidir.

Mevsimlik süs bitkilerinin görsel etkinliği açısından kullanım alanlarında dolgun bir görüntü oluşturması bu bağlamda önemli bir başka parametre ise yaprak sayısıdır. Şeker tabağı ve Şeker begonyada bitki üzerindeki yaprak sayısı bitkinin görünümüne estetik değer kattığı için oldukça önemlidir. Şeker begonya bitkisinde PGPR uygulamaların yaprak sayısı özelliği üzerine etkili olduğu görülmüş ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. PGRP uygulamaları arasında yaprak sayısı değerleri açısından farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yaprak sayıları açısından uygulamalar arasında oluşan bu farklılığın bakteri türüne ve dozuna bağlı olduğundan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yaprak sayısı en fazla 26,37 adet/bitki ile *Bacillus subtilis* (U8) 8 ml/L dozundaki (U8) uygulamada, en az yaprak sayısı ise kontrol uygulamalarında (19,00 adet/bitki pozitif kontrol) (17,23 adet/bitki negatif kontrol) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Elde edilen sonuçlar da göstermiştir ki PGPR uygulamaları bitki gelişim parametrelerinden biri olan yaprak sayılarını artırıcı yönde olumlu etki göstermektedir. Şeker tabağında ise tüm bakteri uygulamaları ve pozitif kontrol aynı istatistiki grupta yer almıştır. Ancak rakamsal değer olarak en yüksek yaprak sayısı U2 (*Bacillus megaterium*-6 ml/m²) ile U3 (*Bacillus amyloliquefaciens*-0.5 g/m²) bakteri içerikli solüsyon verilen bitkilerin yetiştirildiği uygulamalarda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Böylece bitki türüne bağlı olarak PGPR'lerin bitki özelliklerine göre farklı sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında genellikle PGPR'lerin bitkilerdeki yaprak sayısını arttırdığı belirtilmekte (Pırlak vd., 2019; Çelik, 2022; Dalda Şekerci ve Ünlü 2023) olup yürütülen bu araştırmadan elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür.

Sağlıklı ve güçlü kök yapısı, toprak üstü aksamın gelişimini olumlu yönde etkileyerek çiçek kalitesini artırıcı etkiye sahip olabilmektedir (Şirin, 2011).

PGPR'lerin kök gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Şeker tabağı, Şeker begonya ve Petunya türlerinde kök özelliklerinin gelişim durumları irdelenmiş (Çizelge 4.1, Çizelge 4.6, Çizelge 4.10) ve Şeker tabağı türünde kök yaş ağırlığında PGPR ve kontrol uygulamaları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Ancak Şeker tabağında kök kuru ağırlık değerleri arasında farklılıklar görülmüş ve en yüksek değer 3,13 g *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U6) bakteri uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Şeker begonya ve Petunya türlerinde ise PGPR uygulamalarının kontrol uygulamalarına göre kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine önemli etkileri olduğu ve en yüksek değerler bakteri içerikli uygulamalarda elde edildiği belirlenmiştir. Petunya da kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı en yüksek değerler U7 (*Bacillus subtilis*) bakteri uygulamasında olduğu belirlenmiştir. *Bacillus*, *Agrobacterium* ve *Pseudomonas* bakteri türlerinin Indol Asetik Asit (IAA) üreterek bitki kök gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir (Eşitken vd., 2003). Hem yürütülen bu çalışmada hem de diğer çalışmalarda kullanılan, özellikle *Bacillus*, *Agrobacterium* ve *Pseudomonas* bakteri türlerinin kök gelişimi üzerinde rol oynadığı saptanmıştır. Örneğin; Kıdoğlu (2009) biber ve hıyarda yapmış olduğu çalışmada biber bitkisinde kök yaş ağırlığının *Enterobacter cloacae* (21/1K) ve *Pseudomonas putida* (18/1K), kök kuru ağırlığının *Pseudomonas putida* (18/1K) ve hıyarda kök yaş ve kuru ağırlığı *Enterobacter cloacae* (21/1K) bakteri ırklarında en yüksek değerler aldığını belirtmektedir. Ayrıca Photinia bitkisine uygulanan *Azospirillum brasilense* ve *Azotobacter chroococcum* bakterilerinin kök yaş ve kuru ağırlığında (%105, %137) önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Larraburu vd., 2007). Benzer şekilde diğer çalışmalarda; Turan vd. (2014) lahana fidelerinde, Sezen vd. (2014) *Ficus benjamina* L. bitkisinde *Agrobacterium rubi* A1 bakteri ırkının, Kır (2010) Altınçanak bitkisinde *Serratia liquefaciens* RK-102 ile *Agrobacterium rubi* A-18 bakteri ırklarının, Hussein ve Sönmez (2024) marul bitkisinde kök yaş ve/veya kuru ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu ve PGPR uygulamalarının genel kök gelişim özelliklerinde artışlara neden olduğu rapor edilmiştir.

Begonia semperflorens F1 'Nightlife Red' çeşidinde, PGPR ve kontrol uygulamaları arasında kök uzunluğu açısından farklı etkiler ortaya çıkmıştır. Ancak Şeker tabağında kök uzunluğu en yüksek 19,75 cm ile negatif kontrolde (U10), en düşük ise 15,00 cm'lik uzunluk değeri *Bacillus amyloliquefaciens* (U4) grubunda olduğu görülmüştür. Negatif ve pozitif kontrol uygulamaları ve bakteri verilen uygulamalardaki bitkilerin kök uzunlukları değerleri incelendiğinde genel olarak bakteri

uygulanan bitkilerin kök uzunluklarının daha kısa kaldığı veya pozitif kontrol ile yakın değerde olduğu görülmüştür. Bu durumun bakteri uygulaması yapılan bitkilerin yetiştirme ortamındaki besin elementine kolay erişip alabilmesinden, negatif kontrolde ise en uzun değeri almasının nedeni olarak da bitkilerin ortamda besin elementi arayışından kaynaklı olabileceği kanaatine varılmıştır. Şeker begonya bitkisinde PGPR uygulamaların kontrol uygulamalarına göre kök uzunluğu olumlu yönde etkilediği ve en yüksek kök uzunluk değeri *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U6) bakteri içerikli 2 ml/L doz uygulamasında olduğu görülmüştür. Petunyada kök uzunluğu tüm uygulamalar istatistiki aynı grupta yer almış ve en yüksek kök uzunluğu 17,96 adet ile U3 (*Bacillus amyloliquefaciens*) uygulamada olmuştur. Yapılan çalışmalarda PGPR'lerin kök uzunluğuna etkileri incelendiğinde, Heritage ahududu (*Rubus idaeus* L.) fidanlarının en yüksek kök uzunluk değeri *Pantoea agglomerans* (FF1) bakteri uygulamasında (İpek vd., 2018), *Ficus benjamina* L. bitkisinde kök uzunluğu en fazla *Bacillus subtilis* (BA-142) (Sezen vd., 2014) ve marul fidesinde ise PGPR uygulamaların kontrole kıyasla kök uzunluğunda %15,18 oranlarında artış yaptığı görülmüştür (Çelik, 2022). Bu çalışmalara ilaveten farklı PGPR türlerinin ıspanak ve pirinç gibi bitkilerde kök uzunluğu önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Roychowdhury vd., 2016; Xiao vd., 2020). Yapılan çalışmalara göre elde ettiğimiz değerler belirtilen sınır değerleri içerisinde bulunmaktadır. Dolayısıyla daha önceki araştırmalarla yapılan bu çalışma karşılaştırıldığında, kök gelişim kriterleri açısından bitki türüne, bakteri çeşidine ve dozuna bağlı değişkenlik gösterdiği ve daha sonraki çalışmalarda PGPR kullanımı bu sonuçlar dikkate alınarak diğer bitkilerde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ

Kimyasal gübrelerin çevreye vermiş olduğu zararlar ve yüksek maliyetli olması nedeniyle yeni alternatif arayışlar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bahçe ve tarım ürünlerinin yetiştiriciliğinde bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin kullanımına yönelik artan bir ilgi oluşmuştur. Ancak Dünya ve ülkemizde önemli bir ekonomik değer olan süs bitkileri yetiştiriciliği alanında PGPR'lerin kullanımı yok denecek kadar az olup, bilimsel nitelikte araştırmalar yapılarak sonuçların ortaya konduğu ve PGPR türlerinin olumlu etkilerinin üreticilere aktarıldığı çalışmalar oldukça az olup bitkideki verim ve kalite üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir.

Süs bitkileri, kentsel yaşam alanlarının artması ile birlikte peyzaj alanlarında düzenlenmesinde ve insanların doğaya olan özlemlerini azaltmada alternatif bitkiler olmasından dolayı oldukça önemli bir sektördür. Süs bitkileri yetiştiriciliği son yıllarda verim ve kaliteyi arttırmak için topraksız tarımda üretimi yaygınlaşmıştır. Dolayısıyla 2022 ve 2024 yılları arasında yürütülen bu tez, topraksız kültürde yetiştirilen bazı mevsimlik süs bitkilerine PGPR'lerin uygulanması sonucu bitki gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu durumda *Bellis perennis* 'Deep Rose' (Şeker tabağı), *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' (Şeker begonya) ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' (Petunya) çeşitlerin bitki gelişimi, çiçeklenme durumu, çiçek verim ve kalitesi ile üretim dönemi boyunca ve sonunda sökülen bitkilerin bitki ve kök oluşumuna ait morfolojik ölçümler yapılarak veriler alınmıştır.

Çalışmada kullanılan farklı bakteri strainlerinin mevsimlik süs bitkilerin bitki gelişimi ve çiçek kalitesi üzerine etkileri değerlendirildiğinde, kontrol uygulamalarına göre bakterilerin bitki gelişimi ve çiçek kalitesinin artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada incelenen parametrelerin değerleri bitki türüne göre farklılık göstermiş olsa da en önemli verim parametreleri olan bitki yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık, çiçek tomurcuk oluşum süresi yani erken çiçeklenme ile çiçek ve yaprak gelişim özelliklerinde önemli derecede artışlar olduğu belirlenmiştir.

Bitki gelişimine ilişkin yapılan ölçümler genel olarak değerlendirildiğinde; bitki boyu Şeker begonyasında uygulamalar arasında farklılıklar meydana gelmiştir. Ancak sayısal değer olarak sonuçlar birbirine yakın çıksa da bitki boyu parametresinde tüm PGPR uygulamaların kontrol uygulamalarına göre önemli olduğu görülmüştür.

Bitki yaş ve kuru ağırlığı parametrelerin değerleri bitki çeşidine, bakteri çeşidine ve doz uygulamalarına bağlı değişkenlik göstermiştir. Petunyada en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlığı sırasıyla *Bacillus subtilis* (U7) 4ml/L doz ve *Azotobacter chroococcum*+*Azotobacter vinelandii* (U6) 2 ml/L doz uygulamasında olduğu görülmüştür. Şeker tabağında ise bitki yaş ve kuru ağırlığı pozitif kontrole kıyasla istatistiki olarak önemsiz bulunmuş ve uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Şeker tabağında da en yüksek değerler sırasıyla pozitif kontrol (U9) ile *Bacillus megaterium* (U1) uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir.

Kök gelişimine ilişkin yapılan ölçümler genel olarak değerlendirildiğinde, Şeker tabağında kök uzunluğu en yüksek değer negatif kontrol (19,75 cm) uygulamasında olduğu görülmüştür. Ancak Petunyada ve Şeker begonyada en yüksek değer PGPR uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bitki çeşidine ve PGPR uygulamalarına bağlı sonuçların değişebileceği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak daha sonraki çalışmalarda bunu göz önüne alınarak uygulamaların yapılması sonucuna varılmıştır. Kök yaş ve kuru ağırlığı parametrelerinde 3 bitki türünde de PGPR uygulamaların olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Kök parametrelerine genel olarak PGPR uygulamalarının etkilerinin olması, bitki üst aksam gelişimi içinde önemlidir.

Park, bahçe ve insanların günlük hayatında vazgeçilmez olan mevsimlik süs bitkilerin etkili görünüm için çiçek sayısı, çiçeğin çap genişliği, çiçeklenme süresi de oldukça önemli özelliklerdir. Çalışmamızda 3 mevsimlik süs bitkisinde en yüksek çiçek sayısı ve çiçek çap genişliği değerleri PGPR kullanılan bitkilerde elde edilmiştir. Mevsimlik süs bitkilerde erken çiçeklenme peyzaj alanların düzenlenmesinde önemlidir. Çalışmada çiçeklenme süresi ilişkin sonuçlar incelendiğinde, *Bellis perennis* 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 Nightlife 'Red' ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşitlerinde sırasıyla *Bacillus amyloliquefaciens* (U3), *Bacillus megaterium* (U2) ve *Bacillus amyloliquefaciens* (U3) bakteri uygulamaları çiçeklenmede erkencilik sağlamıştır. Şeker begonyada çiçek kuru ve yaş ağırlığı değerlerinde ise tüm PGPR uygulamaların kontrol (pozitif ve negatif) uygulamalarına göre olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların bitki türlerine etkileri, bazı bakterilerin azaltıcı etkileri görülürken genellikle bakterilerin çiçek gelişiminde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yürütülen bu çalışma sonucu *Bellis perennis* 'Deep Rose', *Begonia semperflorens* F1 'Nightlife Red' ve *Petunia hybrida* 'Surfinia Blue' çeşitlerin yetiştiriciliğinde PGPR uygulamalarının bitki gelişimi, çiçeklenme ve bitki-çiçek kalite özellikleri üzerine

olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Yürütülecek yeni çalışmalar ile; bu çalışmada kullanılan türler ile diğer mevsimlik süs bitkisi türlerinde uygun PGPR ırklarının ve dozlarının kullanılabilirlik durumlarının belirlenmesi, bakteri uygulamalarının bitkilerin topraksız kültür yöntemi ile üretim ve yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının irdelenmesi, kullanılan besin reçeteleri ile bakterilerin etkileri arasındaki ilişkilerin incelenmesi ayrıca topraksız kültürde kullanılan farklı substrat tiplerinde bakteri türlerinin gelişme durumlarının belirlenmesi hedeflenmelidir. Ayrıca bakteri uygulamalarının kimyasal gübre, su, pestisit vb. girdi kullanım miktarlarını ve maliyetlerini azaltarak üreticilere ekonomik katkı sağlaması ve süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların yaygınlaştırılması da hedefler arasında olmalıdır.





KAYNAKLAR

- Ahıskaloğlu, N. (2024). *Tarım topraklarından elde edilen bakterilerin mikrobiyal gübre potansiyellerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Akbay, T.F. (2012). *Farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda (Lactuca sativa L.) paenibacillus polymyxa uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Dza_bPwVIOSEj1aaNz-AsQ&no=CxPKszHHC AKj0p6zG8ru_A
- Akpınar Külekçi, E., Özkan, G., Ekinci, M., Sezen, İ. Kotan, R. (2021). Farklı bakteri ve hormon uygulamalarının *Cornus alba* ‘Sibirica’ çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 8(2), 519-527. <https://doi.org/10.30910/turkjans.825366>
- Alaylar, B. (2017). *Toprak bakterilerinin PGPR özelliklerinin araştırılmasında pcr temelli moleküler tekniklerin uygulanması*. [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=VW8yIjE9Ja9ZtPFse-tY2Q>
- Ali, A., Mehmood, T., Hussain, R., Bashir, A., Najam-ud-Din, S., Ahmad, A. (2014). Investigation of biofertilizers influence on vegetative growth, flower quality, bulb yield and nutrient uptake in Gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(1), 94-99.
- Alkaç O. S., 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

- Alkaç, O. S., Belgüzar, S., Kayaaslan, Z., Tuncel, E., Aldırmaz, S. (2022). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının *Zinnia elegans* L. ve *Dahlia variabilis* L.'in gelişimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10, 2737-2743. [10.24925/turjaf.v10isp1.2737-2743.5710](https://doi.org/10.24925/turjaf.v10isp1.2737-2743.5710)
- Alp, Ş., Türkoğlu, N. ve Kır, Ö. (2009). Mikrobiyal gübrelemenin bazı mevsimlik süs bitkilerinin gelişimine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 142-144. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1108485>
- Altın, N. ve Bora, T. (2005). Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 87-103. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/19983>
- Altınkaynak, H. (2016). *Bazı orkidelerin rizosferinden bitki gelişimini arttırıcı bakterilerin izolasyonu ve karakterizasyonu*. [Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=iEqX47SZEH0UWSq u1tvuOQ&no=tTT-P6Ma4HByga7Cizfrww>
- Altunlu, H. (2020). The Effects of mycorrhiza and rhizobacteria application on growth and some physiological parameters of pepper (*Capsicum annuum* L.) under salt stress. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57(4), 501-510. DOI:10.20289/zfdergi.655491
- Alvarez, J.M., Pasian, C., Lal, R., Lopez, R., Diaz, M.J., Fernandez, M. (2018). Morpho-physiological plant quality when biochar and vermicompost are used as growing media replacement in urban horticulture. *Urban Forestry & Urban Greening*, 34, 175-180. <https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/18595/UFUG%202018%20Morpho-physiological%20plant%20quality.pdf?sequence=2>
- Anonim, (2016). Mevsimlik Çiçekler, https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Mevsimlik%20%C3%87i%C3%A7ekler.pdf
- Anonim. (2009). http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Begonia%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf

- Anonim. (2024a, 27 Aralık). <https://www.aoc.gov.tr/Portal/BitkiselUretimler/bellis/105>
- Anonim. (2024b, 14 Temmuz). <https://agrobestgrup.com/bitki-besleme-urunleri/symbion-p>
- Anonim. (2024c, 14 Temmuz). <https://www.sumiagro.com.tr/urunler/cilus-plus-83>
- Anonim. (2024d, 14 Temmuz). <https://www.bioglobal.com.tr/urun/vitormone-plus>
- Anonim. (2024e, 14 Temmuz). <https://supersol.com.tr/urunler/ss-stomafix/>
- Anonim. (2025a, 27 Şubat). <https://www.koppert.com.tr/haberler-ve-bilgiler/haber-oegeleri/panoramixin-bacillus-megateriumlari-ile-bitkilerinizin-fosfor-alinimini-tesvik-edin/>
- Anonim. (2025b, 27 Şubat). <https://www.onaltarimbucak.com/post/bacillus-subtilis-ve-tar%C4%B1mda-kullan%C4%B1m-alanlar%C4%B1>
- Anonim. (2025c, 6 Mayıs). <https://www.benary.com/products/bellis-perennis-tasso/tasso-deep-rose-bp0501p>
- Anonim. (2025d, 6 Mayıs). <https://www.benary.com/products/begonia-semperflorens-f1-nightlife/nightlife-red-bs0903p>
- Anonim. (2025e, 6 Mayıs). <https://surfinia-official.com/product/surfinia-blue/>
- Antoun, H. (2003). Field and Green house Trials Performed with Phosphate Solubiling Bacteria and Fungi. <http://www.webcd.usal.es/web/psm/abstracts/antoun.htm>
- Arıca Bintaş, P. (2019). *Bakteri ve NPK uygulamalarının sümbül bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi].
YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=2SnGX7s84-9m5MFhpbiXwQ&no=fub2RNoOjXJ6loqLJ_yCIA
- Arıkan, Ş. (2012). *Bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin (bbar) vişnede bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi].
YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8-koP2CiiIEAqSuPXarfQ&no=BuYxCntkJUNZz8b8XnvPnA>
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R. ve Sahin, F. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apples trees growth and fruit yield under orchard

conditions. *Scientia Horticulture*. 111(4), 371-377.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta>

Atlar, S. (2006). *Bazı mevsimlik çiçeklerde boylanmanın kontrolü üzerine uniconazole ve gibberellik asit uygulamalarının etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://acikerisim.uludag.edu.tr/server/api/core/bitstreams/855974b8-912c-471d-a0c6-8d3c8eee89a0/content>

Ayhan, H. (2016). *PGPR ile yapılan bio-priming uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen nohut (Cicer arietinum L.) bitkisinin gelişimi ve antioksidant enzim aktiviteleri üzerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=CIWqQ787WJY4rhD-60LFQw&no=LNUunMLctOa8_CIIMWaa4g

Bashir, M., Asif, M., Naveed, M., Qadri, R.W.K., Faried, N., Baksh, A. (2019). Preharvest exogenous application of bacterial strains to assess the flower and bulb quality of cut Tulip (*Tulipa gesneriana* L.) cv. *Clear Water*, *Discovery*, 55 (278), 73-80.

Berg, G. (2009). Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84, 11-18. DOI: [10.1007/s00253-009-2092-7](https://doi.org/10.1007/s00253-009-2092-7)

Bicek, S. (2021). *Azotu fikse eden azotobacter türlerinin buğday rizosferlerinden izolasyonu ve moleküler karakterizasyonu*. [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11513/3221/689791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bilge, D. (2017). *Bazı kök bakterilerinin tuz stresi altında yetişen fasulye (Phaseolus vulgaris L.) bitkisine etkilerinin araştırılması*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=h_J_MzbKcaurckZrAp72w&no=x0bgysAX0TruZRdtNTQI1w

Bozdoğan, D. (2019). *Tuzcul Salsola grandis bitkisi rizosfer koşullarından bitki gelişimini destekleyen rizobakteri izolasyonu ve biyogübre olarak kullanım*

potansiyelinin araştırılması. [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK
Ulusal Tez Merkezi.

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Chen XH., Koumoutsi, A., Scholz, R., Eisenreich, A., Schneider, K., (2007)
Comparative analysis of the complete genome sequence of the plant growth-
promoting bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Nat Biotechnol*, 25,
1007–1014.

Cipriano, MAP and Freitas, SS (2018). *Pseudomonas putida*'nın sera ve tarla
koşullarında krizantem büyümesi üzerindeki etkisi. *Afrika Tarımsal Araştırma
Dergisi*, 13(6), 302-310. DOI:10.5897/AJAR2017.12839

Civelek, C. (2017). *Bakteri ve farklı gübre kombinasyonlarının karnabahar (Brassica
oleracea L. var. botrytis)'da bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkileri.*
[Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
[https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=TkUY0xAVnpggZXj
UWUUeIA&no=vUUDE2bxsMbD0xT8ZCQsNQ](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=TkUY0xAVnpggZXjUWUUeIA&no=vUUDE2bxsMbD0xT8ZCQsNQ)

Coşkuntuna A. ve Yıldız F. (2004.) İzmir ve çevresindeki karanfil seralarında görülen
Fusarium solgunluğunun antagonistik fluorescent *Pseudomonas*'lar ile
önlenmesi üzerinde araştırmalar. *Journal of Turkish Phytopathology*. 4(1-3),
43-56.

[https://pdf.trdizin.gov.tr/pdf/K1NmNW9CUUZtaVJaS3MyUko2RjBONEpFN
09mL1ovbHg4RitqejNQeXhMZGxNSm5mUHVnTThuRU9USWptbzVvMjU
wMUI0YIVBSzhXakFENFRSU2grS3ZRUFY5MUxqcVYwWVNHNEIxVmp
1TVBXU1FWdENIUHJaMWZmeUdzb0s4QzZsZ3YwOFdVNEIITYIUvHpg
axXd5SUg4WFpLOTZrQzhWRndtaHdkT1ZaNXRKQ0I2SHlaaXhSYi9Hd2lo
Qk1RTS82Q2JCSnNQYTV3UktlcjdBcmNhdIJQeW5Mcy9KQ1RYV0VYSIlo
bkluUG9Faz0](https://pdf.trdizin.gov.tr/pdf/K1NmNW9CUUZtaVJaS3MyUko2RjBONEpFN09mL1ovbHg4RitqejNQeXhMZGxNSm5mUHVnTThuRU9USWptbzVvMjUwMUI0YIVBSzhXakFENFRSU2grS3ZRUFY5MUxqcVYwWVNHNEIxVmp1TVBXU1FWdENIUHJaMWZmeUdzb0s4QzZsZ3YwOFdVNEIITYIUvHpgaxXd5SUg4WFpLOTZrQzhWRndtaHdkT1ZaNXRKQ0I2SHlaaXhSYi9Hd2loQk1RTS82Q2JCSnNQYTV3UktlcjdBcmNhdIJQeW5Mcy9KQ1RYV0VYSIlobkluUG9Faz0)

Çatkın, S. (2021). *Bitki büyüme düzenleyicisi bakterilerin kekik'te (Thymus vulgaris L.)
sekonder metabolitler ve antioksidan mekanizma üzerindeki etkileri* [Yüksek
lisans tezi, Bingöl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<http://acikerisim.bingol.edu.tr/handle/20.500.12898/5479>

Çelik, Y. (2022). Farklı bakteri strainleri (PGPR) uygulamalarının marulda (*Lactuca
sativa* L.) fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Dünya Sağlık ve Tabiat*

- Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-46. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2449002>
- Çelik, Y., Yarşi G. ve Özarlıdan, A. (2020). Yararlı bakteri uygulamalarının bitkisel verim ve dayanıklılık mekanizmalarına etkileri. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 3(1), 37-44. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1017109>
- Dalda Şekerci, A. ve Ünlü, E. (2023). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR) uygulamalarının kalanşo (*Kalanchoe blossfeldiana*) çeliklerinde köklenme ve fide kalitesine etkisi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 6(1), 73-78. <https://doi.org/10.55257/ethabd.1265770>
- Dede, A. (2020). *Bitki büyüme düzenleyici aktinomisetler: izolasyon, tanı ve kullanım özellikleri*. [Doktora tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=zboGoM1TjnfEctnGLVfJEQ&no=7S181EE0SyAOGyh0n-5ug>
- Doğan, Y.L., Altuntaş, Ö., Yaşar, F., Üzal, Ö., Önder, S. (2024). Hidroponik ortamda yetiştirilen tuz stresi altındaki kabak bitkilerine PGPR ve deniz yosunu uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1), 77- 86. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.1451858>
- Dönmez, C., Dönmez, M. F., Temel, I., Çoruh, İ. (2024). Bitki gelişimini destekleyici rizobakteriler ve kimyasal gübrelerin domates yetiştiriciliğine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 416-428. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1279053>
- Dudak, S.B. (2024). *Tuz stresi altında rizobakteri (PGPR) ve salisilik asit türevi ile bio-priming uygulamalarının buğday bitkisinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Dursun, A., Ekinci, M. ve Dönmez, M.F. (2010). Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 42(5), 3349-3356.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-foliar-application-of-plant-growth-on-of-Dursun-Ekinci/1a276395bd6e5d26477446991f276664d18611c2>

- Dusak, L. (2021). *Çeşitli mikrobiyal uygulamaların mısır bitkisinde (Zea mays L. indendata) verim ve verim unsurlarına etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11513/2698/1/666012.pdf>
- Ekici, M., Yıldırım, E. ve Kotan, R. (2015). Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 28(2), 53-59. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/234017>
- Eliçin, K., Tantekin, M. ve Öztürk, F. (2021). Topraksız Tarım. Türkiye’de sürdürülebilir tarım uygulamaları: zorluklar ve potansiyeller, 135-182. ISBN: 978-625-8423-32-7
- Ercişli, S., Eşitken, A. ve Şahin, F. (2004). Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes, *HortScience*, 39: 533-534.
- Erdem, M. (2019). *Hüyük asit, rizobakteri (PGPR) ve kimyasal gübre uygulamalarının bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum ssp. vulgare) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=bcbgdBtcVq6Q8YHV9grybg&no=OcyMCzwuKDVipCBb5CYt6g>
- Erdoğan, U. (2017). *Bitki büyümesini teşvik edici azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin kombine uygulamalarının armut fidanlarının vejetatif gelişim özelliklerine etkilerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Bozok Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ergün, R. (2020). *Bitki gelişimini uyarıcı rizobakteri (PGPR) ve sıvı vermikompost uygulamalarının marul bitkisinin (Lactuca sativa L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Eşitken A, Ercişli S, Şevik İ, 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. TUBİTAK. <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=2247&context=agriculture>
- Eşitken, A., L. Pırlak, L., Turan, M., Sahin, F. (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110, 324-327. DOI:[10.1016/j.scienta.2006.07.023](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.023)
- Eşitken, A., Yıldız, H. E., Ercişli, S., Dönmez, M. F., Turan, M., Güneş, A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124(1), 62-66. DOI:[10.1016/j.scienta.2009.12.012](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.012)
- Fırat Oral, S. ve Kotan, R. (2021). Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin domateste bitki gelişim parametreleri, verim ve bitki sağlığı üzerine etkisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 12(1), 47-65. <https://doi.org/10.31019/tbmd.872061>
- Girgin, E. (2019). *Rizobakterilerin ve kimyasal gübrelerin *Cyclamen persicum* bitkisinin gelişimi üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=7HaoqPJTSHI4hgi7yT73hQ&no=wwX5IKJNrCZGNdSn4ZH0Yw>
- Golpayegani, A. ve Tilebeni, H.G. (2011). Effect of biological fertilizers on biochemical and physiological parameters of Basil (L.) medicine plant. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 11(3), 445-450. https://www.researchgate.net/publication/267249784_Effect_of_Biological_Fertilizers_on_Biochemical_and_Physiological_Parameters_of_Basil_Ocimum_basilicm_L_Medicine_Plant
- Gökçe, A.Y. ve Kotan, R. (2016). Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'ya karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak

kontrollü şartlarda biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(1), 49-75.

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20163130730>

Gül, A., (2019). Topraksız Tarım. Ege Üni. Ziraat F. Bahçe Bitkileri Böl. Üçüncü baskı, ISBN 978-605-031-705-3, 146 sayfa, İzmir.

Gül, A., Özaktan, H., Tüzel, Y., Öztan Kıdoğlu, F. (2008a). Önemli sera sebze türlerinde bazı kök bakterilerinin bitki gelişimi, verim ve besin maddesi alımına etkileri. TÜBİTAK 105 O 571 nolu proje sonuç raporu.

Gül A., Özaktan H. ve Kıdoğlu F. (2008b). Seçilmiş kök bakterilerinin farklı substratlarda baş salata yetiştiriciliğine etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, PROJE NO: 2007 ZRF 027.

Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y. (2008c). Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing in perlite. *İspanyol Tarımsal Araştırma Dergisi*, 6 (3), 422-429. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2008063-335>

Güneş, A. (2013). *Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler tarafından salgılanan amino asit, organik asit ve hormonların kireç içeriği yüksek topraklarda fosfor yayırlılığını üzerine etkisi*. [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=UyV9KcIWDKU9f6V3O5A97Q&no=JDecegh_C_SjePe5S6v2AA

Hoagland, D.R. ve Arnon, D.I. (1950). The water culture methods for growing plants without soil.. *California Agricultural Experiment Station*, Circular-347, 39.

Hoda, E. E. ve Mona, S. (2014). Effect of bio and chemical fertilizers on growth and flowering of *Petunia hybrida* plants. *American journal of plant physiology*, 9(2), 68-77. DOI: [10.3923/ajpp.2014.68.77](https://doi.org/10.3923/ajpp.2014.68.77)

Hussem, A. Y. ve Sönmez, K. (2024). Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin kıvırcık salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) fidesi üzerine etkisinin araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (53), 126-133. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3058014>

- Hussein, A.Y. (2022). *Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin kıvırcık salata (Lactuca sativa L. var. crispa) bitki büyümesi üzerine etkisinin araştırılması*. [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Oktay O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakter (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12(2), 1-19. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702140201.pdf
- İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. (2018). Bitki gelişimini artırıcı rizobakterilerin “Heritage” ahududu (*Rubus İdaeus* L.) çeşidinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1):42-48s.
- İşlek, S. (2022). *Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) için formülasyon geliştirilmesi*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Jamal, Q., Lee, Y. S., Jeon, H. D., Kim, K. Y. (2018). Effect of plant growth-promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 on soil properties, pepperseedling growth, rhizosphere bacterial flora and soil enzymes. *Plant Protect.* 54(3), 129-137. DOI: 10.17221/154/2016-PPS
- Karaca, M. (2024). *Kuraklık stresi koşullarında yetiştirilen Petunya (Petunia hybrida L.)'nın gelişimi ve kalitesine mikoriza ve rizobakteri uygulamalarının etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Karagöz, H. (2012). *Acc deaminaze içeren bitki büyümesini teşvik edici bakteriler tarafından su stresinin azaltılması ve şeker pancarı (Beta vulgaris L.) gelişmesinin artırılması*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=MC5CgKHAoN3nrEu5QQuUg&no=SwAr4SKwSOgMvW3iVrVg7A>
- Karakurt, H. (2006). *Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=caaESao8XU0HOhzaZhFmZQ&no=oDbN7a_zIv6KCaS0yMZ9oA

Karlıdağ, H., Pehlivan, M. ve Bilen, S. (2006). Yapraktan humik asit uygulamasının organik çilek yetiştiriciliğinde verim, meyve kalitesi ve yaprak besin elementi kapsamı üzerine etkisi. Türkiye 3. Organik Tarım Sempozyumu, 489-496 (Yayımlanmamış). <http://www.arastirma-yalova.gov.tr/>

Kavalcıoğlu, N. (2007). *Çeşitli Bellis perennis populasyonlarının morfolojik ve moleküler analizleri ve bu populasyonların antimikrobiyal, antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=nI_6MqcpRNTzrM9_B_SKAAQ

Kavut, E. (2019). *Bazı mevsimlik süs bitkisi tohumlarının çimlenme ve fide performanslarının iyileştirilmesi*. [Doktora tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=ecNFpi2hl9wt9ByTcG0s6w&no=T4RoN8HfaPzhTtmrjIBnTQ>

Kaya Özdoğan, D. (2020). *Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://avesis.ankara.edu.tr/yonetilen-tez/bbd95bb6-f802-4efb-a9fe-84a12d5e3097/ankara-ili-topraklarindan-bitki-buyumesini-tesvik-edici-bakterilerin-izolasyonu-tanimlanmasi-ve-genetik-cesitliliklerinin-belirlenmesi>

Keklik, A.S. (2022). *Farklı bakteri uygulamalarının örtü altında yetiştirilen bazı biber çeşitlerinde tohum verimi ve kalitesine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Keles, B. (2024). *Kadife çiçeğinin (Tagetes erecta L.) gelişimi ve çiçek kalitesi üzerine bazı mikrobiyal gübrelerin (bbdr ve mikoriza) etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Khandaker, M. M., Rahmat, S., Alias, N., Mohd, K. S. (2019). The effects of different growing media on growth, flowering and quality of *Petunia grandiflora*. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 373-383. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.407900Madurangani>
- Kıdoğlu, F. (2009). *Perlitte yetiştirilen bazı sera sebze türlerinde kök bakterilerinin bitki gelişimi, verim ve besin maddesi alımına etkileri*. [Doktora tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=3sqNdk-LJg4N8nJQu2plBg&no=wrw9cM5l0nSDt9gjTNzMew>
- Kına, E. (2016). *Planococcus citri (Hemiptera: pseudococcidae)'nin Begonia elatior (begonya), impatiens sp. (camgzeli) ve Pelargonium hortorum (sardunya) stnde üreme ve canlı kalma performansı*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kınık, E. (2014). *Bazı odunsu ss bitkilerinin çelikle oğaltılmaları üzerine oksin, mikoriza ve bakteri uygulamalarının etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8XWmgcS_0bsJtQB7l5JwsA&no=GnpliCyG6gHtjtECORzgDw
- Kır, . (2010). *Ekonomik öneme sahip bazı ss çalılarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=vuDXh2BTaqarmcoHS2nbFg&no=gVdmiG1LH1RSCz_BsToywA
- Klooepper, J.W., Ryu, C.M. ve Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp., *Phytopathology*, 94(11),1259-1266.
- Kotan, R., Tozlu, E., Gneş, A., Dadaşoğlu, F. (2021). Elma fidan yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* içerikli bir mikrobiyal gbrenin kullanım olanaklarının belirlenmesi. *Atatürk niv. Ziraat Fak. Derg.*, 52 (1), 46-55. DOI:10.17097/ataunizfd.762325
- Kumar, M. ve Pathak, D. V. (2023). Effect of bioinoculants on growth, flowering and

- yield of marigold (*Tagetes Erecta* L.). *Agricultural Research Journal*, 60(4).
- Kumari, A., Goyal, R.K., Choudhary, M., Sindhu, S.S. (2015). Response of single and co-inoculation of plant growth promoting rhizobacteria on growth, flowering and nutrient content of chrysanthemum. *African Journal of Microbiology Research*, 9, 1896-1906.
- Kutlu, M. (2013). *Farklı karbon kaynağı kullanım oranına sahip bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin izmir kekiğinin (Origanum onites L.) gelişme, verim ve kalitesine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11513/2698/1/666012.pdf>
- Larraburu, E.E., Carletti, S.M., Rodríguez Cáceres, E., Llorente, B.E. (2007). Micropropagation of photinia employing rhizobacteria to promote root development. *Plant Cell Reports*, 26, 711-717. DOI:[10.1007/s00299-006-0279-2](https://doi.org/10.1007/s00299-006-0279-2)
- Madurangani, HGAMP., Gunasekera, HKLK., Wickramasinghe, M.C. (2020) Investigation of best potting media to enhance flowering performance of *Petunia Hybrida*. *J Agron Agri Sci* 3: 026. DOI:[10.24966/AAS-8292/100026](https://doi.org/10.24966/AAS-8292/100026)
- Malkoçoğlu, M.C. (2018). *Organik sebze fidesi üretiminde kullanılan yetiştirme ortamı ve kök bakterilerinin fide gelişimi ve serada bitki yetiştiriciliği üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=J_znsncOMINJR1Nu_gDbXbg&no=UsAP88MyAEzPR9dfilm5TA
- Meena, A., Mishra, A.K., Bhatnagar, P., Ram, L., Singh, H. (2020). Efficacy of bio-control agent on growth and flowering in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cv. Marigold. *International Journal of Chemical Studies*. 11(2), 16-20. DOI: <https://dx.doi.org/10.22271/phyto>
- Meraklı, N. ve Memon, A. (2020). Role of plant growth promoting bacteria (PGPR) in plant growth and development: soil-plant relationship. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2590-2602. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i12.2590-2602.3785>

- Meral, N. (2006). *İki farklı organik atığın begonya (Begonia) bitkisinin gelişimi üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Merdin, S. (2009). *Bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin farklı ortamlarda baş salata yetiştiriciliğine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=2M3ui9LAUtmPOxLtLhxOmw&no=Qe18FhTin9NIGfojz31OWQ>
- Meseri, R. (2008). Beslenme ve genetiği değiştirilmiş organizmalar. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(5), 455-460.
- Mışraklı, D. (2018). *Topraksız koşullarda yetiştirilen Meyer limonunda farklı besleme kombinasyonlarının fidan kalitesi üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Moncada, A., Miceli, A. ve Vetrano, F. (2021). Use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and organic fertilization for soilless cultivation of basil. *Scientia Horticulturae*, 275.
- Mutluay, E. (2023). *Topraksız çilek yetiştiriciliğinde rizobakterilerin gübre kullanımı üzerine etkinliklerinin araştırılması*. [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Odabaş, Z. (2021). *Bitki büyüme düzenleyici bakteri olarak Pseudomonas putida'nın sapsız meşe (Quercus petraea L.) fidanlarının tutma başarısı üzerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Orhan E., Eşitken A., Ercişli S., Turan M., Şahin F. (2006). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry, *Sci. Hort*, 111(1), 38-43. <https://www.researchgate.net/publication/222978309>
[Effects of plant growth promoting rhizobacteria PGPR on yield growth and nutrient contents in organically growing raspberry](https://www.researchgate.net/publication/222978309)

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' seedlings. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodūkinkystė Ir Darzūninkystė*. 25(3),71-76.

https://www.researchgate.net/publication/228508718_LATERAL_ROOT_INDUCATION_BY_BACTERIA_RADICLE_CUT_OFF_AND_IBA_TREATMENTS_OF_ALMOND_CVS_TEXAS_AND_NONPAREIL_SEEDLINGS

Ören, B. (2012). *Bazı mevsimlik çiçeklerde boyanmanın kontrolü üzerine paclobutrazol ve uniconazole uygulamalarının etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/server/api/core/bitstreams/343a14fa-589a-473c-a92e-5d9dec3da640/content>

Özdemir Durmuşlar, S. (2024). İzmir Küçük Menderes Havzası'nda Dış Mekân Süs Bitkileri Sektör Raporu. İzmir Kalkınma Ajansı. <https://izka.org.tr/wp-content/uploads/pdf/dis-mekan-sus-bitkileri.pdf>

Parlakova Karagöz, F. (2018). *Bitki büyümei teşvik edici rizobakteri izolatları ile kimyasal gübre kombinasyonlarının Atatürk çiçeği (Euphorbia pulcherrima L.)'nde bitki gelişim parametrelerine etkisi*. [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=q11QbH3Lc4m9gdiV6Plv1A&no=97E0g4px31QOU2pdqi4SvQ>

Parlakova Karagöz, F., Dursun, A. ve Kotan, R. (2019). Effects of rhizobacteria on plant development, quality of flowering and bulb mineral contents in *Hyacinthus orientalis* L. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(1), 88-95. DOI:10.28955/alinterizbd.585219

Parlakova Karagöz, F., Dursun, A., Tekiner, N., Kul, R., Kotan, R. (2019). Efficacy of vermicompost and/or plant growth promoting bacteria on the plant growth and development in gladiolus. *Ornamental Horticulture*, 25 (2), 180-188. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v25i2.2023>

Parlakova, F. (2014). *Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin lale çeşitlerinin bitkisel gelişimi, soğan sayısı, kalitesi ve mineral madde içeriğine etkisi*. [Yüksek

lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8h0Q7pje0TZPqZXUy5hnjw&no=sTIH_DWu3L87QwKP8MQ-_g

Pırlak, L. ve Köse, M. (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 32(7), 1173-1184. <https://doi.org/10.1080/01904160902943197>

Pırlak, L., Akbaş, Y. ve Dönmez, M. F. (2019). *Bacillus atrophaeus* MFDV2 rhizobacteria isolate increases vegetative growth, yield, and fruit size of banana plant. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 20, 55-60. <https://pdfs.semanticscholar.org/6730/2299469f98ef055cc64e566131d964da2744.pdf>

RoyChowdhury, A., Bagchi, A. ve Sengupta, C. (2016). Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from agricultural field and their potential role on germination and growth of spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants, *Int. J. Curr. Agric. Sci*, 6, 128-131

Sadak, A. (2018). *Kuraklık stresi altındaki biber fidelerinde PGPR uygulamalarının etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=KDh73U30jvohWirEmj5AmA&no=qg7jApxwQoKQhjQ8npIxXA>

Samancıoğlu, A., Yıldırım, E. ve Şahin, Ü. (2016). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen lahanada fide gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 332-338. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/230698>

Saravanakumar, D., Kavino, M. ve Raguchander, T. (2011). Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33(1), 203-209.

Saygılı, L. (2012). *Lilium yetiştiriciliğinde farklı agregatların ve besin solusyonlarının kullanım olanakları*. [Yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<http://adudspace.adu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11607/981/>

[Leyla%20SAYGILI%20BAH%c3%87E%20B%c4%b0TK%c4%b0LER%c4%b0.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp?sequence=2&isAllowed=y)

Sayın, H. (2023). *Hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre uygulamasının etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Sezen, I., Kaymak, H. Ç., Aytatlı, B., Dönmez, M. F., Ercişli, S. (2014). Inoculations with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) stimulate adventitious root formation on semi-hardwood stem cuttings of *Ficus benjamina* L. *Propagation of Ornamental Plants*, 14(4), 152-157. https://www.researchgate.net/publication/277278620_Inoculations_with_plant_growth_promoting_rhizobacteria_PGPR_stimulate_adventitious_root_formation_on_semi-hardwood_stem_cuttings_of_Ficus_Benjamina_L

Sezen, İ. ve Akpınar Külekçi, E. (2020). Süs bitkilerinin gelişim parametreleri üzerine bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 9-20. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/849260>

Sharaf-Eldin, M., Elkholy, S., Fernández, J.A., Junge, H., Cheetham, R., Guardiola, J., Weathers, P. (2008). *Bacillus subtilis* FZB24® affects flower quantity and quality of saffron (*Crocus sativus*), *Planta Medica*, 74(10), 1316-1320. DOI: [10.1055/s-2008-1081293](https://doi.org/10.1055/s-2008-1081293)

SPSS, 2023. SPSS v.26.0 for Mac, SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

Şahin, E. (2019). *Yararlı rizobakteri (PGPR) uygulamalarının serada yetiştirilen dolmalık biberde verim ve bitkisel özellikler üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=fZF2yx15vOFU9D1bPqOngA&no=uJr2VyRbir0cmNMBZ5sd4w>

Şirin, U. (2011). Determining the effects of *Trichoderma harzianum* and some mycorrhizal fungi on plant growth and against *Rhizoctonia solani* Kühn in *Lilium* under in vivo conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(67), 15142-15150.

- Şirin, U. (2024). Süs Bitkileri Yetiştiriciliği I- Süs Bitkilerinde Üretim Teknikleri. Ders Notları, (Basılmamış), Aydın Adnan Menderes Ü., Ziraat F., Bahçe Bitkileri B., 120 s., Aydın.
- Topçu Altıncı, N. ve Çiçekli, F. (2024). The effect of plant growth regulator bacteria on micro propagation of grapevine rootstock with three different rooting abilities. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(1), 1-10. DOI: 10.29050/harranziraat.1374440
- Toprak, E. (2012). *Kök bakterilerinin farklı substratlarda domates yetiştiriciliğine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=N3ObM6fxP7d2CiuAdymEVO&no=tSLfVA1nKSiV2uX3mn6RNQ>
- Tozlu, E., Karagöz, K., Babagil, G.E., Dizikisa, T., Kotan, R. (2012). Effect of some plant growth promoting bacteria on yield, yield components of dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Aras 98). *Atatürk Univ., J. of the Agricultural Faculty*, 43(2), 101-106. DOI: [10.17097/ZFD.46922](https://doi.org/10.17097/ZFD.46922)
- Turan M, Ekinci M, Yıldırım 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. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 327-333. <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=1541&context=agriculture>
- Turan, M., Ataoğlu, N. ve Sezen, Y. (2004). Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkileri, Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 1, 939-944.
- Türkoğlu, M. (2019). *Farklı kavun (Cucumis melo L.) çeşitlerinde PGPR kullanımının verim ve kalite üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=FCNdTdfbVPWCPyFAyNL0hQ&no=hLOLRi3m6BWEAFL0nlQUdA>
- Tüzel, Y. ve Gül, A. (1999). Seracılıkta Yeni Gelişmeler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir

- Ünal, N. (2019). *Topraksız çilek yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamları ve faydalı bakteri kullanımının verim ve kaliteye etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi].
YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Üstü, G. (2019). *Farklı sulama seviyelerinde bitki gelişimini arttıran kök bakterileri uygulamalarının biberde (Capsicum annuum L.) verim ve kaliteye etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<http://acikerisim.harran.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11513/3367/572643.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Woitke M., Hanafi A. and Schnitzler W. H. (2004). Effect of salinity and *Bacillus subtilis* on White Fly (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood) in hydroponically grown tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *Acta Hort.* 659, 323-329.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.659.42>
- Xiao A.W., Li Z., Li W.C., Ye Z.H. (2020). The effect of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on arsenic accumulation and the growth of rice plants (*Oryza sativa* L.). *Chemosphere*, 242, 125136. DOI:10.1016/j.chemosphere
- Yağmur, B. (2019). *Organik tarımda bitki gelişiminin teşvik eden bazı bakterilerin (PGPR) domates bitkisinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=0ckJJmTntsNwU5ORWN6bXg&no=h96yHDueQLa-Tps57uNQtg>
- Yao. A.V., Bochow, H., Karimov, S., Boturov, U., Sanginboy, S. (2007) Effect of FZB24 *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. *Arch Phytopathol Plant Prot* 39, 1–6
- Yıldırım, B. (2019). *Bazı fasulye çeşitlerinin tarımsal karakterleri üzerine PGPR strainlerinin etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Iğdır Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=ktzuicByWbm6A3arj0V13A&no=NvIPEcyrq1Ss2aJRh2iq5Q>

- Yıldırım, E., Dönmez, M. F. ve Turan, M. (2008). Use of bioinoculants in ameliorative effects on radish plants under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 31(12), 2059–2074. <https://doi.org/10.1080/01904160802446150>
- Yıldız Kutlusoy, Ö. (2019). *Rizobakteri uygulamalarının şeker pancarında (Beta vulgaris L.) gelişme dönemlerine ve agronomik özelliklere etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=zzyzAsn4gcnVx7wStU-PrQ&no=-cGhKxo8wMbmMZggva2Xw_A
- Yıldız, E. (2022). *Örtüaltı sprej karanfil yetiştiriciliğinde faydalı bakteri inokulasyonlarının bitki gelişimi ve kalitesine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldız, M.A. (2019). *Farklı baş salata (Lactuca sativa var. capitata) çeşitlerinde PGPR kullanımının verim ve kalite üzerine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=EzUlW07UxCaJIZWp7R1ZMg&no=LADMWz50fbGTQ7Tg2HI4VQ>
- Yılmaz, E.E. (2023). *Mikoriza, faydalı bakteri (PGPR) ve bazı organik gübrelerin domateste bitki büyümesi, bitki besleme, verim ve kalite üzerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yılmaz, M. (2024). *Endofit bakterilerin fasulye bitkisi ile beslenen bakla yaprakbiti [Aphis fabae Scopoli (Hemiptera: Aphididae)]'nin biyolojisi ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi*. [Doktora tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yılmaz, Y. (2017). *Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin (plant growth promoting rhizobacteria) bazı standart ve hibrit domates (Solanum lycopersicum L.) çeşitlerinde tuz stresindeki etkilerinin araştırılması*. [Yüksek lisans tez, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/703660/yokAcikBilim_10142371.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Zengin, M. (2007). Organik Tarım. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Konya, Hasad Yayıncılık.





ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Ad: ÇAKIR Zahide

Yabancı Dil: İngilizce

EĞİTİM

Lise	Tire Kutsan Anadolu Lisesi	2013-2017
Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi-Ziraat Fakültesi-Bahçe Bitkileri	2017-2021
Yüksek Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi-Ziraat Fakültesi-Bahçe Bitkileri	2021-