

**T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİİRT EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN LALENİN (*TULIPA L.*)
GELİŞİMİNDE BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN ROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kenan ATALAY
(193106006)**

Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Arzu ÇİĞ
Ortak Danışman: Prof. Dr. Nalan TÜRKOĞLU**

**KASIM - 2022
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Kenan ATALAY tarafından hazırlanan “Siirt Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Lalenin (*Tulipa* L.) Gelişiminde Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Rolü” konulu tez çalışması 25/11/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğretim Üyesi Fazlı ÖZTÜRK

.....

Danışman

Doç. Dr. Arzu ÇİĞ

.....

Üye

Doç. Dr. Fatih ÇİĞ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kuralları dikkate alınarak hazırlanan bu tezde etik kurallara uyulmuştur. Başkalarının eserlerinden yararlanıldığında bilimsel standartlara göre atıf yapılmıştır. Tezin içeriği başka bir yerden kullanılan bilgilerde herhangi bir sahtecilik olmadığını, tezin hiçbir bölümünün bu üniversiteye veya başka bir yere devredilmeyeceğini, üniversitede ikinci tez olarak teslim edilmeyeceğini onaylarım.

Kenan ATALAY



Not: Bu eserde kullanılan orijinal ve diğer bilgi kaynaklarının, çizim, resim ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanılması 5486 sayılı Fikir Sanatları Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖN SÖZ

Lale, kesme çiçek olarak seralarda ve ticari üretimde kullanılan kültür bitkisidir. Lale çiçeklerinin ve soğanlarının istenilen düzeyde gelişmesi lalenin piyasa değerini artırmaktadır. Süs bitkilerinin özellikle lalenin büyümesi ve gelişmesi konusunda bakterilerin ve bitki besin maddelerinin etkileri üzerine bazı çalışmalar da yapılmıştır. Çalışma konumuzu seçerken dikkate alınan en önemli faktör bu olmuştur.

Saygıdeğer hocam Doç. Dr. Arzu ÇİĞ'a teşekkür ederim. Araştırmamızda kullanılan bakteri izolatlarını temin eden ve Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarı'nda çalışmamıza izin veren Doç. Dr. Fatih ÇİĞ; elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesine katkıda bulunan Doç. Dr. Nazire MİKAİL'e; yardımlarından dolayı Dr. Öğretim Üyesi Fazlı ÖZTÜRK'e; ayrıca Kurtalan İlçe Tarım Müdürü Mahfuz DEMİR'e ve personellerine teşekkür ederim.

Kenan ATALAY
SİİRT-2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖN SÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Deneme alanının özellikleri.....	13
3.2. Metot	14
3.2.1. Arazi hazırlığı ve parselasyon	14
3.2.2. İnokulasyonu yapılan bakteri ırklarının stoklarının hazırlanması	14
3.2.3. Lale soğanlarının sterilizasyonu	15
3.2.4. Yapılan uygulamalar	15
3.2.5. Soğanların dikimi	16
3.2.6. Yapılan ölçümler ve gözlemler	18
3.2.6.1. Fenolojik gözlemler.....	18
3.2.6.2. Morfolojik ölçümler	18
3.2.7. İstatistiki değerlendirmeler.....	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	20
4.1. İlk Yaprak Çıkış Süresi (gün)	20
4.2. İlk Çiçek Açma Süresi (gün).....	21
4.3. Yaprak Sayısı (adet).....	22
4.4. Yaprak Uzunluğu (mm)	23
4.5. Yaprak Genişliği (mm)	24
4.6. Bitki Boyu (mm)	25
4.7. Çiçek Boyu (mm).....	25
4.8. Çiçek Genişliği (mm).....	26
4.9. Sap Kalınlığı (mm).....	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	29
5.1. Sonuç.....	29
5.2. Öneriler	30
6. KAYNAKLAR	31

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Lale soğanlarına inoküle edilen bakteri ırkları ve özellikleri	14
Tablo 3.2. Çalışmanın içerdiği uygulamalar	17
Tablo 4.1. NPK ve bakteri uygulamasının lale bitkisinin büyümesine ve çiçeklenmesine etkisi.	20

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü alan.....	14
Şekil 3.2. Bakteri kültürlerinin hazırlanması.....	15
Şekil 3.2a. Bakterilerin katı besi ortamında çoğaltılması.....	15
Şekil 3.2b. Sıvı besi ortamına aktarılan bakteriler	15
Şekil 3.2c. Yatay çalkalayıcı üzerindeki bakteriler	15
Şekil 3.3. Lale soğanlarının çeşme ve çamaşır suyunda yüzey sterilizasyonları.....	16
Şekil 3.4. Soğanlara bakteri inokulasyonu	16
Şekil 3.5. Soğanların dikimden önce kurutulması	16
Şekil 3.6. Soğanların dikim öncesi hazırlığı.....	17
Şekil 3.7. Lalelerin kumpas yardımı ile ölçülmesi	19
Şekil 4.1. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede ilk yaprak çıkış süresine etkisi.....	21
Şekil 4.2. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede ilk çiçek açma süresine etkisi	22
Şekil 4.3. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak sayısına etkisi.....	22
Şekil 4.4. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak uzunluğuna etkisi	23
Şekil 4.5. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak genişliğine etkisi	24
Şekil 4.6. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede bitki boyuna etkisi	25
Şekil 4.7. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede çiçek boyuna etkisi	26
Şekil 4.8. TV61C + NPK uygulanan lale bitkisi	26
Şekil 4.9. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede çiçek genişliğine etkisi	27
Şekil 4.10. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede sap kalınlığına etkisi	27

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
Ca	: Kalsiyum
Al	: Alüminyum
Cu	: Bakır
Pb	: Kurşun
Fe	: Demir
K	: Potasyum
K ₂ O	: Potasyum oksit
Max	: Maximum
Mg	: Magnezyum
Min	: Minimum
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
P	: Fosfor
P ₂ O ₅	: Di fosfor penta oksit
PGPB	: Plant Growth Promoting Bacteria
PGPR	: Plant Growth Promoting Rhizobacteria
pH	: Power of Hydrogen
rpm	: Revolutions per minute (Bir dakikada dönüş/devir sayısı)
SAS	: Statistical Analysis Software
Zn	: Çinko
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
%	: Yüzdelik
<	: Küçüktür
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
da	: Dekar
g	: Gram
kg	: Kilogram
m ²	: Metre kare
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
ppm	: Per percentage million (Milyonda bir kısım)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİİRT EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN LALENİN (*TULIPA L.*) GELİŞİMİNDE BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN ROLÜ

Kenan ATALAY

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Arzu ÇİĞ

Ortak Danışman : Prof. Dr. Nalan TÜRKOĞLU

2022, 37 + X Sayfa

Bu çalışma, *Tulipa* ‘Van Eijk’ çeşidinin gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine NPK ve çeşitli faydalı bakteri ırklarının etkilerini göstermek amacıyla Kurtalan-Siirt ekolojik koşullarında yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 adet bitki olacak şekilde tarla koşullarında yürütülen çalışmada; lale soğanlarına, inorganik gübre olarak 16:5:15 kg/da hesabı ile N:P₂O₅:K₂O ticari gübresi uygulanmıştır. Biyoorganik gübre olarak ise 1) azot bağlama + fosfat çözme + ACC deaminaz üretim özelliği olan bakteri: *Pseudoalteromonas tetraodonis* (TV126C), 2) azot bağlama + fosfat çözme + ACC deaminaz üretim + siderofor üretimi özelliği olan bakteri: *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C), 3) fosfat çözme + ACC deaminaz üretim özelliği olan *Bacillus megaterium* (TV61C) bakterileri tek başına ve NPK ile birlikte kullanılmıştır. Fenolojik gözlemlerin ve morfolojik ölçümlerin yapıldığı çalışmada lalelerde ilk yaprak çıkış ve ilk çiçeklenme süreleri, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, bitki boyu, çiçek boyu ve genişliği ile sap kalınlığı incelenmiştir.

Çalışmanın sonunda elde edilen en yüksek ortalama değerler ilk yaprak çıkış süresinde 47.12 gün (kontrol), ilk çiçeklenme süresinde 96.13 gün (TV126C + NPK), (96,13 gün), yaprak sayısında 3.30 adet (TV61C), yaprak uzunluğunda 85.09 mm (TV61C + NPK), yaprak genişliğinde 40.48 mm (NPK), bitki boyunda 263.95 mm (TV61C + NPK), çiçek boyunda 65.37 mm (TV61C + NPK), çiçek genişliğinde 55.92 mm (TV61C + NPK), sap kalınlığında 5.31 mm (TV61C + NPK) elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark ilk yaprak çıkış süresi ve yaprak sayısı üzerindeki etkileri bakımından istatistik olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Siirt ili Kurtalan ilçesinde ekolojik koşullarda yürütülen çalışmada lale yetiştiriciliği için TV61C + NPK uygulaması incelenen parametreler bakımından diğer uygulamalara göre daha fazla olumlu etkide bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyo-organik gübreleme, Çiçeklenme, *Tulipa L.*, İnorganik Gübreleme

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA IN THE DEVELOPMENT OF TULIP (*TULIPA* L.) GROWN IN SIİRT ECOLOGICAL CONDITIONS

Kenan ATALAY

The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science in
Department of Horticulture

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Arzu ÇİĞ

Co-Supervisor : Prof. Dr. Nalan TÜRKOĞLU

2022, 37 + X Pages

This study was carried out in Kurtalan-Siirt ecological conditions to show the effects of NPK and various beneficial bacteria strains on the development and flowering of *Tulipa* 'Van Eijk' cultivar. N:P2O5:K2O commercial fertilizer was applied to the tulip bulbs as an inorganic fertilizer with the calculation of 16:5:15 kg/da in the study, which was carried out in field conditions with 3 replications and 12 plants in each replication according to the randomized plots trial design. As bioorganic fertilizer, bacteria with 1) nitrogen fixing + phosphate dissolving + ACC deaminase production: *Pseudoalteromonas tetraodonis* (TV126C), 2) bacteria with nitrogen fixing + phosphate dissolving + ACC deaminase production + siderophore production: *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C), 3) *Bacillus megaterium* (TV61C) bacteria with phosphate dissolving + ACC deaminase production feature were used alone and together with NPK. In the study where phenological observations and morphological measurements were made, first leaf emergence and first flowering times, number of leaves, leaf length, leaf width, plant height, flower height and width and stem thickness were examined in tulips.

The high average values obtained at the end of the study, 47.12 days at first leaf emergence (control), 96.13 days at first flowering time (TV126C + NPK), (96.13 days), 3.30 leaf count (TV61C), leaf length 85.09 mm (TV61C + NPK), leaf width 40.48 mm (NPK), plant height 263.95 mm (TV61C + NPK), flower height 65.37 mm (TV61C + NPK), flower width 55.92 mm (TV61C + NPK), stem thickness 5.31 mm (TV61C + NPK) have been obtained. The difference between the applications was found to be statistically significant at the level of 1% in terms of the effects on the first leaf emergence time and the number of leaves.

In the study carried out under ecological conditions in Kurtalan district of Siirt province, TV61C + NPK application for tulip cultivation had a more positive effect than other applications in terms of the parameters examined.

Keywords: Bioorganic fertilization, flowering, *Tulipa* L., inorganic fertilization

1. GİRİŞ

Bahçe bitkileri genel bir kavram olup tarımın, meyve ağaçları, bağ meyveleri, sebzeleri ve süs bitkileri yetiştiriciliği ile uğraşan bilim dalı olduğu bilinmektedir. Bu grupta, bitkinin morfolojik özelliklerine göre yapılmıştır. Lale bitkisi, morfolojik özellikleri bakımından soğanlı bitkiler grubu ve çok yıllık otsu bitki olarak süs bitkileri sınıfına girmektedir.

Bahçecilik sektörünün süs bitkileri alt sektörünün gelişimi, dünya genelinde kentleşme olgusunun hız kazanmasıyla paralellik göstermiştir. Kesme çiçek, iç mekân süs bitkileri ve dış mekân süs bitkileri olmak üzere üç ana sektörde tanımlanan süs bitkisi üretimi, sağladığı istihdam olanakları nedeniyle gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede önemli bir alt sektör haline gelmiştir. Süs bitkileri alt sektörünün ülkemizdeki gelişimi, dünya ülkelerinde olduğu gibi kentleşme olgusunun hız kazanmasıyla birlikte 1940'lı yıllarda İstanbul ve çevresinde başlamış, ardından iklimi uygun Ege ve Akdeniz Bölgeleri'ne yayılmıştır. Kesme çiçekler, iç mekân ve dış mekân süs bitkileri ve ülkemize özgü yabani çiçek soğanlarından oluşan Türkiye'de süs bitkileri alt sektöründe son yıllarda olumlu bir gelişme yaşanmaktadır (Karagüzel ve ark., 2001).

Mevsimlik çiçekler sadece bir mevsim yaşarlar. Yaşamları boyunca birkaç ay çiçek açabilirler. Mevsim çiçekleri soğuk veya ılık mevsimlerde açar ve sonbaharda kışı, kışın sonunda ise baharı karşılamak için kullanılır. Diğer mevsimlik çiçekler genellikle yaz başından sonbahara kadar çiçek açar. Bienal çiçekleri ilk yıl yaprak verir ve ikinci yıl çiçek açar. Kapalı satırlar ve yıllık çiçek işlevi görebilirler. Yıllık veya iki yıllık çiçekler her yıl yeniden dikilmelidir. Çok yıllık bitkiler on yıldan fazla yaşar, toprak üstü kısımları genellikle sonbaharda ölür, ancak yaşayan kök kısımları ertesi yıl havalar ısındığında yeni sürgünler ve çiçekler oluşturur. Botanikçiler bu çiçekleri, soğanlı, soğanımsı, rizomlu veya yumru kök grubunda görmektedir (Demirtaş, 2010).

Söz konusu çiçekler gelişme safhasında veya farklı bir evrede çiçek açarlar. Çiçek açtıktan belirli bir zaman sonra yaprak ucundan yaprak sapına kadar kurumalar meydana gelir. Oluşan bu yeşil aksamın kurumasından mütevellit toprak altında kalan organ, yaprak ve çiçek gelişimi olmayan evreyi dinlenme halinde geçirir. Kış ayları en uygun seviyede ılık olan yerlerde bazı zambak çeşitleri canlı olabilir. Soğanlı çiçeklerin

ömrü belirli zamanlardadır. Bu sebeple çiçek açmaları kontrol altında tutulabilir. Mevsimlik çiçekler çok yıllık, bir ya da iki ve çok yıllık, soğanlı ve yumru köklü olarak adlandırılabilir. Genellikle kullanım yerlerinde estetik kaygı oluşur, bu sebeptendir ki ekilen veya dikilen yerlerde zirai amaç güdülmemektedir (Demirtaş, 2010).

Lale soğanlarının ticari üretimi, genç bitkilerin vejetatif yanal tomurcuklardan veya zarlı pulların yanındaki yıllık kardeş soğanlardan geliştirilmesi ilkesine dayanmaktadır. Bu doğal olarak gerçekleşir. Başarılı üretim eşeysiz üretim hızına bağlıdır. Ortalama oran yılda iki veya üç yeni arpacıktır. Arpacık soğanının çeşidine ve boyutuna bağlı olarak, ticari boyutta ve çiçeklenme kapasitesinde soğan üretmek için gereken süre iki ila üç yıl veya daha fazladır (Dole ve Wilkins, 1999).

Laleler Orta Asya'ya özgüdür ve kuzey ve kuzeydoğuda (Sibirya, Moğolistan ve Çin) Tien Shan ve Pamir Alai bölgelerinde ve güneyde Hindistan'dan Keşmir, Afganistan, İran ve Türkiye'ye kadar dağılır. Bitkiler âlemindeki lale, Liliaceae familyasındaki *Tulip* cinsine aittir ve dünyadaki ilk on çiçekten biridir. Laleler aynı zamanda dünyadaki en büyük soğanlı (geofit) süs bitkisi grubudur. Lale cinsindeki 100-150 tür ile onu nergis, süsen, sümbül ve zambak türleri takip etmektedir (Nayeem ve Qayoom, 2015).

Lale, dünya üzerinde soğanlı-yumrulu (geofit) süs bitkileri içerisinde en büyük grubu temsil etmekte olup, lale cinsi içerisinde 100-150 tür bulunmakla birlikte, günümüzde, soğan, kesme çiçek, saksı çiçeği ve çevre düzenlemesi amacıyla daha çok *Tulipa gesneriana* türü kullanılmaktadır. Laleye benzer şekilde ilkbaharda çiçeklenen soğanlı bir diğer bitki türü olan nergis; Jonquils, Paperwhite ve nergis cinslerine verilmiş genel isimdir. Ayrıca, adi nergis veya trompet nergisi olarak da adlandırılan nergis (*Narcissus pseudonarcissus*) trompet-benzeri çiçekleri için yaygın olarak yetiştirilmektedir. *Hyacinthus* cinsine ait soğanlı bir bitki olan sümbül, 20-30 cm boyolanabilen, uzun ömürlü otsu bitkidir. Soğanlı süs bitkisi olan bu üç cinsin diğer kesme çiçeklere göre hasat sonrası vazo ömrü kısadır ve bu cinsin türlerinde hem hasat sonrası çiçek kalitesini iyileştirmek hem de vazo ömrünü uzatmak için farklı teknikler kullanılmaktadır. Ayrıca gümüş takviyesi, hormonlar, karbonhidrat yüklemesi, 1-MCP, LED aydınlatma, kalsiyum uygulaması gibi tekniklerin de bu çiçeklerin vazo ömürlerini uzatmaya etkisi araştırılmıştır (Olgaç ve ark., 2019).

Lale soğanları kayalık olmayan, iyi drene edilmiş, kumlu-tınlı, kireçsiz topraklarda üretilir. Toprağın ortalama pH'ı 7 olmalıdır. Toprak iyi işlenmelidir. Soğanın yüksek rakımlı yerlerde veya kışları soğuk ve karlı geçen yerlerde üretilmesi tavsiye edilir. Toprak analizi ile toprağa bitkilerin ihtiyaç duyduğu gübreler belirlenmelidir. Lale soğanı Ekim'den Kasım'a kadar dikilmelidir. Dikim derinliği toprak yapısına göre değişmekle birlikte ortalama derinlik 8-10 cm olmalıdır. Yabani otlar ve çeşitli tohumlar çevreden uzaklaştırmak için düzenli olarak koparılmalıdır. Çiçek tomurcukları ortamdan uzaklaştırılır, böylece soğandaki besinler bitkinin çiçek ve tohumlarını oluşturmak için kullanılmaz. Ayrıca son aşamada hasata yakın hava kısımları silindirik bir aletle baskı işlemi, soğanları daha büyük hale getirecektir (Anonim, 2008).

Lale soğanlarının sökümü bitkinin yapraklarının sararması ve kahverengileşmesi ile başlar. Soğanın kök uçlarının kuruması ve soğanın dış yüzeyinin kızarması da çıkarma zamanının geldiğini gösterir. Lale soğanlarını mekanik olarak çıkarılması tavsiye edilir. Lale yetiştiriciliği için ortalama pH değeri 7 olan taşlı, kumlu tınlı ve kireçsiz topraklar uygundur. Dikimden önce toprak iyice hazırlanmalı, düz ve topaksız olduğundan emin olunmalıdır. Gerekli toprak analizi yapıldıktan ve bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddesi miktarı belirlendikten sonra gübreleme yapılması önerilir. Genellikle soğanın dikiminden 2-3 hafta önce karmaşık gübrelerin hesaplanmasında amonyum sülfat ile gübreleme yapılır. Lale kökleri tuza karşı hassastır, bu nedenle dikimden önce toprak mümkün olduğunca tuzdan arındırılmalıdır. Lale yetiştirirken, sıcaklık çiçeklenme mevsimine bağlı olarak değişir. Erken büyüme ve gelişme için toprak sıcaklığının 16°C olması idealdir. Fakat bu durum bitkiden bitkiye değişir. Bitkiler havanın sıcaklığının ortalama 18°C'ye kadar çıkmasına tolerans gösterebilmektedir. Geç dikim için toprak sıcaklığının 9-10 °C'de olması uygundur. Bu durum ortama göre değişmekle birlikte en geç Aralık ayı ve 15 °C hava sıcaklığının tercih edilmesi tavsiye edilmektedir. Laleler ışıktaki değişikliklere karşı duyarsızdır. Bu değişiklikler, bitki bünyesinde farklı tepkilere sebep olabilir. Bununla birlikte, ışık yoğunluğunun yaprak şeklini etkilediği belirlenmiştir. Yüksek ışık yoğunluğu pedicel uzamasını ve soğan büyümesini artırır. Lale bitkilerinin optimum nem ihtiyacı %70-80'dir. Çok fazla nem *Botrytis* salgınlarına neden olabilir. Laleler aşırı nem ve sıcaklığı sevmez. Seradaki nem ve sıcaklık arttığında havalandırma önerilir (Anonim, 2008).

Bitkilerin morfolojik gelişimini etkileyen çevresel faktörlerin yanı sıra, geleneksel ve inovatif çalışmalarla bitki bünyesine bilinçli bir şekilde verilmesini sağlayan takviye girdilerle, bitki gelişimi etkileyen ve düzenleyen materyallerin olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada lale soğanlarına takviye edilen N (azot), P (fosfor), K (potasyum) gübrelerinin ve bakterilerin uygulanmasının bitki gelişimine olan etkisi incelenmiştir.

Fosfor (P), bitki büyümesini sınırlayan temel bir faktördür ve yaygın olarak kullanılan tarım topraklarındaki bitkiler tarafından kolayca alınamaz. Fosfor uygunluğu için bir kriter, biyolojik olarak kontrol edilen mineralizasyon ve immobilizasyon oranıdır. Genel olarak toprak P oranları yeterlidir ve düzenli gübrelemeye rağmen toprak P'nin bitki alımı üzerindeki etkinliği düşüktür. Optimal fosfor konsantrasyonları genellikle yüksek verim için yetersizdir. Gübrelemeden sonra uygulanan inorganik fosfor da hareketsizleşir ve uygulanan fosforlu gübrenin %75-90'ı demir (Fe), alüminyum (Al) ve kalsiyum (Ca) bileşikleri olarak çökelir (Gyaneshwar ve ark., 2002).

Fosfor, bitki gübreleme organlarının gelişimi için faydalıdır. Bitkilerde yeterli miktarda fosfor erken olgunlaşmaya ve kök gelişimine katkıda bulunur. Ayrıca fosfor bileşikleri solunum ve fotosentezde önemli roller oynar (Kacar, 1984).

Çalışmalar bitkilerde yaprak yüzey alanının, yaprak büyümesinin ve yaprak sayısının azalmasının fosfor eksikliğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Ek olarak fosfor eksikliği, bitkileri hastalığa ve soğuğa karşı daha duyarlı hale getirir. Çiçeklenme ve meyve veriminin minimum düzeyde olabileceği belirtilmektedir. Fazla fosfor ürün kaybını ve erken meyve vermeyi etkileyebilir (Güneş ve ark., 2002).

Çoğu organizmada olduğu gibi bitkilerde de azot proteinlerin oluşumunda rol oynar ve klorofil molekülünün yapısında bulunur. Bitkiler ihtiyaç duydukları azotu aldıklarında yaprakların koyu yeşil renkli olmasını ve bitkilerin dallı yapılarının güçlü vejetatif gelişmelerini sağlar (Kacar, 1984).

Azot noksanlığı bitki büyümesinin yavaşlamasına sebep olur; bu da bitkilerin kısa, zayıf veya kontrolsüz bir şekilde ölmesine neden olabilir. Bitkilerde sararma ve erken olgunlaşmaya bağlı kontrolsüz solma gibi istenmeyen durumlar meydana gelebilir. Bitkilerde önemli ürün ve kalite kayıpları meydana gelir. Bitkilerde fazla nitrojen olduğunda yapraklar koyu yeşile döner, bazı bitkiler dona, bazı hastalıklara ve böcek zararlarına karşı daha hassas hale gelir, bitkilerde kontrolsüz bodurlaşma

meydana gelir, köklerde su emilimi zayıflar ve çiçeğin tabanının çürümesi daha olasıdır. Karbonhidrat sentezi olumsuz etkilenir ve büyüme geriler (Alpaslan ve ark., 1998).

Bitki besinleri arasında azottan sonra, bitkiler tarafından en yaygın olarak bitki bünyesine alınabilir en önemli besin maddesi potasyumdur (Güzel ve ark., 2002).

Potasyum, yüksek verimli bitkiler ve kaliteli ürünler elde etmek, mahsul verimini ve kalitesini artırmak için gerekli bir elementtir (Pimpini, 1967; Tayşi ve ark., 1977; Montag, 1999; Imas, 1999; Yağmur ve ark., 2005a; 2005b; Okur ve Yağmur, 2005; Aydın ve ark., 2005; Turhan ve Pişkin, 2005; Taban ve ark., 2005).

Potasyum bitki kök gelişimini, kök büyümesini teşvik eder, kontrolsüz depolamayı, soğuğa dayanıklılığı ve nitrojen bağlayıcı aktiviteyi önler. Potasyumun fizyolojideki temel işlevlerinden biri de çeşitli enzimleri aktive etmektir (Aktaş, 1995).

Ayrıca potasyum bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır. Bu nedenle, potasyum parazit gelişimini ve hasarını en aza indirebilir. Bitki hücrelerinde karbonhidrat metabolizması potasyum eksikliği ile bozulur. Yaprak ayası ve yaprak sapının yan tarafına yakın hücresel yapılarda ve kütikula tabakasının kalınlığında azalmış selüloz: lignin oranları da potasyum eksikliğinden kaynaklanabilir. Bitkinin bir parçası olarak ince hücre duvarları ve zayıf sap-gövde oluşumu, bitkiyi hastalık ve zararlılara karşı duyarlı hale getirir (Marschner, 1995).

Bakteri araştırmaları 1979'da Çin'de başlamıştır. 1985'te kapsamlı saha testleri kullanılmaya başlanmıştır. Çin'de yapılan araştırmalar sonucunda; bu bakterilerin çeltik (%16.2), buğday (%11), mısır (%12.5), patates (%22.5), pamuk (%10.4), şekerpancarı (%16.9), karpuz (%15.5) ve kök sebzelerinde (%20) verim artışına neden olduğu saptanmıştır. Kimyasal gübrelerin alternatif uygulama arayışlarında, süs bitkileri ve diğer mahsuller üzerinde yapılan bir dizi çalışma, kimyasal gübre kullanımının en aza indirilebilmesi için biyogübrelerin (PGPR) başarıyla uygulanabileceğini göstermiştir (Shubha, 2006; Eid ve ark., 2009; Shanan ve Higazy, 2009; Turan ve ark., 2010; Xu ve ark., 2011; Çakmakçı ve ark., 2012).

PGPB bakterilerinin aksine sentetik gübre kullanımı bitkilerde, optimum koşullar altında iyi gelişim sonuçları verdiği açıkça ortadadır. PGPB bakterilerinin sentetik gübre kullanımının dozunu azaltabileceği de söylenmektedir (Wang ve ark., 2020).

Süs bitkilerinin büyüme, gelişme ve kalitesine hormon ve besin elementlerinin etkileri üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmakta olup günümüzde sıklıkla vurgulanan, tarımda organik gübre olarak kullanılabilen PGPR uygulamasının süs bitkileri üzerindeki etkilerine yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır (Ekinci ve ark., 2016).

Üç farklı *Tulipa gesneriana* L. lale soğanı için Formülasyon A (*Pantoea agglomerans* RK-79 + *P. agglomerans* RK-92), Formülasyon B (*P. agglomerans* RK-79 + *Pantoea agglomerans* RK-92 + *Bacillus agglomerans* TV-91C), Formülasyon C (*P. agglomerans* RK-79 + *Pantoea agglomerans* RK-92 + *Bacillus megaterium* TV-3D + *Paenibacillus polymyxa* TV-12E) ve Formülasyon D (*P. agglomerans* RK-79 + *P. agglomerans* RK-92 + *Bacillus megaterium* TV-6D + *Pseudomonas putida* TV-42A) bakteri preparatları kodlanmıştır (aşılanmıştır) ve kaplanmıştır. Golden Parade çeşidi en yüksek ortalama ana yumru sayısına; Blue Aimable çeşidi ise en yüksek ortalama genç yumru sayısına sahip olmuştur. Formülasyon C, ortalama genç yumru sayısı açısından en başarılı uygulama olmuştur. Kültür faktörlerine bağlı olarak bakteri preparatlarının uygulanmasıyla yumru sayısı ve kalitesi artırılabilir ve bakteri uygulaması topraktaki makro-mikro besin maddelerinin miktarına, lale soğanlarının ve yaprakların içeriğine fayda sağlayabilmektedir (Parlakova, 2014).

Bir çalışmada safran soğanları (*Crocus sativus* L.), *Bacillus subtilis* FZB24 bakteri suşu ile aşılanmıştır. Bakteri aşılamanın bitki büyümesi ve stigma kimyasal bileşimi üzerindeki etkileri incelenmiş ve aşılamanın kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Buna karşılık, *Bacillus subtilis* FZB24 uygulamasının yaprak uzunluğunu, soğan başına çiçek sayısını, ilk çiçek açan stigma ağırlığını ve bitki stigmalarının toplam biyokütlesini önemli ölçüde arttırdığı bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, *B. subtilis* FZB24 uygulamasının soğan gelişimini hızlandırarak ve stigma biyokütlesini %12 artırarak safran yetiştiriciliğine önemli katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Sharaf-Eldin ve ark., 2008).

Bazı bitki türlerinin PsJN (*Burkholderia pyrofirmans*) ile aşılmasının İngiliz çiminde sürgün sayısını ve yüksekliğini arttırdığı ve yüksek kaliteli verim sağladığı bulunmuştur (Ker ve ark., 2012).

Kınık ve Çelikel (2017), sera koşullarında kuşburnu (*Rosa canina*) yetiştirmek için 10 farklı rizobakteriyel izolatı tek başına ve 1000 ppm oksin (indol-3-butirik asit-

IBA) ile birlikte uygulamışlardır. *Bacillus megaterium* ve *Pseudomonas fluorescens* uygulamasıyla en yüksek köklenme oranı %30 ile kontrol grubunda %10 köklenme gözlenmiştir. IBA bazı bakterilerin (*Bacillus subtilis*, *Agrobacterium rubi*, *Paenibacillus polymyxa*) etkisini değiştirmezken bazılarında (*Bacillus megaterium*) hafif bir azalmaya neden olmuştur. Üç bakteri izolatı (*Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*) ve (*Pseudomonas putida*) tek başına kök oluşumunda etkili olamamış olsa da az oranda da olsa %10 köklenme sağlayabilmiştir. Soğan genişliği, kök uzunluğu, taproot sayısı da artış gösteren parametreler arasında gösterilmiştir (Kınık ve Çelikel, 2017).



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Soğanlı bitki ticareti dünya tarım ürünleri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır ve bu bitkiler estetik görünümleri nedeniyle hem iç hem de dış mekânlarda ticari olarak kullanılmaktadır. Kesme çiçekler, saksı bitkileri ve bahçe çiçekleri olarak da kullanılmaktadır. Soğanlı bitkiler arasında lale, nergis, glayöl, süsen, zambak ve sümbül çeşitleri ticaretin büyük bölümünü oluşturmakta ve üretimin çoğu Hollanda'dan sağlanmaktadır. Piyasada bulunan soğanların bir kısmı kesme çiçek üretiminde, bir kısmı ise peyzaj düzenlemesinde kullanılmaktadır (Karagüzel ve ark., 2007).

Soğanlı bitkiler yeraltında gövde oluşturup aldığı besinleri depolama özelliğine sahiptir. Soğanlı, yumrulu ve rizomlu bitkilere geofit bitkiler denir (Zincirkıran, 2002).

Bu yer altı organlarının temel amacı, mevsimsel gelişme ve büyüme için besinleri ve besin kaynaklarını depolamak ve böylece türlerin hayatta kalmasını sağlamaktır (Arslan, 1993).

Toprak bitkileri; gerçek soğanlı (true bulbs), soğanımsı gövde (corms), yumrulu (tubers), yumru kökler (tuberous roots), rizomlu-köksaplı (rhizomes) ve yalancı soğanlı (pseudobulbs) olmak üzere birkaç sınıfa ayrılır (Hessayon, 1996).

Soğanda bulunan ve depolanan besin maddesi miktarı ve soğan boyutu, tomurcukların boyutunu ve kalitesini belirleyen ölçüttür. Soğanın ticari değerini arttıran kriterler, görünümü ve hastalıksız durumu ile birlikte soğanın iriliği veya boyutudur.

Çiçekli bitki soğanlarının, çiçeği koparılmamış soğanlara göre %30 daha küçük olduğu görülmüştür. Gelişim açısından büyük bir soğan; sulama, yabancı ot kontrolü, hastalık ve haşere kontrolü ve vejetatif büyümeyi ve soğan gelişimini destekleyen gübreleme gibi kültürel süreçlerle elde edilebilir. Ancak tohumları toplanmayan soğanlar küçük kalacak ve çiçek kalitesi düşük olacaktır (Rees, 1992; Le Nard ve De Hertogh, 1993).

Çiçek boyutu ve kalitesi doğrudan soğan boyutu ve ağırlığı ile ilgilidir. Bu nedenle soğanın büyüklüğü önemlidir. Uygun gübreleme programları, sulama ve etkili yabancı ot ve hastalık kontrolü, yetiştirme ortamında verimli sonuçlar verecektir. Kopartılan yapraklar ile bitki hücresinde fotosentez olayının maksimum seviyelere ulaşılamamasından dolayı soğanın gelişimi zayıf olmakla beraber, bitkinin belirli

organlarının yeterince gelişmemesi problemleri görülebilmektedir. Kuraklık ve yüksek sıcaklık ölçümleri soğan gelişimini engeller ve ılıman, serin yaz bölgelerindeki uzun büyüme mevsimleri soğan boyutunu etkiler (Ürgeç, 1998).

Yalova ekolojik koşullarında doğal çiçek soğanları (*Lilium candidum*, *Galanthus elwesii*, *Leucojum aestivum*) kullanılarak farklı miktarlarda azot uygulamasının soğan boyuna etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada 0, 5, 10 ve 20 kg'lık azot uygulamaları gerçekleştirilmiştir. 10 kg da⁻¹ N gübre uygulaması yapıldığında zambak (*L. candidum*) soğanlarının ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki olduğu görülmüştür. Ancak, nitrojen uygulamasının kardelen (*G. elwesii*) ve göl soğanının (*L. aestivum*) soğan boyutu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Uysal ve Kaya, 2013).

Tüm dünyada kimyasal gübre kullanımının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için organik gübrelerle doğru artan bir eğilim vardır. Organik gübreler arasında bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), mikrobiyal gübre kaynaklarıdır (Meena ve Rai, 2017).

Bakteriyel aşılama ve biyokömür konsantrasyonunun birlikte uygulanması bitkide daha yüksek bir tolerans oluşumuna neden olmaktadır Bu etkileşim önemli bir gösterge olmuştur. Biyokömür sadece toprak kalitesini iyileştirmede değil, aynı zamanda uyarıcı bir substrat olarak da teşvik etmede kullanılır. PGPB etkinliği açısından sonuçlar, ülkemizde yapılan farklı araştırmaların verilerini desteklemektedir (İjaz ve ark., 2019; Danish ve Zahar-ul-Hye, 2019).

Fosforun kök uzunluğunun artması, dallanma ve kuru madde birikiminin teşvik etmesi ile bitkideki kök sisteminin yapısındaki büyümeyi uyardığı bilinen bir gerçektir.

Sentetik gübre ve biyokömürün buğday fidesinin maximum kök derinliğini sağlamış olduğu görülmüştür (Shafi ve ark., 2020).

Kır (2010), *Forsythia x Intermedia* (altınçanak) çalışının köklendirilmesi için çeliklerin IBA ile *Agrobacterium rubi* (A-18) ve *Serratia liquefaciens* (RT-102) bakterileri ile muamelesi sonucu, kontrol grubu çeliklerin köklerinin yaş ve kuru ağırlıklarının önemli ölçüde arttığını bildirmiştir (Kınık ve Çelikel, 2017).

Biyolojik stratejiler; bitki ıslahı, mikroorganizma kaynaklı ıslah ve organik malzemelerle iyileştirme ıslahı başlığı altında 3 temel yöntem olmak üzere belirlenmiştir. Bu stratejiler çevre dostu olarak tanımlanır. Bu stratejilerin izlenmesi ile

Pb ile kirlenmiş toprakların temizlenmesinde uygun maliyetlerin çıkarılabileceği bildirilmiştir (Zülfikar ve ark., 2019). Bunlardan mikroorganizma kaynaklı ıslahta bitki büyümesini destekleyen bakteriler (PGPB) ile iyileştirme sadece ağır metallerin zararlarının iyileştirilmesinde başarılı olmakla kalmaz, aynı zamanda çöktürme, ayırma veya kurşunun (Pb) oksidasyon durumunu değiştirmede de etkili olabilir. Ayrıca oksidatif stresi 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit ile (ACC) deaminaz aktivitesini de azaltmaktadır (Çığ ve ark., 2021; Murali ve ark., 2021).

PGPB suşlarının inokulasyonunun tohum çimlenmesi için yapılan uygulamalarda uyarıcı etkisinin az olmakla birlikte, etki açısından önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Farklı özelliklere sahip PGPB suşları hakkında daha net bilgi sahibi olmak için uygulamalarda, izole edilmiş bakteriler ve hedef bitkiler arasındaki etkileşimlerin araştırılması gerekmektedir (Çığ ve ark., 2021).

Tüm dünyada kimyasal gübre kullanımının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için organik gübrelere doğru artan bir talep vardır. Organik gübreler arasında bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), mikrobiyal gübre kaynaklarıdır (Shubha, 2006; Eid ve ark., 2009; Shanan ve Higazy, 2009; Turan ve ark., 2010; Xu ve ark., 2011; Çakmakçı ve ark., 2012).

PGPB uygulaması kontrollü bir şekilde bitkilere bulaştırılan bakteri suşları aracılığıyla tarımda, besin ve su alımı, nitrojen kazanımı, biyolojik nitrojen fiksasyonu ile fosfor ve fosfat mineralizasyonunu etkileyen, bitki büyümesini ve gelişmesine katkı sağlayan uygulama olarak tanımlanabilir (Glick, 2020).

PGPR'nin çeşitli bitkilerin (yulaf, buğday, domates, marul, kanola) tohumlarında kök gelişimi üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, ACC deaminaz enzimatik aktivitesi olmayan bir *Pseudomonas putida* izolatu ve bunun mutasyonu izole edilmiştir. Tohumları, *P. putida*'nın mutasyona uğramamış izolatları ile muamele edilen bitkilerde kök uzunluğunda önemli bir artış olmuştur (Noel ve ark., 1996).

Xanthomonas axonopodis cv'de bakteriyel leke hastalığına karşı biyolojik mücadele potansiyelinin araştırılması amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Kahramanmaraş, Hatay, Mersin, Osmaniye ve Adana illerinde toprak ve bitki köklerinden elde edilen on bir fosfat azaltıcı bakteri izolatu PGPR adayları olarak seçilmiştir. Üçü saksıda ve tarlada uygulanan PGPR izolatları bitkilerde hastalık şiddetinde %65 oranında azalmaya neden olmuştur. Yaş ve kuru ağırlık, kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığı, verim, meyve

uzunluğu ve meyve sayısının değişen derecelerde olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir (Mirik ve ark., 2008).

Oral ve Kotan (2021) yaptıkları bir çalışmada bitki hastalıklarından olan fungusların karşısında antifungal özellikteki toplam 6 bakteri izolatu (*Bacillus megaterium* TV-60D, TV-87A, TV-91C ve KBA-10; *Pantoea agglomerans* RK-92 ve *Hafnia alvei* TV-34A) kullanmışlardır. In vitro ortamda test edilen bu çalışma sonucunda *Pantoea agglomerans* RK-92 ve *Bacillus megaterium* TV-91C'nin, hastalığın etkilerini azaltma konusunda kullanılabileceği tavsiye edilmektedir. Söz konusu çalışmada ayrıca sera koşullarında bu bakteriler domates bitkisinin kök kısmı ve toprak kısmına uygulanmış ve bitkinin verim, meyve çatlamaları, vejetatif gelişimi ve bitki sağlığına olan etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda bazı bakterilerin bitki vejetatif gelişim kısımlarında önemli ölçüde etkili olduğu bildirilmiştir. Ek olarak *Bacillus megaterium* KBA-10 uygulamasının meyve çatlama sorununda azaltmalar yaptığını vurgulanmıştır.

PGPR'nin tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan çalışma sayısının az olduğu söylenmektedir (Lenin ve Jayanthi, 2012). Bu tür bitkilerde ilgili mekanizmalar açıklanmamış ve bakteri etkilerinin ne derecede önemli olabileceği yönünde yapılan çalışmaların az olması sebebiyle kesin bilgilere ulaşılamamıştır. Ancak bitkilerin rizosferindeki aktiviteleri sayesinde, büyümeyi teşvik eden mikroorganizmalar, tıbbi bitkilerin büyümesini desteklemek için kullanılabılır (Sharma ve ark., 2015). Dahası, tıbbi bitkilerin PGPR ile kollektif bir bilinçle kullanılması, biyoaktif bileşenlerin kalitesini ve miktarını, bunların tarım koşullarında tıbbi ve kozmetik potansiyellerini de etkileyebilir (Sharma ve ark., 2015). Bitkilerle etkileşimler için yaygın olarak bildirilen mekanizmalar, tıbbi bitkiler için de geçerli olabilir (Rahmoune ve ark., 2017).

Yapılan başka bir çalışmada mikrobiyal aşılama ve biyokömürün kombine uygulamasının buğdayda (*Triticum aestivum*) kuraklık stresini azaltma durumu incelenmiş, farklı biyokömür dozları (%1BC, %2BC ve %4BC), mikrobiyal aşılama olarak PGPB bakterileri (MI: TV24C + TV126C + TV61C) seçilerek iki doz sentetik gübre (S1: %50 N+P, S2: %100 N+P) ve kontrol (herhangi bir uygulama olmaksızın) uygulanmıştır. Çalışmada üç sulama seviyesinde (IL1: %80, IL2: %50 ve IL3: %25) sulama yapılmıştır. Kullanılan toprağın tuzluluk ve kireç sorunu olmadığı, nötr olan fizikokimyasal özelliklerinin; kil içeriğinin az, organik maddesinin normal, mevcut

fosfor ve yeterli miktarda da potasyum olduğu belirtilmiştir. Deneme sonunda, biyokömür uygulamalarının mikrobiyal aşılama ile kuraklığın yıkıcı etkilerle baş etmede etkili bir yöntem olarak kabul edilebilir olduğu söylenmiştir (Çığ ve ark., 2021).

P. fluorescens ve *B. pumilus* rizobakterilerinin yaban yaseminine aşılandığı başka bir araştırmada yaprak fizibilitesinde ve gövde genişliğinde artış sağlanmıştır (De Silva ve ark., 2000).

Yapılan farklı bir uygulamada *P. corrugata* ve *A. chroococcum* bakterilerinin horozibiği bitkisinde uygulanması ile bitki gelişim ve büyümesinin yanında bitki bünyesinde azot miktarındaki artışla yeşil aksamdaki canlılığın zenginleşmesi ve doğal yollardan bakteri gelişiminin de teşviki tespit edilmiştir (Pandey ve ark., 1999).

Agrobacterium ruby ve IBA uygulamaları kontrollerle karşılaştırıldığında çeşitli gül çeşitlerinde yanıl kök sayıları, yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerinde önemli düzeyde olumlu etkiler elde edilmiştir (Orhan ve ark., 2006).

Oksin (IBA) uygulamasının ve *Agrobacterium rubi* (A-16, A-18) ile aşılamanın, *Rosa canina* ve *Rosa dumalis*'in yanal kök oluşumunu ve gelişimini desteklediği bulunmuştur (Ercisli ve ark., 2004).

Pb toksisitesi yapısal hücre duvarı hasarına yol açar, suyu azaltır ve fizyolojik bozulma nedeniyle besin alımı ve biyokimyasal süreçler, iyon homeostazına neden olur. Böylece, lipid peroksidasyonu ile ortaya çıkan oksidatif stres ve ROS sentezi artırılmıştır (Souguir ve ark., 2011; Bharwana ve ark., 2013; Jayasri ve Suthindhiran, 2017; Javed ve ark., 2018). Bu nedenle, yüksek ACC deaminaz aktivitesi içeren PGPB'li (KF58B) tohumların bioprimering ile Pb stresi hafifletilmiş, kök büyümesi teşvik edilmiş, toplam klorofil içeriği ve nodül sayısı artırılarak iyileştirilmiştir (Çığ ve ark., 2022). Çığ ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada bu sonucu yorumlarken azot fiksasyonu (KF58C) ve fosfat çözündürme (KF58B) yapan bakteri şuşlarının kapasitelerinin neredeyse eşit olduğu; ancak KF58C bakterisinin, ACC deaminaz aktivitesi ile karşılaştırıldığında KF58B siderofor üretme olarak üstün geldiği yönünde açıklama yapmışlardır.

Demirin eksikliğinde, demir (Fe) bünyeli ve demirin taşınmasında aktif halde bulunan, büyüme ve çimlenmede konusunda etkisi olan, antibiyotik özelliği gösteren sidereforları üretilmektedir. PGPR'lar aracılığıyla üretilmekte olan bu sideroforlar bitkide klorofil oluşmasında da etkin bir rol üstlenmektedirler (Kotan ve ark., 2021).

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma 2021-2022 yılı Aralık-Nisan ayları vejetasyon döneminde Siirt Kurtalan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün bahçesinde yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak ASYA LALE firmasından temin edilen Tulip 'Van Eijk' çeşidi lale soğanlarıdır.

Bu çalışmada kullanılan üç bakteri suşu Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir. Bakteri stokları Van ilinde Van Gölü Havzası ve Siirt ili rizosferlerinden daha önce MIS sistemi ile teşhis edilen ve sera ve tarla koşullarında bitki büyümesini destekleyici bakteri (PGPB) olarak aktif olduğu gösterilen stoklardır. Buna göre bir adet KF grubu bakteri ırkı (KF63C) Siirt bölgesinden izole edilen bakterilerden seçilmiştir. Diğer iki TV grubu bakteri ırkları (TV61C ve TV126C) ise Van Gölü Havzası rizosferlerinden izole edilen bakterilerdir. Bu bakteri ırkları azot bağlama, fosfat çözme, ACC deaminaz ve siderofor üretiminde kuvvetli ya da zayıf etki gösterme durumlarına göre seçilmişlerdir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Lale soğanlarına inoküle edilen bakteri ırkları ve özellikleri

Bakteri Kodu	Azot Bağlama	Fosfat Çözme	ACC Deaminaz	Siderofor Üretimi
TV126C <i>Pseudoalteromonas tetraodonis</i> (B1)	Kuvvetli	Zayıf	+	-
KF63C <i>Paenibacillus xylanilyticus</i> (B2)	+	++	++	+
TV61C <i>Bacillus megaterium</i> (B3)	+	-	+	-

3.1.1. Deneme alanının özellikleri

Bu çalışma Siirt Kurtalan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün bahçesinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alan 630 metre rakımda, 37° 55' 23" N ve 41° 41' 22" E koordinatlarındadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü alan

3.2. Metot

3.2.1. Arazi hazırlığı ve parselasyon

Çalışmanın kurulduğu alan 2021 yılı Kasım ayında önce pullukla, daha sonra rotovator ile sürülerek düzeltilmiştir. Hazırlanan alan üzerinde soğanların dikileceği parseller oluşturulmuştur. Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 soğan olacak şekilde “tesadüf blokları deneme desenine” göre kurulmuştur.

3.2.2. İnokulasyonu yapılan bakteri ırklarının stoklarının hazırlanması

Bakteri çoğaltılması için katı ortam olarak Nutrent agar (Merck-VM71680604) kullanılmıştır. 1 litre distile suya 20 g nutrient agar ilave edilerek pH 7.0'a ayarlanmıştır ve otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyondan sonra ortam, 50 °C'ye soğutulup katılaşması için petri kutularına aktarılmıştır. Bakteriyel kültürler 26±2 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir (Şekil 3.2a).

Sıvı besi yeri olarak Merck VM775843711 kullanılmıştır. 1 litre damıtılmış suya 8 g nutrient broth ortamı eklenerek pH 7.0'a ayarlanmıştır. Karışım otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilerek soğumaya bırakılmıştır. Katı agarda çoğaltılan bakterilerden tekli koloniler alınarak steril koşullar altında nutrient broth ortamına aktarılmıştır (Şekil 3.2b). Sıvı besi ortamına transfer edilen bakteriler, 26 ± 2 °C'de 24 saat boyunca yatay bir çalkalayıcıda 120 rpm hızında inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra bakteri konsantrasyonu türbidimetrik olarak yaklaşık 108 cfu/mL'ye ayarlanmıştır (Çakmakçı ve ark., 2004) (Şekil 3.2c). Bir gece çalkalandıktan ve homojenlik sağlandıktan sonra bu sıvı kültür seyreltilerek içine %1 oranında sakaroz karıştırılmıştır.



Şekil 3.2. Bakteri kültürlerinin hazırlanması, **a.** Bakterilerin katı besi ortamında çoğaltılması, **b.** Sıvı besi ortamına aktarılan bakteriler, **c.** Yatay çalkalayıcı üzerindeki bakteriler

3.2.3. Lale soğanlarının sterilizasyonu

Lale soğanlarına herhangi bir bakteri kodlamadan önce yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Bunun için soğanlar en önce çeşme suyunda iyice yıkanmıştır. Daha sonra %3'lük ticari çamaşır suyunda (NaOCl) 3 dakika bekletilmiş olup süre bitiminde 3 kez saf suyla durulanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Lale soğanlarının çeşme ve çamaşır suyunda yüzey sterilizasyonları

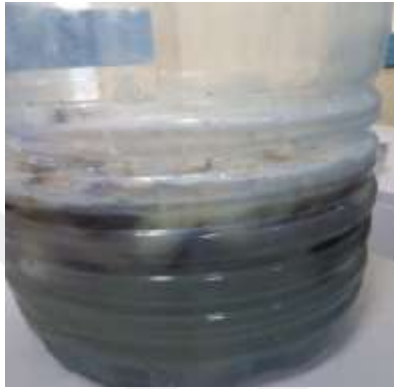
3.2.4. Yapılan uygulamalar

Uygulamalar aşağıdaki gibi olmuştur:

1) Kontrol: Soğanlara hiçbir şey uygulanmamıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan soğanlar dikime hazır hale gelmiştir.

2) NPK uygulaması: Yüzey sterilizasyonu yapılan soğanlar dikime hazır hale gelmiştir. Dikimlerinin yapıldığı parseller içine, parsel başına dekara 16:5:15 kg hesabı ile $N:P_2O_5:K_2O$ uygulanmıştır. Parsel içine homojen şekilde dağıtılan kimyasal gübre tırmık yardımıyla toprağa karıştırılmıştır.

3) Bakteriyel uygulamalar: Tablo 3.1’de belirtilen bakteri ırkları inokülasyona hazır hale geldikten sonra, lale soğanları hazırlanan sıvı kültür içinde 4 saatlik sürede bekletilerek aşılması sağlanmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra soğanlar kurutma kâğıdı üzerinde bir gün serilerek kuruması beklenmiştir (Şekil 3.5). Bu işlemler sonunda bakteri uygulaması olan parsellere dikimleri yapılmıştır. Her bakterili uygulamada değişen bakteri ırklarında birbirine bulaşma olmaması için ayrı eldivenler kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Soğanlara bakteri inokulasyonu Şekil 3.5. Soğanların dikimden önce kurutulması

4) NPK ve bakteri uygulamaları: İlgili parsellere ölçülen miktarda NPK verilmiş ve her bir bakteri ırkı inoküle edilen soğanlar ayrı ayrı dikilmiştir.

3.2.5. Soğanların dikimi

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 soğan olmak üzere toplam 288 soğan olacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3.6). Soğanlar 20 x 20 cm aralıklarla 8 cm derinlikte, 4 adet sıra arası ve 3 adet sıra üstü olacak şekilde dikilmiştir.

Sulama mevsime bağlı olarak yağmur suyu emi ile yapılmıştır. Toprak üzerinde oluşacak kaymak tabakası çapa yardımı ile kırılmış ve yabancı ot temizliği elle yapılmıştır.



Şekil 3.6. Soğanların dikim öncesi hazırlığı

Buna göre çalışmanın içerdiği uygulamalar Tablo 3.2’de belirtildiği gibi olmuştur.

Tablo 3.2. Çalışmanın içerdiği uygulamalar

Sıra no	Uygulamalar	İçerikleri
1	Kontrol grubu	Hiçbir muamele yapılmamıştır.
2	NPK	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O, dekara 16:5:15 kg hesabı ile ilgili parsellere verilmiştir.
3	B1 (Bakteri 1- <i>Pseudoalteromonas tetraodonis</i> (TV126C))	B1 inokule edilen soğanlar ilgili parsellere dikilmiştir.
4	B2 (Bakteri 2- <i>Paenibacillus xylanilyticus</i> (KF63C))	B2 inokule edilen soğanlar ilgili parsellere dikilmiştir.
5	B3 (Bakteri 3- <i>Bacillus megaterium</i> (TV61C))	B3 inokule edilen soğanlar ilgili parsellere dikilmiştir.
6	B1 + NPK	B1 inokule edilen soğanlar, toprağına NPK verilen ilgili parsellere dikilmiştir.
7	B2 + NPK	B2 inokule edilen soğanlar, toprağına NPK verilen ilgili parsellere dikilmiştir.
8	B3 + NPK	B3 inokule edilen soğanlar, toprağına NPK verilen ilgili parsellere dikilmiştir.

3.2.6. Yapılan ölçümler ve gözlemler

3.2.6.1. Fenolojik gözlemler

a. İlk yaprak çıkış süresi (gün): Dikimden sonra soğanın ilk yapraklarının %50'sinin toprak yüzeyinde görüldüğü gün sayısına göre belirlenmiştir.

b. İlk çiçeklenme süresi (gün): Parseller içindeki bitkilerin dikimden %50'nin çiçek açmasına kadar geçen süre dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.2.6.2. Morfolojik ölçümler

Lalelerin morfolojik olarak ölçülmesi aşağıda belirtildiği şekilde yapılmış olup kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.7).

- Yaprak sayısı (adet): Bitkideki toplam yaprak sayısı belirlenmiştir.
- Yaprak uzunluğu (mm): Bitki üzerindeki yaprakların ortalama uzunlukları dijital kumpasla belirlenmiştir.
- Yaprak genişliği (mm): Bitki üzerindeki yaprakların ortalama genişlikleri dijital kumpasla belirlenmiştir.
- Bitki boyu (mm): Bitki kök boğazından petalin en üst noktasına kadar olan mesafe dijital kumpasla ölçülmüştür.
- Çiçek boyu (mm): Çiçeğin sapla birleştiği yer ile petallerin en üst noktasına kadar olan mesafe dijital kumpasla ölçülmüştür.
- Çiçek genişliği (mm): Birbiri ile karşılıklı gelen petaller arasındaki mesafe dijital kumpasla ölçülmüştür.
- Sap kalınlığı (mm): Çiçek sapı kalınlığı dip tarafından dijital kumpasla ölçülmüştür.

3.2.7. İstatistiki değerlendirmeler

Bu çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her yinelemede 12 lale soğanı kullanılmıştır. Veriler SAS For Academics on Demand Online Statistics paket programı ile analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, tartışılan özelliklerle ilişkili ortalama değerler olarak ifade edilmiştir. Ortalamalar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Test anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.05$ 'te yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).



Şekil 3.7. Lalelerin kumpas yardımı ile ölçülmesi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Lale bitkisinin gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine NPK, azot bağlayıcı ve fosfat çözücü bakterilerin etkisi Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. NPK ve bakteri uygulamasının lale bitkisinin büyümesine ve çiçeklenmesine etkisi

Uygulamalar	İlk yaprak çıkış süresi (gün)**	İlk çiçeklenme süresi (gün)	Yaprak sayısı (adet) **	Yaprak uzunluğu (mm)	Yaprak genişliği (mm)	Bitki boyu (mm)	Çiçek boyu (mm)	Çiçek genişliği (mm)	Sap kalınlığı (mm)
Kontrol	47.12 A	95.82	3.02 B	84.61	35.56	243.00	64.26	52.11	4.95
NPK	46.75 ABC	95.79	3.12 AB	84.17	40.48	242.06	63.74	46.90	4.89
Bakteri 1 (TV126C)	46.15 C	95.41	3.24 A	85.05	33.32	235.28	64.56	53.62	5.03
Bakteri 2 (KF63C)	46.12 C	96.04	3.16 AB	78.02	35.88	241.24	64.99	53.81	4.42
Bakteri 3 (TV61C)	46.24 BC	96.04	3.30 A	82.01	30.25	229.75	64.98	51.41	5.13
B1 x NPK	46.68 ABC	96.13	3.01 B	78.83	31.66	216.50	56.73	52.59	5.09
B2 x NPK	46.87 AB	94.53	3.01 B	76.93	31.96	226.07	63.32	55.43	4.61
B3 x NPK	47.11 A	95.46	3.12 AB	85.09	39.25	263.95	65.37	55.92	5.31
Önem derecesi	P<0,1	ÖD	P<0,1	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

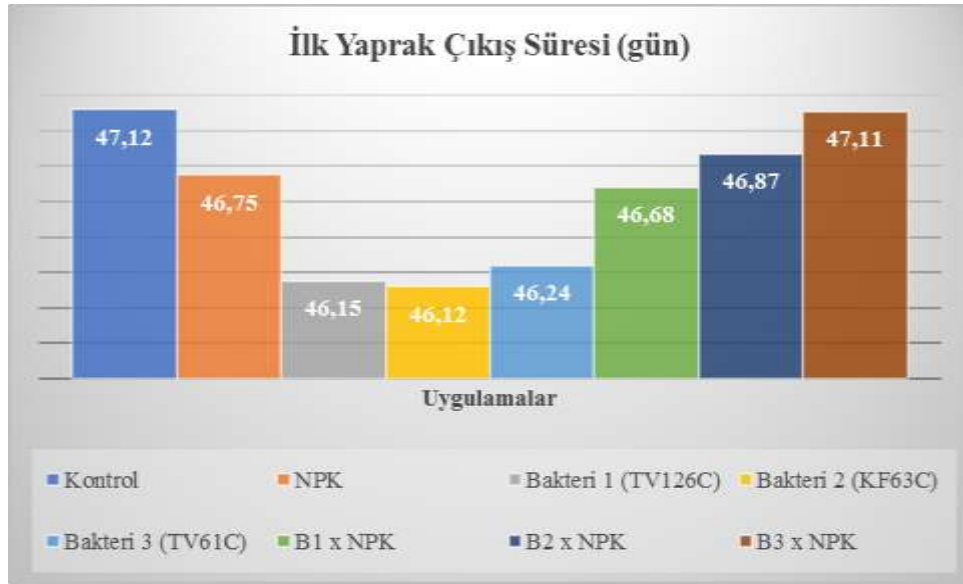
ÖD: önemli değil, **, %1 düzeyinde önemlidir.

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar %1 düzeyinde önemli değildir

4.1. İlk Yaprak Çıkış Süresi (gün)

NPK ve bakteri uygulamasının lalelerin ilk yaprak çıkış süresi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak $P<0.1$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 4.1). NPK uygulaması yapılan bitkiler ve uygulama yapılmayan kontrol bitkilerinin aksine en erken yaprak çıkışının bakteri aşıllı bitkilerde gözlemlendiği bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde en geç çıkış gözlenmiştir.

NPK uygulaması ve bakteri + NPK uygulaması yapılan parsellerdeki lalelerin ilk yaprak çıkış süresi ortalama değerlerine ait veriler birbirlerine yakın çıkmıştır. En geç yaprak çıkışı TV61C+NPK uygulaması ve kontrol bitkilerinde tespit edilmiştir. En erken yaprak çıkışı ise TV126C ve KF63C bakteri uygulamaları yapılan bitkilerde belirlenmiştir (Şekil 4.1).

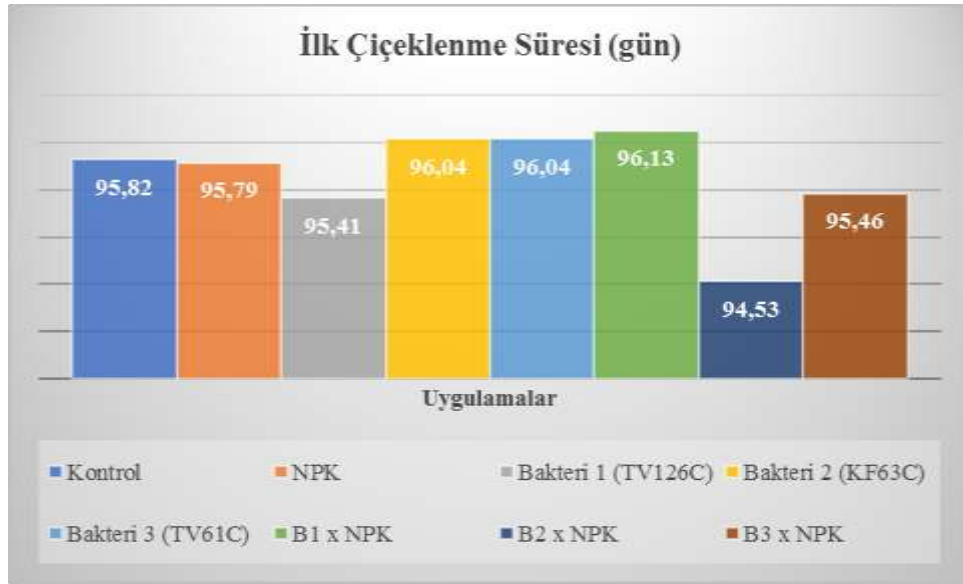


Şekil 4.1. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede ilk yaprak çıkış süresine etkisi

4.2. İlk Çiçek Açma Süresi (gün)

Lale bitkilerinin ilk çiçeklenme sürelerine NPK ve bakteri uygulamasının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.1). İlk çiçeklenme süresi en erken KF63C + NPK uygulanan bitkilerde 94.53 gün olarak belirlenmiştir. En geç çiçeklenme süresi ise TV126 + NPK uygulanan bitkilerde 96.13 gün elde edilmiştir. Kontrol, NPK ve TV61C + NPK uygulamaları parametrelerinin sonuçları birbirlerine yakın çıkmıştır.

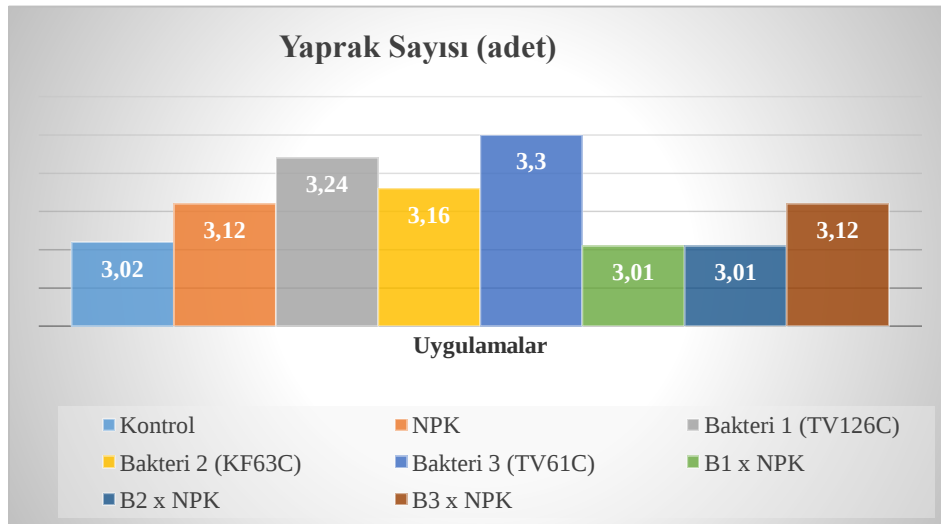
Yapılan bir çalışmada *Burkholderia phytofirmans* (PsJN), T2 *Bacillus* sp. (MN-54), T3 *Enterobacter* sp. (MN-17) ve *Caulobacter* sp. (FA-13) izolatları yaprak gübresi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, lalelerin bakteri suşlarına iyi tepki verdiğini ve morfolojik özelliklerde, soğan özelliklerinde ve diğer kalite parametrelerinde önemli gelişmeler gözlemlendiğini göstermiştir. *Burkholderia phytofirmans* (PsJN) uygulamasının morfolojik ve beslenme açısından optimal olduğu bulunmuştur. Çiçeklenmede bakteri inokulasyonu, kontrol bitkilerine kıyasla en az 4 gün ve en fazla 6 gün gecikmeye neden olmuştur (Bashir ve ark., 2019). Çalışmamızda da KF63C ve TV61C bakterilerinin kontrol grubuna göre geç, TV126C bakterisinin ise erken çiçeklenmeye neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Ancak bakterilerin NPK ile birlikte uygulanması, bakteri ırklarının tek inokülasyonları ile aynı sürede çiçeklenmeyi etkilememesiyle beraber, aralarındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.2. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede ilk çiçek açma süresine etkisi

4.3. Yaprak Sayısı (adet)

Lale bitkilerinde yaprak sayısına NPK ve bakteri uygulamasının etkileri istatistiksel olarak $P < 0,1$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprak sayısına ait en yüksek sonuç (3.3 adet) TV61C inokülasyonu yapılan bitkilerden elde edilmiştir. En düşük ortalama değer ise (3.01 adet) KF63C ve TV61C bakteri inokülasyonu yapılan bitkilerde görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak sayısına etkisi

Gaiki ve ark. (2006), fosfat çözen bakteri *Azotobacter* sp. ve kimyasal gübre (N:P:K, 100:50:00 kg/da) uygulamalarının sarımsak yaprak sayısında önemli ölçüde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Soğanlar üzerinde yapılan bir araştırmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (El-Desuki ve ark., 2006; Yaso ve ark., 2007).

Yaptığımız çalışmada NPK + bakteri uygulamalarında (TV126C + NPK ve KF63C + NPK) elde edilen yaprak sayılarının kontrol grubu bitki yaprak sayılarına yakın elde edildiği tespit edilmiştir. TV61C uygulamasının ise kontrol grubuna kıyasla yaprak sayısında artışa neden olduğu gözlemlenmiştir.

4.4. Yaprak Uzunluğu (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinde yaprak uzunluğu üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek yaprak uzunluğu değeri TV61C + NPK uygulaması bitkilerinde görülmüştür. En düşük değer ise, KF63C + NPK uygulaması bitkilerinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak uzunluğuna etkisi

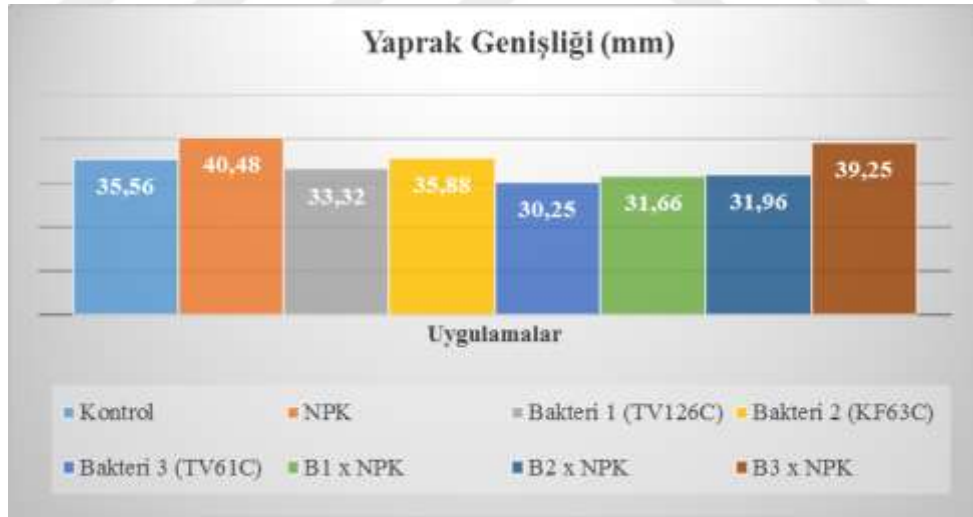
Mısır'da sera koşullarında yetiştirilen *Dianthus caryophyllus* cv. "Red Sim" karanfil çeşidi ile yapılan çalışmada %0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1.0 dozlarında yaprak gübrelemesi (%20 N, %20 P, %20 K, %0.12 Mg, 70 ppm Fe, 14 ppm Zn, 16 ppm Cu, 42 ppm Mn, 72 ppm B and 24 ppm Mo) yapılmıştır. Bu çalışmada dalın yaş ve kuru

ağırlığı ile yaprak yaş ve kuru ağırlık değerleri en yüksek olarak gübreleme oranı %0.6 olan uygulamadan elde edilmiştir (El-Naggar ve El-Sayed, 2008). Yaptığımız çalışmada NPK gübre uygulaması yapılan bitki yapraklarının kontrol grubu ve bazı bakteri inokulasyonlu bitkilerin yapraklarının uzunluklarından daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.4).

4.5. Yaprak Genişliği (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinde yaprak genişliği üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.1). Yaprak genişliğinde en yüksek değer (40.48 mm) NPK uygulamasında görülmüştür. En düşük yaprak genişliği değeri ise (30.25 mm) TV61C uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.5).

(Arıca Bintaş, 2019) yaptıkları çalışmada bakteri ve NPK uygulamasını sümbül bitkisi üzerinde denemişlerdir. Laboratuvar koşullarında ve saksıda yapılan bu çalışmada, en geniş yaprak ortalamasının kontrol grubuna göre 4.476 mm fazlalıkla TV119E bakteri uygulamasında elde etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada KF63C bakterisinin kontrol grubuna göre 0.32 mm artışa neden olduğu gözlenmektedir.



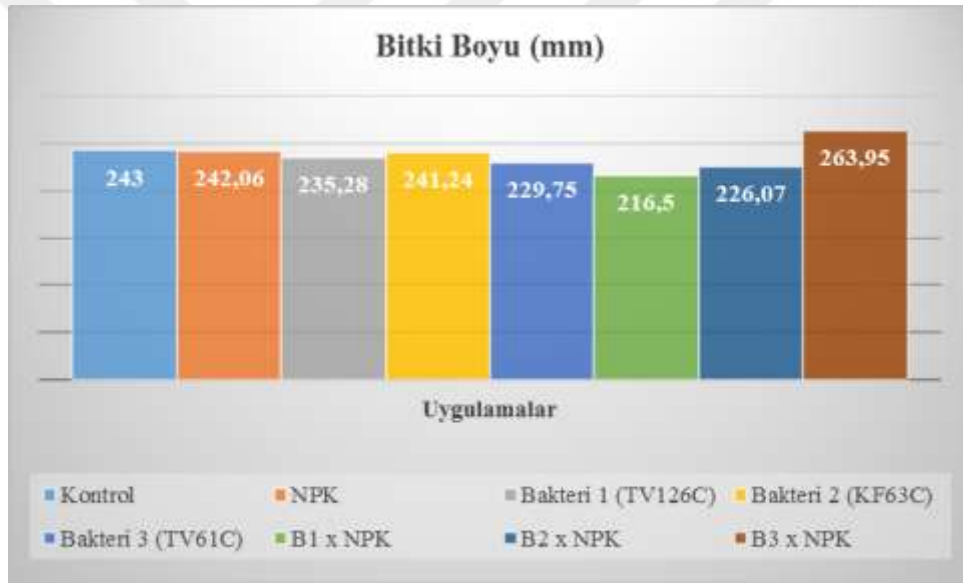
Şekil 4.5. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede yaprak genişliğine etkisi

4.6. Bitki Boyu (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinin boyu üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En uzun bitki boyu 263.95 mm ortalama ile TV61C + NPK uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük bitki boyu ortalaması ise (216.5 mm) TV126C + NPK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.6).

(Arıca Bintaş, 2019) saksıda ve laboratuvar koşullarında yetiştirilen sümbül bitkileri ile yaptıkları çalışmada uygulamalar arasındaki farkları istatistiki olarak önemsiz bulmalarına rağmen, bakteri uygulamalarının kontrol grubu ve NPK uygulanan sümbüllerin bitki boyları üzerine daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

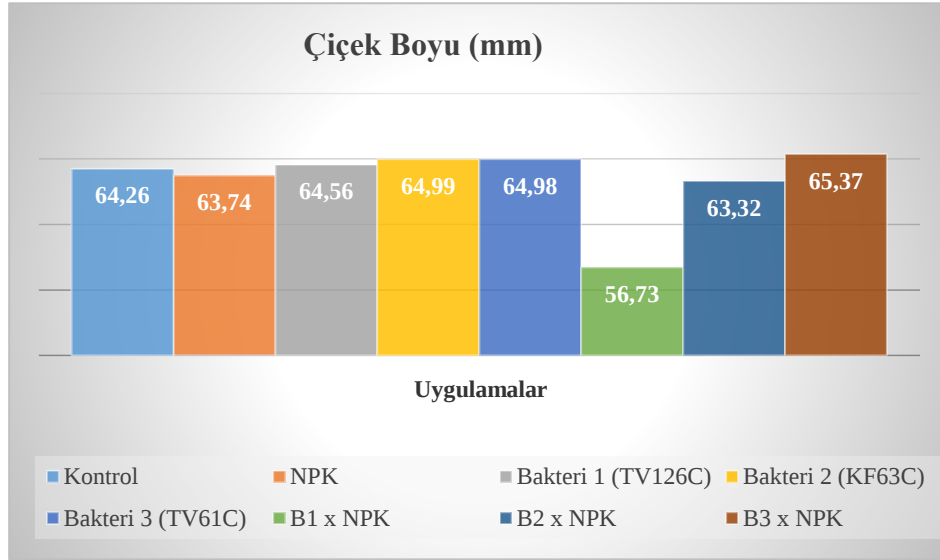
Yaptığımız çalışmada kontrol grubu bitkilerin boylarının, bakteri ve NPK uygulamalarına göre genellikle daha uzun olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.6. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede bitki boyuna etkisi

4.7. Çiçek Boyu (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinde çiçek boyu üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek çiçek boyu değeri (65.37 mm) TV61C + NPK uygulamasından elde edilmiştir. Çiçek boyu olarak en düşük ortalama değer ise (56.73 mm) TV126C + NPK uygulanan parsellerde yetişen çiçeklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



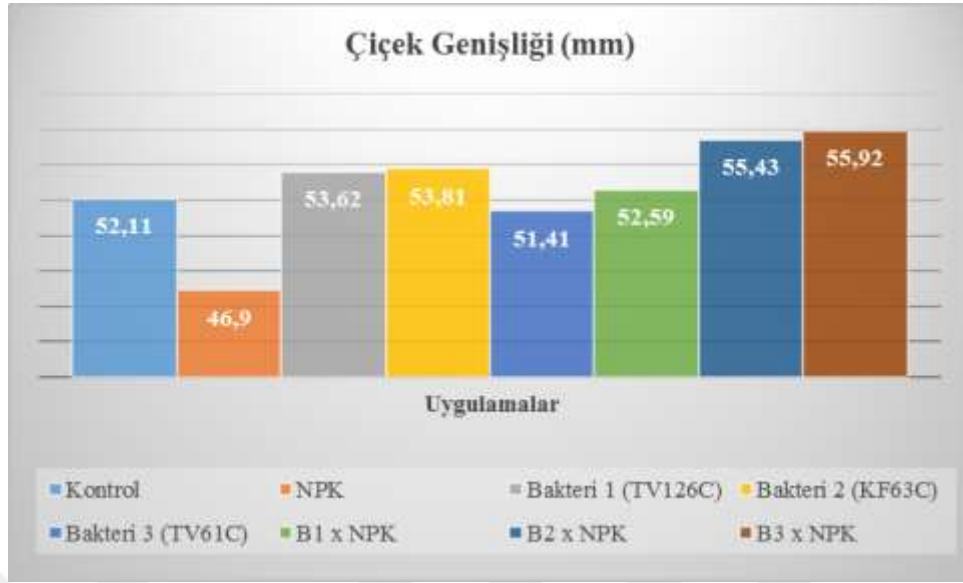
Şekil 4.7. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede çiçek boyuna etkisi

4.8. Çiçek Genişliği (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinde çiçek genişliği üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek çiçek genişliği ortalama değeri TV61C + NPK uygulanan lalelerden elde edilirken (Şekil 4.8), en düşük ortalamaya sahip uygulamanın ise NPK gübre uygulaması olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9).



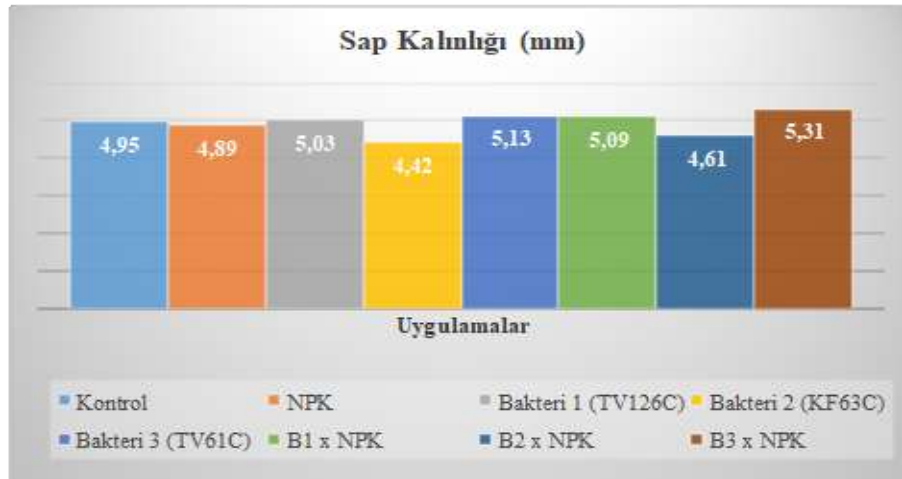
Şekil 4.8. TV61C + NPK uygulanan lale bitkisi



Şekil 4.9. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede çiçek genişliğine etkisi

4.9. Sap Kalınlığı (mm)

NPK ve bakteri uygulamalarının lale bitkisinde sap kalınlığı üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Sap kalınlığı olarak en yüksek ortalama değerin (5.31 mm) elde edildiği uygulamanın TV61C + NPK uygulaması olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık en düşük sap kalınlığı değeri ise (4.42 mm) ile KF63C inokülasyonunun yapıldığı uygulamada gözlemlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. NPK ve bakteri uygulamalarının lalede sap kalınlığına etkisi

Sap kalınlığı çiçeğin duruşu, bitkinin dayanıklılığı ve sağlamlığını etkileyen bir parametredir. Bu özellik kontrol grubu lalelerde 4.95 mm olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak her ne kadar önemsiz çıksa da KF63C bakteri inokulasyonunun olduğu parsellerde yetişen lalelerin hem yalnız hem de NPK gübresi ile birlikte kullanıldığı parsellerin lalelerinden daha düşük sap kalınlığına sahip olduğu belirlenmiştir. KF63C bakterisi bu bağlamda kontrol grubu bitkilerde olduğu kadar bile etkide bulunmayıp aksine kontrole göre azaltıcı bir etkiye neden olmuştur.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Günümüz teknolojik koşullarından kaynaklı günlük hayatı monotonlaştıran çevrenin bu durumunu kırmak için süs bitkilerine olan talep ve yönelimler artmaktadır. Fakat çevremiz için mutualist amaçlı geliştirilecek her fikir ve düşünce bazen yetersiz kalmaktadır. Bunun yanı sıra kimyasal gübreler ve ilaçlamalar bazen kalıtsal atık bırakabilmektedir. Bu gibi ihtimallerin minimal seviyede tutulması için daha organik düşünceli çalışmalar izlenebilir. Çalışmamızda kullanılan PGPB bakterilerin, zirai üretime bitki besin alımı konusunda yardımcı olmasının yanında birlikte kullanıldığı bitkinin bazı zararlılara karşı dayanıklılığını arttırdığı ve üretimde verim düşüklüğünü azaltan etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan söz konusu PGPB bakteri ırklarının lale bitkilerine etkisi gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu bilgilerle birlikte süs bitkilerinde olması gereken estetik özelliklere ait bazı parametreler incelenmiştir. Ortalaması hesaplanan parametrelerin çoğunda (bitki boyu, çiçek boyu, çiçek genişliği, sap kalınlığı ve yaprak uzunluğu) TV61C + NPK gübre uygulamasının diğer uygulamalardan elde edilen sonuçların üstünde seyretmiştir.

Bitki gelişimini teşvik edici özellikte olan bakteri uygulamalarının, bitki klorofil oluşumunda etkisi vardır. *B. megaterium* KBA-10 straininin siderofor üretme özelliğinden dolayı klorofil oranını arttırdığı söylenmektedir (Oral ve Kotan, 2021). Klorofilin fotosentez olayında etkili olduğu ve bu durumun vejetatif organlara etki ettiği bilinmektedir.

Sharaf-Eldin ve ark. (2008) araştırmalarındaki bulgularda PGPB'in safran soğanlarına aşılınmasıyla soğanların daha hızlı sürdüğünü gözlemlemişlerdir.

Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda TV61C bakterisinin tek başına inokule edilen bitkilerde ve NPK gübresinin tek başına verildiği parsellerde elde edilen veriler incelenen parametrelerde optimum seviyede seyrederken, birlikte kullanıldığında alınan sonuçların diğer sonuçlara göre maximum seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara bakılarak TV61C + NPK gübresi uygulamasının lale bitkisinin vejetatif gelişmesinde iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

En erken yaprak çıkış süresi KF63C uygulamasında gözlemlenirken, bu parametrelerdeki tüm değerlerin kontrol uygulamasına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bakterilerin, NPK gübresi uygulamasının veya birlikte kullanımının, erken yaprak çıkış süresi kısmında olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.

En erken ilk çiçeklenme KF63C + NPK uygulamasında belirlenmiştir. İnokule edilen bakteriler arasında TV126C bakterisinin kontrol grubu bitkiler ve NPK uygulaması yapılan bitkilere göre en erken çiçeklenme süresi elde edilmesine neden olduğu görülmektedir. KF63C ve TV61C bakterileri inokule edilen bitkiler kontrol parseline göre daha geç çiçeklenme göstermiştir. Ancak bu durum istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

5.2. Öneriler

Hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol parsellerindeki bitkiler en geç yaprak çıkışı yapan bitkiler olarak göze çarpmaktadır. Erken çiçeklenme için bakteri ve NPK gübre uygulamasının birlikte verilmesi daha uygun olabileceği anlaşılmaktadır. Yaprak genişliği ve uzunluğu için bakterilerin olumlu etkisi pek fazla görülmemiştir. Yaprak kalitesi için gübre uygulamasının yeterli olduğu söylenebilir. Bitki boyunda NPK uygulaması ve bakteri + NPK uygulamasının olumlu etkisi göze çarpmaktadır. Çiçek boyunun uzunluğu için NPK +TV61C bakteri uygulaması önerilebilir. Çiçek genişliği için NPK uygulamasının yetersiz olduğu, bakterilerin etkisinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sap kalınlığı için ise NPK uygulamasının yetersizliği göze çarpmaktadır. Sap kalınlığında bakteri uygulamasının aktivitesi daha uygun olabilir. Bu sonuçlar ışığında TV61C bakterisinin sentetik gübreyle olan kullanımının istenilen sonuçları verebileceğini söylemek daha uygun olabilir. Fakat unutulmamalıdır ki yapılan bu çalışma açık alanda ve Siirt-Kurtalan ekolojik koşullarında yapılmıştır. Bakterilerin saksıda, seralarda, laboratuvar koşullarında, farklı bir ekolojide ve farklı kombinasyonlarda laleye uygulanması ile değişik sonuçların alınabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aktaş, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No:142, Ankara, 345.
- Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998. Deneme Tekniği. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No:1501, Ders Kitabı:455, Ankara, 437.
- Anonim, 2008. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı ‘Megep’ (*Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*) Bahçecilik / Lale Yetiştiriciliği, Ekolojik istekler, s. 11-12, Ankara.
- Arıca Bintaş, P., 2019. Bakteri Ve NPK Uygulamalarının Sümbül Bitkisinin Gelişimi Ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Siirt, 23-28.
- Arslan, S., 1993. Kesme Çiçekçilikte Büyümeyi Düzenleyiciler ve Kullanımları, *Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü*, Lisans Tezi, Bursa, 54.
- Aydın, Ş., Yağmur B., Çoban, H., 2005. Bağda yapraktan KNO₃ uygulamalarının yapraktaki besin element içeriklerine etkisi, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (1), 167-177.
- Bashir, M., Asif, M., Naveed, M., Qadri, R.W.K., Faried, N., Baksh, A., 2019. Pre-harvest 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.
- Bharwana, S.A., Ali, S., Farooq, M.A., Abbas, F., Ahmad, M.S.A., 2013. Alleviation of lead toxicity by silicon is related to elevated photosynthesis, antioxidant enzymes suppressed lead uptake and oxidative stress in cotton. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 4 (4), 1000187.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., Şahin, F., 2004. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, soil properties and bacterial counts. *Can J Microbiol.* 31(3), 189-190.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, M.F., Erat, M., Kutlu, M., Sekban, R., Haznedar, A., 2012. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin Muradiye 10 çay klonunda gelişme, verim ve besin alımı üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 176-181.
- Çığ, F., Çığ, Erman, M., Ceritoglu, F., Ceritoglu, M., 2022. Plant growth promoting bacteria enhances photosynthesis, nodulation and root system architecture in lentil under lead toxicity. *Journal of Central European Agriculture* 23(3), 585.
- Çığ, F., Erman, M., Ceritoglu, M., 2021. Combined application of microbial inoculation and biochar to mitigate drought stress in wheat. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11 (Special issue), 3528-3538.

- Danish, S. and Zahar-ul-Hye, M., 2019. Co-application of ACC-deaminase producing PGPR and timber-waste biochar improves pigments formation, growth and yield of wheat under drought stress. *Scientific Reports*, 9, 5999.
- De Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., 2000. Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants, *HortScience*, 35 (7), 1228-123.
- Demirtaş, A.R., 2010. Süs Bitkileri Yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği Samsun İl Tarım Müdürlüğü, *Çiftçi Eğitimi ve Yayın Şubesi Yayını*, s. 50-51.
- Dole, J.M. and Wilkins, H.F., 1999. Floriculture Principles and Species. ISBN: 0-13-374703-4, *Prentice Hall Inc.*, USA.
- Düzgünes, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları, Yayın No: 1021, Ders Kitabı: 295, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381.
- Eid, A.R., Awad, M.N., Hamouda, H.A., 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 5 (4), 509-518.
- Ekinci, M., Dursun, A., Kotan, R., Güneş, A., 2016. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakteri izolatlarının farklı lale çeşitlerinde oluşan soğan sayısı ve bazı bitkisel özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi, *TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu*. Program Kodu: 1001. Proje No: 1130957.
- El-Desuki, M., Mahmoud, A.R., Hafız, M.H., 2006. Response of onion plants to minerals and biofertilizers application, *Resource Journal Agriculture Biological Science*, 2, 292-298.
- El-Naggar, A.H. and El-Sayed, S.G., 2008. Response of *Dianthus caryophyllus* L. plants to foliar nutrition, *Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 7 (2), 53-67.
- Ercisli, S., Esitken, A., Sahin, F., 2004. Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes. *HortScience*, 39, 533-534.
- Çığ F, Erman M, Ceritoğlu M, 2021. Combined application of microbial inoculation and biochar to mitigate drought stress in wheat. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(Special Issue), 3528-3538
- Gaiki, U.R., Jogdande, N.D., Dalal, S.R., Nandre, D.R., Ghawade, S.M., 2006. Effect of biofertilizers under reduced doses of inorganic fertilizers on growth and yield of garlic, *Journal Plant Archives*, 6 (1), 367-368.

- Glick, B.R., 2020. Beneficial Plant-Bacterial Interactions 2nd ed. *Springer Nature* Switzerland, Cham. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13921-0>
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 1526, Ders Kitabı: 479, Ankara, 576.
- Güzel, N., Gülüt, K.Y., Büyük, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler, *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi*, Genel Yayın No:246, Ders Kitapları Yayın No: A-80.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N, Parekh, L.J., Poole, P.S., 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants, *Plant and Soil*, 245, 83-93.
- Hessayon, D.G., 1996. The Bulb Expert. *Transworld Publishers Ltd*. ISBN: 0-903505-42-8, 128.
- Ijaz, M., Tahir, M., Shahid, M., Ul-Allah, S., Sattar, A., Sher, A., Mahmood, K., Hussain, M., 2019. Combined application of biochar and PGPR consortia for sustainable production of wheat under semiarid conditions with a reduced dose of synthetic fertilizer. *Brazilian Journal of Microbiology*, 50, 449-458.
- Imas, P., 1999. Quality aspects of K nutrition in horticultural crops. *Workshop on Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops*, Dapoli, Maharashtra, India, 15 (1999): 249-254.
- Javed, M.T., Akram, M.S., Habib, N., Tanwir, K., Ali, Q., Niazi, N.K., Gul, H., Iqbal, N., 2018. Deciphering the growth, organic acid exudations, and ionic homeostasis of *Amaranthus viridis* L. and *Portulaca oleracea* L. under lead chloride stress. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 2958-2971.
- Jayasri, M.A. and Suthindhiran, K., 2017. Effect of zinc and lead on the physiological and biochemical properties of aquatic plant *Lemna minor*: Its potential role in phytoremediation. *Applied Water Science*, 7 (3), 1247-1253.
- Kacar B., 1984. Bitki Besleme. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 899, Ders Kitabı: 250, Ankara, 317.
- Karagüzel, O., Akaya, F., Turkay, C., Gürsan, K., Özçelik, A., Erken, K., Çelikel, F.G., 2001. Süs Bitkileri Alt Komisyonu Kesme Çiçek Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı-Bitkisel Üretim (Süs Bitkileri) Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayın No. DPT:2645-ÖİK:653, Ankara, s. 11-60.
- Karagüzel, Ö., Aydınşakir, K., Kaya, A.S., 2007. Dünyada ve Türkiye’de çiçek soğanları sektörünün durumu, *Derim*, 24 (1), 1-10.
- Ker, K., Seguin, P., Driscoll, B.T., Fyles, J.W., Smith, D.L., 2012. Switchgrass establishment and seeding year production can be improved by inoculation with rhizosphere endophytes, *Biomass and Bioenergy*, 47 (1), 295-301.

- Kımk, E., Çelikel, F.G., 2017. Bakteri ve oksin uygulamalarının kuşburnu bitkisinin çelikle çoğaltılması üzerine etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (13), 1714-1719.
- Kır, Ö., 2010. Ekonomik Öneme Sahip Bazı Süs Çalıların Köklendirilmesi Üzerine Hormonların ve Bakterilerin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Kotan, R., Tozlu, E., Güneş, A., Dadaşoğlu, F., 2021. Investigation of possibilities of using *Bacillus subtilis* microbial fertilizer in apple sapling growing. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 52 (1), 46-55.
- Le Nard, M., De Hertogh, A.A., 1993. *Tulipa*, The Physiology of Flower Bulbs (A Comprehensive Treatise on The Physiology and Utilization Ornamental Flowering Bulbous and Tuberous Plants), (Hertogh, A. De, and Nard, M. Le, Editörler), *Elsevier*, Amsterdam, 617-682.
- Lenin, G. and Jayanthi, M., 2012. Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on enhancement of growth, yield and nutrient content of *Catharanthus roseus*. *Intertational Journal Res Pure Applied Microbiology*, 2, 37-42.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition. University of Hohenheim Federal Republic of Germany, *Academic Press Limited*, London, Norfol K. 889.
- Meena, P., Rai, A., 2017. Effect of PGPR on morphological properties of different varieties of wheat (*Triticum aestivum*), *The Pharma Innovation*, 6 (7), 271–277.
- Mirik, M., Aysan, Y., Çınar, Ö., 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with *Bacillus* strains, *Turk. J. Agric. Forest*, 32, 381-390.
- Montag, U., 1999. Fertigation in Israel. *IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition*, 29 June-2 July 1999, Barcelona, Spain.
- Murali, M., Gowtham, H.G., Singh, B., Shilpa, N., Aiyaz, M., Niranjana, S.R., Amruthesh, K.N., 2021. Bio-prospecting of ACC deaminase producing Rhizobacteria towards sustainable agriculture: A special emphasis on abiotic stress in plants. *Applied Soil Ecology*, 168, 104142.
- Nayeem, M. and Qayoom, A., 2015. Inside greenhouses for cultivation of tulip flowers, *International Journal of Advances in Production and Mechanical Engineering (IJAPME)*, 1(2), 12-22.
- Noel, T.C., Sheng, C., Yost, C.K., Pharis, R.P., Hynes, M.F., 1996. *Rhizobium leguminosarum* as a plant growth promoting rhizobacterium: direct growth promotion of canola and lettuce. *Canadian Journal of Microbiology*, 42, 279-283.

- Okur, B., Yağmur, B., 2005. Effects on enhanced potassium doses on yield, quality and nutrient uptake of watermelon. Potassium and fertigation development in WANA Region. *IPI Workshop*, Rabat-Morocco.
- Olgaç, Y., Kasım, R., Kasım, M.U., 2019. Soğanlı süs bitkilerinden lale, nergis ve sümbülde hasat sonrası kalite. 14th. International Marmara Sciences Congress (Autumn). S. 623-624.
- Oral, S.F., Kotan, R., 2021. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin domateste bitki gelişim parametreleri, verim ve bitki sağlığı üzerine etkisi. *Türk. Biyo. Mücadele Derg.*, 12 (1), 47-65.
- Orhan, E., Ercisli, E., Esitken, A., Sahin, F., 2006. Lateral root induction by bacteria, radicle cut off and IBA treatments of almond cvs. 'Texas' and 'Nonpareil' seedling, *SodininkysteIr Darzininkyste*, 25 (3), 71-16.
- Pandey, A., Durgapal, A., Joshi, M., Palni, L.M.S., 1999. Influence of *Pseudomonas corrugata* inoculation on root colonization and growth promotion of two important hill crops, *Microbiological Research*, 154 (3), 259-266.
- Parlakova, F., 2014. Azot Fikseri ve Fosfat Çözücü Bakterilerin Lale Çeşitlerinin Bitkisel Gelişimi, Soğan Sayısı, Kalitesi ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Enst.*, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 113.
- Pimpini, F., 1967. Experiments with the mineral fertilization of sweet pepper. *Prog. Agric. Bologna*, 13, 915-932.
- Rahmoune, B., Morsli, A., Khelifi-Slaoui, M., Khelifi, L., Strueh, A., Erban, A., Kopka, J., Prell, J., van Dongen, J.T., 2017. Isolation and characterization of three new PGPR and their effects on the growth of *Arabidopsis* and *Datura* plants, *Journal of Plant Interactions*, 12 (1), 1-6.
- Rees, A.R., 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers, *C.A.B. International*, Wallingford, UK, 220.
- Shafi, M.I., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., Danish, S., Zafar-ul-Hye, M., Brtnicky, M., Datta, R., 2020. Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9), 1224.
- Shanan, N.T. and Higazy, A.M., 2009. Integrated biofertilization management and cyanobacteria application to improve growth and flower quality of *Matthiola incana*. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5 (6), 1162-1168.
- 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.

- Shubha, B.M., 2006. Intergrated Nutrient Management for Growth, Flowering and Xanthophyll Yielld of Marigold (*Tagetes erecta*. L), (Master Thesis), *University of Agricultural Sciences*.
- Sharma, S., Singh, V., Kumar, V., Devi, S., Shukla, K.P., Tiwari, A., Singh, J., Bisht, S., 2015. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence and future facets in medicinal plants. In: Plant-growth-promoting rhizobacteria PGPR med plants. Cham: *Springer International Publishing*, 109-131.
- Souguir, D., Ferjani, E., Ledoigt, G., Pascale, G., 2011. Sequential effects of cadmium on genotoxicity and lipoperoxidation in *Vicia faba* roots. *Ecotoxicology*, 20, 329-336.
- Taban, S., Çıkılı, Y., Kebeci, F., Sezer, S., Konuşkan, R., Taban, N., Çevik, N., Topoğlu, E., 2005. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların potasyum durumu ve potasyumlu gübrelemenin sarımsakta verim üzerine etkisi, *Tarımda Potasyumunun Yeri ve Önemi Çalıştayı Bildirileri*, Eskişehir, 54-61.
- Tayşi, V., Vömel, A., Ceylan, A., 1977. Neue Anbauversuche mit Anis (*Pimpinella anisum* L.) im Ege Gebiet der Türkei, *Z.f. Acker- und Pflanzenbau*, 145, 8-21.
- Turan, M., Gulluce, M., Cakmakci, R., Oztas, T., Sahin, F., Gilkes, R.J., Prakongkep, N., 2010. The effect of PGPR strain on wheat yield and quality parameters, *Proceedings of 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 140-143.
- Turhan, M., Pişkin, A., 2005. Farklı dozlarda uygulanan potasyumun şeker pancarının verim ve kalitesine etkisi, *Tarımda Potasyumunun Yeri ve Önemi Çalıştayı Bildirileri*, Eskişehir, 115-124.
- Ürgenç, S.İ., 1998. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Fakülte Yayın No: 442, İstanbul.
- Uysal, E., Kaya, E., 2013. Farklı miktarlarda uygulanan azotun, bazı doğal çiçek soğanlarında (*Lilium candidum*, *Galanthus elwesii*, *Leucojum aestivum*) soğan büyüklüğü üzerine etkileri, *V. Süs Bitkileri Kongresi*, Yalova, 729-732.
- Wang, J., Li, R., Zhang, H., Wei, G., Li, Z., 2020. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiology*, 20:38.
- Xu, J., Kloepper, J.W., McInroy, J., Hu, C.H., Bonilla, R., 2011. Isolation and characterization of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria from *Arundo donax* L. (giant reed), *Proceedings of the 2nd Asian PGPR Conference*, 21-24 August, 2011, Beijing, China, 409-415.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., Çoban, H., 2005a. Yapraktan potasyum nitrat (KNO₃) uygulamalarının yuvarlak çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi, *S.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (36), 106-109.

- Yağmur, B., Okur, B., Ongun, A.R., 2005b. Effects on enhanced potassium doses on yield, quality and nutrient uptake of tomato. *Potassium and Fertigation Development in WANA Region, IPI Workshop*, Rabat-Morocco.
- Yaso, I.A., Abd-El Razzak, H.S., Wahab-Allah, M.A., 2007. Influence of biofertilizer and mineral nitrogen on onion growth yield and quality under calcareous soil conditions, *Journal Agriculture Environmental Science*, 6 (1): 245-264.
- Zincirkıran, M., 2002. Geofitler, Uludağ Rotary Derneği Yayınları, No:1, Bursa, 105s.
- Zulfiqar, U., Farooq, M., Hussain, S., Maqsood, M., Hussain, M., Ishfaq, M., Ahmad, M., Anjum, M.Z., 2019. Lead toxicity in plants: Impacts and remediation. *Journal of Environmental Management*, 250, 109557.

