



**KİMYASAL GÜBRE ve BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN
KÖK BAKTERİLERİNİN (PGPR) DOMATES
YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ**

Cengiz DÖNMEZ
Yüksek Lisans Tezi

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

- 1. Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ**
 - 2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH**
- 2019**

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİMYASAL GÜBRE ve BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK
BAKTERİLERİNİN (PGPR) DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ**

Cengiz DÖNMEZ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

IĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Cengiz DÖNMEZ



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

KİMYASAL GÜBRE ve BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK BAKTERİLERİNİN (PGPR) DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

DÖNMEZ, Cengiz

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

1. Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ

2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

Ağustos 2019, 49 sayfa

Yapılan bu çalışmada sera üretim sisteminde bakteri I (*Bacillus licheniformis* HK13, *Pseudomonas putida* NK12, *Stenotrophomonas maltophilia* BY44), bakteri II (*Bacillus subtilis* SK26, *Rhizobium radiobacter* SK63, *Pseudomonas fluorescens* FC42) ve kimyasal gübre uygulamalarının domates bitkisinde salkım sayısı, erkenci verim, birikimli verim, birikimli meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı, meyve sertliği, meyve kuru ağırlığı, toplam suda çözünebilir kuru madde, meyve suyu pH'sı ve titre edilebilir asit miktarı üzerine etkileri araştırılmıştır. ANOVA testi ile farklı bakteri uygulamalarının erkenci verim, birikimli verim, birikimli meyve sayısı, meyve boyu ve titre edilebilir asit için önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve sertliği, meyve kuru ağırlığı, toplam suda çözünebilir kuru madde ve pH için yapılan varyans analizi sonucunda bakterilerin önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p=0,212$, $p=0,240$).

Anahtar kelimeler: Domates, PGPR, Mikrobiyal gübre, *Solanum lycopersicum* L.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CHEMICAL FERTILIZER AND ROOT BACTERIA (PGPR) ON TOMATO GROWING

DÖNMEZ, Cengiz

Master Thesis, Plant Protection Main Discipline

1st Thesis Adviser: Asst. Prof. Dr. Mesude Figen DÖNMEZ

2nd Thesis Adviser: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

August. 2019, 49 pages

In this study, effect of bacteria I (*Bacillus licheniformis* HK13, *Pseudomonas putida* NK12, *Stenotrophomonas maltophilia* BY4), bacteria II (*Bacillus subtilis* SK26, *Rhizobium radiobacter* SK63, *Pseudomonas fluorescens* FC42) and chemical fertilizer were investigated for cluster number, cumulative yield, cumulative fruit number, average fruit weight, fruit height, fruit diameter, fruit hardness, fruit dry weight, total water soluble dry matter, fruit juice pH and titratable acid content on tomato plants. ANOVA test showed that different bacterial applications were important for early yield, cumulative yield, cumulative fruit number, fruit height and titratable acid ($p < 0.05$). As a result of the analysis of variance for average fruit weight, fruit diameter, fruit hardness, fruit dry weight, total water soluble dry matter and pH, no significant effect of bacteria was observed ($p = 0.212$, $p = 0.240$).

Keywords: Tomato, PGPR, Microbial fertilizer, *Solanum lycopersicum* L.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Domates gerek açık alanda gerekse örtü altında en fazla üretilen ve kullanım alanı bulunan sebzelerden birisidir. Tüm bitkilerde olduğu gibi domates yetiştiriciliğinde de biyotik veya abiyotik kaynaklı sorunlar üretim ve verimi sınırlandıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunların çözümüne yönelik olarak uygulanan tarımsal kimyasallar ise oluşturduğu birtakım sorunlardan dolayı önemli riskler taşımaktadır. Bu sebepten dolayı son yıllarda, özellikle insan ve çevre sağlığını gözetmeye dayalı, tarımsal sistemler gündeme gelmektedir. PGPR bakteriler bu yaklaşım içinde, bitki gelişimine ve dayanıklılığına katkılarından dolayı oldukça önemli roller üstlenmektedir.

Yüksek lisans tezimin araştırma konusunun belirlenmesinde, tez çalışmamın gerçekleştirilmesinden yazımına kadar geçen süreçte, maddi ve manevi desteğini her zaman hissettiğim, üzerimde çok emeği bulunan, danışmanım, Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ'e ve beni büyük bir sabırla destekleyen sevgili eşim ve canım kızıma yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Cengiz DÖNMEZ

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Materyali.....	16
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Gübreler.....	16
3.1.3 Çalışmada Kullanılan Bakteri Strainleri.....	17
3.1.4. Çalışmanın Yürütüldüğü Deneme Alanı.....	17
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Deneme Planı.....	18
3.2.2. Bakteri Süspansiyonlarının Hazırlanması.....	18
3.2.3. Kimyasal Gübreleme.....	19
3.2.4. Domates Bitkilerinin Bakteri Strainleri İle İnokulasyonu.....	19
3.2.5. Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	21
3.2.5.a. İklim Verileri.....	21
3.2.5.b. Salkım Sayısı (Adet/Bitki).....	21
3.2.5.c. Erkenci Verimin Belirlenmesi.....	21
3.2.5.ç. Birikimli Verim (Gr/Parsel).....	21
3.2.5.d. Birikimli Meyve Sayısı (Adet/Parsel).....	21
3.2.5.e. Ortalama Meyve Ağırlığının Belirlenmesi.....	21
3.2.5.f. Meyve Boyunun Belirlenmesi.....	21

3.2.5.g. Meyve apının Belirlenmesi.....	21
3.2.5.ğ. Meyve Sertliğinin (Delinme Direnci) Belirlenmesi.....	22
3.2.5.h. Meyve Kuru AĞırlığı (%)......	22
3.2.5.i. Toplam Suda özünebilir Kuru Madde (TSKM)......	22
3.2.5.i. Meyve Suyunun pH Değeri.....	22
3.2.5.j. Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı.....	22
3.2.5.k. İstatistiksel değerlendirme.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŐMA.....	23
4.1. İklim verileri.....	23
4.2. Salkım Sayısı (Adet/Bitki).....	23
4.3. Erkenci Verimin Belirlenmesi.....	25
4.4. Birikimli Verim (Kg/Parsel).....	26
4.5. Birikimli Meyve Sayısı (Adet/Parsel).....	26
4.6. Ortalama Meyve AĞırlığının Belirlenmesi.....	28
4.7. Meyve Boyunun Belirlenmesi.....	28
4.8. Meyve apının Belirlenmesi.....	28
4.9. Meyve Sertliğinin (Delinme Direnci) Belirlenmesi.....	28
4.9. Meyve Sertliğinin (Delinme Direnci) Belirlenmesi.....	28
4.10. Meyve Kuru AĞırlığı (%)......	28
4.11. Toplam Suda özünebilir Kuru Madde (TSKM).....	28
4.12. Meyve Suyunun pH Değeri.....	29
4.13. Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı.....	39
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
AS	Arsenik
.....	
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
.....	
cm ²	Santimetre
Cr	Krom
da	Dekar
.....	
dH ₂ O	Distile su
dk	Dakika
g	Gram
ha	Hektar
.....	
Hg	Civa
.....	
K	Potasyum
Kg	Kilogram
.....	
lt	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre

Na	Sodyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun ölçümü
rpm	Dakikada devir sayısı
sdH₂O	Steril distile su

Kısaltmalar

ACC	1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid
CFU	Koloni oluşturan birim
HCN	Hidrojen siyanid
IAA	İndol asetik asit
ISR	Induced Sistemik Resistance
MeBR	Metil bromür
NA	Nutrient agar
NaCl	Sodyum klorür
PAL	Phenylalanine ammonia-lyase
PGPR	Plant growth promoting rhizobacteria
PSB	Fosfat çözücü bakteriler
TA	Titre edilebilir asit
TSÇKM	Toplam suda çözünebilir kuru madde

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Dünya domates üretiminde yer alan ülkeler (FAO, 2019).....	2
Şekil 3.1. Gülpembe F1 domates çeşiti.....	16
Şekil 3.2. Çalışmanın yürütüldüğü plastik sera.....	17
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait inokulum.....	18
Şekil 3.4. (a) Domates bitkilerine bakteri solüsyonunun ilk uygulaması (b) Domates bitkilerine bakteri solüsyonunun ikinci kez uygulanması.....	20
Şekil 3.5. (a) Bakteri II (SK26, SK63, FC4) uygulaması yapılmış bitkiler (b) Kimyasal gübre uygulaması yapılmış bitkiler.....	21
Şekil 3.6. Bakteri uygulaması II (SK26, SK63, FC4)	22
Şekil 3.7. Kimyasal gübre uygulaması yapılmış bitkiler	22
Şekil 4.1. (a) Gübre uygulanması yapılan bitkilerde oluşan salkım (b) Kontrol grubu bitkilerde oluşan salkım.....	27
Şekil 4.2. (a) Bakteri I'den (HK13, NK12, BY44) alınan meyveler, (b) Bakteri II'den (SK23, SK63, FC42) alınan meyveler, (c) Kimyasal gübre uygulaması yapılan meyveler, (d) Negatif kontrol grubu meyveleri.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Bazı ülkelere ait domates ekim alanları (ha) ve üretim miktarları (ton) (FAO, 2019).....	3
Çizelge 1.2 Türkiye ve Antalya plastik sera alanı ve üretim miktarları (TUIK, 2019)...	4
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait bazı özellikler	17
Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü aylara ait bazı iklim verileri.....	23
Çizelge 4.2. Uygulamaların bazı verim ve meyve kalitesi parametlerine etkisi.....	25
Çizelge 4.3. Uygulamaların bazı verim ve meyve kalitesi parametlerine etkisi.....	25

1. GİRİŞ

Sebzelerin, insan sağlığının korunmasında ve beslenmedeki öneminin her gün daha iyi kavranması tüketimlerini gittikçe arttırmaktadır. Bu sebzeler içerisinde yer alan domates (*Solanum lycopersicum* L.) diğer sebzelere göre daha kolay yetiştirilebilmesi, iklim değişikliklerine dayanıklılığı ve geniş bir talebe sahip olması ile en çok tercih edilen sebze türü olarak ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2007). Son yıllarda domatesin sadece üretim miktarı ve kalitesi artırılmamış aynı zamanda birçok farklı kullanım şekli tüketicilere sunulmuştur. Günümüzde yemeklerde çeşni ve renk kaynağı, sofralarda salata, çerez ve garnitür şeklinde taze olarak tüketildiği gibi, domates suyu, salça, reçel, ketçap, turşu, konserve olarak, kurutulmuş veya dondurularak kullanımıyla da ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır (Soykan, 2010).

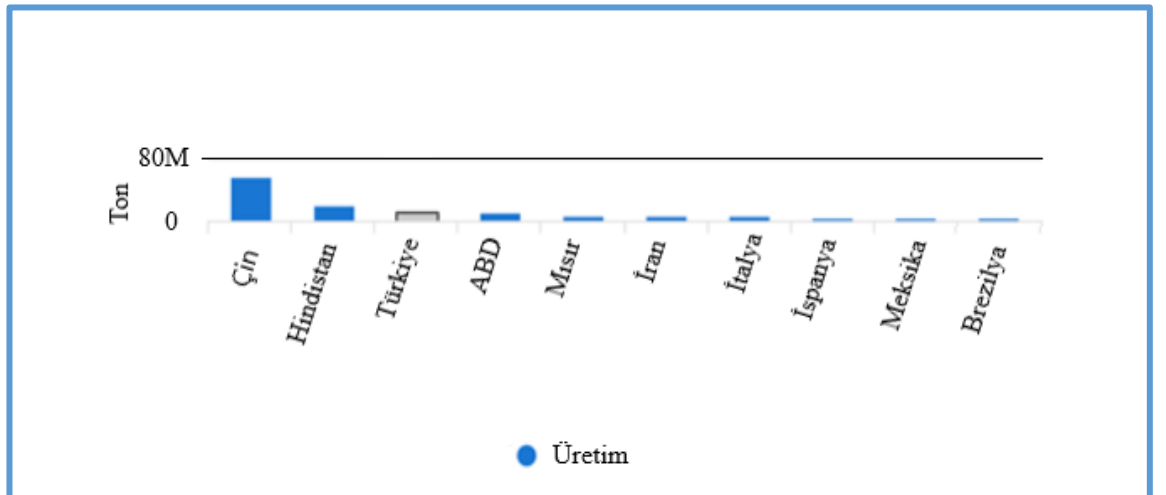
Domates Solanaceae familyasının *Solanum* cinsine dahil olup; tropikal bölgelerde çok yıllık, diğer bölgelerde ise tek yıllık bir kültür bitkisidir. İklim isteği yönünden ılık ve sıcak iklim meyvesidir. Toprak istekleri bakımından kumludan killiye kadar her tür toprakta yetişebilmektedir. Derin, geçirgen su tutma kapasitesi iyi, humus ve besin maddelerince zengin tınlı topraklarda iyi gelişme göstermekte, kumlu tınlı topraklarda erken ürün vermektedir. Yetiştiriciliği için en uygun toprak pH'sı 6,5'tir. Bununla beraber en iyi sonuç tınlı karakterdeki topraklardan alınmakta ve erken ürün elde edebilmek için kumlu-tınlı bünyedeki topraklar ideal kabul edilmektedir (Bayraktar, 1970).

Domatesin optimum geliştildiği sıcaklık derecesi 17-27 °C'dir. Sıcaklığın 13 °C'nin altında ve 30 °C'nin üzerinde olması bitki büyümesini, çiçek tozu canlılığını, çiçek tozunun oluşumunu ve tohumların çimlenme kapasitesini azaltmaktadır (Padem *et al.*, 2005). Domateste verim; çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. İyi bir çeşit ve uygun şartlarda yapılan yetiştiricilikte kök başına 2-12 kilogram arasında ürün alınabilmekte ve dekara verim ise 4-12 ton arasında değişmektedir (Şeniz, 1992). Domateste dış kalite (renk, şekil, görünüş bozuklukları, irilik) ve iç kalite özellikleri (dayanım, tat ve lezzet, sertlik, olgunluk, aroma maddeleri, pH vb), suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik ve C vitamini miktarı yetiştirme dönemi, depolama

koşulları, depolama süresi, çeşit ve bakım işlemlerinden etkilenmektedir (Eşiyok ve ark., 2004).

Domatesin besin değeri oldukça yüksektir ve orta boy bir domates (123g) %94 su, 26 kcal enerji, 1 g protein, 6 g karbonhidrat, 1,4 g toplam lif, 6 mg Ca, 0,6 mg Fe, 273 mg K, 11 mg Na, 766 IU Vitamin A, 0,07 mg tiamin, 0,06 mg riboflavin, 0,8 mg niasin ve 23 mg askorbik asit içermektedir (Gebhardt and Thomas, 2002). Domatesin kalp hastalıklarını, sindirim ve prostat kanserleri riskini azalttığı bilinmektedir. Yüksek oksijen radikallerini tutan ve bastıran bir karotenoid olan likopenin, en önemli kaynağı olan domates likopen içeriği ile antioksidan etki göstermekte, vücudun bağışıklık sistemini güçlendirmekte, kanserli hücrelerin gelişmesini engellemekte ve hücre çoğalmasını baskı altına almaktadır (Dumas *et al.*, 2003; Aydın, 2004; Frusciante *et al.*, 2007).

2018 yılı FAO verilerine göre dünya’da 1.028.454 ha ekim alanı ve 1.028.454 ton domates üretimi ile Çin birinci sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Hindistan (20.708.000 ha ekim alanı, 797.000 ton üretim) ve Türkiye (12.750.000 ekim alanı ve 187.070 ton üretim) takip etmektedir. Dünya sıralamasında Türkiye’ nin üçüncü sırada yer alması domates üretiminde dünyada söz sahibi olduğunu ve dış ticaretinde geliştirilebilecek potansiyeli olduğunu göstermektedir (Şekil 1.1, Çizelge 1.1).



Şekil 1.1. Dünya domates üretiminde yer alan ülkeler (FAO, 2019)

Çizelge 1.1. Bazı ülkelere ait domates ekim alanları (ha) ve üretim miktarları (ton) (FAO, 2019)

		2013	2014	2015	2016	2017
Çin	Üretim miktarı(ton)	50.552.200	52.477.884	55.767.476	57.463.955	59.514.773
	Ekim alanı (ha)	980.100	988.891	1.010.412	1.015.480	1.028.454
Hindistan	Üretim miktarı (ton)	18.227.000	18.735.910	16.385.000	18.732.000	20.708.000
	Ekim alanı (ha)	880.000	882.030	767.000	774.000	797.000
Türkiye	Üretim miktarı(ton)	11.820.000	11.850.000	12.615.000	12.600.000	12.750.000
	Ekim alanı (ha)	189.122	183.029	192.847	189.142	187.070
ABD	Üretim miktarı(ton)	13.828.580	15.875.000	14.580.440	12.936.420	10.910.990
	Ekim alanı (ha)	152.410	163.380	162.980	142.260	126.070
Mısır	Üretim miktarı(ton)	8.290.551	8.288.043	7.737.827	7.320.714	7.297.108
	Ekim alanı (ha)	205.276	214.016	196.853	184.972	182.444
İran	Üretim miktarı(ton)	5.757.447	6.362.902	6.013.142	5.828.557	6.177.290
	Ekim alanı (ha)	151.283	158.702	151.946	149.235	153.735
İtalya	Üretim miktarı(ton)	5.321.249	5.624.245	6.410.249	6.437.572	6.015.868
	Ekim alanı (ha)	87.165	95.207	91.989	93.376	92.993
İspanya	Üretim miktarı(ton)	3.776.800	4.888.880	4.832.700	5.233.542	5.163.466
	Ekim alanı (ha)	46.620	54.750	58.134	62.715	60.852
Meksika	Üretim miktarı(ton)	3.282.583	3.536.305	3.782.314	4.047.171	4.243.058
	Ekim alanı (ha)	87.165	95.207	91.989	93.376	92.993
Brezilya	Üretim miktarı(ton)	4.187.646	4.302.777	4.187.729	4.167.629	4.230.150
	Ekim alanı (ha)	62.687	64.363	63.572	63.980	61.534

Türkiye’de hem tarla hem de örtü altı üretiminde en fazla üretilen sebzelerin başında domates gelmektedir. Son yıllarda örtü altında domates yetiştiriciliğinin yaygınlaşması üretim ve verimliliğin artması yanında sezon genişlemesini de sağlamıştır. Türkiye’de, 2018 yılı verilerine göre domates üretiminin yapıldığı plastik sera alanı 210.250 da’dır. Bu alanın 132.868 da’sını Antalya ili oluşturmakta ve bu alan içerisinde 25.100 da üretim alanı ile Kumluca ilçesi önem taşımaktadır. Üretim açısından veriler değerlendirildiğinde plastik sera Türkiye domates üretimi 2.959.123 ton olup, bu üretimin 1.781.311 ton Antalya ilinden elde edilmektedir. 1.781.311 ton üretim değerinin ise 301.200 tonu Kumluca ilçesinden karşılanmaktadır. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde plastik sera ekim alanı olarak Antalya ilinin Türkiye’nin %60’ını, üretim miktarı olarak ise %63’ünü oluşturması dikkate değer bir üretime sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Türkiye ve Antalya plastik sera alanı ve üretim miktarları (TUIK, 2019)

		Türkiye- TR	Antalya-7	Türkiye- Antalya (%)	Antalya (Kumluca)
Üretim Miktarı ve Plastik Sera- Ton	2013	2.215.191	1.474.703	67	294.800
	2014	2.261.956	1.397.023	62	151.200
	2015	2.396.282	1.497.396	62	214.240
	2016	2.593.298	1.588.440	61	205.000
	2017	2.869.275	1.755.687	61	300.000
	2018	2.959.123	1.781.311	60	301.200
	Ekilen Alan ve Plastik Sera- Dekar	2013	171.559	115.300	67
2014		162.613	104.425	64	14.000
2015		176.259	114.489	65	20.000
2016		188.984	121.977	65	20.000
2017		204.556	131.237	64	25.000
2018		210.250	132.868	63	25.100

Tarımsal üretimde bitki gelişimini ve toprak özelliklerini etkileyen en önemli sorunlardan birisi bilinçsiz ve yoğun bir şekilde kimyasal gübre kullanılmasıdır. Bu noktada bitkilerde verim artırıcı olarak kimyasal gübre kullanımını azaltmak, tarımsal

kimyasalların toprak ve çevre sağlığında oluşturduğu olumsuz etkilerin önüne geçebilmek, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesini sağlamak, daha sağlıklı gıdalar üretmek ve tüketmek amacıyla bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria= PGPR)'nin kullanımı alternatif bir yöntem olarak dikkati çekmektedir. 2000'li yılların başından itibaren PGPR kullanımı hem Türkiye'de hem de uluslararası bilimsel-tarımsal platformlarda oldukça önem kazanmıştır. Yapılan çalışmalar PGPR'ların toprak verimliliğinde ve bitki beslemede önemli unsurlardan birisi olduğunu, yetiştiricilikte uygulanmaları ile tarımda en büyük girdi payına sahip kimyasal gübrelere olan bağımlılığın azaltılabileceğini göstermiştir. Çeşitli bitkilerde etkisi araştırılan PGPR uygulamalarının ürün miktarı, bitki fizyolojisi ve bitki gelişimi gibi özellikler üzerinde olumlu katkılar sağladığı tespit edilmiştir (Romeiro, 2000; Lucy *et al.*, 2004; Niranjiyan *et al.*, 2006; Saharan and Nehra 2011; Porcel *et al.*, 2014; Cordero *et al.*, 2018).

Bitkilerin köklerinden salgılanan organik asitler, şekerler ve aminoasitler gibi karbon kaynakları rizosfer bölgesinin besin açısından zenginleşmesine neden olmakta, bu durum ise o bölgede mikrobiyal etkinliğin yoğunluğu ve mikrobiyal çeşitlilik ile sonuçlanmaktadır (Weller and Thomashow,1994; Dobbelaere *et al.*, 2003; Gray and Smith, 2005). Rizosfer florası içerisinde özellikle bitki kökleri ile ilişkili olan bakteriler diğer mikroorganizmalara kıyasla daha yaygın olarak bulunmaktadır. Genellikle bitki kök bölgesine kolonize olabilen, kök yüzeyindeki mikro habitatlarda çoğalabilen, bulunduğu kısımdaki diğer mikroorganizmalarla rekabet edebilen, direkt veya indirekt olarak bitki ile etkileşerek bitki büyümesini teşvik eden, bitkilerde generatif ve vejetatif gelişimi arttıran, bitkisel üretimin nicelik ve niteliği üzerine olumlu etki gösteren bakterilere "PGPR" denilmektedir (Patten and Glick, 2002; Glick *et al.*, 2007). Yapılan çok sayıda araştırma *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Achromobacter*, *Caulobacter*, *Chromobacterium*, *Aereobacter*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Agrobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Arrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum*, *Flavobacterium*, *Acetobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine ait bakteri strainlerinin PGPR niteliğinde olduklarını göstermiştir (Montesinos *et al.*, 2002; Somers *et al.*, 2004; Bent, 2006; Pozo

and Azcón-Aguilar, 2007; Dutta and Podile, 2010). Ayrıca PGPR grubu bakterilerin *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* ve *Rhizobium* gibi endofitik bakteri türlerini de içerdiği tespit edilmiştir (Bhattacharyya and Jha 2012). Bu türler içerisinde *Bacillus* ve *Pseudomonas* türleri en fazla çalışılan bakteri strainleri olmuştur (Podile and Kishore 2006; Ehret *et al.*, 2010). PGPR strainleri toprağa karıştırılarak, şaşırtma sırasında kökleri bakteri süspansiyonuna daldırarak, bitki yüzeyine sprey edilerek veya ekimden önce tohumları bakteri ile kaplamak şeklinde kolaylıkla uygulanabilme özelliğine sahip olmaları ile de avantaj sağlamaktadır (Ahirwar *et al.*, 2015).

Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri bitkinin kök aktivitesini artırarak bitkilerin besin elementi alınımını arttırmak, organik ve inorganik maddelerin mineralizasyonunu sağlayarak bitkilerin bu mineralleri alınımını arttırmak, toprak yapısı ve verimliliğinin iyileştirilmesinde düzenleyici olarak görev yapmak, tohum, bitki yüzeyi veya toprağa uygulandığında simbiyotik veya asimbiyotik olarak havanın serbest azotunu toprağa bağlamak ve bitkiye sunmak, ürettikleri fosfataz, phytases ve C-P lyases enzimleri ile toprakta bitkiye yararlı formda bulunan fosfor bileşiklerini yararlı forma dönüştürmek, potasyumu çözebilme özellikleri ile potasyumun serbest kalmasını sağlayarak toprak verimliliğini arttırmak, giberallik asit, indol asetik asit ve sitokinin gibi bitkisel hormonları üreterek bitkide büyümeyi arttırmak, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezini engellemek, ağır metalleri kompleks forma dönüştürerek bitki tarafından alınmasını kısıtlamak, ürettikleri polisakkaritlerle toprak agregat oluşumunu arttırmak, artan bitki enzim aktivitesi ile yüksek sıcaklık, aşırı ışık, kuraklık, toksik metal birikimi, radyasyon, yaralanma, tuzluluk vb stres koşullarına karşı bitkilerin dayanıklılığını arttırmak gibi mekanizmalarla direkt olarak bitki gelişimini arttırmaktadırlar (Tuomi and Rosenquist 1995; Vázquez *et al.*, 2000; Dobbelaere *et al.*, 2002; Vessey, 2003; Lugtenberg and Kamilova 2009; Venkadesaperumal *et al.*, 2014).

PGPR'ların indirekt olarak bitkide oluşturduğu etki mekanizmaları fitopatogen fungusların spor ve hiflerinde yapısal bozukluklara neden olarak, çim tüpü ve spor oluşumunu inhibe ederek hastalık çıkışını azaltmak veya engellemek, pyrrolnitrin, 2,4-diacetylphloroglucinol, kanosamin, phenazine-1-carboxylic acid, butirolacton,

pyoluteorin, oligomisin A, mycobacillin, oomycin A, pantocin, subtilin, viscosinamid, bacilysin, zwittermycin ve iturin A gibi antimikrobiyal bileşikler veya kitinaz, sellulaz ve glukonaz gibi fungal hücre duvarını parçalayan litik enzimler üreterek antagonist özellik ile patojen gelişimini engellemek, siderofor üretimi ile ortamda bulunan demir iyonlarını alarak hem bitkinin demir alımını arttırmak hem de ortamdaki demiri bağlayarak patojenlerin gelişmesini engellemek, hidrojen siyanid (HCN) üretimi ile toprak patojenlerinin gelişimini engellemek, bitkilerin doğal savunma sistemini aktive etmek şeklindedir. Belirtilen mekanizmalar bitki gelişiminin farklı dönemlerinde aynı anda veya birbirinden bağımsız olarak aktif olabilmektedir (Parke *et al.*, 1991; Bowers and Parke, 1993; Hultberg *et al.*, 2000; Boudyach *et al.*, 2001; Dwivedi and Johri, 2003; Van Loon, 2007; Altın ve Bora, 2005; Beneduzi *et al.*, 2012).

Örtü altı yetiştiriciliğinde kontrolsüz ve aşırı miktarda kimyasal gübre ve pestisit kullanılmaktadır (Anaç ve Eryüce, 2003). Fosforlu gübrelerin ana materyali olan fosfat kayası, çiftlik gübreleri (kümes hayvanları), mikro element gübreleri ve tarım ilaçlarının bir kısmı önemli oranda toksik ağır metal içerebilmektedir. Endüstride geri dönüşüm ürünlerinden elde edilen organik ve inorganik gübrelerde de yine ağır metal birikimi riski bulunmaktadır. Daha çok Cd, As, Cr, Pb, Hg ve Ni içeren bu gübrelerin toprağa verilmesi ile toksik elementler köklerle alınarak bitkiye ve ürüne taşınmaktadır. Ağır metal içeren bu tür gübrelerin kullanımıyla sadece toprak verimliliği ve ekosistem işlevleri üzerinde değil, aynı zamanda besin zinciri yoluyla hayvan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkiler söz konusudur (Curtis and Smith, 2003; Delen, 2004; Mortvedt, 2005). Oysaki ürünlerin içerdiği ağır metal miktarları kalite ve insan sağlığı açısından önemli bir ölçüttür. Toksik düzeydeki ağır metallerin insan bünyesinde birikmesi sonucunda, metalin türüne ve miktarına bağlı olarak insanlarda kusma, kanama, sarılık, kansızlık, böbrek yetmezliği, akli bozukluklar, deri lezyonları ve kırılğan kemik yapısı gibi birçok sağlık bozukluğu görülebilmektedir. Ağır metaller toksik etkileri nedeniyle bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına zemin hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra özellikle ihraç ürünlerinde bulunan kalıntı, dış satımı olumsuz yönde etkilemekte; bu da

ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kennedy and Gonsalves, 1987; Haktanır ve Arcak, 1998).

Daha yüksek verim elde etmek için çiftçilerin kimyasal azot ve fosfor kaynaklarına gittikçe artan bir şekilde bağımlı olmasından ve bilinçsizce kullandıkları kimyasal pestisitlerin ve gübrelerin sonucunda oluşan zararlı etkilerden yola çıkarak bitkilerin hem gelişimini arttıran hem de antagonistik etkileri ile hastalık kontrolünde önemli rol oynayan, toprak ekosisteminin çeşitli biyolojik aktivitelerine katılan PGPR kullanımının umut verici, pratik bir yöntem olduğu görülmektedir. Bu bakış açısıyla tez çalışmasında sera üretim şartlarında dünya çapında ekonomik öneme sahip olan domates bitkisinde kimyasal gübre ve PGPR strainlerinin kullanımının karşılaştırılması, bazı verim ve meyve parametrelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitki ile ilişkili faydalı bakteriler değişen çevre şartlarına konukçu adaptasyonunda anahtar bir rol oynamaktadır (Gyaneshwar *et al.*, 2001). Bitkiler ve faydalı bakteriler arasındaki interaksiyon toprak kalitesi, bitkilerin sağlığı ve verimi üzerinde ciddi bir etki oluşturmaktadır (Sturz and Nowak, 2000). Faydalı mikroorganizmalar; antibiyotik üretimi, bitki savunma mekanizmasının aktivasyonu, patojen gelişiminin inhibisyonu, bitki gelişimini uyaran maddelerin ve enzimlerin sentezlenmesi, toprak yapısının iyileştirilmesi, bitkilerin kullanacağı besin elementlerinin alımının artırılması gibi mekanizmalarla bitki sağlığı ve gelişimini desteklemektedir (Gognies *et al.*, 2001; Ciccillo *et al.*, 2002; Lodewyckx *et al.*, 2002).

Son on yılda, geniş bir yelpazede bulunan PGPR grubu bakteri strainlerinin etkisi sera ve tarla şartlarında patates, fasulye, soya fasulyesi, bezelye, mercimek, domates, biber, hıyar, buğday, arpa, yulaf, mısır, turp, elma, turunęgil, bazı süs bitkileri ve orman ağaçlarında çalışılmıştır (Biswas *et al.*, 2000; Asghar *et al.*, 2002; Bashan *et al.*, 2004; Kloepper *et al.*, 2004; Khalid *et al.*, 2004; Gray and Smith, 2005; Mehnaz and Lazarovits, 2006). Yapılan araştırmalarda PGPR'lerin birçok bitki türünde erken çimlenme, bitki boyu, ağırlığı, sürgün dokularının gelişmesi, kök büyümesi, yaprak alanı, erken çiçeklenme, klorofil miktarında artış, yaprakta absisyon tabakasının oluşumunun gecikmesi, besin içeriğinin dengelenmesi gibi bir dizi mekanizma ile bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek bitki gelişimini arttırdıkları belirtilmiştir (Schippers *et al.*, 1987; Guo *et al.*, 2004; Kokalis- Burelle *et al.*, 2006; Sharafzadeh, 2012; Singh *et al.*, 2014; Fan *et al.*, 2017).

Bacillus subtilis strainleri üzerinde yapılan çalışmalar, rizobakter metabolitlerinin domates fidelerinin biotik ve abiotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığını/toleransını uyardığını ortaya koymuştur (Bochow and Dolej, 1999).

Chen *et al.*, (2000) tarafından bitki gelişimini arttıran kök bakterilerinin bitkiye inokulasyonu ile bitkinin ürettiği mobil sinyal sonucu meydana gelen uyarılmış sistemik

dayanıklılığın (Induced Systemic Resistance -ISR-) hem toprak hem de yaprak patojenlerinin kontrolünde etkili bir biyokontrol mekanizması olduğunu belirtmiştir. Bu dayanıklılığın salisilik asit ve PR birikiminden bağımsız olarak jasmonik asit ve etilen sinyal yoluna bağlı olarak gerçekleştiği, herhangi bir nekroz veya hastalık belirtisi oluşturmadığı ifade edilmiştir. Birçok kök bakterisi tarafından ISR'nin uyarıldığı bitkilerde fenolik bileşiklerin ve lignin biyosentezinin öncüsü olan PAL (phenylalanine amonia-lyase) enziminin sentezlendiği ve miktarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Sistemik olarak dayanıklılığın uyarılması sonucunda bitkilerde üretimi ve aktivasyonu teşvik edilen enzimlerin birçok patojene karşı daha uzun süreli ve kalıcı bir koruma sağlayarak hastalık gelişimini engelledikleri ve bu şekilde bitki verimini arttırdıkları belirtilmiştir.

Kokalis *et al.*, (2002) tarafından yapılan araştırmada beş farklı PGPR formülasyonu (LS213: *Bacillus subtilis* GBO3 + *B. amyloliquefaciens* IN937a, LS254: *Bacillus subtilis* GBO3 + *B. Pumilis* SE34, LS255: *Bacillus subtilis* GBO3 + *B. subtilis* IN937b, LS256: *Bacillus subtilis* GBO3 + *B. pumilis* INR7, LS261: *Bacillus subtilis* GBO3 + *B. cereus* C4) ile yetiştirilen domates ve biber fideleri solarizasyon yapılan, MeBr ile fumige edilen ve kontrol olarak işlem yapılmayan toprakta yetiştirilmiştir. Test edilen PGPR formülasyonlarının domates ve biberde fide gelişimini ve tarlada da bitki gelişimini artırdığı belirlenmiştir. Toplam domates veriminin LS255 bakteri formülasyonu uygulamasında artış gösterdiği, biber veriminin ise LS255 ve LS256 bakteri formülasyonlarında arttığı tespit edilmiştir.

Lucas Garcia *et al.*, (2004) tarafından yapılan çalışmada biber (Roxy ve Antonio çeşitleri) ve domates bitkisinde (Daniela ve Brillante çeşitleri) *Bacillus licheniformis* (B2, CECT5106 straini) inokulasyonunun fidelik ve sera üretim koşullarında etkisi araştırılmıştır. Fidelikte bakterinin her iki bitki türünde de yaprak alanı ve bitki boyunu önemli düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir. Denemede biber bitkisinde domatese göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sera denemesinde meyve sayısı ve çapının belirgin şekilde arttığı, uygulama yapılan bitkilerde daha az hastalık oluştuğu görülmüştür. Strainin kolonizasyon ve rekabet yeteneğine sahip olduğu, biyogübre ve biyokontrol elemanı olarak sera şartlarında kullanılabileceği bildirilmiştir.

Turan *et al.*, (2007) tarafından yapılan çalışmada mikroorganizmaların topraktaki etkinlikleri ve bitkiler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Domates bitkisinde yapılan bir araştırmada fosfat çözücü bakterilerden *Bacillus* FS-3'ün sera koşullarında domatesin fosfor içeriği, büyüme performansı ve topraktaki fosfor formları üzerine etkileri araştırılmıştır. Fosfor çözücü bakterinin uygulanması ile bitkiler için elverişli formdaki fosfor miktarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bakteri uygulaması ile domates bitkisinin sürgün ve kök kuru ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda fosfor çözücü bakterilerden FS-3'ün, toprakta inorganik formdaki fosforu çözerek elverişli fosfor miktarını arttırdığı ve dolayısıyla organik ve sürdürülebilir tarımda biyogübre olarak kullanılabilen bir potansiyele sahip olduğu gösterilmiştir.

Almaghrabi *et al.*, (2013) tarafından *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Serratia marcescens*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* olmak üzere altı PGPR straininin domates bitkisinin gelişimine etkisi çalışılmıştır. Deneme gündüz sıcaklığı 28°C, gece sıcaklığı ise 20°C olan serada kurulmuştur. Bakteri strainleri NB'da geliştirilmiş ve konsantrasyonu 10⁶ CFU/ml olarak ayarlanmıştır. Çalışmada Rutgers domates çeşidi kullanılmış ve fideler bakteri solüsyonunda 3 dk bekletildikten sonra ekilmiştir. Ekimden 45 gün sonra sonuçlar değerlendirilmiş ve en yüksek bitki verimi 319,6 g/ bitki olarak *S. marcescens* straininden elde edilmiştir. En yüksek gövde kuru ağırlığı ise 43 g ile yine aynı strainin uygulamasında belirlenmiştir. Bu straini sırasıyla *P. putida* (34,33 g), *B. amyloliquefaciens* (31,66 g), *P. fluorescens* (30 g), *B. subtilis* (29 g) ve *B. cereus*'un (27 g) takip ettiği görülmüştür. Bitki boyu *S. marcescens* inokulasyonu sonrası 52,66 cm, *P. fluorescens* uygulaması sonrasında 50,66 cm olarak tespit edilmiştir. *P. putida* ve *B. amyloliquefaciens* uygulamaları sonucunda ise bitki boyu 48 cm olarak belirlenmiştir. Bitki başına meyve sayısı *S. marcescens*, *B. amyloliquefaciens*, *P. putida*, *P. fluorescens* ve *B. cereus* uygulamaları sonucunda sırasıyla 10,66 , 8,66 , 8 , 8 ve 7,66 olarak saptanmıştır. Yapılan bütün uygulamaların kontrol grubundaki bitkilere kıyasla olumlu yönde belirgin farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir.

Maina *et al.*, (2013) tarafından yapılan çalışmada farklı mikroorganizmaların (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter*

chroococcum ve *Bacillus megaterium*) değişik kombinasyonlarının domates fidesi gelişimine etkileri araştırılmıştır. Ekimden 30, 60 ve 90. gün sonra yapılan ölçümler sonucunda incelenen parametrelerin (bitki boyu, yaprak sayısı, dal sayısı, meyve sayısı ve verim) hepsinde kullanılan kombinasyonların kontrole göre daha yüksek sonuç verdiği belirlenmiştir. En iyi sonuç ise 5 mikroorganizmanın birlikte kullanıldığı kombinasyondan elde edilmiştir.

Vaikuntapu *et al.*, (2014) tarafından yapılan çalışmada domates bitkisinin farklı kısımlarından (rizosfer, rizoplane ve phylloplane) alınan örneklerden 74 bakteri straini elde edilmiştir. Bu strainler IAA, siderofor, kitinaz, HCN üretimi ve fosfat çözünürlüğü açısından test edilmiştir. Yedi strainin (NR4, NR6, RP3, PP1, RS4, RP6 ve NR1) birden fazla PGPR özelliğine sahip olduğu belirlenmiş ve türlerin morfolojik, biyokimyasal ve 16S rRNA gen sequensi analizi ile *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Enterobacter* olmak üzere dört cinse ait olduğu bulunmuştur. Yedi strainin hepsinin r 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase aktivitesine sahip olduğu, IAA ve siderofor ürettiği, domates tohumlarının bakterizasyonu ile bitki gelişimini arttırdığı tespit edilmiştir. NR4, RS4 ve NR1 strainlerinin kitinaz enzimine sahip olduğu belirlenmiştir. Strainlerden sadece NR6'nın HCN ürettiği, *Fusarium solani* ve *Fusarium moniliforme*'ye karşı antagonistik etki gösterdiği saptanmıştır. NR1 hariç bütün strainlerin kök uzunluğunu kayda değer oranda arttırdığı görülmüştür. Domates gelişiminde pozitif etki gösteren strainler arasında yalnızca RS4 bitkinin rizosfer kısmından izole edilmiştir. Bu sonuç en iyi PGPR'ların rizosfer ve rizoplane bölgeleri dışında da elde edilebileceğini göstermiştir.

Walia *et al.*, (2014) tarafından yapılan çalışmada çeşitli *Bacillus* türlerinin (*B. subtilis*, *B. vallismortis*, *B. amyloliquefaciens*) domates fidesi üzerinde etkisi incelenmiştir. *B. subtilis* CKT1 straininin tohum çimlenmesini (%36,08), üst aksam uzunluğunu (%5,22), kök uzunluğunu (%21,12), üst aksam kuru ağırlığını (%63,60), kök kuru ağırlığını (%54,08), azot (%18,75), potasyum (%57,69) ve fosfor miktarlarını (%22,22) arttırdığı tespit edilmiştir.

Mangmang *et al.*, (2015) tarafından yapılan çalışmada *Azospirillum brasilense*'ye ait üç strainin (Sp7, Sp7-S ve Sp245) domates, hıyar ve marul bitkilerinin gelişimindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçların bitki türüne, inokulasyon

metoduna, inokulum konsantrasyonuna ve IAA üretimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Tohumlar 10^6 CFU/ml konsantrasyonundaki bakteri solüsyonunda bir saat bekletildikten sonra ekilmiştir. Bitkilerin gelişiminde en iyi sonuç Sp7-S straininin inokulasyonundan elde edilmiştir. Bu sonucu Sp7 ve Sp245 strainlerinin uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir. Sp245'in marul ve hıyar bitkilerinde IAA seviyesini arttırdığı, Sp7-S ve Sp245 strainlerinin ise en uzun kök oluşumunu sağladığı bulunmuştur.

Ahirwar *et al.*, (2015) tarafından kurulan saksı ve tarla denemelerinde domates bitkisinin büyümesini ve verimini arttırmada PGPR'ların rolü araştırılmıştır. Domates bitkilerinin rizosferinden izole edilen toplam 28 *P. fluorescens* straini morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine dayalı olarak karakterize edilmiş ve bitki gelişimini teşvik etme aktiviteleri test edilmiştir. Bu amaçla tohumlar %70'lik etil alkolde 4 dk, %2'lik hipoklorik asitte 1 dk bekletilmiş ve ardından 4 kez sdH₂O ile yıkandıktan sonra bakteri strainlerinin 5×10^6 CFU/ml konsantrasyonu ile inokule edilmiştir. Ekimden 70 gün sonra yaprak alanı, yaprak ağırlığı, bitki başına meyve ve çiçek sayısında önemli oranda artış tespit edilmiştir. Kontrolde bitki başına 175 g olarak belirlenen verimin bakteri uygulamasında 209 grama çıktığı görülmüştür. Tarla denemesi sonucunda bakteri uygulamalarının bitkinin fizyolojik verim parametrelerini olumlu yönde etkilediği, toplam verimi arttırdığı, meyve verimini %57 oranında yükselttiği bulunmuştur. Kontrol grubunda yaprak alanı, gövde, kök ve yaprak ağırlığı, bitki başına çiçek ve meyve sayısı sırasıyla 537 cm², 3,96 g, 1,49 g, 5,23 g, 7 ve 14 olarak belirlenmiştir. Belirtilen özellikler bakteri uygulamasında 886 cm², 7,36 g, 2,34 g, 8,61 g, 14 ve 22 değerinde bulunmuştur. *P. fluorescens*' in fosfatı çözdüğü, IAA, HCN ve siderofor ürettiği tespit edilmiştir. IAA üretiminin triptofanın varlığı ile önemli miktarda uyarıldığı belirlenmiştir. *P. fluorescens* SS5 straininin domateste total meyve verimi, bitki başına meyve verimi, sürgün/kök uzunluğunu ve ağırlığını belirgin şekilde arttırarak verimi ve bitki gelişimini en iyi arttıran bakteri straini olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *P. fluorescens* SS5 straininin rizosferdeki doğal bakteri popülasyonunu olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Zamer *et al.*, (2016) tarafından yapılan çalışmada mısır bitkisinin rizosferinden izole edilen dört *Bacillus megatorium* straininin inokulasyonunun, tuz stresi altındaki

domates bitkilerinin (Rio çeşiti) gelişimini arttırmadaki etkinliği serada saksı denemesi kurularak araştırılmıştır. Strainler Lauryl Broth'da 37 °C'de bir gece geliştirilmiştir. Hazırlanan solüsyon 15 dk santrifüj edildikten sonra ml'de 1000 hücre olacak şekilde 600 nm dalga boyunda konsantrasyonu ayarlanmıştır. Üç haftalık domates bitkilerinin her birine 100 ml bakteri solüsyonu inokule edilmiştir. Zm7 straininin uygulanmasından 15 ve 30 gün sonra domateste kök ve sürgün ağırlığının, yaprak sayısının, yaprak yüzey alanının, kök ve sürgün uzunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Zm3, Zm4 ve Zm6 strainlerinin kontrole kıyasla bitkinin morfolojik parametrelerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Zm4, Zm6 ve Zm7 strainlerinin uygulandığı domates bitkilerinde klorofil içeriği a, klorofil içeriği b, antosiyanin ve karotenoid içeriğinin arttığı saptanmıştır. Uygulama yapılmayan kontrol bitkileri ile kıyaslandığında Zm7 uygulaması yapılmış bitkilerde strese tepki oluşturulmasında rol alan metallothionein ve glutathion genlerinin ekspresyonunun yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Antosiyaninin klorofil b, sürgün ağırlığı, toplam fide ağırlığı ve karotenoidler ile, karotenoidlerin ise yaprak yüzey alanı, kök uzunluğu, klorofil b ve antosiyanin ile olan korelasyonunun anlamlı olduğu rapor edilmiştir. Genel olarak Zm7 straininin tuz stresi altında kontrol bitkilere kıyasla bitkinin morfolojik ve biyokimyasal parametrelerini arttıran en iyi bakteri straini olduğu bulunmuştur.

Yılmaz (2017), tarafından yürütülen bir çalışmada, farklı hibrit ve standart domates çeşitleri ile bazı bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin kombinasyonlarının belirlenmesi ve belirlenen en iyi kombinasyonların tuz stresi altındaki reaksiyonlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bitki materyali olarak 3 hibrit (Maysaloun, Platinium ve Interland) ve 3 standart (Falkon, Çanakkale ve Marmande) domates çeşidi, bakteriyel inokulum kaynağı olarak CA41/1 (*Bacillus thuringiensis*), 18/1K (*Pseudomonas putida*), S5/4Ep (*Pseudomonas putida*), 30 (*Pseudomonas putida*) strainleri kullanılmıştır. PGPR kullanımı ile birlikte sodyum alımı azalmış, potasyum, fosfor, bakır, çinko, K/Na ve Ca/Na oranında kontrole göre önemli bir artış olduğu görülmüştür. PGPR uygulamalarında 25 mM tuz konsantrasyonu ile birlikte yeşil aksam sodyum içeriğinde %94,35 ile S5/4ep straini 0 mM'e göre en düşük artış oranına sahip olurken, 50 mM NaCl dozunda ise %167,14 ile CA41/1 bakteri straininin en düşük artış oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yeşil aksamda 25

mM tuz konsantrasyonu için 0 mM uygulamasına göre en yüksek K/Na artış oranı %55,42 ile S5/4ep straininde olurken, 50 mM'de ise %70,00 ile CA41/1 bakteri straininde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bağlamda PGPR izolatlarının tuz stresi altındaki domates bitkilerinde, fide gelişim parametrelerinde olumlu etkiler sağladığı ve besin içeriğinde özellikle tuz stresinde önemli olan K, Ca gibi besin elementlerinin alımını kolaylaştırarak, bitki gelişimine olumlu yönde etki yaptığı tespit edilmiştir.

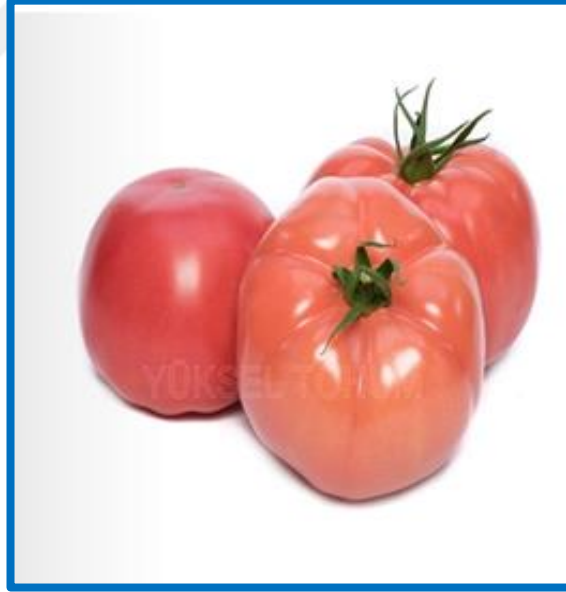
Malkoçlu (2018) tarafından yapılan çalışmada organik fide üretiminde farklı fide yetiştirme ortamlarında bitki gelişimini arttıran kök bakterilerinin (PGPR) etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Denemede bitkisel materyal olarak ticari önemi yüksek türlerden domates (*Lycopersicon esculentum* cv. Melis), karpuz (*Citrillus lanatus* cv. asbal) ve baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata* cv. *papiro*) çeşitleri kullanılmıştır. Bu türler 4 ortamda [İthal torf (IT), Yerli torf + Klinoptilolit + Vermikompost (YT+KLI+VK), Yerli torf + Perlit + Vermikompost (YT+PER+VK) ve %60 Yerli torf + %40 Vermikompost (%60YT + %40VK)] yetiştirilmiş ve 11 bakteri straini (1: *Pseudomonas punonensis* 37, 2: *Pseudomonas fluorescens* 30, 3: *Ochrobactrum pseudintermedium* 80, 4: *Pantoea agglomerans* 83, 5: *Bacillus subtilis* 66/3, 6: *Bacillus thuringiensis* 99, 7: *Pseudomonas putida*18/1K 8: *Pseudomonas fluorescens* 112, 9: *Pseudomonas fluorescens* S5/4, 10: *Pseudomonas fluorescens* TR21/1, 11: *Pseudomonas punonensis* 56) ile deneme kurulmuştur. Karpuz ve baş salatada verim değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunmama ile birlikte *Bacillus subtilis* 66/3 ümitvar olarak bulunmuştur. Domateste sonbahar üretiminde mildiyö hastalığı görüldüğü için verim alınamamış ve bir yıl sonra tekrarlanan denemede B5+8 kombinasyonunda verim açısından en iyi sonuçlar elde edilmiştir. İlkbahar döneminde ise verim açısından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık ortaya çıkmamış, diğer parametreler değerlendirildiğinde *Pseudomonas fluorescens* 112 straininin ön plana çıktığı gözlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmada ticari ismi Gülpembe F1 olan domates çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1). İlkbahar ve sonbahar dikimine uygun olup sera ve açık tarlada yetiştirilebilen bir çeşittir. Meyveleri parlak pembe renkli, az dilimli, sert ve raf ömrü uzundur. Boğum arası kısadır ve salkımda 4-5 adet meyve bulunur. Tat ve aroması çok iyidir. Domates mozaik tobamo virüsüne, *Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*' ye dayanıklı bir çeşittir.



Şekil 3.1. Gülpembe F1 domates çeşiti

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Gübreler

Çalışmada Toros Tarım San. ve Tic. A.Ş. firmasından temin edilen wsf NPK gübreler (Toros Map 12.61.0, Toros MKP 0.52.34, Torosol 18.18.18, Torosol 15.30.15, Torosol 16.8.24, Torosol 20.10.20, organamineral gübre, Çinko ve Bor) ve Kuşbaba Tarım'dan temin edilen hümitik-fulvik asit içerikli organik madde kullanılmıştır.

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bakteri Strainleri

Çalışmada Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda yer alan ve azot fikzasyon, fosfat ve potasyum çözme özellikleri belirlenmiş olan 6 farklı kök bakteri straini kullanılmıştır. Strainlerin yağ asit metil ester analizine ait tanı sonuçları, benzerlik indeksi, azot fikzasyon, fosfat ve potasyum çözme özellikleri Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait bazı özellikler

Strain No	MIS Tanı sonucu	MIS SIM Indeks (%)	N	P	K
HK13	<i>Bacillus licheniformis</i>	66	K+	-	-
NK12	<i>Pseudomonas putida</i>	53	K+	+	-
BY44	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	83	+	K+	+
SK63	<i>Rhizobium radiobacter</i>	59	+	K+	-
SK26	<i>Bacillus subtilis</i>	66	+	+	+
FC42	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	78	+	+	K+

***N:** Azot fikse etme özelliği, **K:** Potasyum çözme özelliği, **P:** Fosfor çözme özelliği, **K+:** Kuvvetli pozitif sonuç, +: Pozitif sonuç, - : Negatif sonuç

3.1.4. Çalışmanın Yürütüldüğü Deneme Alanı

Deneme, Antalya’nın Finike ilçesine bağlı Hasyurt mahallesinde, üretici Ferdi TOSUN’a ait plastik serada yürütülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışmanın yürütüldüğü plastik sera

3.2. Metot

3.2.1. Deneme Planı

Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak plastik serada kurulmuştur. Çalışma negatif kontrol, kimyasal gübre, bakteri I (HK13, NK12, BY44) ve bakteri II (SK26, SK63, FC42) olmak üzere 4 gruptan oluşmuştur. Her parsel için 15 domates fidesi dikilmiş ve toplamda 180 domates fidesi ile çalışma yürütülmüştür.

3.2.2. Bakteri Süspansiyonlarının Hazırlanması

Derin dondurucuda (-80 °C) muhafaza edilen bakteri strainleri Nutrient Agar (NA; Lab-lemco powder 1 g, yeast extract 2 g, peptone 5 g, sodium chloride 5 g, agar 15 g, distile su 1 L pH 7,4 ± 0,2) besi ortamına ekilerek 48 sa 28 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen bakteri kültürlerinden alınan koloniler, içerisinde Nutrient Broth (NB; Lab-lemco powder 1 g, yeast extract 2 g, peptone 5 g, sodium chloride 5 g, distile su (dH₂O)1 L. pH 7,4 ± 0,2) bulunan erlenmayerler içerisine aktarılmıştır. Süspansiyonlara bakterilerin yapışma özelliğini güçlendirmek için sukroz ilave edilmiştir. Kontamine edilen sıvı besi yerleri 28 °C'ye ayarlı çalkalayıcıda 140 rpm' de 1 gece inkübe edilmiştir. Hazırlanan bakteriyel inokulumun konsantrasyonu 10⁸ CFU/ml olacak şekilde dH₂O ile seyreltilerek hazırlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait inokulum

3.2.3. Kimyasal Gübreleme

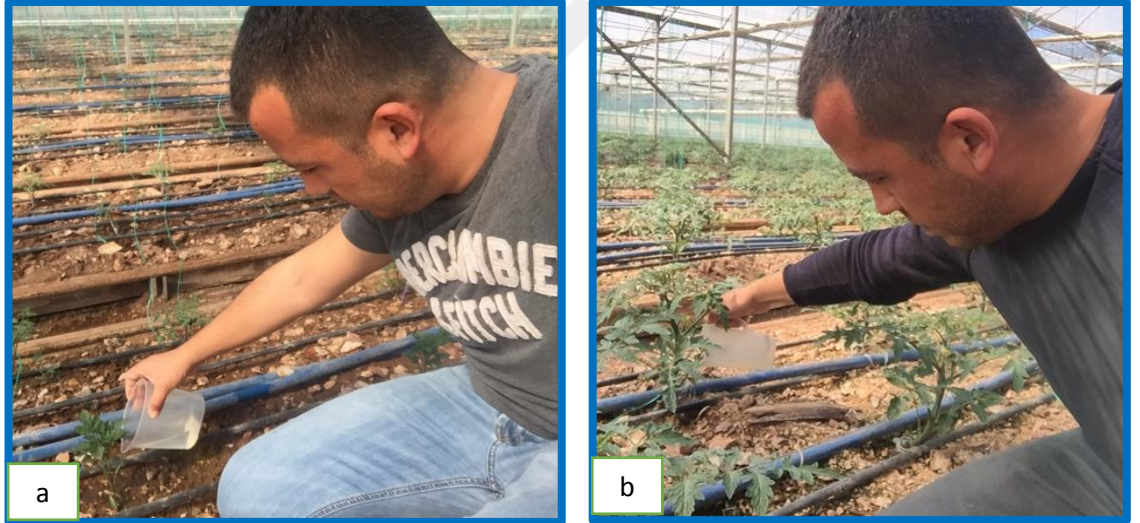
Domates bitkilerine aşağıda belirtildiği şekilde gübre uygulanmıştır.

- Dikimden 7-10 günlük sürede damlama sulama sisteminden 15-20 dk süreyle sulama yapılmıştır. Bitkide hızlı kök oluşumunu sağlamak için Spinter+Plus (6-30-0)'dan 400 g damlamadan su ile verilmiş ve bu uygulama 2 kez tekrarlanmıştır.
- MAP (12.61.0) uygulaması dönüme 1,5 kg olacak şekilde 20 gün süreyle ortalama 25-30 dk damlama sulama sistemi ile verilmiştir. Bir gübrelemede MKP (0.52.34) dönüme 2 kg olarak uygulanmıştır.
- MAP içerisine NPK (18.18.18) eklenerek 3-4 kez damlama sulamadan verilmiştir. 3 sulamada bir magnezyum nitrat 1,5 kg olarak damlama sulama sistemi ile uygulanmıştır.
- Bitki 4. veya 5. meyve salkımına geldiğinde NPK (18.18.18) ve NPK (16.08.24) uygulaması 3/1 oranında yapılmıştır. Bu uygulama içerisine de magnezyum sülfat 2 sulamada bir olarak 2 kg damlama sulama sistemi ile verilmiştir.
- Bitkide 6. meyve salkımında tepe körlemesi yapılmış ve hasat döneminin sonuna kadar NPK (16.08.24) verilmesine devam edilmiştir.

- MAP uygulaması yapılmaya başladıktan sonra 3 sulamada bir dönüm başına kalsiyum nitrat 2,5 kg ve yarım lt nitrik asit uygulanmıştır. Bu aşamada dönüm başına humik-fulvik asit içeren ürünlerden 2 lt her damlama suyuna eklenmiştir.

3.2.4. Domates Bitkilerinin Bakteri Strainleri ile İnokulasyonu

Bitkilere uygulanan kimyasal gübre programına göre bakteri uygulaması yapılmıştır ve bakteri solüsyonları yetiştirme ortamına içirme şeklinde (100 ml/bitki) uygulanmıştır (Şekil 3.4 a, b). Bitkilere azot içerikli NPK gübresi verildiğinde bakteri uygulamaları için azot fiksasyon özelliği pozitif olan HK13 ve NK12 strainleri, fosfor içerikli NPK ve saf gübreler verildiğinde fosfor çözebilme özellikleri pozitif olan BY44 ve SK63 strainleri, potasyum oranı yüksek NPK gübrelerin uygulandığı dönemde ise potasyumu çözme özellikleri belirlenmiş SK26 ve FC42 strainleri inokule edilmiştir. Bakteri uygulaması yapılan bitkiler Şekil 3.5 a'da, kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkiler ise Şekil 3.5 b'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. (a) Domates bitkilerine bakteri solüsyonunun ilk uygulaması (b) Domates bitkilerine bakteri solüsyonunun ikinci kez uygulanması



Şekil 3.5. (a) Bakteri II (SK26, SK63, FC4) uygulaması yapılmış bitkiler (b) Kimyasal gübre uygulaması yapılmış bitkiler

3.2.5. Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.5.a. İklim Verileri

Denemenin sürdürüldüğü dönemde sera içi hava sıcaklığı ve oransal nem ölçülmüştür. Değerler, veri toplayıcı sensörlerden alınmış ve veri toplayıcıda 15 dk ortalama değerler olarak toplanmıştır. Deneme süresince ölçülen 10 günlük minimum, maksimum ve ortalama değerler kaydedilmiştir.

3.2.5.b. Salkım Sayısı (Adet/Bitki)

Üretim döneminin sonunda, belirlenen tarihte son salkımın üzerinde 2 yaprak bırakılarak uç alma işlemi gerçekleştirilmiş ve büyüme durdurulmuştur. Her bitki üzerindeki salkımlar sayılarak, bitki başına salkım sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.c. Erkeni Verimin Belirlenmesi (G/Parsel)

Hasadın ilk bir ayında elde edilen verim miktarı erkenci verim olarak (g/parsel) değerlendirilmiştir.

3.2.5.ç. Birikimli Verim

İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her parselden meyveler toplanarak tartılmıştır. Elde edilen verim değerleri haftalık olarak toplanarak birikimli (kümülatif) değerler bulunmuştur.

3.2.5.d. Birikimli Meyve Sayısı (Adet/Parsel)

İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her parselden toplanan meyveler sayılmış ve haftalık birikimli değerler şeklinde kaydedilmiştir.

3.2.5.e. Ortalama Meyve Ağırlığının Belirlenmesi (G/Meyve)

Uygulamalardaki her bir tekerrürden elde edilen örneklerin ağırlıkları meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı (g/meyve) belirlenmiştir.

3.2.5.f. Meyve Boyunun Belirlenmesi

Uygulamalardaki her bir tekerrürden alınan 15 örneğin boyları dijital kumpas ile ölçülerek cm olarak kaydedilmiştir.

3.2.5.g. Meyve Çapının Belirlenmesi

Uygulamalardaki her bir tekerrürden alınan 15 örneğin çapları dijital kumpas ile ölçülerek cm olarak kaydedilmiştir.

3.2.5.ğ. Meyve Sertliğinin (Delinme Direnci) Belirlenmesi (Kg/ Cm²)

Uygulamalardaki her bir tekerrürden alınan 15 örneğin meyve sertliği (kg/ cm²) el penetrometresi ile ölçülerek tespit edilmiştir.

3.2.5.h. Meyve Kuru Ağırlığı (%)

Alınan meyve örnekleri, darası alınmış plastik kaplara konularak hassas terazide tartılmış ve yaş ağırlıkları alındıktan sonra 65°C'lik etüvde kurumaya bırakılmıştır. Örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulduktan sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yaş ağırlıkları ile kuru ağırlıkları arasındaki fark hesaplanarak toplam kuru ağırlık (%) olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1972).

3.2.5.i. Toplam Suda Çözünebilir Kuru Madde (TSÇKM)

Blender yardımıyla 3-4 adet meyveden elde edilen meyve püresi kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Bu süzükten alınan 1-2 damla örnek el reflaktometresi ile okunmuştur.

3.2.5.i. Meyve Suyunun pH Değeri

Süzüğe batırılan pH metre probu yardımı ile yapılan okumalar sonucunda elde edilmiştir.

3.2.5.j. Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı

Hazırlanan meyve suyu süzüğünden alınan 5 ml örneğe 15 ml saf su konularak, 0,1 N NaOH çözeltisi ile 8,01 değeri elde edilinceye kadar pH metre ile titrasyon yapılmıştır. Titre edilebilir asit miktarı, harcanan NaOH miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Karaçalı, 1990).

- A: $[(S.N.F/C)] \times 100$
- A: Titre edilebilir asit miktarı
- S: Sarfedilen NaOH miktarı
- N: Sarfedilen NaOH'ın normalitesi (0.1N)
- F: Sarfedilen NaOH'ın faktörü
- C: Kullanılan örnek miktarı (ml)

3.2.5.k. İstatistiksel değerlendirme

Denemeden elde edilen verilere SPSS 16,0 paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise %5 hata olasılığı ile yapılan LSD testiyle belirlenmiştir.

4. ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA

4.1. İklim verileri

Denemenin yürütüldüğü dönemde sera içi hava sıcaklığı ve oransal nem ölçülmüştür. Deneme süresince ölçülen 10 günlük minimum, maksimum ve ortalama değerler izelge 4.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü aylara ait bazı iklim verileri

Tarih	İklim Verileri			
	Min. Sıcaklık (°C)	Mak. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Bağıl Nem (%)
28-31 Ağustos 2017	22,4	38,4	29,5	56
1-10 Eylül 2017	22,3	39,8	27,3	51
11-20 Eylül 2017	21,4	37	27,3	51

20-30 Eylül 2017	20,2	36,4	27,3	51
1-20 Ekim 2017	18,2	31,9	22,3	52
11-20 Ekim 2017	14,6	29	22,3	52
20-31 Ekim 2017	12	25,4	22,3	52
1-10 Kasım 2017	11,3	21,6	19,8	49
11-20 Kasım 2017	7,9	18,8	19,8	49
20-30 Kasım 2017	4,2	13,7	19,8	49

4.2. Salkım Sayısı (Adet/Bitki)

Üretim döneminin sonunda, negatif kontrol, kimyasal gübre, bakteri I ve bakteri II uygulamalarının yapıldığı bitkilerde bitki başına salkım sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında salkım sayısı açısından fark tespit edilmemiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. (a) Gübre uygulanması yapılan bitkilerde oluşan salkım (b) Kontrol grubu bitkilerde oluşan salkım

Gülpembe domates çeşidinde erkenci verim, birikimli verim, birikimli meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı üzerine iki farklı bakteri grubunun etkisini incelemek için yapılan denemede; verilerin varyans analizine

uygunluğunu normallik testi olan Kolmogorov-Smirnov Tek Örnek Testi ile değerlendirilmiş, verinin normal dağılışı gösterdiği anlaşılmıştır ($p>0,05$). Levene Homojenlik Testi ile varyansların homojen olduğu anlaşılmıştır ($p>0,05$) ve bu durum varyans analizinin yapılabileceğini göstermiştir. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir. Varyans analiz testi olan ANOVA testi ile farklı bakteri uygulamalarının erkenci verim, birikimli verim, birikimli meyve sayısı, meyve boyu ve titre edilebilir asit için önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve sertliği, meyve kuru ağırlığı, toplam sude çözülebilir kuru madde ve pH için yapılan varyans analizi sonucunda bakterilerin önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p=0.212$, $p=0.240$). Uygulamalar arası farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiş, farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Uygulamaların bazı verim ve meyve kalitesi parametlerine etkisi

	EV (kg)	BV (kg)	BMS	OMA (gr)	MB (cm)	MÇ (cm)
B-I	15,05 ±0.017 ^b	44,33±0.145 ^b	211,0±1.732 ^c	210,0±1.732 ^{ns}	6,50±0.115 ^b	7,5±0.288 ^{ns}
B-II	15,09±0.014 ^b	47,70±1.800 ^{ba}	229,0±1.732 ^b	216,0±1.732 ^{ns}	7,0±0.115 ^a	7,7±0.173 ^{ns}
KG	16,61±0.008 ^a	33,66±2.027 ^c	169,0±1.732 ^d	167,6±34.844 ^{ns}	6,5±0.057 ^b	7,5±0.057 ^{ns}
NK	11,68±0.014 ^c	51,93±0.033 ^a	237,0±1.732 ^a	219,0±1.732 ^{ns}	7,0±0.057 ^a	8,0±0.115 ^{ns}
Sig.	0.000	0.000	0.000	0.212	0.004	0.240

***EV**; Erkenci verim, **BV**; Birikimli verim, **BMS**; Birikimli meyve sayısı, **OMA**; Ortalama meyve ağırlığı, **MB**; Meyve boyu **MÇ**; Meyve çapı, **B-I**; Bakteri I, **B-II**; Bakteri II, **KG**; Kimyasal Gübre, **NK**; Negatif Kontrol

****NS**; Nonsignificant, **Sig**; Significant, ^{a,b,c}; Farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

*** Değerler üç tekerrür ortalamasıdır.

Çizelge 4.3. Uygulamaların bazı verim ve meyve kalitesi parametlerine etkisi

	MS	MKA (%)	TSÇKM	pH	TA
B-I	65±1.732 ^a	75±1.732 ^{ns}	4,4±0.057 ^{ns}	4,8±0.115 ^a	3,18±0.011 ^b
B-II	68±1.732 ^a	72±1.732 ^{ns}	4,7±0.115 ^{ns}	4,8±0.173 ^a	3,40±0.023 ^a
KG	62±1.732 ^a	78±1.732 ^{ns}	4,3±0.173 ^{ns}	4,5±0.173 ^a	2,95±0.023 ^c
NK	67±1.732 ^a	72±1.54 ^{ns}	4,7±0.057 ^{ns}	4,86±0,34 ^a	3,35±0.017 ^a
Sig.	0.150	0.084	0.074	0.308	0.000

***MS**; Meyve sertliği, **MKA**; Meyve kuru ağırlığı, **TSÇKM**; Toplam suda çözülebilir kuru madde, **TA**; Titre edilebilir asit, **B-I**; Bakteri I (HK13; *Bacillus licheniformis*, NK12; *Pseudomonas putida*, BY44; *Stenotrophomonas maltophilia*), **B-II**; Bakteri II (SK26; *Bacillus subtilis*, SK63; *Rhizobium radiobacter*, FC42; *Pseudomonas fluorescens*), **KG**; Kimyasal Gübre, **NK**; Negatif Kontrol
****NS**; Nonsignificant, **Sig**; Significant, ^{a,b,c}; Farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir.
*** Değerler üç tekerrür ortalamasıdır.

4.3. Erkenci Verimin Belirlenmesi

HK13, NK12 ve BY44 strainlerinin uygulandığı parselde 15,05 kg, SK23, SK63 ve FC42 strainlerinin uygulandığı parselde 15,9 kg, kimyasal gübre uygulaması yapılan parselde 16,61 kg ve negatif kontrol grubunda 11,68 kg verim elde edilmiştir. Uygulamalar arasında erkenci verim için en yüksek değer kimyasal gübre uygulamasından alınmiştir ve bakteri uygulamalarının her ikisinin de negatif kontrole göre daha iyi sonuç verdikleri tespit edilmiştir. Uygulamalar ile erkenci verim arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 4.2).

4.4. Birikimli Verim (Kg/Parsel)

Birikimli verim için değerler bakteri I'de (HK13, NK12, BY44) 44,3 kg, bakteri II'de (SK23, SK63, FC42) 49,4 kg, kimyasal gübre uygulaması yapılan parselde 51,9 kg ve negatif kontrol grubunda 34 kg olarak belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarının kontrole kıyasla oldukça iyi sonuç gösterdiği, kimyasal gübre uygulamasının bütün uygulamalardan yüksek bir değere sahip olduğu saptanmiştir. Birikimli verime uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 4.2).

4.5. Birikimli Meyve Sayısı (Adet/Parsel)

İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her parselden toplanan birikimli meyve sayısı kimyasal gübre uygulamasında 237 adet, negatif kontrol grubunda yer alan bitkilerde ise 169 adet olarak sayılmıştır (Şekil 4.2 c ve d). Bakteri uygulamalarının yapıldığı I. ve II. grupta yer alan bitkilerde ise bu değer sırasıyla 211 ve 229 adet olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.2 a ve b, Çizelge 4.2). Uygulamaların birikimli meyve sayısına etkisinin istatistiksel olarak önem taşıdığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).



Şekil 4.2. (a) Bakteri I'den (HK13, NK12, BY44) alınan meyveler, (b) Bakteri II'den (SK23, SK63, FC42) alınan meyveler, (c) Kimyasal gübre uygulaması yapılan meyveler, (d) Negatif kontrol grubu meyveleri

4.6. Ortalama Meyve Ağırlığının Belirlenmesi

Ortalama meyve ağırlığı kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkilerde 219 g, bakteri I'de 210 g, bakteri II'de 216 g olarak saptanmıştır. Negatif kontrol grubunda ise bu değer 201 g olarak belirlenmiştir. Bütün uygulamaların negatif kontrole göre daha iyi sonuç verdiği, gübre ve bakteri II uygulamasının birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Ortalamalar arasında rakamsal olarak fark saptanmasına rağmen uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.2).

4.7. Meyve Boyunun Belirlenmesi

Meyve boyu bakteri II uygulaması ve kimyasal gübre uygulamasında 7 cm, bakteri I uygulaması ve negatif kontrolde 6,5 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Uygulamaların birikimli meyve boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0,05$).

4.8. Meyve Çapının Belirlenmesi

Meyve çapı bakteri II'de 7,7 cm ve kimyasal gübre uygulamasında 8 cm olarak ölçülmüştür. Bakteri I ve negatif kontrolde ise meyve çapı 7,5 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Uygulamalara ait meyve çaplarının aynı grupta yer aldığı ve etkinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

4.9. Meyve Sertliğinin (Delinme Direnci) Belirlenmesi

Meyve sertliği bakteri I uygulamasında 65, bakteri II uygulamasında 68, kimyasal gübre uygulamasında 67 ve negatif kontrol grubunda 62 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3). Uygulamaların meyve sertliğine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.10. Meyve Kuru Ağırlığı (%)

Meyve kuru ağırlığına ait değerler bakteri II ve kimyasal gübre uygulamasında %72, bakteri I'de %75 ve negatif kontrolde %78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.11. Toplam Suda Çözünebilir Kuru Madde (TSÇKM)

Toplam suda çözülebilir kuru madde miktarı bakteri II ve kimyasal gübre uygulamasında 4,7 , bakteri I'de 4,4 ve negatif kontrolde 4,3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). İstatistiksel olarak uygulamaların toplam suda çözülebilir kuru madde miktarında değişiklik oluşturmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

4.12. Meyve Suyunun pH Değeri

Meyve suyunun pH değeri bakteri I ve bakteri II uygulamalarında 4,8 , kimyasal gübre uygulamasında 4,5 negatif kontrol grubunda 4,86 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3). Uygulamaların meyve suyunun pH değerindeki değişimine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.13. Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı

Titre edilebilir asit miktarı en düşük negatif kontrol grubunda (2,95), en yüksek kimyasal gübre uygulamasında (3,35) bulunmuştur. Bakteri I ve bakteri II uygulamalarında ise bu değer sırasıyla 3,18 ve 3,40 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Uygulamaların titre edilebilir asit miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Denemede negatif kontrol grubunda *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu şiddetli bir enfeksiyonu gözlenmiştir. Kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkilerde hastalığın hafif bir şekilde olduğu, bakteri uygulaması yapılan bitkilerde ise hiç hastalık belirtisine rastlanmadığı görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* enfeksiyonu

Çalışma sonucunda elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde bütün uygulamaların negatif kontrolden daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. En yüksek verim kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkilerden elde edilirken, bakteri II uygulamasının bazı verim ve meyve kalitesi parametrelerinde olumlu etki göstererek kimyasal gübre uygulaması kadar etkili sonuçlar verdiği görülmüştür.

Hem verim artışı hem de hastalık kontrolü için mikroorganizmaların bitki köklerini kolonize etme yeteneğine inokulum etkinliğini belirleyen majör faktör gözüyle bakılmaktadır (Schroth and Hancock, 1981). Kök eksudatlarının yapısındaki farklılıkların, kolonizasyon sürecini etkilediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Organik bileşiklerin salgılanması nedeniyle kök korteksi ile kök yüzeyi arasında bakterilerin olduğu yerin maksimum aktiviteye sahip olduğu (Grayston *et al.*, 1996; Nardi *et al.*, 2000) bu nedenle rizobakteriler tarafından köklerin kolonizasyonunun, bitki gelişimi için birinci derecede önemli bir özellik olduğu vurgulanmıştır (Kloepper and Beauchamp, 1992; Ikeda *et al.*, 1998). Dolayısıyla bu durum bitki x faydalı bakteri seçiminde, üzerinde önemle durulması gereken bir konuyu oluşturmaktadır (Raaijmakers and Weller, 2001).

PGPR'ların bitkilerin besin alımını arttırarak bitki gelişmesini teşvik etmekte en yaygın kullandığı yollardan birisinin bitki hormon seviyelerini değiştirmek olduğu belirtilmektedir. Bu değişikliğin kök gelişimi ve morfolojisinde etkili olduğu, kökte dallanmanın, kök uzunluğunun, kök kıllarının miktarının ve kök kütlesini artmasını sağladığı tespit edilmiştir. Tüm bu fonksiyonların ise daha büyük kök yüzey alanının oluşmasına ve bunun sonucunda da daha fazla verim alınmasına yardımcı olduğu saptanmıştır (Vessey, 2003). Vikram *et al.*, (2007) tarafından IAA'nın bitki hücrelerinin bölünmesini, uzamasını ve farklılaşmasını etkilediği, tohum ve yumru çimlenmesini uyardığı, kök gelişimini artırdığı, vejetatif büyüme süreçlerini kontrol ettiği, adventif ve lateral kök oluşumunu başlattığı, stres koşullarına dayanıklılıkta, pigment oluşumunda ve çeşitli metabolitlerin biyosentezinde rol aldığı ve suretle bitkinin besin alımının artarak genel büyüme performansını arttırdığı bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan bakteri strainlerinin bitkilerde birçok fizyolojik prosede önemli rol oynayan hormon üretim özellikleri test edilmemiştir. Ancak PGPR bakteri strainlerinin büyük bir kısmının oksin, giberallin, sitokinin gibi hormonları ürettikleri ve bitki gelişimini düzenledikleri düzenledikleri çeşitli çalışmalarda belirlenmiştir (Kende and Zeevaart, 1997; Taiz and Zeiger, 1998; Babaloo, 2010).

Yapılan çalışmalar faydalı bakterilerin azot fiksasyonu, fosfor ve potasyum çözünürlüğü özellikleri ile bitki besin alımını arttırdıkları, bu mekanizmalar ile bitki gelişimini teşvik ettiklerini göstermektedir. Bakterilerden nitrogenaz enzimine sahip strainlerin N_2 'nin NH_3 'e dönüşümünü kataliz ettiği ve bu reaksiyon sonucu oluşan amonyağın aminoasitler haline dönüşerek bitkilerin faydalanmasını sağladığını göstermektedir (Hirano *et al.*, 2001; Haroim, 2011). PGPR'lerin salgıladığı organik asitlerin fosfat çözünürlüğünde önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Bakteri strainlerinin toprak pH'sını salgıladıkları trikarboksilik asit, 2- ketoglukonik asit, sitrikasit, formik asit, asetik asit, propionik asit, glutamik asit, suksinik asit, laktik asit, okzalik asit, glukolik asit, malik asit, izobütirik asit, izovalerik asit, fumarik asit ve tartarik asitlerle düşürdüğü, bunun sonucu olarak fosforlu bileşiklerin çözünürlüğünü arttırdığı tespit edilmiştir (Sundara *et al.*, 2002). Aynı zamanda salgıladıkları asit fosfataz enzimi ile topraktaki fosforun serbest kalmasını sağlayan ester-fosfat hidrolizini katalizleyerek fosfor çözünürlüğünde büyük önem taşıdıkları saptanmıştır (Tarafdar *et al.*, 2003; Aseri

et al., 2009). Ayrıca PGPR strainlerinin potasyumun serbest kalmasında etkili olan oxalik asit, tartarik asit, glukonik asit, 2-ketoglukonik asit, sitrik asit, malik asit, succinik asit, laktik asit, propionik asit, glikolik asit, malonik asit, fumarik asit gibi çeşitli organik asitleri salgıladıkları belirlenmiştir (Prajapati *et al.*, 2013; Bashir *et al.*, 2017). Ayrıca organik materyallerin mikrobiyolojik olarak parçalanması sonucunda meydana gelen amonyak ve hidrojen sülfürün toprakta oksitlenerek nitrik asit ve sülfürik asit gibi güçlü asitleri oluşturduğu tespit edilmiştir (Parmar and Sindhu, 2013; Saiyad *et al.*, 2015; Meena *et al.*, 2016; Bakhshandeh *et al.*, 2017). Asitlerin üretimi ve toprak pH'sının artmasıyla potasyumun Si^{4+} , Al^{3+} , Fe^{2+} ve Ca^{2+} iyonlarıyla birleşerek oluşturduğu kompleks yapılardan serbest kaldığı bulunmuştur (Styriaková *et al.*, 2003; Römheld and Kirkby, 2010; Meena *et al.*, 2015). Birçok bakterinin hücre yüzeyini kaplayan polisakkarit yapısındaki kapsül ile toprak agregat stabilitesini arttırdığı tespit edilmiştir. (Hoorman, 2011). Bu tez çalışmasında seçilen bakteri strainlerinin azot fiksasyon, fosfat ve potasyum çözme özellikleri pozitiftir. Bu sebeple yukarıda belirtilen mekanizmalara bir ya da bir kaçına sahip oldukları ve bu yetenekleri ile bitki gelişimini arttırdıkları düşünülmektedir.

Tez çalışmasında negatif kontrol ve kimyasal gübre uygulanan parsellerde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu bakteriyel solgunluk hastalığı görülmesine rağmen bakteri uygulamalarının yapıldığı parsellerde yer alan bitkilerde herhangi bir semptom gözlenmemiştir. Bu sonucun PGPR bakterilerin biyokontrol aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Rekabet yeteneği yüksek olan PGPR'ler daha fazla koloni oluşturarak yoğun popülasyon oluşturmakta ve hızlı bir şekilde bitki köklerine kolonize olarak bitki yüzeyinde biofilm oluşturarak patojenlere karşı etkili bir biyokontrol özellik göstermektedir (O' Toole and Kolter, 1998; Boudyach *et al.*, 2001; Rezzonico *et al.*, 2007). Ayrıca ürettikleri antimikrobiyal bileşikler ile patojen gelişimini inhibe ettiği ve konukçu bitkide sistemik dayanıklılığı uyardığı bilinmektedir (Whipps, 2001; Compant *et al.*, 2005). Dubeikovsky *et al.*, (1993) tarafından hastalık kontrolünde gösterdikleri olumlu etkiler nedeniyle fluorescent *Pseudomonas* strainlerinin en etkili rizosfer bakterileri arasında olduğu bildirilmektedir. Bu tez çalışmasında da iki *Pseudomonas* straini kullanılmıştır ve bakteri uygulamalarında *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* enfeksiyonunun

olmamasının strainlerin biokontrol atkivitiye sahip olmasından ileri geldiği düşünölmektedir.

Thomashow (1996) tarafından bitkiler üzerinde mikroorganizmaların oluşturdukları faydalı fonksiyonlarına rağmen, tarla şartlarında yapılan uygulamaların bir kısmından alınan tutarsız sonuçların yaygın kullanımlarında engel oluşturduğu belirtilmiştir. Morgenstern and Okon (1987) tarafından PGPR strainlerinden *Azospirillum*' un kök uzamasını teşvik etmediği görölmüştür. Bu durumun inokulumun konsantrasyonuna ve fitohormon üretimine bağlı olduğu belirtilmektedir. İnokulum konsantrasyonu ise bakteri ve bitki türleri arasında önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Örneğin tahıllarda yüksek konsantrasyonda uygulanan *Azospirillum*' un kök uzamasını engellediği tespit edilmiştir. Hadas and Okon (1987) *Azospirillum brasilense*'nin 10^8 - 10^9 CFU/ml konsantrasyonunun kök uçlarında deformasyona, kök uzamasında inhibisyona neden olduğu bulunmuştur. Harari *et al.*, (1988) 10^7 ve daha düşük konsantrasyonlarda *Azospirillum brasilense* FT326'nın buğday fidelerinde kök gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır. Farklı bakteri konsantrasyonlarının kök uzamasındaki etkisinin fitohormonlar tarafından düzenlendiği kabul edilmektedir (Hartmann and Baldani, 2006; Cassán *et al.*, 2009).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada sera üretim sisteminde iki grupta yer alan 6 bakteri straininin ve kimyasal gübre uygulamasının domates bitkisinde salkım sayısı, erkenci verim, birikimli verim, birikimli meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı, meyve sertliği, meyve kuru ağırlığı, toplam suda çözünebilir kuru madde, meyve suyu pH'sı ve titre edilebilir asit miktarı üzerine etkileri araştırılmıştır. Belirtilen özellikler açısından en iyi sonuç kimyasal gübre uygulanan parsellerdeki bitkilerden elde edilmiştir. Bakteri strainlerinin negatif kontrole kıyasla tüm parametrelerde iyi sonuçlar verdiği ve verimi arttırdığı bulunmuştur. Özellikle bakteri II uygulamasının kimyasal gübre uygulamasına yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca negatif kontrol ve kimyasal gübre uygulanan parsellerde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu bakteriyel solgunluk hastalığı görülürken, bakteri uygulanan parselde herhangi bir hastalık belirtisi görülmemesi strainlerin biyokontrol aktiviteye sahip olduğunu da göstermiştir. Ancak kimyasal gübre uygulanan parsellerden elde edilen meyvelerin daha homojen renklendiği, bakteri uygulamasının yapıldığı bitkilerden elde edilen meyvelerde ise renklenmenin zayıf kaldığı tespit edilmiştir.

İnsan, bitki, hayvan sağlığı ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere neden olan kimyasal gübre ve pestisit kullanımı dünyadaki en ciddi ekolojik sorunlardan birisidir. Bu sorunun çözümünde PGPR strainlerinin kullanımı bitkilerin verimliliğini arttırmada ve hastalıklarının kontrolünde umut verici görünmektedir. Kullanım imkanları özellikle farklı bitkilerde, farklı ekoloji ve yetiştirme koşullarında en uygun kombinasyonların belirlenmesiyle artabilecektir. PGPR'lerin gıdalarda kalıntı oluşturmamaları, hedef mikroorganizmalarda direnç oluşumuna neden olmamaları, toprak kirliliğini yönetmede olumlu özellikleri ve ekolojik proseslerde zararlı olmamaları kullanılan tarımsal kimyasallardan daha güvenli olmalarını sağlamaktadır.

PGPR'lerin bitki gelişimini arttırarak abiyotik ve biyotik faktörlere karşı bitkilerde oluşturduğu dayanıklılık sonucu kimyasal gübre ve pestisitlere daha az ihtiyaç duyulacağından kimyasal girdi kullanımında (pestisit ve gübre), toprak ve su kirliliğinin azalmasında etkili olabileceklerdir. Çeşitli konukçu x patojen x PGPR etkileşiminin test edildiği çalışmalarda strainlerin biyokontrol mekanizmalarının belirlenmesi ile hastalıkların kontrolünde başarıyla kullanılabilirlerdir. Bununla birlikte mikrobiyal gübre olarak kullanılan mikroorganizmaların etkinliğinin evre şartları, bitki türü, inokulum yoğunluğu, inokulasyon metodu, yetiştirme sezonu, toprak tipi, lokasyon, depolama şartları vb. birçok faktöre bağlı olduğu göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, mikrobiyal gübre uygulamalarında toprakların nem, organik madde, pH gibi mikroorganizmaların yaşamını etkileyen özelliklerinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Biyolojik preparatlarla yapılan gübreleme, gübreleme programı içerisinde destek olarak dşnlmeli ve alternatif yöntemlerle kombineli olarak uygulanmalıdır. Bitki ve evre için olumsuz etkileri olan gübre ve pestisitlerin daha az kullanımı ve zararın minimuma indirilmesi için, diğer destekleyici tarımsal uygulamaların kullanımı teşvik edilmelidir. Girdi kullanımının yoğun olduğu geleneksel tarımsal üretim tekniklerine alternatif olabilecek bu tür mikrobiyal kaynakların bitki büyümesi ve verimini teşvik etmede değerlendirilebilmesi üretim ve kalite artışına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKÇA

- Ahirwar, N. K., Gupta, G., Singh, V., Rawlley, R. K. and Ramana, S., 2015. Influence on growth and fruit yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants by inoculation with *Pseudomonas fluorescence* (SS5): Possible role of plant growth promotion. ***International Journal Current Microbiology and Applied Sciences***, 4(2), 720-730.
- Almaghrabi, O. A., Massoud, S. I. and Abdelmoneim, T. S., 2013. Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. ***Saudi Journal of Biological Sciences***, 20(1), 57–61.
- Altın, N. ve Bora, T., 2005. Bitki Gelişimini Uyarıcı Kök Bakterilerinin Özellikleri ve Etkileri. ***Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi***, 15 (2), 87-103.

- Anaç, D. ve Eryüce, N., 2003. Nutrient Management in Protected Cropping in Turkey. Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems. In *The 2003 Dahlia Greidinger Symposium*. Ege University, Izmir, 41.
- Anonim, 2007. *Tarım İl Müdürlüğü, Proje ve İstatistik Şube Müdürlüğü Kayıtları*. Antalya. <https://antalya.tarimorman.gov.tr/> Erişim Tarihi (10.02.2019).
- Aseri, G.K., Jain, N. and Tarafdar, J.C., 2009. Hydrolysis of Organic Phosphate forms by Phosphatases and Phytase Producing Fungi of Arid and Semi-arid Soils of India. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 5(4), 564-570.
- Asghar, H., Zahir, Z., Arshad, M., and Khaliq, A., 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 231-237.
- Aydın, A., 2004. *Antioksidanlar*. Türk Pediatri Kongresi, İstanbul, 40.
- Babaloa, O. O., 2010. Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnology Letters*, 32(11), 1559–1570.
- Bakhshandeh, E., Pirdashti, H. and Lendeh, K.S., 2017. Phosphate and Potassium-Solubilizing Bacteria Effect on the Growth of Rice. *Ecological Engineering*, 103, 164-169.
- Bashan, Y., Holguin, G. and De-Bashan, L. E., 2004. *Azospirillum*- plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. *Canadian Journal of Microbiology*, 50(8), 521–577.
- Bashir Z., Zargar M.Y., Husain, M., Mohiddin, F.A., Kousar, S., Zahra, S.B., Ahmad, A. and Rathore, J.P., 2017. Potassium Solubilizing Microorganisms: Mechanism and Diversity. *International Journal Pure and Applied Bioscience*, 5 (5), 653.
- Bayraktar, K., 1970. *Sebze yetiştirme*. 2, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Cilt no: 2, Yayın no: 169.

- Beneduzi, A., Ambrosini A. and Passaglia L. M. P., 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 35(4), 1044-1051.
- Bent, E., 2006. *Induced systemic resistance mediated by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and fungi (PGPF)*. In: Tuzun S and Bent E (eds) *Multigenic and Induced Systemic Resistance in Plants*. Springer Science, New York, 225-259.
- Bhattacharyya, P. N. and Jha, D. K., 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J Microbiol Biotechnol*, 28(4) 1327-1350.
- Biswas, J.C., Ladha, L.K., and Dazzo, F.B., 2000. Rhizobia Inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Science Society of America Journal*, 64(5), 1644 – 1650.
- Bochow, H. and Dolej, S., 1999. Mechanisms of tolerance induction in plants by root colonising *Bacillus subtilis* isolates, Modern fungicides and antifungal compounds II. *12th Int. Reinhardsbrunn Symposium*, Friedrichroda, Thuringia, Germany, 411-416.
- Boudyach, E. H., Fatmi, M., Akhayat, O., Benizri, E. and Ait Ben Oumar, A., 2001. Selection of Antagonistic bacteria of *Clavibacter michiganensis* subs. *michiganensis* and evaluation of their efficiency against bacterial cancer of tomato, *Biocontrol Science and Technology*, 11(1), 141-149.
- Bowers, J.H. and Parke, J.L., 1993. Epidemiology of *Pythium* damping-off and *Aphanomyces* root rot of peas after seed treatment with bacterial agents for biological control. *Phytopathology*, 83(12), 1466-1473.
- Chen, C., Belanger. R.R., Benhamou, N. and Paulitz, T.C., 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 56(1), 13–23.

- Ciccillo, F., Fiore, A., Bevivino, A., Dalmastrì, C., Tabacchioni, S., and Chiarini, L. (2002). Effects of two different application methods of *Burkholderia ambifaria* MCI 7 on plant growth and rhizospheric bacterial diversity. *Environmental Microbiology*, 4(4), 238-245.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C. and Barka, E. A., 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl Environ Microbiology*, 71(9), 4951-4959.
- Cordero, I., Balaguer, L., Rincón, A., and Pueyo, J. J., 2018. Inoculation of tomato plants with selected PGPR represents a feasible alternative to chemical fertilization under salt stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 181(5), 694-703.
- Curtis, L. and Smith, B., 2003. *Heavy Metal in Fertilizers*. Considerations for setting Regulations Department of Environmental and Molecular Toxicology, Oregon State University; Corvallis Oregon, 81.
- Delen, N., 2004. *Savaşmada Yeni Görüşler ve Türkiye’de Kimyasal Savaşım*. Ege Üniversitesi. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü. İzmir, 137.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., and Okon, Y., 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical reviews in plant sciences*, 22(2), 107-149.
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y. and Vanderleyden, J., 2002. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biology and Fertility of Soils*, 36(49), 284-297.
- Dubeikovskiy, A. N., Mordukhova, E. A., Kochetkov, V. T., Polikarpova, F. Y., and Boronin, A. M., 1993. Growth promotion of blackcurrant softwood cuttings by recombinant strain *Pseudomonas fluorescens* BSP53a synthesizing an increased amount of indole-3-acetic acid. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(9), 1277-1281.

- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G. and Grolier, P., 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(5), 369-382.
- Dutta S. and Podile A.R. 2010. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): the bugs to debug the root zone. *Critical Reviews in Microbiology*, 36(3), 232–244.
- Dwivedi, D., Johri, B.N., 2003. Antifungals from fluorescent pseudomonas: Biosynthesis and regulation. *Current Science*, 85(12), 1693-1703.
- Ehret D.L., Wohanka W., Menzies J.G. and Utkhede R., 2001. Disinfection of recirculating nutrient solutions in greenhouse horticulture. *Agronomie*, 21(4), 323-339.
- Eşiyok, D., Elgin, Ç. Ve Tuncay, Ö., 2004. Ekim Zamanı ve Ticari Organik Gübrelerin Roka Bitkisinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *V. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Özetleri*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, 34.
- Fan X., Zhang S., Mo X., Li Y., Fu Y. and Liu Z., 2017. Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and N Source on Plant Growth and N and P Uptake by Tomato Grown on Calcareous Soils. *Pedosphere*, 27(6), 1027–1036.
- Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R. and DiMatteo, A., 2007. Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(5), 609-617.
- Gebhart, S. E., and Thomas, R. G. (2002). Nutritive value of foods. USDA, Agriculture Research Services. *Home and Garden Bulletin*, 72, 1-95.
- Glick, B. R., Cheng, Z., Czarny, J. and Duan, J., 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119, 329-39.

- Gognies, S., Belarbi, A. and Ait Barka, E., 2001. *Saccharomyces cerevisiae*, a potential pathogen towards grapevine, *Vitis vinifera*. *FEMS Microbiology Ecology*, 37(2), 143–150.
- Gray, E. J. and Smith, D. L., 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signaling processes. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(3), 395-412.
- Grayston, S. J., Vaughan, D. and Jones, D., 1997. Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. *Applied soil ecology*, 5(1), 29-56.
- Guo, J.H., Qi, H.Y., Guo, Y.H., Ge, H.L., Gong, L.Y., Zhang, L.X. and Sun, P.H., 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth promoting rhizobacteria. *Biological control*. 29(1), 66-72.
- Gyaneshwar, P., James, E. K., Mathan, N., Reddy, P. M., Reinhold-Hurek, B. and Ladha, J. K., 2001. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of *Serratia marcescens*. *Journal of bacteriology*, 183(8), 2634-2645.
- Hadas R., Okon Y., 1987. Effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on root morphology and respiration in tomato seedlings. *Biology and Fertility of Soils*, 5(3), 241–247.
- Haktanır, K. ve Arcak, S., 1998. *Çevre Kirliliği*. Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın No: 1503, Ders Kitabı, Ankara, 457
- Harari, A., Kigel, J., Okon, Y. 1988. Involvement of IAA in the interaction between *Azospirillum brasilense* and *Panicum miliaceum* roots. *Plant and Soil*, 110(35), 275–282.
- Hardoim, P., 2011. *Bacterial Endophytes of Rice—their Diversity, Characteristics and Perspectives*. PhD thesis Book Ridderkerk, Netherlands Chapter, 10-38.

- Hartmann, A. and Baldani, J., 2006. *The genus Azospirillum*: In: Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K.-H., Stackebrandt E. (eds): The Prokaryotes. Springer New York, 115-140.
- Hirano, K., Hayatsu, M., Nioh, I. and Nakai, H., 2001. Comparison of nitrogen-fixing bacterial flora of rice rhizosphere in the fields treated long-term with agrochemicals and non-agrochemicals. *Microbes and Environments*, 16(3), 155-160.
- Hoorman, J.J., Sa, J.C.M., and Reeder, R.C., 2011. The Biology of Soil Compaction. *Journal of No-till Agriculture*, 9(2), 583-587.
- Hultberg, M., Alsanus, B. and Sundin, P., 2000. In vivo and in vitro interaction between *Pseudomonas fluorescens* and *Pythium* in the suppression of damping-off in tomato seedling. *Biological Control*, 19(1), 1-8.
- Ikeda, K., Toyota, K. and Kimura, M., 1998. Effects of bacterial colonization of tomato roots on subsequent colonization by *Pseudomonas fluorescens* MelRC2Rif. *Canadian Journal of Microbiology*, 44(7), 630-636.
- Kende H. and Zeevaart, J. A. D., 1997. The five “classical” plant hormones. *The Plant Cell*, 9(7), 1197–1210.
- Kennedy, C. D. and Gonsalves, F. A. N., 1987. The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and H⁺, efflux of excised roots. *Journal of Experimental Botany*, 38(5), 800-817.
- Khalid, A., Arshad, M. and Zahir, Z. A., 2004. Screening plant growth- promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. *Journal of Applied Microbiology*, 96(3), 473-480.
- Kloepper, J. W., Ryu, C. M., and Zhang, S., 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopatholog*, 94(11), 1259–1266.

- Kloepper, J. W., and Beauchamp, C. J., 1992. A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 38(12), 1219-1232.
- Kokalis, B.N., Vavrina, C.S., Roskopf, E.N. and Shelby, R.A., 2002, Field evaluation of plant growth-promoting *Rhizobacteria* amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant and Soil*, 238(2), 257-266.
- Kokalis-Burelle, N., Kloepper, J. W. and Reddy, M. S., 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. *Applied Soil Ecology*, 31(1-2), 91-100.
- Lodewyckx, C., J. Vangronsveld, F., Porteous, E. R. B., Moore, S., Taghavi, M. and van der Lelie, D., 2002. Endophytic bacteria and their potential applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 21, 583–606.
- Lucas Garcia, J. A., Probanza, A., Ramos, B., Ruiz Palomino, M. and Maneero Gutierrez, F. J., 2004. Effect of inoculation of *Bacillus licheniformis* on tomato and pepper. *Agronomie*, 24(4), 169–176.
- Lucy, M., Reed, E. and Glick B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Kluwer Academic Publisher, Netherlands. *Antonie van Leeuwenhoek*, 86(1), 1-25.
- Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, 63, 541-556.
- Maina, C.C., Shivaprakash, M. K., Sivasankari Devi, T., 2013. Establishment of Tomato Seedlings Raised in the Substrate Enriched Consortia of Biocontrol Agents and PGPRs. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 47 (1), 6-10.
- Malkoçlu, 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 Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 201.

- Mangmang, J. S., Deaker, R. and Rogers, G., 2015. Early seedling growth response of lettuce, tomato and cucumber to *Azospirillum brasilense* inoculated by soaking and drenching. *Horticultural Science*, 42(1), 37-46.
- Meena, V. S., Maurya, B. R., Bahadur, I., 2015. Potassium Solubilization by Bacterial Strain in Waste Mica. *Bangladesh Journal of Botany*, 43(2), 235-237.
- Meena, V. S., Maurya, B. R., Verma, J. P., Meena, R. S., 2016. ***Potassium solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture***. Springer. 331
- Mehnaz, S. and Lazarovits, G., 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobactor azotocaptans* and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under green house condition. *Microbial Ecology*, 51(3), 326-335.
- Montesinos, E., Bonaterra, A., Badosa, E., Frances, J., Alemany, J., Llorente, I. and Moragrega, C., 2002. Plant-microbe interactions and the new biotechnological methods of plant disease control. *International Microbiology*, 5(4), 169-175.
- Morgenstern E. and Okon Y., 1987. The effect of *Azospirillum brasilense* and auxin on root morphology in seedlings of *Sorghum bicolor* *Sorghum sudanense*. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 1(2), 115–127.
- Mortvedt, J. J., 2005. ***Heavy metal in fertilisers: their effect on soil and plant health***. IFS. Proceeding, p 575.
- Nardi, S., Concheri, G., Pizzeghello, D., Sturaro, A., 2000. Rella R., Parvoli G., Soil organic matter mobilization by root exudates. *Chemosphere*, 41(5), 653–658.
- Niranjiyan, R.S., Shetty, H. S., Reddy, M. S., 2006. ***Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Gren Alternative For Plant Productivity. PGPR: Biocontrol and Biofertilization***. Edited by Zaki A. Siddiqui. p197-216, Springer, The Netherlands.
- O'Toole, G. A. and Kolter, R. 1998. Initiation of biofilm formation in *Pseudomonas fluorescens* WCS365 proceeds via multiple, convergent signalling pathways: a genetic analysis. *Molecular Microbiology*, 28(3), 449-461.

- Padem, H., Ünlü, H., Ecevit, F. M., 2005. Göller Bölgesi'ne uygun üstün verim ve teknolojik özelliklere sahip domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 9(2), 55-63.
- Parke, J. L., Rand, R. E., Joy, A. E., King, E. B., 1991. Biological control of *Pythium* damping-off and *Aphanomyces* root rot of peas by application of *Pseudomonas cepacia* or *Pseudomonas fluorescens* to seed. *Plant Disease*, 75(10), 987-992.
- Parmar, P., Sindhu, S. S., 2013. Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. *Journal of Microbiology Research*, 3(1), 25-31.
- Patten, C. L and Glick, B. R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Appl Environ Microbiol*, 68(10), 93795-3801.
- Podile, A. R. and Kishore, G. K., 2006. *Plant growth-promoting rhizobacteria*. In: Gnanamanickam S.S. (ed) Plant-Associated Bacteria. Springer, Netherlands, pp 195-230.
- Porcel, R., Zamarreno, A. M., Garcia-Mina J. M. and Aroca R., 2014. Involvement of plant endogenous ABA in *Bacillus megaterium* PGPR activity in tomato plants. *Plant Biology*, 14(1), 36.
- Pozo, M. J. and Azcón-Aguilar, C., 2007. Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(4), 393-398.
- Prajapati, K., Sharma, M. C., Modi, H. A., 2013. Growth Promoting Effect of Potassium Solubilizing Microorganisms on Okra (*Abelmoscus Esculentus*). *Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 181-188.
- Raaijmakers, J. M., and D. M. Weller. 2001. Exploiting genotypic diversity of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp.: characterization of superior root-colonizing *P. fluorescens* strain Q8r1-96. *Applied Environmental Microbiology*, 67(6), 2545–2554.

- Rezzonico, F., Zala, M., Keel, C., Duffy, B., Moe`nne-Loccoz, Y. and De´fago, G., 2007. Is the ability of biocontrol fluorescent pseudomonads to produce the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol really synonymous with higher plant protection? *New Phytologist*, 173(4), 861–872.
- Romerio, R. S., 2000. *Preliminary Results on PGPR Research at the Universidad Federal de Vicosa*. Fifth International PGPR Workshop, Cordoba, Argentina, 29.
- Römheld, V. and Kirkby, E.A., 2010. Research on Potassium in Agriculture: Needs and Prospects. *Plant Soil*. 335(1-2): 155-180.
- Saharan, B. S. and Nehra, V., 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. *Life Science and Medical Research*, 21(1), 30.
- Saiyad, S. A., Jhala, Y. K. and Vyas, R. V., 2015. Comparative Efficiency of Five Potash And Phosphate Solubilizing Bacteria And Their Key Enzymes Useful For Enhancing and Improvement of Soil Fertility. *International Journal of Scientific and Research Publication*, 5(2), 1-6.
- Schippers, B., and Bakker, A.W. 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annual Review of Phytopathology*, 25(1), 339-358.
- Schroth, M. N. and Hancock, J. G., 1981. Selected topics in biological control. *Annual Reviews in Microbiology*, 35(1), 453-476.
- Sharafzadeh, S., 2012. Effects of pgpr on growth and nutrients uptake of tomato. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, Vol. 2(1), 27-31.
- Singh, S., Gupta, G., Khare, E., Behal, K. K. and Arora, N. K., 2014. Phosphate Solubilizing Rhizobia Promote the Growth of Chickpea under Buffering Conditions. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 2(5), 97-106.

- Somers, E., Vanderleyden, J. and Srinivasan, M., 2004. Rhizosphere bacterial signalling, a love parade beneath our feet. *Critical Reviews in Microbiology*, 30(4), 205-235.
- Soykan, Ö., 2010. *Bazı Bitki Aktivatörleri ile Organik ve İnorganik Gübrelerin Domateste Bakteriyel Solgunluk Hastalığına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 69.
- Sturz, A. V. and Nowak, J., 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. *Applied Soil Ecology*, 15(2), 183-190.
- Styriakova, I., Styriak, I., Galko, I. G. O. R., Hradil, D. A. V. I. D. and Bezdicka, P., 2003. The release of iron-bearing minerals and dissolution of feldspars by heterotrophic bacteria of Bacillus species. *Ceramics Silikaty*, 47(1), 20-26.
- Sundara, B., Natarajan, V. and Hari, K., 2002. Influence of Phosphorus Solubilizing Bacteria on The Changes in Soil Available Phosphorus and Sugarcane and Sugar Yields. *Field Crops Research*, 77(1): 43-49.
- Şeniz, V., 1992. Domates, biber ve patlıcan yetiştiriciliği. *Tarımsal Araştırmaları Destekeri. Ve Genel Vakfı Yayınları*, 26, 174.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 1998. *Plant Physiology*. 2nd edition. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, 92.
- Tarafdar, J.C., Bareja, M. and Panwar, J., 2003. Efficiency of Some Phosphatase Producing Soil-Fungi. *Indian Journal of Microbiology*, 43(1), 27-32.
- Thomashow, L. S., 1996. Biological control of plant root pathogens. *Current Opinion in Biotechnology*, 7(3), 343-347.
- Tuomi, T. and Rosenquist, H., 1995. Detection of abscisic, gibberellic and indole-3-acetic acid from plant and microbes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 33(6), 725-734.

- Turan, M., Ataoglu, N. ve Sahin, F., 2007. Effects of Bacillus FS-3 on growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) plants and availability of phosphorus in soil. *Plant Soil and Environment*, 53(2), 58.
- Vaikuntapu, P. R., Dutta, S., Samudrala, R. B., Rao, V. R., Kalam, S. and Podile, A. R., 2014. Preferential promotion of *Lycopersicon esculentum* (Tomato) growth by plant growth promoting bacteria associated with tomato. *Indian Journal of Microbiology*, 54(4), 403-412.
- Van Loon, L. C., 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119, 243-254.
- Vazquez, P., Holguin, G., Puente, M. E., Lopez-Cortes, A. and Bashan, Y., 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. *Biology and Fertility of Soils*, 30(5-6), 460-468.
- Venkadesaperumal, G., Amaresan, N., and Kumar, K., 2014. Plant growth promoting capability and genetic diversity of bacteria isolated from mud volcano and lime cave of Andaman and Nicobar Islands. *Brazilian Journal of Microbiology*, 45 (4), 1271-1281.
- Vessey, J. K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*, 255(2), 571-586.
- Vikram, A., Hamzehzarghani, H., Alagawadi, A.R., Krishnaraj, P.U., Chandrashekar, B.S., 2007. Production of plant growth promoting substances by phosphate solubilizing bacteria isolated from vertisols. *Journal of Plant Sciences*, 2(3) 326–333.
- Walia, A., Mehta, P., Chauhan, A. and Shirkot, C. K., 2014. Effect of Bacillus subtilis strain CKT1 as inoculum on growth of tomato seedlings under net house conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84(1), 145-155.
- Weller, D. M. and Thomashow, L. S., 1994. *Current challenges in introducing beneficial microorganisms into the rhizosphere*. In: O’Gara F, Dowling DN

and Boesten B (eds) Molecular Ecology of Rhizosphere Microorganisms. Biotechnology and the Release of GMOs. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1-18.

Whipps, J. M., 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 52(suppl_1), 487-511.

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 Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 66.

Zameer, M., Zahid, H., Tabassum, B., Ali, Q., Nasir, I. A., Saleem, M. and Butt, S. J., 2016. PGPR Potentially Improve Growth of Tomato Plants in Salt-Stressed. *Environment Turkish Journal of Agriculture, Food Science and Technology*, 4(6), 455-463.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Konya'nın Çumra ilçesinde doğdu. İlköğretimini Burdur Atatürk İlköğretim Okulu'nda, Ortaöğretimini Finike Cumhuriyet Çok Programlı Lisesi'nde tamamladı. 2005-2006 yıllarında Adnan Menderes Üniversitesi Sultanhisar Meslek Yüksekokulu'nda Seracılık Programını tamamladı. Aynı yıl dikey geçiş sınavı ile Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne geçiş yaptı ve 2010 yılında fakülteden mezun oldu. 2015 yılında Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı'nda Bakteriyoloji alanında yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve bir kız çocuğu babasıdır. Askerlik görevinden sonra Antalya Kumluca ilçesinde meslek hayatına başladı. 05.2019 tarihinden itibaren HM Clause Tohumculuk Tarım San. ve Tic. A.Ş. Şirketi / Ürün Geliştirme Bölümünde Koordinatör olarak görev yapmaktadır.