



**ÇEŞİTLİ TOPRAK ÖRNEKLERİNDEN
İZOLE EDİLEN BAKTERİ SUŞLARININ
DOMATES BİTKİSİ GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

RABİYE KARADAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI**

PROF.DR. İsa KARAMAN

Mayıs - 2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEŞİTLİ TOPRAK ÖRNEKLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAKTERİ SUŞLARININ
DOMATES BİTKİSİ GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

RABİYE KARADAŞ

TOKAT
Mayıs - 2019

Her hakkı saklıdır

Rabiye KARADAŞ tarafından hazırlanan “Çeşitli Toprak Örneklerinden İzole Edilen Bakteri Suşlarının Domates Bitkisi Gelişimi Üzerindeki Etkisinin Araştırılması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 3 MAYIS 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. İsa KARAMAN

İkinci Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Uğur TUTAR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Şaban TEKİN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yaşar GÜLMEZ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



ONAY


Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

RABİYE KARADAŞ

3 Mayıs 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEŞİTLİ TOPRAK ÖRNEKLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAKTERİ SUŞLARININ DOMATES BİTKİSİ GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

RABİYE KARADAŞ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. İSA KARAMAN)
(İKİNCİ DANIŞMAN: DR. UĞUR TUTAR)

Bu çalışmanın amacı; Tokat merkeze bağlı olan Canpolat köyü civarı ve ormanlık bölgelerinden alınan toprak örneklerinden izole edilen mikroorganizmaların domates gelişimi ve verimi üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmada ilk olarak toprak örneğinden spesifik besiyerleri yardımıyla mikroorganizmalar izole edilmiştir. İzole edilen bu mikroorganizmalar liyofilize edilmiştir. Liyofilizasyon aşamasından sonra bulklar oluşturulmuştur. Oluşturulan her bulk için 5 tekrarlı deneme grupları kurulmuştur. İlk ekimde ve sonrasında domatese 7 kez toz uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda domatesin yaprak ayası, yaprak uzunluğu, gövde çapı ve elde edilen verim kontrole kıyasla incelendiğinde MG1 bulku üzerinde daha çok etkili olduğu görülmüştür.

2019, 70 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Domates, Kurutma, İzolasyon, PGPR, Rizosfer

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BACTERIAL STRAINS ISOLATED FROM VARIOUS SOIL SAMPLES ON TOMATO PLANT GROWTH

RABIYE KARADAS

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF BIOENGINEERING

**(SUPERVISOR:) PROF.DR. İSA KARAMAN
(CO-SUPERVISOR: DR. UĞUR TUTAR)**

The aim of this study was to investigate the effect of microorganisms isolated from soil samples taken from Canpolat village forests in Tokat. In this study, microorganisms were isolated from soil samples using specific media. Isolated microorganisms were dried. Bulks were formed after the drying step. 5 repetitive experimental groups were prepared for each batch. Tomato, first seed sowing and then 7 times powder application was made. As a result of the applications, the leaf size, leaf length, trunk diameter and yield of the tomato were found to be more effective on bulk of MG1 compared to the control.

2019, 70 PAGE

KEYWORDS: Tomato, Drying, Isolation, PGPR, Rhizosphere

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın belirlenmesi, kurgulanması ve gerçekleştirilmesi konusunda bilgi ve desteğini hiç bir zaman esirgemeyen ve aynı zaman da gerek örnek toplama gerekse laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımcı olan Sayın danışman hocam Prof. Dr. İsa KARAMAN' a içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmada her konuda desteklerini esirgemeyen Sayın Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Bilge Hilal ÇADIRCI' ya ve diğer tüm bölüm hocalarıma ve tez çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Hatice Nur GİRGIN'e, Merve GÜÇCÜK'e, Şule İNİŞ ve Tolga SARI'ya, teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen, her zaman bana güvenen ve destek olan aileme teşekkür ederim.

RABİYE KARADAŞ

3 Mayıs 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	1
ABSTRACT	2
ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
SİMGELER VE KISALTMALAR	6
ŞEKİL LİSTESİ	9
ÇİZELGE LİSTESİ	10
1. GİRİŞ	11
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
2.1 Pgp (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria)	16
2.2 Domates	23
2.3 Yapılan Çalışma	25
3. MATERYAL ve YÖNTEM	28
3.1 Materyal	28
3.1.1 Çalışmada kullanılacak mikroorganizmaların izole edileceği toprak örnekleri..	28
3.1.2 Çalışmada kullanılan besiyerleri	28
3.1.3 Çalışmada kullanılan vermikompost.....	28
3.1.4 Çalışmada kullanılan matriks.....	29
3.2 Yöntem	29
3.2.1 Toprak örneğinin alınması	29
3.2.2 Nutrient Agar (NA) hazırlanması	29
3.2.3 Nutrient Broth (NB) hazırlanması.....	30
3.2.4 Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium hazırlanması.....	30
3.2.5 JMV hazırlanması	30
3.2.6 Nitrogen Fixing bacteria (NFb) hazırlanması	31
3.2.7 LGI hazırlanması.....	31
3.2.8 Pseudomonas agar base hazırlanması	31
3.2.9 Rhizobium medium agar hazırlanması	32
3.2.10 PIKOVSKAYA hazırlanması	32

3.2.11 Ashbys mannitol agar hazırlanması	32
3.2.12 Yeast mannitol agar hazırlanması	33
3.2.13 Azospirillum medium agar hazırlanması	33
3.2.14 Yeast extract calcium carbonate glucose agar hazırlanması.....	34
3.2.15 Mannitol agar hazırlanması.....	34
3.2.16 Yeast dextrose agar hazırlanması.....	34
3.2.17 OKON hazırlanması.....	35
3.2.18 Mueller Hinton Broth (MHB) hazırlanması.....	35
3.3 Topraktan Mikroorganizmaların İzolasyonu.....	35
3.4 Mikroorganizmaların Besiyerlerine Ekimi.....	35
3.5 İzole Edilen Mikroorganizmaların Kurutulması	39
3.6 Kurutulan Pgpr Adayı Bakteri İzolatlarının Gruplanması	39
3.7 Kurutulan Mikroorganizmaların Fide İle Toprağa Ekilmesi.....	41
4. BULGULAR	42
4.1 Hazırlanan Toz Bulk Gruplarının Domates Gelişimine Etkisi.....	42
4.1.1 Yaprak ayası.....	42
4.1.2 Yaprak uzunluğu	47
4.1.3 Gövde çapı	49
4.1.4 Tane sayısı.....	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
6. KAYNAKLAR	60
7. ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ca

K

Fe

Cu

Mn

Zn

N

P

N₂O

NO₃

NaCl

%

°C

KH₂PO₄

MgSO₄·7H₂O

CaCO₃

FeSO₄

MnSO₄·4H₂O

K₂HPO₄

ZnSO₄

MnCl₂·4H₂O

H₃BO₃

CoCl₂·6H₂O

CuCl₂·2H₂O

NiCl₂·2H₂O

Na₂MoO₄·2H₂O

KOH

HCl·2H₂O

K₂SO₄

Açıklamalar

Kalsiyum

Potasyum

Demir

Bakır

Mangan

Çinko

Azot

Fosfor

Diazotmonoksit

Nitrat

Sodyum klorür

Yüzde

Santigrat derece

Potasyum fosfat

Magnezyum sülfat heptahidrat

Kalsiyum karbonat

Demir II sülfat

Mangan (II) sülfat

Dipotasyum fosfat

Çinko sülfat

Manganez (II) klorit

Borik asit

Kobalt klorit hekzahidrat

Bakır klorit dihidrat

Nikel klorür dihidrat

Sodyum molibdat dihidrat

Potasyum hidroksit

Hidrojen klorür dihidrat

Potasyum Sülfat

CaCl₂

Kalsiyum klorür

FeCl₃

Demir(III) Klorür

w/v

Hacimde ağırlıkça yüzde

Ca²⁺

Kalsiyum

CFU g⁻¹

Colony Forming Unit (hücre/g)

ha

Hektar

H₂SO₄

Sülfürik asit

K

Potasyum

Na⁺

Sodyum



Kısaltmalar

IAA

vb.

sp.

spp.

Ark.

ABD

PGPR

IAA

CTL

NB

NFb

pH

MHB

mg

ml

mm

μ L

rpm

kg

gr

CTL

Açıklamalar

İndol asitik asit

Ve benzeri

Tür

Türleri

Arkadaşları

Amerika Birleşik Devletleri

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler

İndol asitik asit

Kontrol tedavisi aşılınmamış

Nutrient Broth

Nitrogen Fixing bacteria

Hidrojen Potansiyeli

Mueller Hinton Broth

Miligram

Mililitre

Milimetre

Mikrolitre

1 dakikada dönüş sayısı

Kilogram

Gram

Kontrol tedavisi aşılınmamış

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompost	29
Şekil 3.2. Kurutulmuş KR-109 izolatı	39
Şekil 4.1. Domates bitkisi yaprak ayası varyans analiz grafiği	43
Şekil 4.2. Kontrol.....	44
Şekil 4.3. F6+V bulku.....	44
Şekil 4.4. Vermikompost bulku	45
Şekil 4.5. MG-1 bulku	45
Şekil 4.6. MG-2 bulku	46
Şekil 4.7. KR-4 bulku	46
Şekil 4.8. KR-6 bulku	47
Şekil 4.9. Domates bitkisi yaprak uzunluğu varyans analiz grafiği.....	48
Şekil 4.10. Domates bitkisi gövde çapı varyans analiz grafiği.....	50
Şekil 4.11. Domates bitkisi meyve verim varyans analiz grafiği	53
Şekil 4.12. MG-2 bulku uygulan domates grubu.....	53
Şekil 4.13. KR-6 ve KR-4 bulku uygulanan domates grubu	54
Şekil 4.14. F-6 bulku ve vermikompost uygulanan domates grubu	54
Şekil 4.15. F-5 bulku ve vermikompost uygulan domates grubu	55
Şekil 4.16. Kontrol grubu	55
Şekil 4.17. Kontrol grubu	56

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Organizmaların izole edildiği spesifik besiyerleri.....	36
Çizelge 3.2. Bulk içerisinde bulunan mikroorganizmalar	40
Çizelge 3.3. Tarla ekim planı.....	41
Çizelge 4.1. Domates bitkisi yaprak ayası ölçüm sonuçları	42
Çizelge 4.2. Domates bitkisi yaprak ayası varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.3. Domates bitkisi yaprak uzunluğu ölçüm sonuçları.....	47
Çizelge 4.4. Domates bitkisi yaprak uzunluğu varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.5. Domates bitkisi gövde çapı ölçüm sonuçları.....	49
Çizelge 4.6. Domates bitkisi gövde çapı varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.7. Domates bitkisi tane sayıları.....	50
Çizelge 4.8. Domates bitkisi meyve verim sonucu.....	51
Çizelge 4.9. Domates bitkisi meyve verim varyans analiz sonuçları	52

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), hem tropik hem de subtropikal bölgelerin en önemli ve çok yetiştirilen sebze mahsullerinden biridir. Çin, ABD, Türkiye, Hindistan ve Mısır domates ticaretinin ana üreticilerindendir. Çeşitliliği, iklimsel toleransı ve yüksek besin değerleri nedeniyle, on dokuzuncu yüzyılın ortasından beri giderek daha popüler hale gelmiştir. Günümüzde, domates yetiştiriciliği, dünyadaki bahçecilik endüstrisinin odak noktasıdır ve bitkisel ürünler alanında belirgin bir yere sahiptir (Walia ve ark., 2014).

“Rizobakterileri Teşvik Eden Bitki Büyümesi” (PGPR) terimi ilk olarak Kloepper ve Schroth (1978) tarafından birçok bitki türünün kökünü kolonize eden toprak bakterilerini tanımlamak için kullanılmıştır. PGPR, bitki büyümesini ve sağlığını arttırmak amacıyla ve böylece mahsul verimini iyileştirmek için geniş bir ürün yelpazesine ve tarım koşullarına uygulanmıştır (Kloepper ve ark., 1991). Rhizobacteria tarafından bitki büyümesini teşvik doğrudan veya dolaylı olarak oluşabilir. Örneğin;

(i) fosfat, potasyum, oksitleyici kükürt, azot, demir ve bakırın sabitlenmesi,

(ii) toprak kaynaklı patojenlerin, hidrojen siyanür, siderofor, antibiyotik üretimi ile baskılanması,

(iii) kuraklığa, tuzluluk oranına, metal toksisitesine karşı bitki stres toleransının artırılması,

(iv) IAA, v.b. gibi fitohormonların üretimleri.

Domates yetiştiriciliğinde domates gelişimi için sürdürülebilir ve kimyasal gübrelere daha az bağımlı hale getirilmesi için, biyolojik olarak nitrojeni sabitleyebilen, fosforu çözüdüren ve gelişime katkıda bulunan patojenlere ve metabolitlere karşı antagonizmi tetikleyen PGPR'nin nasıl kullanılacağını bilmek önemlidir (Walia ve ark., 2014).

PGPR, olarak bilinen farklı toprak bakterileri *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Rhizobium*, *Enterobacter*, *Burkholderia*, *Beijerinckia*, *Klebsiella*, *Clostridium*, *Vario-Boacasacova* bitki büyümesine faydalı etkisi olan cinse aittir (Gupta ve ark., 2000, Barneix ve ark.,

2002). Yıllar boyunca, PGPR, tarımsal ürünler için dünya çapında önem kazanmış ve kabul görmüştür, bu da daha fazla büyüme ve biyokütle içeriğinin artmasına yol açmaktadır (Batth ve ark., 2004, Minorsky, 2008).

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), bitki verimliliğini ve bağışıklığını artırarak bitkilere fayda sağlayan doğal olarak oluşan toprak bakterileridir. Bu işlemlerde yer alan mekanizmalar, etilen ve absisik asit (ABA) gibi bitki hormonu seviyelerinin düzenlenmesini içerir. Toprakta yaşayan çok çeşitli mikroorganizmalar, konakçı bitkileriyle simbiyotik ve simbiyotik olmayan ilişkiler kurabilir (Gray ve Smith, 2005).

Bu mikroorganizmalar aşağıdakileri içerir;

- patojenlerin bitki büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini kontrol etmek,
- toprak streslerinin bitki büyümesi ve verim üretimi üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek,
- biyofertilizasyon,
- kök arttırmak,
- büyüme,
- rizoremediasyon (Emmerling ve ark., 2002, Arzanesh ve ark., 2011).

Rekabetçi mikroflora içeren bir toprakta bitki aşılama ile tekrar kullanıldığında rizobakterilerin yaklaşık % 2-5' i, bitki büyümesi üzerinde faydalı bir etki gösterir ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler olarak adlandırılır (Klopper ve ark., 1989). Gıdalara yönelik uluslararası endişelerin artması bağlamında ve tarım kalitesindeki kimyasal girdilerin azaltılmasıyla birlikte, rizobakterileri teşvik eden bitki büyümesinin kullanılması potansiyel olarak önemli bir konudur (Herman ve ark., 2008). Bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin ve bitki direnci indükleyicilerinin kombinasyonu, modern tarımsal sistemlerde alternatif mahsul koruma yaklaşımıdır. PGPR, büyümeyi, tohum çıkmasını ve mahsul verimini arttırmak için çeşitli mahsullere uygulanmıştır ve bu uygulamaların bazıları ticarileştirilmiştir (Ashrafuzzaman ve ark.,

2009). PGPR, tarımsal faydalarından dolayı dünya çapında önem ve ilgi kazanmıştır ve bu nedenle gelecek de sürdürülebilir tarım için potansiyel bir araçtır (Kloepper ve ark., 1999). Rizosferde yaşayan toprak bakterileri, bitki patojenlerine karşı antagonizm, fosfatların çözünmesi gibi çeşitli mekanizmalar ile bitki büyümesini artırabilir. Rizosferde yaşayan toprak bakterileri, bitki patojenlerine karşı antagonizm, fosfatların çözünürlüğünü (Dubeikovsky ve ark., 1993), fitohormonların üretimini (Arshad ve Frankenberger, 1998), yan fosfor üretimini (Raaska ve ark., 1993), antibiyotik üretimini (Schinder ve ark., 1994), bitki etilenini inhibe etmeyi; sentezi (Glick ve ark., 1994) ve patojenlere karşı bitki sistemik direncinin uyarılmasını sağlar.

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler, bitki performansını artırabilen en etkili ve en iyi çalışılmış toprak mikroorganizmaları arasındadır. PGPR, hücre dışı bakteri (rizosferde, kök yüzeyinde veya hücreler arasındaki boşluklarda bulunur) ve hücre içi bakteri (özellikle N₂ sabitleyici bakteri) olarak sınıflandırılabilir. Biofertilizasyon, kök büyümesinin uyarılması, rizoremediasyon ve bitki stres kontrolü doğrudan mekanizmalardır. Öte yandan, rizobakterilerin dolaylı yoldan bitki büyümesini teşvik edebildiği biyolojik kontrol mekanizmaları, hastalık seviyesini azaltarak, antibiyozis, sistemik direncin indüklenmesi ve besin ve nişler için rekabeti içerir (Lugtenberg ve Kamilova, 2009). Oksin, etilen, giberellinler, abisikasid ve sitokininler gibi hormonlar bitki büyümesini ve gelişimini düzenlerler (Kende ve ark., 1997). Bitki hormonları, bitkinin çevresine tepki verme yeteneğini etkileyen kimyasal habercilerdir. Bunlar çok düşük konsantrasyonda etkili olan ve genellikle bitkinin bir bölümünde sentezlenen ve başka bir yere taşınan organik bileşiklerdir. Her bitki cevabı genellikle birlikte hareket eden iki veya daha fazla hormonun sonucudur. Hormonlar bitki büyümesini uyardığı veya inhibe ettiği için, aynı zamanda bitki büyüme düzenleyicileri olarak da adlandırılır. 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz enzimini içeren bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, bitki etilen seviyelerini azaltarak bitki büyümesini ve gelişmesini kolaylaştırır. ACC, stres altında artan, bitki büyümesini ve verim üretimini olumsuz yönde etkileyen etilen üretiminin öncüsüdür. Dolayısıyla etilen, stres dahil farklı koşullar altında bitki büyümesini düzenleyen hormonlardan biridir (Lugtenberg ve Kamilova, 2009). Etilen, bitkilerde normal büyüme ve gelişme için gerekli olan bir bitki büyüme düzenleyicisidir.

Bununla birlikte, bu anahtar fonksiyonun dışında, etilen ayrıca, bitkilerde tuzluluk, kuraklık, su basması, ağır metaller veya patojenlere maruz kaldığında bir stres hormonu olarak da hareket eder (Babaloa, 2010). ABA, bitkilerde birçok fizyolojik süreçte önemli bir rol oynar. Bu hormon, geç tohum gelişimi sırasında birçok olayın düzenlenmesi için gereklidir. Kuruma, tuz ve soğuk gibi çevresel strese cevap vermek için önemlidir. Apsisik asit bitki büyümesini kontrol eder ve kök uzamasını inhibe eder (Pilet ve Chanson, 1981), bu büyüme ile bitkilerin endojen ABA içeriği arasında negatif bir korelasyon olduğu anlamına gelir (Pilet ve Saugy, 1987). Bitkilerle etkileşime giren veya toprakta yaşayan bazı bakteri türlerinin ABA ve indol-3-asetik asit, giberellik asit, zeatin (sitokinin) ve etilen gibi diğer fitohormonları sentezlediği bildirilmiştir (Tuomi ve Rosenquist, 1995, Martellet ve Fett-Neto, 2005). *Bacillus* cinsinden bazı türler sadece bitki büyüme destekleyicileri olarak değil, aynı zamanda hastalıkların biyolojik kontrol ajanları olarak da tanımlanmıştır (Nakayama ve ark., 1999, Vespermann ve ark., 2007). *Pseudomonas fluorescens* bazı taneli bitkilerin yüksekliğini arttırmada potansiyel bir aktivite göstermiştir. PGPR ayrıca olumsuz koşullarda çimlenme oranı ve kuraklık toleransı üzerindeki olumlu etkiler göstermiştir. Birçok bitki hastalığına karşı antibakteriyel ve antifungal özellikler göstermiştir (Kalita ve ark., 2015). Taze meyve ve sebze üretiminin zorluğu, tüketicileri çevre üzerindeki zararlı etkilerden kaçınarak tatmin etmek için verimi ve kaliteyi arttırmaktır. (Mader ve ark., 2002). Bu nedenle, biyogübrelerin kullanımı uygun bir üretim uygulaması haline gelmiştir. Pazarlanabilir birçok biyogübre, temel olarak bitki gelişimine yararlı etki gösteren bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilere (PGPR) dayanmaktadır ve bu, çoğu zaman bitkilerin konakta bulunması için besin kullanılabilirliğinin artırılması ile ilgilidir (Vessey, 2003). Öte yandan, tarımsal ürün kalitesi, hasat öncesi ve sonrası faktörlerden etkilenmektedir. Hasat edilen ürünün kalitesini etkileyen hasat öncesi faktörler arasında biyolojik faktörler (patolojik, entomolojik ve hayvan), fizyolojik faktörler (fizyolojik bozukluklar, beslenme dengesizlikleri ve olgunluk) ve kültürel faktörler (döllenme ve büyüme düzenleyicileri) etkilidir (Mattheis ve Fellman, 1999, Kays, 1999, Sams, 1999). Bu nedenle PGPR, mahsul verimini ve kalitesini etkileyen hasat öncesi biyotik faktörler olarak düşünülebilir. Yapay tarım ilaçlarının kullanımı günümüzde modern tarımda zararlıları ve bitki patojenlerini kontrol etmenin en yaygın yöntemidir. Bununla birlikte, pestisitlerin yaygın kullanımı çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden

olabilir. Zararlı popülasyonlarda direnç gelişimi (Karaoglanidis ve ark., 2000, Myresiotis ve ark., 2014), en etkili bitki koruma ürünlerinden bazılarının geri çekilmesi, gıda ve çevredeki pestisit kalıntılarının etkisi, (Vryzas ve ark., 2002) ayrıca pestisitlerin maliyetinin yüksek olması ve özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki bulunabilirlik üzerindeki kısıtlamalar, pestisit kullanımında sınırlayıcı faktörlerdir. Ayrıca, tüketicilerin pestisit kalıntıları içermeyen kaliteli ürünleri tercih etmesi, bilimsel topluluğu yeni ve daha çevre dostu bitki koruma yöntemlerini keşfetmeye yöneltmiştir (Buonaurio ve ark., 2002, Hammerschmidt ve ark., 2001).

Bu çalışmanın amacı, çeşitli toprak örneklerinden izole edilen bakteri suşlarının domates bitkisi gelişimi üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Pgp (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria)

Dünya genelinde nüfus artışı, küresel gıda üretimine olan talebin artması ve tarımsal verimde sorunlara neden olan çevresel hasarlar dünya için büyük endişe kaynağıdır. Bu sorunlar kısa sürede tüm dünya nüfusunun beslenmesinde yetersizliğe neden olabilir (Ladeiro, 2012).

Tarlada yetişen ürünlere uygulanan çevresel abiyotik ve biyotik stresler nedeniyle tarımsal üretimin verimliliğinde bir kayıp vardır. Bitkisel üretimde toprak tuzlanması, toprak katılaşması, kuraklık, toprak pH ve çevre sıcaklığı gibi abiyotik stresler önemli sınırlayıcı faktörlerdir. Toprak tuzlanması ve toprak ıslahı, toprağın potansiyel kullanımını tehlikeye atan, toprak üzerindeki en yaygın toprak bozulma süreçlerinden biridir (Ladeiro, 2012, Rengasamy, 2006).

Toprak tuzlanması, başta Akdeniz ülkelerinde olmak üzere, Avrupa'da yaklaşık 1 - 3 milyon hektarı etkilemektedir. Kuraklık, toprak bozulmasına ve toprak çölleşmesine yardımcı olan başka bir etki faktörüdür (Ladeiro, 2012). Tüm bunların sonucu olarak üretimi arttırıcı yollar aranmalıdır. Daha fazla tarımsal ürün üretebilen görünür çözümler şunlardır:

- (1) Daha iyi tarımsal arazi yönetimi,
- (2) Gübre dahil kimyasalların daha fazla kullanılması,
- (3) Güvenli ve verimli pestisitler ve herbisitler,
- (4) Daha fazla yetiştiricilik yöntemi,
- (5) Transgenik ürünlerin daha fazla kullanılması,
- (6) Bitki büyümesini teşvik edici rhizobacteria'nın genişletilmiş kullanımı (Glick, 2014).

Tarımsal verimi arttırmak için sunulan çözümler sadece kısa vadede etkili olacaktır. Bu nedenle, dünyaya gıda sağlamak için etkili ve uzun vadeli, sürdürülebilir ve çevre dostu biyolojik çözümler bulunmalıdır. Bu amaçla, tarımda PGPR'nin sürekli kullanımı, bu kısıtlamanın üstesinden gelmek için öne sürülen çarpıcı bir teknolojidir (Glick, 2014).

Bakteriyel floralar genellikle toprak parçacıklarına bağlanıp toprak içinde dağılırlar, çoğu bitkilerin köklerinde de bulunur. Rhizosfer, tanımlandığı gibi kök sızıntılarından etkilenen en yüksek bakteri popülasyonuna sahip bitki köklerini çevreleyen toprak hacmini içeren iyi karakterize edilmiş bir ekolojik yaşam alanıdır (Hiltner, 1904). Rizosferdeki bakteri popülasyonunun yoğunluğu toprağa göre 100 -1.000 kat daha fazla olduğu bilinmektedir. Bunun nedeni, bu bakterilerin, kök salgılarına etkili bir şekilde adapte olması ve bu salgıları kullanmak için metabolik çeşitliliğe sahip olmalarıdır. Ayrıca, kök yüzeyinin % 15'i birkaç bakteri türüne ait mikrobik popülasyonlarla kaplıdır (Govindasamy ve ark., 2011, Jha ve ark., 2010). Bitki fotosentetik ürünü, farklı şekillerde biçimde kökler tarafından salgılanır ve bu şekiller mikrobiyal popülasyon tarafından kullanılır (Glick, 2014).

Bitki büyümesi için yararlı olan bakteriler 'Bitki Büyümesini Destekleyen Rhizobacteria (PGPR) olarak adlandırılır (Kloepper ve ark., 1980). Bu terim, bitki büyümesini indükleyen, bitki beslemesini geliştiren veya bitki büyümedüzenleyicileri üreten bakterilerin yanı sıra patojenik mikroorganizmaların saldırısını önleyen bakterileri içerir (Gutierrez Manero ve ark., 2001). Günümüzde rizobakterilerin bitki sağlığı ve beslenmesinde önemli bir rol oynadığı yaygın olarak kabul edilen bir gerçektir. PGPR'lerin rizosfer ve bitki fizyolojisi üzerindeki etkileri, bitki beslenmesi ve savunma mekanizmaları ile ilgili geleneksel uygulamaları önemli ölçüde değiştirmiştir (Ramamoorthy ve ark., 2001, Richardson, 2001).

Bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler (PGPR), kökleri kolonize eden ve bitkilerin büyümesini destekleyen heterojen bir bakteri grubudur. PGPR terimi ilk olarak Kloepper ve Schroth (1978) tarafından rizosfer bölgesi ile yakından ilişkili mikroorganizmalar için kullanılmıştır. Rizosfer, mikroorganizmalar için ana besin kaynağını oluşturan bitki kökleri tarafından salgılanan eksüdanlar nedeniyle besinlerin verimli jeokimyasal döngüsüne yol açan bir mikrobiyal etkileşim noktasıdır. Bu

nedenle, etkin PGPR'lerin taranması ve seçilmesi ve bunların entegre uygulamalarda kullanımı, tarımsal ekinlerin sürdürülebilirliğini koruyarak tarımsal ürünlerin büyümesini ve verimini arttırmak için büyük önem taşımaktadır. Mikrobiyal aşılama yöntemlerinin uygulanması, kimyasal pestisitlerin kullanımını azaltmaya yardımcı olur. İnorganik gübrelerin ve PGPR aşılama yöntemlerinin kullanımı, bitki koruma, büyüme teşviki veya biyolojik hastalık kontrolünde ve sürekli toprak verimliliğinde hayati bir rol oynayabilecek ümit verici tarım yaklaşımlarını temsil eder (Dilantha ve ark., 2006). PGPR'nin bitki büyümesini ve sağlığını geliştirmek için bir veya daha fazla doğrudan ve dolaylı etki mekanizmasını kullandığı bilinmektedir, ancak birçok PGPR'nin ana etki tarzı rizosfer bölgesindeki bitkinin besin maddelerinin bulunmasını arttırmaktır (Glick, 1995).

PGPR'lerin ağaç türleri üzerindeki kullanımı, tarımsal ürünlerdeki normal patojenler de ağaç fidanlarında yaygın olduğu için ilgi görmektedir (Enebak ve ark., 1997). Ağaç fidanlarına PGPR'nin aşılması, tarlaya nakledildiğinde genç fidanların hayatta kalmasının artırılmasında hayati öneme sahiptir. Daha gelişmiş bir kök sistemine sahip aşılanmış fideler, ekimden sonra daha iyi beslenme ve hayatta kalma sağlar (Probanza ve ark., 2001). Bitkiler, sağlıkları için daha faydalı olan bakterileri seçerek eksudatlar aracılığıyla organik bileşikler salgılayarak çeşitliliğin düşük olduğu çok seçici bir ortam yaratır (Marilley ve Aragno, 1999). Bu nedenle, yabancı bitki türlerinin rizosferleri, bitki büyümesini destekleyen rizobakterileri izole etmek için en iyi kaynak olarak görülmektedir (Gutierrez Manero ve ark., 2002, Lucas Garcı'a ve ark., 2001).

Bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler (Kloepper ve ark. 1980), bitki sağlığı ve beslenmesinde önemli bir rol oynayan patojenik olmayan yararlı toprak rizobakterileridir. Bunlar, bitki beslenmesini iyileştirerek veya bitki büyüme düzenleyicileri üreterek bitki büyümesine fayda sağlayabilir (Gutierrez ve ark., 1996, Gutierrez ve ark., 2001). Patojenik mikroorganizmaların saldırısını da önleyebilirler (Bowen ve ark., 1999, Van ve ark., 1998) ya da rhizobia veya mikoriza ile simbiyoz oluşturulmasına yardımcı olabilirler (Frey ve ark., 1997, Wayne ve ark., 1987). Mikorizalar, bazı mantarlar ile yüksek bitki türlerinin kökleri arasındaki simbiyotik ilişkidir (Smith ve ark., 1997).

Mikoriza'nın başlıca yararlı etkisi, bitkilerin köklenme sisteminin emici alanını arttırmak ve böylece besin maddelerinin alımını ve özellikle fosforun artmasını sağlamaktır (Hall ve ark., 2003). Mikoriza ve PGPR mikroorganizmalarının kombinasyonu ile oluşturulan biyolojik gübre, fidan yetiştiriciliği gibi endüstrilerde önemli bir alternatif olabilir (Burdman ve ark., 2000). PGPR ağaç köklerine uygulandığında ağaç hastalıklarını azaltarak ekonomik kayıpları engelleyebilir (Ramamoorthy ve ark., 2001). PGPR ile aşılınmış fideler köklenmeyi arttırarak daha fazla besin alımı sağlar ve buda toprağa ekildiğinde hayatta kalma olanağını arttırır (Probanza ve ark., 2001).

Bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler, bitki köklerini aktif olarak kolonize eden ve bitki büyümesini ve verimini artıran bir bakteri grubudur (S.C. ve ark., 2005). PGPR'lerin bitki gelişimini desteklediği mekanizmalar tam olarak anlaşılammıştır ancak etkisinin bunlar olduğu düşünülmektedir;

- fitohormon üretme yeteneği,

- asimbiyotik N₂ fiksasyonu,

- patojenik mikroorganizmalara karşı siderofor üretimi, antibiyotiklerin sentezi, enzimler veya fungusidal bileşikler üretimi,

- Mineral fosfatların ve diğer besin maddelerinin çözünmesi (Egamberdiyeva, 2007).

Azospirillum, *Pseudomonas* ve *Azotobacter* suşları tohum çimlenmesini ve fide büyümesini etkilidir (Shaukat ve ark., 2006).

Bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler, fungal, bakteriyel ve viral patojenlere karşı bitkilerde biyolojik kontrol ajanları olarak uygulanmaktadır. PGPR'den kaynaklanan biyolojik kontrol; rekabet, antibiyotik ve indüklenmiş direnç gibi çeşitli mekanizmalardan kaynaklanır (Van Loon ve ark., 1998). PGPR tohum gelişimini, bitki ağırlığını ve verimini artırır (Kloepper ve ark., 1986).

PGPR bitki fizyolojisi ve rizosferik toprağın besin ve fiziksel özelliklerini değiştirir. Rizobakterilerin Ca, K, Fe, Cu, Mn ve Zn gibi besin maddelerini, proton pompası ATPaz ile alınmasını arttırdığı bulunmuştur (Mantelin ve Touraine, 2004). *Bacillus* ve *Microbacterium* bitkiler tarafından mineral elementlerin almasını arttıran inokulantlardır. Toprak verimliliğini sürdürmek için rizobakteriyel aktivitelerin önemi birçok bilim adamı tarafından iyi araştırılmıştır (Phillips, 1980, Forde, 2000, Glass ve ark., 2002). Rizobakteriler ayrıca çözünmemiş halde bulunan besin maddelerinin çözülmesine ve bitkilerde taşınmasının kolaylaştırılmasına yardımcı olur (Glick, 1995).

PGPR, su stresi koşullarında büyüyen çok çeşitli bitkilere faydalıdır (Aroca ve Ruiz-Lozano, 2009). Kuraklık stresi, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda bitkilerin yetiştirilmesi ve tarımsal ürünlerin verimliliğine sınırlama getirir (Figueiredo ve ark., 2008). PGPR ile bitkilerin aşılmasının, IAA, sitokininler, antioksidanlar ve 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit deaminaz üretilmesiyle kuraklık toleransını artırılır (Bashan ve ark., 2008).

Yapılan bazı çalışmalarda bir gram toprakta yaklaşık 4000 bakterinin bulunduğu moleküler tekniklerle hesaplanmıştır (Montesinos, 2003). Rizosfer bölgesinde en önemli topluluklarından biri *Actinomyces* olarak adlandırılan gruptur (Benizri ve ark., 2001). Bitki gelişimi üzerine çalışılan bazı rizosferik mikroorganizmalar *Azospirillum*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas* türleridir (Steenhoudt ve Vanderleyden, 2000, Trivedi ve ark., 2005). *Acinetobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium*, *Serratia*, *Xanthomonas*, *Proteus* ve *Pseudomonas* gibi türlere ait toprak mikroorganizmaları (serbest yaşayan, birleştirici ve simbiyotik rizobakteriler) rizosferin ayrılmaz parçalarıdır ve başarılı rizosfer kolonizasyonu oluşturur (Glick, 1995, Kaymak, 2011). Rizosferik kolonizasyon, mikroorganizmaların biyofermantasyon, fitostimülasyon, biyokontrol ve fitomodifikasyon gibi yararlı amaçlar için uygulanmasında önemli bir adımdır, ancak rizosferin PGPR ile kolonizasyonu tekdüze bir işlem değildir.

Biyofertilizer canlı mikroorganizmalar; bitki köküne, çekirdeğine veya kök yüzeyine uygulandığında kolonize olur ve bitki gelişimin artırır. *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium* ve *Sinorhizobium* türleri biyofertilizatörler

olarak adlandırılan güçlü PGPR suşlarıdır (Vessey, 2003). Toprağın ph, su miktarı, oksijen miktarı, fizikokimyasal özellikleri gibi parametrelerinde meydana gelen değişiklikler PGPR suşlarının gelişimini etkiler (Griffiths ve ark., 1999).

PGPR'nin bitkiye verilmesi ile yaprak alanı, klorofil içeriği, toplam biyokütle vb. bitki özellikleri arttırılmaktadır (Baset Mia ve ark., 2010). Ayrıca, PGPR'nin mısır ve buğday fidelerinin kök korteksinin dış tabakaları üzerindeki etkisi de incelenmiş ve gıdaya yönelik artan talep sonucu PGPR'nin tarımdaki önemi artmıştır (Dobbelaere ve ark., 2001). *Azospirillum* sp.'nin bitkiye verilmesi sonucu kök sistemi, hava ile temas eden kısmı ve çiçeklenmede kayda değer bir artış gözlemlenmiştir. Dut ve kayısının yapraklarına uygulanan rizobiyal mikroorganizmalar yaprak alanı ve klorofil üretiminde etkili olmuştur (Esitken ve ark., 2003). *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Achromobacter xylosoxidans*, *B. pumilus*, *Brevibacterium halotolerans* ve *Pseudomonas*, 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit deamidaz enzimi aktivitesi, bitki büyüme teşviki ve hücre uzaması üzerinde kiritik öneme sahip olan mikroorganizmalardır. Ayrıca *Pseudomonas fluorescens*'in domates ve salatalık kökleri üzerindeki etkisi de incelenmiştir (Saravanakumar ve Samiyappan, 2007). Çeşitli bitki tohumlarına PGPR karışımının ekim öncesi uygulanması sonucu bitki de hastalık direncini arttırmıştır (Zehnder ve ark., 2001).

N₂-sabitlenme ve P-çözünürleştirici bakteriler, bitkilerin N ve P alımını artırarak bitki beslenmesi için önemli olabilir ve bitki büyümesinde önemli bir rol oynar (Zahir ve ark., 2004). Bitki büyümesini teşvik eden bakterilerden bazıları; *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Acetobacter* sp. dir (Turan ve ark., 2006). Yüksek verim, artan gübre maliyetleri ve sera gazı emisyonunun azaltılması, N₂O'nun yanı sıra NO₃, N'nin yeraltı suyuna indirgenmesi ekonomik ve çevresel faydalar arasında sayılabilir. Bitki büyümesini destekleyen bakteriler, bitki büyümesinin toprak koşulları, besin elverişliliği, büyüme ve verim üzerindeki etkilerinden dolayı önemlidir (Turan ve ark., 2006).

Tarihsel olarak, viral hastalıklar tarafından ekinlere verilen zararı azaltmanın en etkili yolu, kültürel uygulamalar ve doğal direnç genlerinin üreme yoluyla tanıtılması olmuştur. Viral kaplama protein genleri ve replikazla ilişkili genler içeren transgenik

bitkiler kullanılarak alternatif stratejiler geliştirilmiştir ve uygulanmıştır (Fitchen ve ark., 1993). 1970'lerden beri bitkilere çeşitli mantarlar, virüsler, patojenler, bakteriler, çeşitli bitkisel türevli materyaller, mikrobiyal metabolitler ve bazı kimyasallar aşılansmış ve bunun sonucunda aşılı bitkiler patojenlere karşı sistematik bir direnç oluşturduğu gözlemlenmiştir (Kessmann ve ark., 1994). Yapılan çalışmalar da PGPR'nin bitki gelişimine yardımcı olmasının yanında hastalık direncini arttırdığı da görülmüştür (Zhou ve ark., 1994).

PGPR'de fosfat çözme, mineralleştirme ve indol asetik asit (IAA) gibi hormon üretimi istenen özelliklerdir. Fosfobakteriler olarak da bilinen fosfat çözücü / mineralizan rizobakteriler, toprakların ortak bileşenleridir ve bitki büyümesi ve fosfat miktarını arttırmak için kullanılır (Unno ve ark., 2005, Collavino ve ark., 2010). Hormon üreten rizobakterilerin, özellikle de fosfat mineral alımını arttıranlarda konakçı bitki kök sisteminin de gelişimini önemli ölçüde arttırdığı bulunmuştur (Marschner ve ark., 2011). Genel olarak, pH gibi bazı çevresel faktörlerin toprak bakteriyel çeşitliliğini etkileyebileceği bilinmektedir (Fierer ve Jackson, 2006). Düşük pH derecesine sahip topraklarda, *Enterobacteriaceae* familyasının üyesi olan fosfat çözücü rizobakteri popülasyonlarında baskın grup olduğu bilinmektedir (Pérez ve ark., 2007, Collavino ve ark., 2010). Birçok çalışma, rhizobacterial izolatlarla PS ve IAA üretiminin pH, sıcaklık ve besin elverişliliği ile modüle edilebileceğini ortaya koymuştur (Gyaneshwar ve ark., 1999, Jorquera ve ark., 2008, Malhotra ve Srivastava,2009).

2.2 Domates

Domatesin ilk olarak Türkiye’de 19. yüzyılın başlarında Adana’da yetiştirilmeye başlandığı düşünülmektedir (Şeniz, 1992). Ülkemizde birçok yerde açık alanda ve örtü altında sanayii ve sofralık domatesi üretilmektedir. Çoğunlukla Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgelerinde geniş alanlarda domates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Vural ve ark., 2000). Sofralık domates en fazla Akdeniz Bölgesi’nde kışın plastik ve cam seralarda, yazın ise tarlalarda üretimi yapılmaktadır. Türkiye, domates üretiminde ABD, Çin ve Hindistan’dan sonra dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Keskin, 2012).

Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dünyanın en iyi sebze bitkilerinden biridir ve özel besleyici değeri nedeniyle koruyucu bir gıda olarak bilinir. Anti-kanser ajan olarak kabul edilmesinin yanı sıra önemli bir mineral ve vitamin kaynağı sağlar (Tan ve ark., 2010). Domates, aynı zamanda, yararlı bitkilerin büyümesi ve korunmasıyla sonuçlanan, yararlı faaliyetleriyle toprak sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen kök kolonizasyon kabiliyetiyle birkaç mikroorganizmayı barındırdığı bilinen önemli bir üründür (Hariprasad ve ark., 2014). Domates çok kullanılan ve çok yönlü bitkisel ürünlerden biridir. Taze tüketilirler ve çok çeşitli işlenmiş ürünler üretmek için kullanılırlar (Madhavi ve Salunkhe, 1998). Domates ve domates ürünleri, karotenoidler (özellikle likopen), askorbik asit (C vitamini), E vitamini, folat, flavonoidler ve potasyum kaynakları olduğu için sağlıkla ilgili gıda bileşenleri bakımından zengindir (Leonardi ve ark., 2000). Diğer bileşenler protein ve diyet lifidir (Davies ve Hobson, 1981). Domates meyvesinin kimyasal bileşimi çeşit, olgunluk ve yetiştirildikleri çevresel koşullar gibi faktörlere bağlıdır (Thompson ve ark., 2000). Domates, yalnızca A, C ve E vitaminleri gibi besleyici antioksidanlar değil, aynı zamanda betakaroten, karotenoid, flavonoidler, flavon ve toplam fenolik bileşikler gibi büyük miktarda besleyici olmayan antioksidanlar içerir (Havsteen, 1983). Domates ve domates bazlı yiyecekler, çeşitli nedenlerden dolayı sağlıklı yiyecekler olarak kabul edilir. Yağ ve kalorileri düşük, kolesterolsüz, iyi bir lif ve protein kaynağı vardır. Ek olarak, domatesler A ve C vitaminleri, β -karoten, potasyum ve likopen bakımından zengindir. Olgun domates meyvelerinin ve toplam kalitenin ölçüsü olarak kullanılan domates bazlı yiyeceklerin karakteristik koyu kırmızı rengi temel olarak likopenden kaynaklanmaktadır (Mangels ve ark., 1993).

Domates erken yanıklığı hastalığının kontrolü neredeyse sadece kimyasal pestisitlerin uygulanmasına dayanmaktadır. Bu patojene karşı kullanım için birkaç etkili pestisit kullanılması önerilmiştir, ancak bunlar, masraf, maruz kalma riskleri, mantar ilacı kalıntıları ve diğer sağlık ve çevresel tehlikeler nedeniyle uzun vadeli çözümler olarak görülmemektedir. Son zamanlardaki çabalar, bitki hastalıklarının yönetimi için çevresel olarak güvenli, uzun ömürlü ve etkili biyolojik kontrol yöntemleri geliştirmeye odaklanmıştır. Bu durumu değiştirmek için bazı alternatif kontrol yöntemleri benimsenmiştir. Bitki ürünlerinin ve biyokontrol ajanlarının kullanımının, birçok bitki patojenine karşı çevre dostu ve etkili olduğu görülmüştür. Birçok bitki türünün, bitki hastalıklarına neden olan birçok mantar için zehirli olan doğal maddelere sahip olduğu bildirilmiştir (Fawcett ve Spencer, 1970). Ayrıca, bitki büyümesini destekleyen rizobakterileri (PGPR), özellikle *Pseudomonas fluorescens* ve *Bacillus subtilis*, biyolojik kontrol ajanlarıdır (Kavino ve ark., 2007). Hastalık bastırma mekanizmaları üzerine araştırmalar bitki ürünleri ve PGPR tarafından ya doğrudan patojen üzerinde etki gösterebilir ya da konakçı bitkilerde sistem gelişimine neden olabilir ve bu da hastalık gelişimini azaltır (Saravanakumar ve ark., 2007).

Domateslerde (*Solanum lycopersicum* L) verimde meydana gelen önemli kayıplar vasküler solgunluktan ve erken yanıktan kaynaklanır (Rashmi ve ark., 2010). Aynı ayrı pestisit kullanımı, patojenlerde direnç gelişmesine neden olur ve bu kimyasal pestisitlerin bitki dokularında biyolojik olarak birikmesi insanlar için sağlık açısından potansiyel tehlikelere neden olabilir. Tarımda bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) kullanımı, mahsulde besin maddelerinin daha iyi dolaştırılması ve mahsulün fitopatojenlerden korunması nedeniyle entegre haşere yönetiminde etkilidir (Laslo ve ark., 2012).

2.3 Yapılan Çalışma

Tarla koşullarında *Fusarium oxysporum* sp. *lycopersici*'nin neden olduğu domates solgunluğuna karşı *Bacillus subtilis* bitki büyümesinde etkili bulunmuştur. *B. subtilis* ve patojen ile domates bitkilerinin ön-muamelesi sonucu; savunma ile ilişkili enzimlerin, peroksidaz, polifenoloksidaz, kitinaz, fenilalanin ammonia liyaz ve fenoliklerin aktivitelerini önemli ölçüde tetiklemiştir. Hastalık kontrolünün yanı sıra, *Bacillus subtilis*, hasat sırasında ve hatta hasattan 15 gün sonra yüksek likopen ile meyve kalitesini arttırmıştır. Bu sonuçlara istinaden, rizobakteriler bitki büyümesini, meyvelerin raf ömrünü ve aynı zamanda beslenme kalitesini artırabileceğini belirlenmiştir (Loganathan ve ark., 2014).

Bazı bitki büyümesini destekleyen rizobakterilerin, sera domates verimi üzerindeki etkisinin ilkbahar ve sonbahar aylarında ki üretim verimi belirlenmiştir. Bakteriler ticari torftabanlı substratlara aşılmalıdır. İlkbahar ürününde, test edilen bakteri suşları domatesi kalitesini ve pazarlanabilirliğini arttırmıştır. Öte yandan, bitkilerin en uygun çevresel koşullar altında yetiştirildiği sonbahar deneyinde, *Pseudomonas fluorescens* suşları, pazarlanabilir meyve verimini % 13.3 ve 1. Derece meyve ağırlığı % 18.2 oranında önemli ölçüde arttırmıştır. Bu sonuçlar sera domates bitkilerinde verimi artırmak için PGPR kullanma potansiyelinin olduğunu göstermektedir (Gagné ve ark., 1993).

Araştırmacılar, birden fazla bitki büyümesini destekleyici aktiviteye sahip rizosfer topraklarından / domates köklerinden farklı PGPR'leri izole etmiş ve karakterize etmiştir. Daha sonra, etkileri araştırmak için PGPR izolatlarını, saksı kültürü olan domatesin büyümesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İzolatların çoğu domates üzerinde, sürgün uzunluğuna, kök uzunluğuna, sürgünün kuru madde üretimine ve domates fidelerinin kökünde önemli bir artış neden olmuştur. On bir izolat arasında, N11, tüm bitki büyümesini destekleyici faaliyetler göstermiştir. Tohum çimlenmesinde (% 36.08), sürgün uzunluğunda (% 5.22), kök uzunluğunda (% 21.12), kuru ağırlıkta (% 63.50) ve kuru kök ağırlığında (% 54.08), azot (% 18.75), potasyum (% 57.69) ve fosfor (% 22.22) miktarında dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. Morfolojik, biyokimyasal ve

16S rRNA gen analizi, N11 suşunu *Bacillus subtilis* suşu CKT1 olarak tanımlanmıştır (Walia ve ark., 2014).

Yabani 20 bitki türünden elde edilen ekstratlar, erken yanık domates hastalığının nedensel ajanı *Alternaria solani*'nin misel gelişimini önleme kabiliyetleri bakımından test edilmiştir. In vitro çalışmalar, Zimmu (*Allium cepa* L. x *Allium sativum* L.) 'nin yaprak ekstraktının *A. solani*'nin misel büyümesinin (% 87) en yüksek inhibisyonunu gösterdiğini göstermiştir. Bilinen biyokontrol ajanları *Pseudomonas fluorescens* (Pf1 ve Py15) ve *Bacillus subtilis* (Bs16) ayrıca tek başına, birlikte ve *A. solani*'nin kontrolü için hem in vitro hem de in vivo deneylerde en etkili bitki özü Zimmu ile birlikte test edilmiştir. Tohum muamelesi ve yaprak uygulaması olarak test edilen çeşitli biyofarmülasyonlar arasında, Pf1 + Py15 + Bs16 + Zimmu'nun talk bazlı formülasyonu, diğer tedavilere kıyasla erken yanık hastalığı insidansını azaltmada üstünlü bulunmuştur. Ayrıca, peroksidaz (PO) ve polifenoloksidaz (PPO) fenilalanin amonyak liyaz (PAL), chitinaz ve b-1, 3-glukanaz gibi savunma enzimlerinin indüklenmesi ve fenoliklerin birikimi incelenmiştir. Enzim birikimi, Pf1 + Py15 + Bs16 + Zimmu ile muamele edilmiş bitkilerde kontrole kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Çalışma, Zimmubazlı PGPR karışımı ile bitki büyüme teşvikinin ve indüklenen sistemik direncin (ISR), domates bitkilerinde erken yanık hastalıklarına karşı hastalık direncini arttırmada olası etkisini ortaya koymuştur (Latha ve ark., 2009).

PGPR, Lahdoigarh, Jorhat'daki Merkez Muga Eri Araştırma ve Eğitim Enstitüsü'nde tutulan bazı bitkilerin (*Machilus bombycina* King) rizosfer bölgesinden izole edilmiştir. Bakteri bazlı bir biyofarmülasyon hazırlanmış ve domates (*Solanum lycopersicum*), karnabahar (*Brassica oleracea* var *botrytis*), biber (*Capsicum annuum*) ve brinjal (*Solanum melongena*) dahil olmak üzere deney bitkilerine püskürtülmüştür. Bu PGPR ile muamele edilmiş ürünler ile işlenmemiş ürünler üzerinde biyokimyasal analiz yapılmıştır. *Bacillus cereus* (MTCC 8297), *Pseudomonas rhodesiae* (MTCC 8299) ve *Pseudomonas rhodesiae*'den (MTCC 8300) hazırlanan biyofarmülasyonların, yapılan uygulamadan sonra bitkilerin sürgün yüksekliğini, yaprak sayısını, erken meyveyi ve toplam biyokütle içeriğini arttırmada en etkili olduğu bulunmuştur (Kalita ve ark., 2015).

Çalışmada, bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ile domatesin (*Lycopersicon esculentum* Mill.) köklerinin verim ve meyve kalitesi üzerine aşılmasının etkisi değerlendirilmiştir. Kontrol tedavisi aşılammış (CTL) ve PGPR tedavisi, *Bacillus subtilis* BEB-1Sbs (BS13) ile aşılammıştır. Bitki başına verim ve pazarlanabilir verimin yanı sıra meyve ağırlığı ve uzunluğu, CTL işlemine kıyasla BS13 işlemiyle arttırıldığı görülmüştür. Kırmızı meyvelerin dokusu, CTL muamelesine kıyasla BS13 muamelesiyle de geliştirilmiştir. Bu sonuçlar, PGPR'nin domates meyve kalitesi özellikleri üzerinde, özellikle boyut ve doku üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir (Mena-Violante ve ark., 2007).

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) ve bitki direnci indükleyicilerinin kombinasyonu, modern tarım sistemlerinde alternatif bir mahsul koruma yaklaşımıdır. Bitki patojenlerinin kombine uygulamalarıyla geliştirilmiş baskılanmasına ilişkin sayısız rapora rağmen, bu bileşenler arasındaki etkileşimler hakkında çok az şey bilinmektedir. Çalışmada, bitki aktivatörü acibenzolar-S-metil'in (ASM) domates bitkilerinin rizosferindeki ısrarcı davranışları ve bazı *Bacillus* PGPR suşları (*B. amyloliquefaciens* IN937a, *B. pumilus* SE34, *B. subtilis* FZB24 ve GB03) ile birlikte kullanılmasından sonra yer üstü kısımlarında sistemik translokasyon kabiliyeti kadar kök alımı da incelenmiştir. Ek olarak, PGPR suşu *B. subtilis* GB03'ün domates kök sistemindeki popülasyon dinamikleri ve pestisit ile veya pestisit olmadan uygulanan rizosfer toprağı incelenmiştir. Sonuçlar, PGPR inokül eklenmesinin, ASM'nin rizosfer toprağına yayılma hızını etkilemediğini göstermiştir. ASM'nin ve metabolit CGA 210007'nin kökten filizlenmeye geçmesi ve sistemik translokasyonu hızlandırmış ve uygulamasından 48-96 saat sonra maksimum konsantrasyonlar gözlenmiştir. PGPR suşları *B. subtilis* GB03 ve *B. pumilus* SE34 ile işleme tabi tutulan bitkilerde, ASM ve CGA 210007'nin domates bitkilerinin hava kısmındaki alımı ve sistemik translokasyonunun, bakteriyel işlem görmeyen kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, *B. subtilis* GB03 suşu popülasyonları, kök sisteminde ve rizosfer toprağında yüksek kolonileşme kabiliyeti göstermiştir (Myresiotis ve ark., 2014).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılacak mikroorganizmaların izole edileceği toprak örnekleri

Toprak örnekleri Tokat merkezine bağlı olan Canpolat köyü civarı ve ormanlık bölgelerinden alınıp, uygun koşullar altında laboratuvar ortamına getirilmiştir. Örnekler izolasyon çalışması yapılmak üzere Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Mikrobiyoloji ve Mikrobiyal Biyoteknoloji Laboratuvarında +4°C de buzdolabında saklanmıştır.

3.1.2 Çalışmada kullanılan besiyerleri

Çalışmada genel besiyeri olarak; mikroorganizmaların geliştirilmesi için Nutrient Agar (NA) ve Nutrient Broth (NB) kullanılmıştır. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak JMV, Nitrogen Fixing bacteria (NFb), LGI, Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium. Pikovskayas Agar, Mannitol Agar, Rhizobium Medium Agar, Pseudomonas Agar Base, Ashbys Mannitol Agar, Yeast Mannitol Agar, Azospirillum Medium Agar, Yeast Extract Calcium Carbonate Glucose Agar, Yeast Dextrose Agar, OKON ve Muller Hilton Broth(MHB) kullanılmıştır.

3.1.3 Çalışmada kullanılan vermikompost

Çalışma için kullanılan vermikompost Kayseri de bulunan Megasol firmasından temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompost

3.1.4 Çalışmada kullanılan matris

Laboratuvarda hazırlanan ve steril edilen matris adı verilen toz karışım ile mikroorganizmaların kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Toprak örneğinin alınması

Toprak örnekleri Tokat merkezine bağlı olan Canpolat köyü civarı ve ormanlık bölgelerinden alınıp, uygun koşullar altında laboratuvar ortamına getirilmiştir. Toprak örnekleri bu bölgelerde yetişen otsu bitkilerin rizosfer, kök yüzeyi ve ezilmiş köklerden alınmıştır.

3.2.2 Nutrient Agar (NA) hazırlanması

24 gram/litrelik toz NA besiyerinden 1 litrelik besiyeri hazırlamak için 24 g toz NA tartılmıştır. Tartılan NA erlenmeye aktarılmış ve 1 litre distile su ilave edilmiştir. İçerisine manyetik balık atılıp manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra manyetik balık çıkarılmış ve erlenmayer ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C - 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. Sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra erlenmayerdeki steril NA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevinin yanında steril petrilere dökülmüştür. NA mikroorganizmaların üremesi için kullanılmıştır.

3.2.3 Nutrient Broth (NB) hazırlanması

13 gram/litre lik toz NB besiyerinden 1 litrelik besiyeri hazırlamak için 13 g toz NB tartılmıştır. Tartılan NB erlenmayere aktarılmış ve 1 litre distile su ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktararak kullanılmıştır. NB katı besiyerlerine ekimden önce mikroorganizmaların geliştirilmesi, seyreltilmesi ve kurutma işlemi için kullanılmıştır.

3.2.4 Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 g toz mannitol, 10 g sükröz, 0.5 g K₂HPO₄, 0.2 g MgSO₄.7H₂O, 0.2 g NaCl, 5 g CaCO₃, 0.002 g FeSO₄, 0.002 g MnSO₄.4H₂O ve 0.002 g malat tartılmıştır. Tartılan toz malzemeler erlenmayere aktarılmış ve 1 litre distile su ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C de 15 dakika otoklava bırakılmıştır. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktararak kullanılmıştır. Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.5 JMV hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için mannitol 5g, K₂HPO₄ 0.6g, KH₂PO₄ 1.8 g, MgSO₄x7H₂O 0.2g, NaCl 0.1 g, CaCl₂x2H₂O 0.2 g, bromtimol blue 2 ml, iz element çözeltisi (ZnSO₄ 100 mg/L, MnCl₂x4H₂O 30 mg/L, H₃BO₃ 300 mg/L, CoCl₂x6H₂O 200 mg/L, CuCl₂x2H₂O 10 mg/L, NiCl₂x2H₂O 20 mg/L, Na₂MoO₄x2H₂O 30 mg/L) 2ml, Fe-EDTA çözeltisi (%1.6 [w/v]) 4 ml, KOH 4.5 g, vitamin çözeltisi (riboflavine 10 mg/L, thiamin-HCLx2H₂O 50 mg/L, nicotic acid 50 mg/L, pyrodixin-HCl 50 mg/L, Ca-panthotenate 50 mg/L, biotin 100 mg/L, folic acid 200 mg/L, vitamin B12 200 mg/L), yarı katı besiyeri için 2.1 g agar hazırlanmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH 4.2 - 4.5. ayarlanmıştır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır.

Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra JMV bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. JMV mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.6 Nitrogen Fixing bacteria (NFb) hazırlanması

Malik asit (5g/L) hariç JMV besiyeriyle aynı bileşime sahiptir. Yarı katı besiyeri hazırlamak için 1.8 gram agar kullanılmıştır. 10N KOH ile pH 6.5 e ayarlanmıştır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra NFb bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. NFb mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.7 LGI hazırlanması

Bu besiyeri sukroz hariç NFb ile aynı bileşime sahiptir. 10 M H₂SO₄ ile pH 6.0 - 6.2 ayarlanır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra LGI bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. LGI mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.8 Pseudomonas agar base hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 gram Tryptone, 16 gram gelatin peptone, 10 gram K₂SO₄, 1.4 gram magnesium chloride, 11 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH 7.1 ± 0.2. ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir.

İşlem bittikten sonra besiyeri bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Greenberg ve ark., 2005).

3.2.9 Rhizobium medium agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 gram mannitol, 0.5 gram K_2HPO_4 , 0.2 gram Magnesium sulphate, 1 gram yeast extrat, 0.1 gram NaCl, 20 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH 6.8 ± 0.2 ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp $121^\circ C$ 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra RMA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Subba, 1995).

3.2.10 PIKOVSKAYA hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 0.5 gram yeast extrat, 10 gram dextrose, 5 gram Calcium phosphate, 0.5 gram Ammonium sulphate, 0.2 gram Potassium chloride, 0.1 gram Magnesium sulphate, 0.0001 Manganese sulphate, 0.0001 Ferrous sulphate, 15 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp $121^\circ C$ 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra besiyeri bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Subba, 1977).

3.2.11 Ashbys mannitol agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 20 gram mannitol, 0.2 gram Dipotassium phosphate, 0.2 gram Magnesium sulphate, 0.2 gram Sodium chloride, 0.1 gram Potassium sulphate, 5 gram Calcium carbonate, 15 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan

malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH 7.4 ± 0.2 ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra ASHBY bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Subba, 1977).

3.2.12 Yeast mannitol agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 1 gram yeast extract, 10 gram Dipotassium phosphate, 0.5 gram Magnesium sulphate, 0.2 gram Sodium chloride, 0.1 gram Congo red, 20 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH $6,8 \pm 0,2$ ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra YMA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.13 Azospirillum medium agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 5 gram Malic acid, 0.5 gram Dipotassium hydrogen phosphate, 0.5 gram Ferrous sulphate, 0.01 gram Manganese sulphate, 0.2 gram Magnesium sulphate, 0.1 gram sodium chloride, 0.002 gram bromo thymol blue, 0.002 gram sodium molybdate, 0.02 gram calcium chloride, 1.75 gram agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH $6,8 \pm 0,2$ ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra AMA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Williams, 1994).

3.2.14 Yeast extract calcium carbonate glucose agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 gram Yeast extract, 20 gram Calcium carbonate, 15 gram Agar, 20 gram Glucose tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlene aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra YDCA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Duveiller, 1977).

3.2.15 Mannitol agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 gram Meat peptone, 7 gram Meat extract, 3 gram Sodium chloride, 2 gram Disodium hydrogen phosphate, 15 gram D-Mannitol, 0.625 gram Water blue, 1.875 gram Metachrome yellow, 2 gram Pril, 13 gram Agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlene aktarılmış ve hacmi 1 litre ye tamamlanmıştır. pH 7.2 ± 0.2 ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra MA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Gassner, 1918).

3.2.16 Yeast dextrose agar hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için 10 gram Dextrose, 10 gram Yeastat extract, 15 gram Agar tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litre ye tamamlanmıştır. pH 7.0 ± 0.2 ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra YD bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi

yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Atlas, 2004).

3.2.17 OKON hazırlanması

1 litrelik besiyeri hazırlamak için için K_2HPO_4 – 6.0g, KH_2PO_4 – 4.0g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0.2g, NaCl – 0.1 g $CaCl_2$ – 0.02 g, $FeCl_3$ – 0.01 g, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ – 0.002 g tartılmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlenmayere aktarılmış ve hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH 6.8'e ayarlanmıştır. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenmayerin ağzı alüminyum folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra OKON bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde bek alevi yanında steril petrilere dökülmüştür. Mikroorganizmaların izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır (Board 2004).

3.2.18 Mueller Hinton Broth (MHB) hazırlanması

Distile su içerisinde 21 gram/litre olacak şekilde eritildikten sonra 121°C' de 15 dakika otoklavlanmıştır. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktarılıp kullanılmıştır.

3.3 Topraktan Mikroorganizmaların İzolasyonu

Toplanan örnekler makro dilüsyon yöntemiyle sulandırılmıştır. 10 gr toprak 20 ml steril distile su ile karıştırılmıştır. Bu stok çözelti olarak kabul edilmiştir. Stok çözülden alınan 1 ml sıvı 9 ml steril distile suya eklenmiştir. 10^{-1} den 10^{-5} dilüsyonları hazırlanmıştır. Dilüe edilen bu tüpler hazırlanan katı besiyerlerine ekim için kullanılmıştır.

3.4 Mikroorganizmaların Besiyerlerine Ekimi

Dilüe edilen 10^{-4} ve 10^{-5} sulandırmalarından 100 µL alınarak her bir selektif besiyerine drigalski yardımıyla agar plak üzerine yayma ekim yapılarak petrilere aerobik şartlar altında 24 - 48 saatleri arasında inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası agar

plaklarda gelişen her bir koloniden kendine ait uygun besiyeri üzerine çizgi ekim yöntemi kullanılarak saflaştırılmış ve tekrar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası saf olarak kabul edilen her bir örnek ileri aşamalarda çalışılmak üzere +4 °C de stoğa alınmıştır.

Çizelge 3.1. Organizmaların izole edildiği spesifik besiyerleri

SUŞ NO RK	BESİYERİ ADI													
	PA	RMA	JMV	AMA	NFB	LGI	PIKOV5	YEMA	YD	YDCA	ASHBY	MA	DOBRE	OKON
1								+						
2								+						
3								+						
4	+													
5													+	
6	+													
7	+													
8	+													
9								+						
10					+									
11								+						
12													+	
13													+	
14										+				
15													+	
16					+									
17		+												
19		+												
20		+												
21		+												
22			+											
23														+
24								+						
25			+											
26								+						
27	+													
28								+						
29								+						
30														+
31			+											
33													+	
34									+					
35														+
36								+						
38												+		
39								+						
40								+						
41								+						
42												+		
43		+												

Çizelge 3.1 (Devamı).Organizmaların izole edildiği spesifik besiyerleri

44							+										
45							+										
46						+											
48									+								
49									+								
50						+											
51									+								
52									+								
53											+						
54									+								
55																	+
56											+						
57						+											
58																	+
59												+					
60						+											
61	+																
62												+					
63						+											
64						+											
65												+					
66													+				
67						+											
68											+						
69											+						
70						+											
71						+											
72										+							
73													+				
75																	+
76												+					
77										+							
78											+						
79						+											
80	+																
81								+									
82																	+
83												+					
84						+											
85																	+
86													+				
87	+																
88											+						
89																	+
90											+						
91						+											
92						+											
93												+					
94						+											
96	+																
97												+					
98						+											

Çizelge 3.1 (Devamı). Organizmaların izole edildiği spesifik besiyerleri

99								+									
100					+												
101				+													
102					+												
103																+	
104									+								
105																	+
106															+		
107	+																
108					+												
109	+																
110					+												
111									+								
112							+										
113																	+
114																+	
115	+																
116																	+
118											+						
119				+													
120			+														
121											+						
122										+							
123																+	
124					+												
125																+	
126																+	
127										+							
128	+																
129				+													
130															+		
131															+		
132																	
133					+												
134																	+
135			+														
137											+						
139	+																
140					+												
141																+	
143			+														
145					+												
146																	+
147																+	
149				+													
150					+												
151			+														
153																+	
154						+											
155																+	
156														+			
158			+														
159				+													

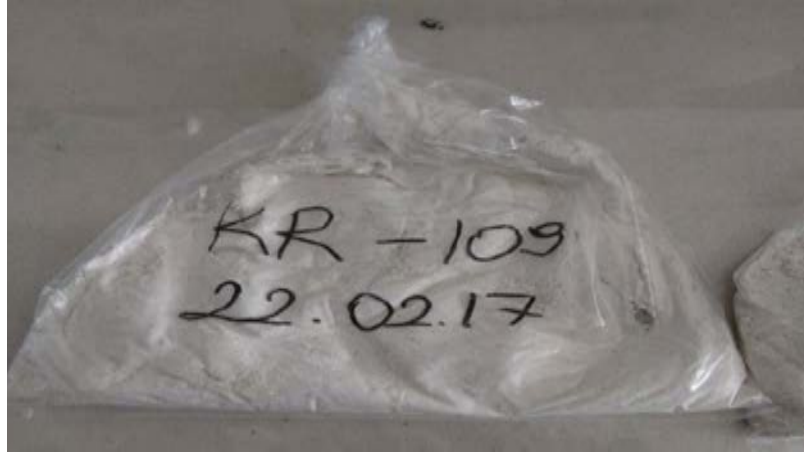
3.5 İzole Edilen Mikroorganizmaların Kurutulması

Denemelerde kullanılmak üzere saflaştırılmış olan her bir mikroorganizmanın liyofilize formları laboratuvarında hazırlanmıştır.

Hazırlanışı;

1. Karıştırıcılı inkübatörde her bir mikroorganizma 50 ml erlenmayere ekimi yapılarak 120 rpm de 28⁰ C de 18 - 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda erlenmayerde gelişen mikroorganizmalar falkonlara alınarak 5000 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir.

2. Daha önceden laboratuvarında hazırlanan ve 121⁰ C - 15 dakika da steril edilen matriks tozundan 250 gr steril erlenmayere alınmıştır. Steril kabin içerisinde santrifüj ile çöktülen mikroorganizma matriks tozu içine ilave edilmiştir. Steril kaşık yardımıyla homojen olana kadar karıştırılmıştır. Alüminyum folyo ile ağzı kapatılarak oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan tozlar steril poşetler içerisine alınmıştır.



Şekil 3.2. Kurutulmuş KR-109 izolatu

3.6 Kurutulan Pgpr Adayı Bakteri İzolatlarının Gruplanması

Kullanılan özel besiyerlerinden toplamda 147 adet mikroorganizma elde edilmiştir. Bu mikroorganizmalara KR1,KR2,... KR159 isimleri verilmiştir. İlk izolasyondan sonra bazı mikroorganizma gelişimlerinin az olması nedeniyle isimlendirilen 12 mikroorganizma çalışmada kullanılmamıştır. Kullanılacak mikroorganizmalar kurutma

aşamasından sonra rastgele gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar KR1 bulk (karışım), KR2 bulk,, KR8 bulk olarak adlandırılmıştır. Toplam da 8 bulk grubu oluşturulmuştur. İlk 6 bulk grubu 20, 7. bulk grubu 19, 8. bulk grubu ise 8 mikroorganizmadan oluşmaktadır. Her bir bulku oluşturmak için o bulka ait mikroorganizma tozlarından 1er gram tartılarak steril poşetlerde karıştırılmıştır. Bu paketler her uygulama için tek kullanımlık olarak hazırlanmıştır. Her uygulamadan önce bu işlem tüm bulk grupları için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca bu bulklara ek olarak MG, ET ve F olarak isimlendirilen mikroorganizma bulkları da kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Bulk içerisinde bulunan mikroorganizmalar

BULK1	BULK2	BULK3	BULK4	BULK5	BULK6	BULK7	BULK8
KR1	KR34	KR35	KR84	KR15	KR118	KR141	KR28
KR2	KR36	KR58	KR86	KR19	KR119	KR143	KR66
KR4	KR38	KR59	KR87	KR22	KR120	KR145	KR13
KR6	KR39	KR60	KR88	KR23	KR121	KR146	KR3
KR7	KR40	KR63	KR89	KR62	KR123	KR147	KR5
KR8	KR41	KR65	KR91	KR64	KR124	KR149	KR61
KR9	KR42	KR67	KR92	KR69	KR125	KR150	KR122
KR10	KR43	KR68	KR93	KR70	KR126	KR151	KR11
KR12	KR44	KR71	KR94	KR85	KR127	KR154	
KR14	KR45	KR72	KR96	KR90	KR128	KR155	
KR16	KR46	KR73	KR97	KR101	KR129	KR156	
KR17	KR48	KR75	KR98	KR108	KR130	KR158	
KR20	KR49	KR76	KR99	KR109	KR131	KR159	
KR24	KR50	KR77	KR100	KR110	KR132	KR103	
KR25	KR51	KR78	KR102	KR111	KR133	KR153	
KR26	KR53	KR79	KR103	KR112	KR134	KR52	
KR27	KR54	KR80	KR104	KR113	KR135	KR29	
KR30	KR55	KR81	KR105	KR114	KR137	KR42	
KR31	KR56	KR82	KR106	KR115	KR139	KR21	
KR32	KR57	KR83	KR107	KR116	KR140		

3.7 Kurutulan Mikroorganizmaların Fide İle Toprağa Ekilmesi

- Domates fidesi
- Mikroorganizma bulkları
- Vermikompost kullanılmıştır.

Çalışmada ‘yer oturak bolgan domates’ fidesi kullanılmıştır. Domates fideleri 5 tekerrür olacak şekilde sıra halinde toprağa ekilmiştir. Ekim işleminden sonra her bir fidenin kök bölgesine 100 ml steril suda çözündürülen bulk grubu ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine su dökülmüştür. Bu işlem ekimden sonra 7 kez tekrarlanmıştır. Bu bulk grupları ekimi tamamlandıktan sonra toprağa yaklaşık 25 gram vermikompost eklenerek fide ekimi yapılmıştır. Ekimi tamamlanan fidenin üzerine bulk grupları ilave edilerek tüm bulk grupları 5 er tekrar olacak şekilde tamamlanmıştır. Tüm sıralar tamamlandıktan 3 sıra 5erli tekrar olacak şekilde kontrol grubu ekilmiş ve onun devamına 3 sıra 5er tekrar olacak şekilde vermikompost eklenerek ekim yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Tarla ekim planı

KR5	KR1+V	KONTROL
KR1	KR2+V	KONTROL
KR2	KR3+V	KONTROL
KR3	KR4+V	KONTROL
KR4	KR5+V	VERMİKOMPOST
KR6	KR6+V	VERMİKOMPOST
KR7	KR7+V	VERMİKOMPOST
KR8	KR8+V	VERMİKOMPOST
MG1	MG1+V	
MG2	MG2+V	
MG3	MG3+V	
MG4	MG4+V	
MG5	MG5+V	
ET1	ET1+V	
ET2	ET2+V	
ET3	ET3+V	
F3	F3+V	
F4	F4+V	
F5	F5+V	
F6	F6+V	

4. BULGULAR

4.1 Hazırlanan Toz Bulk Gruplarının Domates Gelişimine Etkisi

4.1.1 Yaprak ayası

Tarlada etkili olduğu düşünülen bulk gruplarından rastgele seçilen üç adet yaprağın ayası cetvel yardımıyla tek tek ölçülüp değerler not edilmiştir. Etkili olarak düşünülen gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında yüksek ortalamalı ya da yakın ortalamalı sonuçlar elde edildiği tabloda görülmüştür. Tabloda en etkili olan bulk grupları kalın (bold) halde gösterilmiştir. Tablo vermikompost açısından incelendiğinde vermikompost toprağı ve bulk grubundan oluşan ekim sonucu da kontrol grubundan ve sadece vermikompostun eklendiği ekime göre fark oluşturmuştur. Bu sonuçtan yola çıkılarak toz uygulaması yaprak ayası gelişimi üzerinde etkili olmuştur.

Veriler çok yönlü varyansa analizine tabi tutulmuş ve karşılaştırma tukey ve duncan testleri ile yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Çok Değişkenli Varyans Analiz testi sonuçlarına bakıldığında, bitki yaprak ayası bakımından, uygulamalar arasında farklılık vardır.

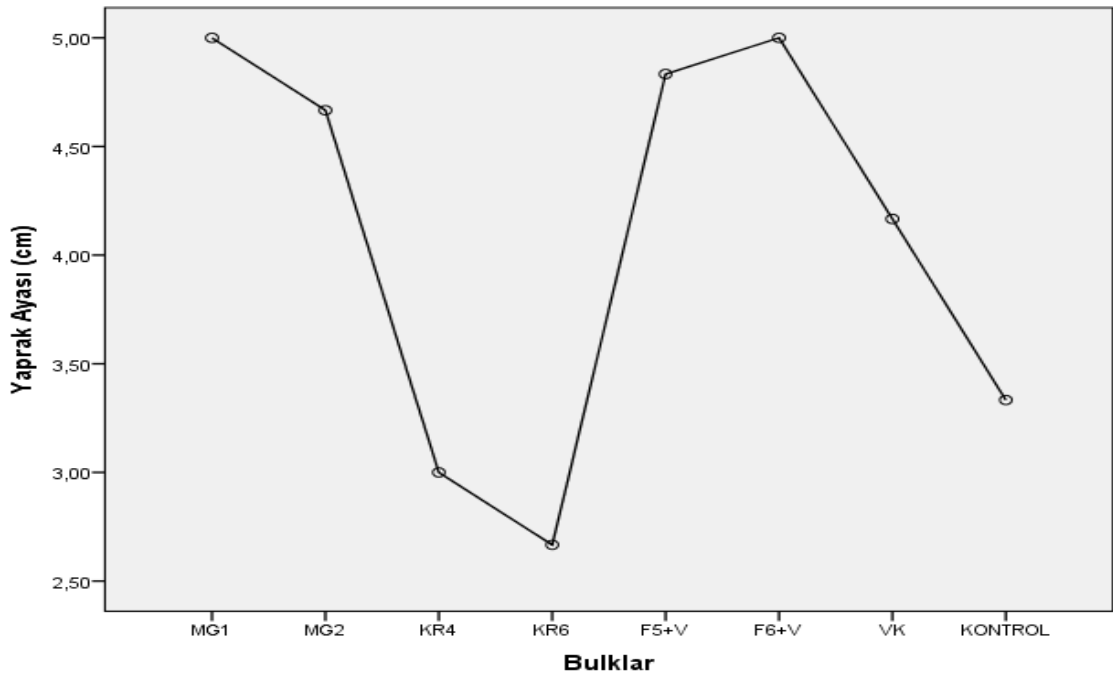
Çizelge 4.1. Domates bitkisi yaprak ayası ölçüm sonuçları

Bulk Grupları	Yaprak Ayası (cm)			Ortalama
	1	2	3	
MG1	4,5	6	4,5	5
MG2	5	4,5	4,5	4,66
KR4	3,5	2,5	3	3
KR6	2,5	3	2,5	2,66
F5+Vermikompost	5	4,5	5	4,83
F6+Vermikompost	5	5	5	5
Vermikompost	4,5	4	4	4
KONTROL	3,5	3,5	3	3,33

Çizelge 4.2. Domates bitkisi yaprak ayası varyans analiz sonuçları

Bulklar	N	Yaprak Ayası (cm) Subset for alpha = 0.05		
		A	B	C
Tukey HSD ^a				
KR6	3	2,6667		
KR4	3	3,0000	3,0000	
KONTROL	3	3,3333	3,3333	
VK	3		4,1667	4,1667
MG2	3			4,6667
F5+V	3			4,8333
MG1	3			5,0000
F6+V	3			5,0000
Sig.		,546	,057	,293
Duncan ^a				
KR6	3	2,6667		
KR4	3	3,0000		
KONTROL	3	3,3333		
VK	3		4,1667	
MG2	3		4,6667	4,6667
F5+V	3		4,8333	4,8333
MG1	3			5,0000
F6+V	3			5,0000
Sig.		,083	,083	,385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Şekil 4.1. Domates bitkisi yaprak ayası varyans analiz grafiği



Şekil 4.2. Kontrol



Şekil 4.3. F6+V bulku



Şekil 4.4. Vermikompost bulku



Şekil 4.5. MG-1 bulku



Şekil 4.6. MG-2 bulku



Şekil 4.7. KR-4 bulku



Şekil 4.8. KR-6 bulku

4.1.2 Yaprak uzunluğu

Tarlada etkili olduğu düşünülen bulk gruplarından rastgele seçilen üç adet yaprağın uzunluğu cetvel yardımıyla tek tek ölçülüp değerler not edildi. Etkili olarak düşünülen gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında yüksek ortalamalı ya da yakın ortalamalı sonuçlar elde edildiği tabloda görülmektedir. Tablo da en etkili olan bulk grupları kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Veriler çok yönlü varyansa analizine tabi tutulmuş ve karşılaştırma tukey ve duncan testleri ile yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Çok Değişkenli Varyans Analiz testi sonuçlarına bakıldığında, bitki yaprak uzunluğu bakımından, uygulamalar arasında farklılık vardır.

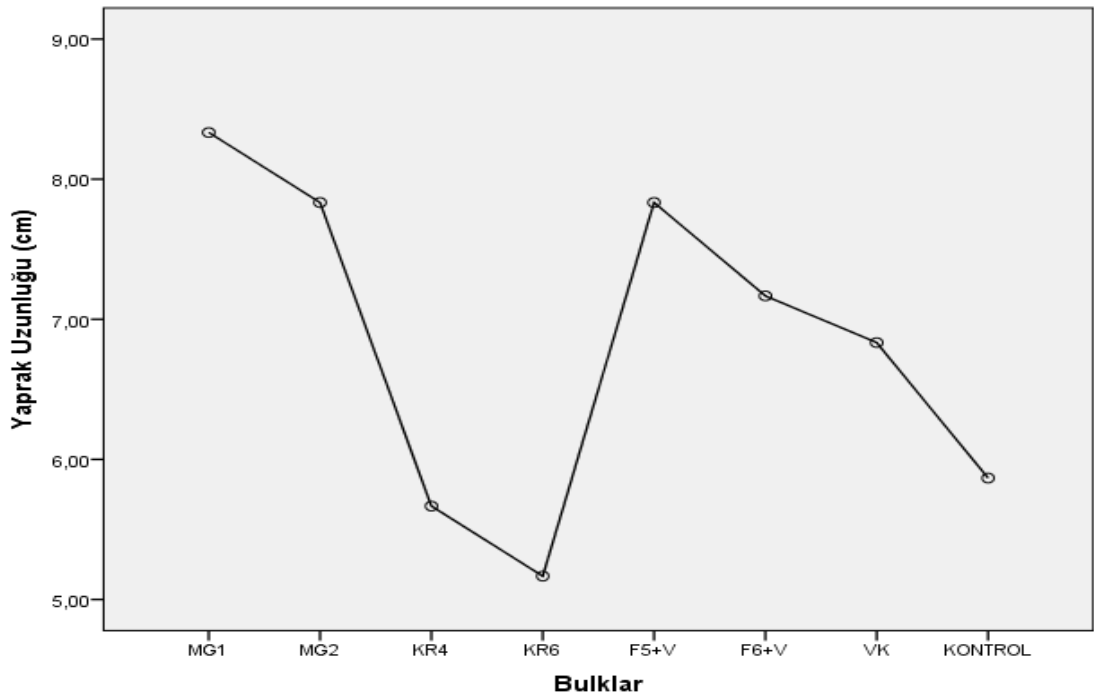
Çizelge 4.3. Domates bitkisi yaprak uzunluğu ölçüm sonuçları

Bulk Grupları	Yaprak Uzunluğu(cm)			Ortalama
MG1	8	9	8	8,5
MG2	7,5	8	8	7,83
KR4	6,5	5	5,5	5,66
KR6	5,5	5	5	5,16
F5+V	9	7	7,5	7,83
F6+V	7,5	7	7	7,16
VK	7,5	6	7	6,83
KONTROL	6	5,6	6	5,86

Çizelge 4.4. Domates bitkisi yaprak uzunluğu varyans analiz sonuçları

Bulklar	N	Yaprak Uzunluk (cm) Subset for alpha = 0.05				
		A	B	C	D	
Tukey HSD ^a	KR6	3	5,1667			
	KR4	3	5,6667	5,6667		
	KONTROL	3	5,8667	5,8667		
	VK	3	6,8333	6,8333	6,8333	
	F6+V	3		7,1667	7,1667	
	MG2	3			7,8333	
	F5+V	3			7,8333	
	MG1	3			8,3333	
	Sig.		,056	,104	,104	
	Duncan ^a	KR6	3	5,1667		
KR4		3	5,6667			
KONTROL		3	5,8667	5,8667		
VK		3		6,8333	6,8333	
F6+V		3			7,1667	
MG2		3			7,8333	7,8333
F5+V		3			7,8333	7,8333
MG1		3				8,3333
Sig.			,194	,066	,078	,349

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Şekil 4.9. Domates bitkisi yaprak uzunluğu varyans analiz grafiği

4.1.3 Gövde çapı

Tarlada etkili olduğu düşünülen bulk gruplarından rastgele seçilen üç adet fidenin gövde çapı ip ile hesaplanıp uzunluğu cetvel yardımıyla tek tek ölçülüp değerler not edildi. Etkili olarak düşünülen gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında yüksek ortalamalı sonuçlar elde edildiği tabloda görülmektedir. Tabloda en etkili olan bulk grupları kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Veriler çok yönlü varyansa analizine tabi tutulmuş ve karşılaştırma tukey ve duncan testleri ile yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Çok Değişkenli Varyans Analiz testi sonuçlarına bakıldığında, bitki yaprak çapı bakımından, uygulamalar arasında farklılık vardır.

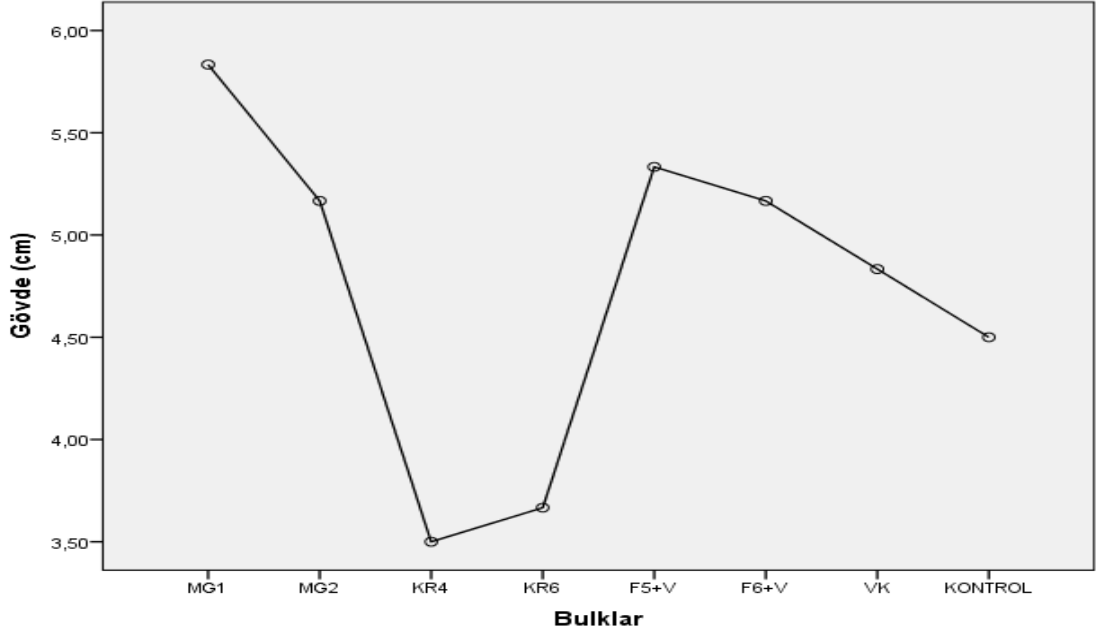
Çizelge 4.5. Domates bitkisi gövde çapı ölçüm sonuçları

Bulk Grupları	Gövde(cm)			
	1	2	3	Ortalama
MG1	6	5,5	6	5,83
MG2	5,5	5	5	5,16
KR4	4,5	3	3	3,5
KR6	4,5	3	3,5	3,66
F5+V	5,5	5	5,5	5,33
F6+V	5	6	4,5	5,16
VK	6	4,5	4	4,83
KONTROL	6	3,5	4	4,5

Çizelge 4.6. Domates bitkisi gövde çapı varyans analiz sonuçları

Bulklar	N	Gövde (cm) Subset for alpha = 0.05			
		A	B	C	
Tukey HSD ^a	KR4	3	3,5000		
	KR6	3	3,6667	3,6667	
	KONTROL	3	4,5000	4,5000	
	VK	3	4,8333	4,8333	
	MG2	3	5,1667	5,1667	
	F6+V	3	5,1667	5,1667	
	F5+V	3	5,3333	5,3333	
	MG1	3		5,8333	
	Sig.		,152	,061	
Duncan ^a	KR4	3	3,5000		
	KR6	3	3,6667	3,6667	
	KONTROL	3	4,5000	4,5000	4,5000
	VK	3	4,8333	4,8333	4,8333
	MG2	3		5,1667	5,1667
	F6+V	3		5,1667	5,1667
	F5+V	3			5,3333
	MG1	3			5,8333
	Sig.		,074	,051	,083

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Şekil 4.10. Domates bitkisi gövde çapı varyans analiz grafiği

4.1.4 Tane sayısı

Belirlenen fidelerin tüm tekerrürlerinde çıkan meyve taneleri sayılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla meyve sayısının belirlenen bulk grubunda fazla olduğu görülmektedir. Tabloda en etkili olan bulk grupları kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Veriler çok yönlü varyansa analizine tabi tutulmuş ve karşılaştırma tukey ve duncan testleri ile yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Çok Değişkenli Varyans Analiz testi sonuçlarına bakıldığında, bitki toplam kilogram bakımından, uygulamalar arasında farklılık vardır.

Çizelge 4.7. Domates bitkisi tane sayıları

Bulk Grupları	Toplam Tane (5 kontrol)
MG1	82
MG2	81
KR4	23
KR6	43
F5+V	70
F6+V	105
VK	95
KONTROL	64

Çizelge 4.8. Domates bitkisi meyve verim sonucu

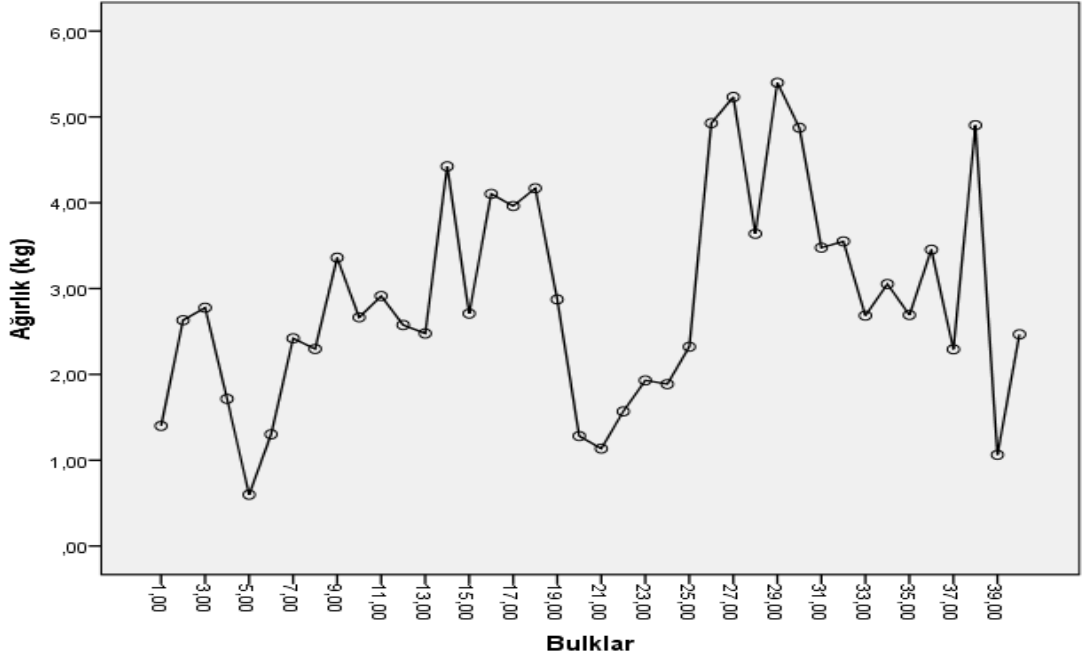
Bulk Grupları	Toplanan Domateslerin Kg
KR1	4,2
KR2	7,895
KR3	8,33
KR4	5,145
KR5	1,795
KR6	5,525
KR7	7,26
KR8	7,99
MG1	15,695
MG2	7,635
MG3	8,74
MG4	7,725
MG5	7,43
ET1	13,27
ET2	8,126
F3	12,31
F4	11,885
F5	12,505
F6	8,62
KR1+V	3,845
KR2+V	3,405
KR3+V	4,705
KR4+V	5,79
KR5+V	5,66
KR6+V	6,965
KR7+V	16,73
KR8+V	14,78
MG1+V	14,29
MG2+V	10,915
MG3+V	14,62
MG4+V	10,43
MG5+V	10,65
ET1+V	8,055
ET2+V	9,16
F3+V	8,075
F4+V	10,36
F5+V	6,875
F6+V	14,71
Vermikompost	7,4
KONTROL	5,188

Çizelge 4.9. Domates bitkisi meyve verim varyans analiz sonuçları

Bulklar	N	Ağırlık (kg)					
		Subset for alpha = 0.05					
		A	B	C	D	E	F
KR5	3	0,60					
KONTROL	3	1,06	1,06				
KR2+V	3	1,14	1,14				
KR1+V	3	1,28	1,28	1,28			
KR6	3	1,30	1,30	1,30			
KR1	3	1,40	1,40	1,40			
KR3+V	3	1,57	1,57	1,57			
KR4	3	1,72	1,72	1,72	1,72		
KR5+V	3	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	
KR4+V	3	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	
F5+V	3	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
KR8	3	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
KR6+V	3	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
KR7	3	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
VKENDİSİ	3	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47
MG5	3	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48
MG4	3	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58
KR2	3	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63
MG2	3	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
ET1+V	3	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69
Duncan ^a F3+V	3	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69
ET2	3	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
KR3	3	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
F6	3	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
MG3	3	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91
ET2+V	3	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05
MG1	3	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36
F4+V	3	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
MG4+V	3	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
MG5+V	3	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
MG1+V	3	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
F4	3		3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
F3	3		4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
F5	3		4,17	4,17	4,17	4,17	4,17
ET1	3			4,42	4,42	4,42	4,42
MG3+V	3				4,87	4,87	4,87
F6+V	3				4,90	4,90	4,90
KR7+V	3					4,93	4,93
KR8+V	3						5,23
MG2+V	3						5,40
Sig.		0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Şekil 4.11. Domates bitkisi meyve verim varyans analiz grafiği



Şekil 4.12. MG-2 bulku uygulanan domates grubu



Şekil 4.13. KR-6 ve KR-4 bulku uygulanan domates grubu



Şekil 4.14. F-6 bulku ve vermikompost uygulanan domates grubu



Şekil 4.15. F-5 bulku ve vermikompost uygulan domates grubu



Şekil 4.16. Kontrol grubu



Şekil 4.17. Kontrol grubu



Şekil 4.18. Vermikompost ve kontrol grubu

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Tokat merkeze bağlı olan Canpolat köyü civarı ve ormanlık bölgelerinden alınıp alınan toprak örneğinden izole edilen mikroorganizmalar kullanılmıştır. Elde edilen mikroorganizma izolatları önceden belirlenen grup haline getirilecek bakteri sayısına göre gruplandırılarak kurutulmuştur. Daha sonra mikroorganizma içeren bu bulklar yer oturak bolgan domates fidelerine uygulanmış ve domates gelişimi üzerine oluşturduğu etki incelenmiştir. Yaprak ayası, gövde çapı, yaprak uzunluğu ve tane sayısının domatesin gelişim parametreleri olarak kabul edilmiş ve değerlendirme buna göre yapılmıştır.

Tüm gruplar istatistiksel olarak ele alındığında anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Etkili olduğu düşünülen gruplar istatistiksel olarak da kanıtlanmıştır.

Yaprak ayası bakımından incelendiğinde tukey ve duncan testine göre 3.3333^{ab}' nin altında kalan gruplar; yaprak uzunluğu yönünden incelendiğinde tukey ve duncan testine göre 5.8667^{ab}'nin altında kalan gruplar; gövde yönünden incelendiğinde tukey testine göre 4.5000^{ab}'nin ve duncan testine göre 4.5000^{abc}'nin altında kalan gruplar ve toplam kilogram yönünden incelendiğinde 1.06^{ab}'nin altında kalan gruplar %0.05 hassasiyetle etkili kabul edilir. Bu gruplar kontrol grubuna göre çalışmada anlamlı bir fark yaratmıştır ve kontrol grubundan daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada yaprak ayası, yaprak uzunluğu ve gövde yönünden incelendiğinde KR6 - KR4 bulku kontrol grubuna kıyasla bitki gelişimi üzerinde olumsuz etkiye neden olmuştur. Toplam kilogram bakımından incelendiğinde KR5 bulku grubu da kontrole kıyasla da bitkide gerilemeye neden olmuştur.

Çalışma domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak uzunluğu, gövde çapı yönünden incelendiğinde MG1 bulku üzerinde daha çok etkili olduğu görülmüştür.

Tane sayısı yönünden incelemeye alındığında ise F6+V etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Tüm tartımların sonucunda kilogram bakımından ele alındığında MG1 bulkunun gelişiminin diğer bulku gruplarına göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak domateslerin toplam kilogramı karşılaştırıldığında ölçümlerde etkili olduğu

düşünülme-yen KR7+V bulktan da yüksek oranda verim elde edildiği görülmüştür. KR7 bulku tek başına ele alındığında tane sayısında etkili bir artış göstermemiştir. Ancak bu bulka vermikompost eklendiğinde tane sayısında artışın arttığı ve liyolize mikroorganizma ile beraber domatese daha iyi bir etki göstermiştir. Etkili çıkan bulk grupları gibi bitki yaprak ve gövde artışında olumlu sonuçlar göstermesede, domatesteki çiçeklenmeyi arttırarak tane sayısının artmasına neden olmuştur. Bunun yanında KR8, MG2, MG3 ve F6 ile vermikompostun bir arada kullanımı meyve veriminde artışa neden olmuştur. Vermikompost KR1, KR2, KR3, ET1, F3, F4, F5 grupları ile kullanıldığında meyve veriminde azalmaya neden olmuştur. Vermikompost tek başına kontrolle kıyaslandığında domates fideleri üzerinde olumlu etki göstermiştir.

Bu bulk gruplarını domates fidesi üzerinde nasıl bir etki sonucu verimi arttırdığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak yapılan çalışmalara bakıldığında bu bakterilerin sitokinin (Timmusk ve ark., 1999, García de Salamone ve ark., 2001), giberallin (Gutiérrez-Mañero ve ark., 2001) oksin (Jeon ve ark., 2003, Aslantas ve ark., 2007) ve etilen (Glick ve ark., 1995) gibi bitkisel hormonları üretebildiği, asimbiyotik olarak azotu (N) fiske ettiği (Sahin ve ark., 2004); organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği (Jeon ve ark., 2003, Canbolat ve ark., 2006), antibiyotik, mineral fosfatı (P) çözebildiği, siderofor, fungusit ve enzim bileşikler sentezleyerek ya da rekabet gibi mekanizmaları sayesinde patojenere karşı antagonistik etki gösterdiği (Dobbelaere ve ark., 2002, Dey ve ark., 2004) bilinmektedir.

Son yıllarda PGPR bakteri strainleri farklı bitkiler üzerinde kullanılmaya başlanmıştır. *Bacillus* ırkları ile yürütülen araştırmalarda, seker pancarı (Sahin ve ark., 2004), buğday (De Freitas, 2000) ve ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007) veriminde önemli artışlar elde edilmiştir. Karışık inokulasyon bakteri etkinliğini arttırmakta ve besin elementlerin daha dengeli alınmasını sağlamaktadır (Çakmakçı ve ark., 2002, Şahin, 2004). N2-fiksasyon ve fosfat çözücü bakteri aşılmasının, su ve sıcaklığın uygun olduğu sera koşullarında daha fazla olmak üzere, sağladığı verim artışı, maliyet ve kirlilik bakımından mineral gübrelemeye alternatif olabileceğini göstermiştir (Çakmakçı, 2002).

Bu çalışmalardan yola çıkılarak etkinin anlaşılabilmesi için etkili çıkan bulk gruplarındaki mikroorganizmaların tek tek domates fidesi üzerinde denenmesi

gerekmektedir. Yapılacak bu çalışma sonucunda mikroorganizmaların tek halde mi yoksa beraber mi etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu mikroorganizmaların tanımlamasının yapılabilmesi için yeterli materyalin bulunmamasından dolayı tanımlama işlemi yapılamamıştır. Bu çalışmanın bir sonraki adımı olarak bu mikroorganizmalar tanımlanabilir. Ve tanımlama işlemi yapıldıktan sonra etkili çıkan mikroorganizma ya da mikroorganizmaların ne tür bir etkiye sahip olduğu araştırılabilir.

Sonuç olarak fakir topraklarda daha düşük mineral gübre dozları ile birlikte mikrobiyolojik gübrelemenin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Etkili çıkan bulk grubları mikrobiyal gübre olarak domates fidelerine uygulanabilir. Domates gelişiminin üzerine olumlu etkisinin olmasının yanı sıra toprağın mikrobiyal florasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Toprağa herhangi bir kimyasal işlem uygulanmayacağı için toprağın yapısına da zarar vermemiş olunacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Aroca, R ve Ruiz-Lozano, J. M., 2009. Induction of plant tolerance to semi-arid environments by beneficial soil microorganisms-a review. In: Lichtouse E (ed) Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms, sustainable agriculture reviews, vol 2. Springer, The Netherlands, pp 121–135.
- Arshad, M ve Frankenberger, W. T., 1998 Plant growth-regulating substances in the rhizosphere: microbial production and functions. *Adv Agron* 62:45–151
- Arzaneh, M. H., Alikhani, H. A., Khavazi, K., Rahimian, H. A ve Miransari, M., 2011. Wheat (*Triticum aestivum* L.) growth enhancement by *Azospirillum* spp. under drought stress. *World J Microbiol Biot*, 27:197–205.
- Ashrafuzzaman, M., Akhtar, H. F., Ismail Razi, M., Hoque, M., Anamul, Z. I ve Shahidullah, MS., 2009 Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *Afr J Biotechnol* 8(7):1247–1252
- Aslantas, R., Çakmakçı, R ve Sahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111, 371-377.
- Atlas, R. M., 2004. Handbook of Microbiological Media. 3rd Edition, CRC Press.
- Azim, H., Kalavathy, R., Julianto, T., Sieo, C. C ve Ho, Y. W., 2012. Effect of heat, pH and coating process with stearic acid using a fluidized bed granulator on viability of probiotic *Lactobacillus reuteri* C 10. *Afr. J. Biotechnol.* 11, 6857–6865.
- Babaloa, O. O., 2010. Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnol Lett* , 32:1559–1570.
- Babu, A. N., Jogaiah, S., Ito, S. I., Nagaraj, A. K ve Tran, L. S. P., 2015. Improvement of growth, fruit weight and early blight disease protection of tomato plants by rhizosphere bacteria is correlated with their beneficial traits and induced biosynthesis of antioxidant peroxidase and polyphenol oxidase. *Plant Science*, 231, 62-73.
- Barbosa-Cánovas, G. V ve Juliani, P., 2004. Adaptation of classical processes to new technical developments and quality requirements. *J. Food Sci.* 69, 240–250.
- Barneix, A. J., Fatta, N ve Saubidet, M. I., 2002. The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants, *Plant Soil*, 215-245.
- Baset, M. A., Shamsuddin, Z. H., Wahab, Z ve Marziah, M., 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth and nitrogen incorporation of tissue-cultured musa plantlets under nitrogen-free hydroponics condition. *Aust J Crop Sci* 4:85–90
- Bashan, Y., Puente, M. E., Bashan, L. E ve Hernandez, J. P., 2008 Environmental uses of plant growthpromoting bacteria. In: Barka EA, Clement C (eds) Plant-microbe interactions. Trivandrum, Kerala, pp 69–93.
- Benizri, E., Baudoin, E ve Guckert, A., 2001. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocontrol Sci Technol* 11:557–574.
- Bensch, G., Rürger, M., Wassermann, M., Weinholz, S., Reichl, U ve Cordes, C., 2014. Flow cytometric viability assessment of lactic acid bacteria starter cultures produced by fluidized bed drying. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 98, 4897–4909.

- Bhatt, D. M., Chauhan, S. M., Dey, R ve Pal, K. K., 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria, *Microbiol Res*, 159 371.
- Board, N. I. I. R., 2004. *The Complete Technology Book On Bio-Fertilizer And Organic Farming*. National Institute of Industrial Re., 247: 565
- Bowen, G. D ve Rovira, A. D., 1999. The rhizosphere and its management to improve plant growth. *Adv Agron* 66: 1–103.
- Buonaurio, R., Scarponi, L., Ferrara, L., Sidoti, P ve Bertona, A., 2002. Induction of systemic acquired resistance in pepper by acibenzolar-S-methyl against bacterial spot disease. *Eur. J Plant Pathol* 108, 41–49.
- Burdman, S., Jurkevith, E ve Okon, Y., 2000. Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture, *Microbial Interactions in Agri Forestry* 2: 229–250
- Castro, H. P., Teixeira, P. M ve Kirby, R., 1997. Evidence of membrane damage in *Lactobacillus bulgaricus* following freeze drying. *J. Appl. Microbiol.* 82, 87–94.
- Chua, K. J ve Chou, S. K., 2003. Low-cost drying methods for developing countries. *Trends Food Sci. Technol.* 14, 519–528.
- Collavino, M. M., Sansberro, P. A., Mroginski, L. A ve Aguilar, O. M., 2010. Comparison of in vitro solubilization activity of diverse phosphatesolubilizing bacteria native to acid soil and their ability to promote *Phaseolus vulgaris* growth. *Biol Fertil Soils* 46:727–738
- Davies, J. N ve Hobson, G. E., 1981. The constituents of tomato fruit—The influence of environment, nutrition, and genotype. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15, 205–280.
- De Freitas, J. R., 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Pedobiologia* 44, 97-104.
- Dilantha, F., Nakkeeran, S ve Yilan, Z., 2006. Biosynthesis of antibiotics by PGPR and its relation in biocontrol of plant diseases. *PGPR Biocontrol Biofert* 67-109.
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A ve Ptacek, D., 2001. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Aust J Plant Physiol* 28:871–879
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y ve Vanderleyden, J., 2002. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strain on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biology and Fertility of Soils* 36, 284-297.
- Dubeikovsky, A. N., Mordeekhora, E. A., Kochetkov, V. V., Polikarpova, F. Y ve 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 Biol Biochem* 25:1277–1281
- Duveiller, E., 1997. *The Bacterial Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*, 65:78.
- Egamberdiyeva, D., 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Appl. Soil. Eco.* vol.36, pp.184-189.
- Emmerling, C., Schlöter, M., Hartmann, A ve Kandeler, E., 2002. Functional diversity of soils organisms: a review of recent research activities in Germany. *J Plant Nutr Soil Sci*, 165:408–420.

- Enebak, S. A., Wei, G ve Kloepper, J.W., 1997. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on loblolly and slash pine seedlings, *Forest Sci*, 44, 139–144.
- Esitken, A., Karlidag, H., Ercisli, S., Turan, M ve Sahin, F., 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). *Aust J Agric Res* 54:377–380.
- Fawcett, G. H ve Spencer, D. M., 1970. Plant chemotherapy with natural products. *Annual Review in Phytopathology* 8, 403–418.
- Fierer, N ve Jackson, R. B., 2006. The diversity and biogeography of soil bacterial communities. *Proc Natl Acad Sci U S A* 103:626–631.
- Figueiredo, M. V. B., Burity, H. A., Martinez, C. R ve Chanway, C. P., 2008. Alleviation of drought stress in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymyxa* and *Rhizobium tropici*. *Appl Soil Ecol* 40:182–188
- Fitchen, J. H ve Beachy, R. N., 1993. Ge-netically engineered protection against vi-ruses in transgenic plants. *Annu. Rev. Microbiol.* 47:739-763.
- Forde, B. G., (2000) Nitrate transporters in plants: structure, function and regulation, *Biochem Biophys Acta* 1465:219–235.
- Fowler, A ve Toner, M., 2005. Cryo-injury and biopreservation. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1066, 119–135.
- Frey-Klett, P., Pierrat, J. C ve Garbaye, J., 1997. Location and survival of Mycorrhiza helper *Pseudomonas fluorescens* during establishment of ectomycorrhizal symbiosis between *Laccaria bicolor* and Douglas fir. *Appl Environ Microbiol* 63: 139–144.
- Gagné, S., Dehbi, L., Le Quéré, D., Cayer, F., Morin, J. L., Lemay, R ve Fournier, N., 1993. Increase of greenhouse tomato fruit yields by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) inoculated into the peat-based growing media. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(2), 269-272.
- García de Salamone, I. E., Hynes, R. K ve Nelson, L. M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canadian Journal of Microbiology*, 47, 404-411.
- Gassner G., 1918. *Centralbl. F., Bakt. I. Orig.*, 80: 219.
- Glass A. D. M. D. T ve Kaiser, B. N., 2002. The regulation of nitrate and ammonium transport systems in plants. *J Exp Bot* 53:855–864
- Glick B. R, Jacobson, C. B., Schwarze, M. M. K ve Pasternak, J. J., 1994. 1-Aminocyclopropane1- carboxylate deaminase mutants of plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas putida* GR 12-2 do not stimulate canola root elongation. *Can J Microbiol* 40:911–915
- Glick, B. R., 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiological Research*, 169, 30–39.
- Glick, B. R., Karaturóvíc, D. M. ve Newell, P. C., 1995. A novel procedure for rapid isolation
- Govindasamy, V., Senthilkumar, M., Magheshwaran, V., Kumar, U., Bose, P., Sharma, V ve Annapurna, K., 2011. *Bacillus* and *Paenibacillus* spp.: Potential PGPR for sustainable agriculture. In D. K. Maheshwari (Ed.), *Plant growth and health promoting bacteria* (pp. 333–364), Berlin: Springer-Verlag.

- Gray, E. J ve Smith, D. L., 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signalling processes. *Soil Biol Biochem*, 37:395–412.
- Greenberg, A. E., Clesceri, L. S ve Eaton, A. D., 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st ed., APHA, Washington, D.C.
- Griffiths, B. S., Ritz, K., Ebbelwhite, N ve Dobson, G., 1999 Soil microbial community structure: Effects of substrate loading rates. *Soil Biol Biochem* 31:145–153.
- Gupta, A., Gopal, M ve Tilak, K. V., 2000. Mechanism of Plant Growth promotion by Rhizobacteria, *Indian J Exp Biol*, 38-856.
- Gutierrez Man˜ero, F. J., Ramos, B., Lucas Garcı’a, J. A., Probanza, A ve Barrientos, M. L., 2002. Systemic induction of terpenic compounds in *D. lanata*. *J. Plant Physiol.* 160, 105–113.
- Gutierrez Man˜ero, F. J., Ramos Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, F. R ve Talon, M., 2001. The plant growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiol. Plant.* 111, 1–7.
- Gutierrez Man˜ero, F. J., Acero, N., Lucas, J. A ve Probanza, A., 1996. The influence of native rhizobacteria on European alder *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.] growth. II. Characterization of growth promoting and growth inhibiting strains. *Plant Soil* 182: 67–74
- Gutierrez Man˜ero, F. J., Ramos Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, FR ve Talon, M., 2001. The plant growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiol Plantarum* 111: 1–7
- Gyaneshwar, P., Parekh, L. J., Archana, G., Poole, P. S., Collins, M. D., Hutson, R. A ve Kumar, G. N., 1999. Involvement of a phosphate starvation inducible glucose dehydrogenase in soil phosphate solubilization by *Enterobacter asburiae*. *FEMS Microbiol Lett* 171:223–229.
- Hall, I. R., Yun, W ve Amicucci, A., 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends Biotechnol* 21(10): 433–438
- Hammerschmidt, R., Métraux, J. P ve Van Loon, L. C., 2001. Inducing resistance: a summary of papers presented at the first international symposium on induced resistance to plant diseases. Corfu, May 2000. *Eur. J Plant Pathol.* 107, 1–6.
- Hariprasad, P., Venkateswaran, G ve Niranjana, S. R., 2014. Diversity of cultivable rhizobacteria across tomato growing regions of Karnataka, *Biol. Control* 72 9–16.
- Havsteen, B., 1983. Flavonoids, a class of natural-products of high pharmacological potency. *Biochemical Pharmacology*, 32,1141–1148.
- Herman, M. A. B., Nault, B. A ve Smart, C. D., 2008. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestations in New York. *Crop Prot* 27: 996–1002
- Hiltner, L., 1904. About recent experiences and problems the field of soil bacteriology with special Consideration of green manure and fallow, *Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft*, 98, 59–78.
- Jeon, J. S., Lee, S. S., Kim, H. Y., Ahn, T. S ve Song, H. G., 2003. Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. *Journal of Microbiology*, 41, 271- 276.

- Jha, C. K., Patel, D., Rajendran, N ve Saraf, M., 2010. Combinatorial assessment on dominance and informative diversity of PGPR from rhizosphere of *Jatropha curcas* L. *Journal of Basic Microbiology*, 50, 211–217.
- Jorgensen, J. H., Pfaller, M. A., Carroll, K. C., Funke, G., Landry, M. L., Richter, S. S ve Warnock, D.W., 2015. *Manual of Clinical Microbiology*, 11th Edition. Vol. 1.
- Jorquera, M. A., Hernández, M. T., Rengel, Z., Marschner, P ve Mora, M. L., 2008. Isolation of culturable phosphobacteria with both phytatemineralization and phosphate-solubilization activity from the rhizosphere of plants grown in a volcanic soil. *Biol Fertil Soils* 44:1025–1034
- Kalita, M., Bharadwaz, M., Dey, T., Gogoi, K., Dowarah, P., Unni, B. G., Ozah, D ve Saikia, I., 2015. Developing novel bacterial based bioformulation having PGPR properties for enhanced production of agricultural crops.
- Karaoglanidis, G. S., Ioannidis, P. M ve Thanassoulopoulos, C. C., 2000. Reduced sensitivity of *Cercospora beticola* isolates to sterol-demethylation-inhibiting fungicides. *Plant Pathol* 49, 567–572.
- Kavino, M., Harish, S., Kumar, N., Saravanakumar, D., Domodaran, T., Soorianasundaram, K ve Samiyappan, R., 2007. Rhizosphere and endophytic bacteria for induction of systemic resistance of banana plantlets against bunchy top virus. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 1087–1098.
- Kaymak, H. C., 2011. Potential of PGPR in agricultural innovations. In: Maheshwari DK (ed) *Plant growth and health promoting bacteria*, vol 18, *Microbiology monographs*. Springer, Berlin, pp 45–79
- Kays, S. J., 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 233–247.
- Kende, H ve Zeevaart, J. A. D., 1997. The five “classical” plant hormones. *Plant Cell*, 9: 1197–1210. Taiz L, Zeiger E (1998), *Plant Physiology*. 2nd edition. Sunderland, Mass: Sinauer Associates.
- Keskin, G., 2012. Durum ve Tahmin Domates ve Domates Salçası 2011-2012, [http://www.tepge.gov.tr/upload/attachments/domates 2012.pdf](http://www.tepge.gov.tr/upload/attachments/domates%202012.pdf)
- Kessmann, H., Staub, T., Hofmann, C., Maetzke, T ve Herzog, J., 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32:439-459.
- Kloepper, J. W ve Schroth, M. N., 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes in *Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*, (Station De Pathologie Vegetale et Phytobacteriologie, France), 879.
- Kloepper, J. W., Scher, F. M., Laliberte, M ve Tipping, B., 1986. Emergence-promoting rhizobacteria: Description and implications for agricultures. *NATO ASI Series-A Life Sci.* 117, 155–164.
- Kloepper, J. W., Schroth, M. N ve Miller, T. D., 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70, 1078–1082.
- Kloepper, J. W., Zablotowicz, R M., Tipping, E. M ve Lifshitz R., (1991. Plant Growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers, In: *The rhizosphere and plant growth* (Kluwer Academic, Dordrecht), 315.
- Kloepper, J. W., Lifshitz, R ve Zablotowicz, R. M., 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol* 7:39–44

- Kloepper, J. W., Rodriguez Ubana, R., Zehnder, G. W., Murphy, J. F., Sikora, E ve Fernandez, C., 1999. Plant root bacterial interactions in biological control of soil borne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. *Australas Plant Pathol* 28(1):21–26
- Kloepper, J. W., Scrhoth, M. N ve Miller, T. D., 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70: 1078–1082.
- Ladeiro, B., 2012. Saline agriculture in the 21st century: Using salt contaminated resources to cope food requirements, *Journal of Botany*.
- Laslo, E. E., Gyorgy, G., Mara, E., Tamas, B., Abraham, S ve Lanyi. 2012. Screening of plant growth promoting rhizobacteria as potential microbial inoculants. *Crop Prot.* 40:43-48.
- Latha, P., Anand, T., Ragupathi, N., Prakasam, V ve Samiyappan, R., 2009. Antimicrobial activity of plant extracts and induction of systemic resistance in tomato plants by mixtures of PGPR strains and Zimmu leaf extract against *Alternaria solani*. *Biological Control*, 50(2), 85-93.
- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F ve Fogliano, V., 2000. Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 4723–4727.
- Loganathan, M., Garg, R., Venkataravanappa, V., Saha, S ve Rai, A. B., 2014. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) induces resistance against *Fusarium wilt* and improves lycopene content and texture in tomato. *African Journal of Microbiology Research*, 8(11), 1105-1111.
- Lucas Garcí'a, J. A., Probanza, A., Ramos, B ve Gutierrez Man~ero, F. J., 2001. Genetic variability of rhizobacteria from wild populations of four *Lupinus* species based on PCR-RAPDs. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164, 1–7.
- Lugtenberg, B ve Kamilova, F., 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria. *Annu Rev Microbiol*, 63:541–556.
- Mader, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P ve Niggli, U., 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296, 1694–1697.
- Madhavi, D. L., Salunkhe, D. K., 1998. Tomato. *Handbook of vegetable science and technology*. In: Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (Eds.), *Production, Composition, Storage, and Processing*. Marcel Dekker, New York, pp. 171–201 (chapter 7).
- Malhotra, M ve Srivastava, S., 2009. Stress-responsive indole-3-acetic acid biosynthesis by *Azospirillum brasilense* SM and its ability to modulate plant growth. *Eur J Soil Biol* 45:73–80.
- Maltesen, M. J., Van de Weert, M., 2008. Drying methods for protein pharmaceuticals. *Drug Discov. Today Technol.* 5, e81–e88.
- Mangels, A. R., Holden, J. M., Beecher, G. R., Forman, M. R ve Lanza, E., 1993. Carotenoids in fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *J. Am. Diet. Assoc.*, 93, 284– 296.
- Mantelin, S ve Touraine, B., 2004. Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake. *J Exp Bot* 55:27–34.
- Marilley, L ve Aragno, M., 1999. Phylogenetic diversity of bacterial communities differing in degree of proximity of *Lolium perenne* and *Trifolium repens* roots. *Appl. Soil Ecol.* 13, 127–136.

- Marschner, P., Crowley, D ve Rengel, Z., 2011. Rhizosphere interactions between microorganisms and plants govern iron and phosphorus acquisition along the root axis—model and research methods. *Soil Biol Biochem* 43:883–894
- Martellet, C ve Fett-Neto, A., 2005. Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of Eucalyptus species differing in recalcitrance. *Plant Growth Regul*, 45:1–10.
- Mattheis, J. P ve Fellman, J. K., 1999. Preharvest factors influencing flavour or fresh fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 227–232.
- Mena-Violante, H. G ve Olalde-Portugal, V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113(1), 103-106.
- Mille, Y., Obert, J. P., Beney, L ve Gervais, P., 2004. New drying process for lactic bacteria based on their dehydration behavior in liquid medium. *Biotechnol. Bioeng.* 88,71–76.
- Minorsky, P. V., 2008. On the inside, *Plant Physiol*, 146 - 2323.
- Montesinos, E., 2003. Plant-associated microorganisms: a view from the scope of microbiology. *Int Microbiol* 6:221–223.
- Myresiotis, C. K., Vryzas, Z ve Papadopoulou-Mourkidou, E., 2014. Enhanced root uptake of acibenzolar-S-methyl (ASM) by tomato plants inoculated with selected *Bacillus* plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Applied soil ecology*, 77, 26-33.
- Myresiotis, C.K., 2012. Investigation of the interactions between plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and pesticides. PhD thesis, Pesticide Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, 07-11.
- Nakayama, T., Homma, Y., Hashidoko, Y., Mitzutani, J ve Tahara, S., 1999. Possible role of xanthobaccins produced by *Stenotrophomonas* sp strain sB-K88 in suppression of sugar beet damping-off disease. *Appl Environ Microbiol*, 65:4334–4339.
- Peighambardoust, S. H., Golshan Tafti, A ve Hesari, J., 2011. Application of spray drying for preservation of lactic acid starter cultures: a review. *Trends Food Sci.*
- Pérez, E., Sulbaran, M., Ball, M. M ve Yarzabal, L. A., 2007. Isolation and characterization of mineral phosphate-solubilizing bacteria naturally colonizing a limonitic crust in the south-eastern Venezuelan region. *Soil Biol Biochem* 39:2905–2914.
- Phillips, D. A., 1980. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes. *Annu Rev Plant Physiol* 31:29–49
- Pilet, P. E ve Chanson, A., 1981. Effect of abscisic acid on maize root growth: a critical examination. *Plant Sci Lett*, 21:99–106.
- Pilet, P. E., ve Saugy, M., 1987. Effect on root growth of endogenous and applied IAA and ABA: a critical reexamination. *Plant Physiol*, 83:33–38.
- Porcel, R., Zamarreño, Á. M., García-Mina, J. M ve Aroca, R., 2014. Involvement of plant endogenous ABA in *Bacillus megaterium* PGPR activity in tomato plants. *BMC plant biology*, 14(1), 36.
- Probanza, A., Mateos, J. L., Lucas, J.A., Ramos, B., de Felipe, M. R ve Gutierrez Manero, F. J., 2001. Effects of inoculation with PGPR *Bacillus* and *Pisolithus tinctorius* on *Pinus pinea* L. growth, bacterial rhizosphere colonization and mycorrhizal infection. *Microbial Ecol* 41: 140–148.

- Raaska, L., Viikari, L ve Mattila-Sandholm, T., 1993. Detection of siderophores in growing cultures of *Pseudomonas* sp. *J Ind Microbiol* 11:181–186
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V ve Samiyappan, R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protect.* 20, 1–11.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V ve Samiyappan, R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection* 20: 1–11
- Rashmi, S. K., Abdul, U., Sing, S ve Sharma, A. K., 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biol. Control.* 53:24-31.
- Rengasamy, P., 2006. World salinization with emphasis on Australia *Journal of Experimental Botany*, 57, 1017–1023.
- Richardson, A. E., 2001. Prospects for using soil microorganism to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 28, 897–906.
- Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C ve Wong, M. H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*.vol.125, pp.155 – 166.
- Sams, C.E., 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 249–254.
- Santivarangkna, C., Kulozik, U ve Foerst, P., 2007a. Alternative drying processes for the industrial preservation of lactic acid starter cultures. *Biotechnol. Prog.* 23, 302–315.
- Santivarangkna, C., Kulozik, U ve Foerst, P., 2008. Inactivation mechanisms of lactic acid starter cultures preserved by drying processes. *J. Appl. Microbiol.*105, 1–13.
- Santivarangkna, C., Wenning, M., Foerst, P ve Kulozik, U., 2007b. Damage of cell envelope of *Lactobacillus helveticus* during vacuum drying. *J. Appl. Microbiol.* 102, 748–756.
- Saravanakumar, D ve Samiyappan, R., 2007. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) plants. *J Appl Microbiol* 102:1283–1292.
- Saravanakumar, D., Vijayakumar, C., Kumar, N ve Samiyappan, R., 2007. PGPR induced defense responses in the tea plant against blister blight disease. *Crop Protection* 26, 556–565.
- Schinder, U., Blumer, C., Troxler, J., Defago, G ve Haas, D., 1994. Overproduction of the antibiotics 2,4-diacetylphloroglucinol and pyoluteorin in *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO. In: Ryder, Stephens and Bowen (eds) *Improving plant productivity with rhizosphere bacteria*, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p 120
- Shaukat, K., Affrasayab, S ve Hasnain, S., 2006. Growth responses of *Helianthus annuus* to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer, *J.Agric.Res.*,vol.1(6),pp.573-581.
- Smith, S. E., ve Read, D. J., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, San Diego, USA, Hall, IR, Yun, W, Amicucci, A (2003) *Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms*. *Trends Biotechnol* 21(10): 433–438

- Sosnik, A ve Seremeta, K. P., 2015. Advantages and challenges of the spray-drying technology for the production of pure drug particles and drug-loaded polymeric carriers. *Adv. Colloid Interface Sci.* 223, 40–54.
- Steenhoudt, O ve Vanderleyden, J., 2000. *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. *FEMS Microbiol Rev* 24:487–506
- Strasser, S., Neureiter, M., Geppl, M., Braun, R ve Danner, H., 2009. Influence of lyophilization, fluidized bed drying, addition of protectants, and storage on the viability of lactic acid bacteria. *J. Appl. Microbiol.* 107, 167–177.
- Subba Rao, N. S., 1995. *Soil Microorganisms and Plant Growth-* (Oxford and IBH Publishing Co.)
- Subba Rao, N. S., 1977. *Soil Microorganisms and Plant Growth*, Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- Şeniz, V., 1992. Domates Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. *Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı*, 174, İstanbul. *Technol.* 22, 215–224.
- Tan, J. M., Thomas-Ahner, E. M., Grainger, L., Wan, D. M., Francis, S. J., Schwartz Erdman, J. W ve Clinton, S. K., 2010. Tomato-based food products for prostate cancer prevention: what have we learned, *Cancer Metastasis Rev.* 29 553–568.
- Teixeira, P., Castro, H ve Kirby, R., 1994. Spray drying as a method for preparing concentrated cultures of *Lactobacillus bulgaricus*. *J. Appl. Bacteriol.* 78, 456–462.
- Thompson, K. A., Marshall, M. R., Sims, C. A., Wei, C. I., Sargent, S. A ve Scott, J. W., 2000. Cultivar, maturity and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Sciences* 65, 791–795.
- Timmusk, S., Nicander, B., Granhall, U ve Tillberg, E., 1999. Cytokinin production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biology and Biochemistry*, 31, 1847-1852.
- Trivedi, P., Pandey, A ve Palni, L. M. S., 2005. Carrier-based preparations of plant growth-promoting bacterial inoculants suitable for use in cooler regions. *World J Microbiol Biotechnol* 21:941– 945.
- Tuomi, T ve Rosenquist, H., 1995. Detection of abscisic, gibberellic and indole-3-acetic acid from plant and microbes. *Plant Physiol Biochem*, 33:725–734.
- Turan, M., Ataoglu, N ve Sahin, F., 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. *Sustainable Agricultural*. 28: 99–108.
- Unno, Y., Okubo, K., Wasaki, J., Shinano, T ve Osaki, M., 2005. Plant growth promotion abilities and microscale bacterial dynamics in the rhizosphere of lupin analysed by phytate utilization ability. *Environ Microbiol* 7:396–404
- Van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M ve Pieterse, C. M. J., 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu Rev Phytopathol* 36: 453–483
- Vandenheuvel, D., Singh, A., Vandersteegen, K., Klumpp, J., Lavigne, R ve Van Den Mooter, G., 2013. Feasibility of spray drying bacteriophages into respirable powders to combat pulmonary bacterial infections. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 84, 578–582.
- Vespermann, A., Kai, M ve Piechulla, B., 2007. Rhizobacterial volatiles affect the growth of fungi and *Arabidopsis thaliana*. *Appl Environ Microbiol*, 73:5639–5641.
- Vessey, J. K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255, 571–586.

- Vryzas, Z., Papadakis, E. N ve Papadopoulou-Mourkidou, E., 2002. Microwave-assisted extraction (MAE)-acid hydrolysis of dithiocarbamates for trace analysis in tobacco and peaches. *J. Agric. Food Chem.* 50,2220–2226.
- Vural, H., Eşiyok D ve Duman, İ., 2000, *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440s.
- Walia, A., Mehta, P., Chauhan, A ve 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.
- Wayne, L. G., Brenner, D. J., Colwell, R. R., Grimont, P. A. D., Kandler, O., Kirchevsky, M. I., Moore, L. H., Moore, W. E. C., Murray, R. G. E., Stackebrandt, E., Starr, M. P ve Turper, H. G., 1987. Report of the ad hoc committee on reconciliation of approaches to bacterial systematics. *Int J Sys Bacteriol* 37: 463–464.
- Williams, R. H., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th Ed., (Eds.), Williams and Wilkins, Maryland, USA.
- Zahir, A., Arshad, Z. M ve Frankenberger, W. F., 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: *Advances in Agronomy*. 81: 97-168.
- Zehnder, G. W., Murphy, J. F., Sikora, E. J ve Kloepper, J. W., 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. *Eur J Plant Pathol* 107:39–50
- Zhou, T ve Paulitz, T. C., 1994. Induced resistance in the biocontrol of *Pythium aphanidermatum* by *Pseudomonas* spp. on cucumber. *J. Phytopathol.* 142:51-63.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Rabiye KARADAŞ

Doğum Yeri: Malatya

Doğum Yılı: 1992

Email: rabiye karadas@gmail.com

Eğitim Bilgileri

2016-2019	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yüksek Lisans, Biyomühendislik
2011-2015	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisans, Biyomühendislik
2006-2010	Erdemli Anadolu Lisesi, Mersin