



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RHİZOBAKTERİ İZOLATLARININ
KIRMIZI BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
VERİM VE BİTKİSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

ÜMRAN TELEK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2018

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

RHİZOBAKTERİ İZOLATLARININ
KIRMIZI BİBERDE (*Capsicum annuum* L.)
VERİM VE BİTKİSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

ÜMRAN TELEK

Bu tez,
Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2018

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi ÜMRAN TELEK tarafından hazırlanan “RHİZOBAKTERİ İZOLATLARININ KIRMIZI BİBERDE (*Capsicum annuum* L.) VERİM VE BİTKİSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 12/01/2018 tarihinde oy birliği ile BAHÇE BİTKİLERİ Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI (DANIŞMAN)

Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr. Mustafa KÜSEK (İKİNCİ DANIŞMAN)

Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Kadir YILMAZ (ÜYE)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bekir Bülent ARPACI (ÜYE)

Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL (ÜYE)

Bitki Koruma Bölümü, Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç.Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Ümran TELEK



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:../.-... YLS

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

RHIZOBAKTERİ İZOLATLARININ KIRMIZI BİBERDE (*Capsicum annuum* L.) VERİM VE BİTKİSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ÖZET

Bu çalışmada Kahramanmaraş baharatlık kırmızı biber alanlarından izole edilen 10 farklı rhizobakteri izolatının; kırmızı biberin (*Capsicum annuum* L.) verim ve bitkisel özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Kırmızı ve toplam meyve verimi ile kırmızı meyve sayısında en iyi etki ZHA246 ve ZHA017'den alınmıştır. Toplam meyve sayısında ZHA215, ZHA90, ZHA235 ve ZHA017 daha önemli bulunmuştur. Bitkisel özelliklerden kök yaş ağırlığında ZHA287 ve ZHA246; bitki boyunda ZHA246, ZHA215, ZHA017 ve ZHA090; sürgün yaş ve kuru ağırlığında ZHA246 ve ZHA017; yaprak sayısında, yaprak yaş ağırlığında ve yaprak kuru ağırlığında ZHA246; yaprak eninde ZHA191 rhizobakterileri en iyi uygulamalar olmuşlardır.

Rhizobakterilerin, kontrollere göre meyve tohum yaş ağırlığı, meyve tohum kuru ağırlığı, meyve eti yaş ağırlığı, meyve eti kuru ağırlığı, meyve yaş ağırlığı ve kök boyu dışındaki özellikler üzerine etkileri olumlu bulunmuştur. Yapılan Temel Bileşenler Analiziyle (TBA) ZHA 246 ve ZHA017, kırmızı biberde verim ve bitkisel özellikleri artırmada en uygun rhizobakteriler olarak belirlenmiştir. ZHA235'te dikkate değer diğer rhizobakteri olmuştur.

Anahtar Kelimeler: PGBR, rhizobakteri, kırmızı biber, verim, bitkisel özellikler, TBA

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı, Ocak/ 2018

Danışman: Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI

Eş Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mustafa KÜSEK

Sayfa Sayısı: 51

THE EFFECT OF RHIZOBACTERIAL STRAIN ON YIELD AND GROWTH CHARACTERISTICS OF CHILLI PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

(MSc THESIS)

ABSTRACT

In this study was investigated the effect of 10 different rhizobacterial strain extracted from Kahramanmaras chilli pepper fields, on yield and plant characteristics of chilli pepper (*Capsicum annuum* L.).

The best values in red and total fruit yield and number of red fruits were obtained with application of ZHA246 and ZHA017. ZHA215, ZHA90, ZHA235 and ZHA017 were determined to be more significant in total fruit amount. In terms of plant characteristics, the best values in root wet weight were obtained with application of ZHA287 and ZHA246; in plant height - with ZHA246, ZHA215, ZHA017 and ZHA090; in sprout wet and dry weight - with ZHA246 and ZHA017; in the number of leaves and leaves wet and dry weight - with ZHA246; in leaves width - with ZHA191.

According to the controls the effect of rhizobacteria was found favorable on such characteristics as: fruit seeds wet weight, fruit seeds dry weight, and fruit flesh wet weight, fruit flesh dry weight, fruits wet weight and root length. With application of Principal Component Analysis (PCA) ZHA246 and ZHA017 were determined to be the most suitable rhizobacteria for improvement of yield and plant characteristics of chilli pepper. In ZHA235 there was another remarkable rhizobacteria.

Keywords: PGBR, rhizobacteria, red pepper, plant characteristics, PCA.

Kahramanmarash Sutcu Imam University
Graduate School of Science and Technology
Faculty of Agriculture - Horticulture Department, January/2018

Supervisor: Prof. Dr. Irfan Ersin AKINCI

Co-supervisor: Assistant Professor Mustafa KUSEK

Total number of pages: 51

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde yakın ilgi, sabır gösteren ve katkı veren danışmanlarım Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI ve Yrd.Doç.Dr. Mustafa KÜSEK hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Tezim süresince değerli görüş ve fikirlerini benimle paylaşan Arş.Gör. Şeyma YILMAZ ve bana her konuda destek olan bölüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle daima varlığını yanımda hissettiğim aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ümran TELEK



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. PGPR'lerin büyüme, gelişme ve verim üzerine etkileri	7
2.2. PGPR'lerin stres azaltma ve hastalık üzerine etkileri	17
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.2. Metot	23
3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Kültürel İşlemler	23
3.2.2. Denemede Kullanılan Bakteriler, Solüsyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması	24
3.2.3. Deneme Planı	25
3.3. İncelenen Özellikler	25
3.3.1. Verim	25
3.3.2. Meyve Özellikleri	26
3.3.3. Bitkisel Özellikler	27
3.3.3.1. Kök	27
3.3.3.2. Gövde ve Sürgün	27
3.3.3.3. Yaprak	28
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. Verim	29
4.2. Meyve Sayısı	30
4.3. Meyve Özellikleri	32
4.4. Bitkisel Özellikler	33
4.4.1. Kök	33
4.4.2. Sürgün (Gövde + Dal)	35

4.4.3. Yaprak	37
4.4.4. Bitkisel Özelliklerin Değerlendirilmesi.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	51



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1. Rhizobakterilerin incelenen tüm özelliklere göre Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonucuna göre dağılımı.....	39
--	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Dünyada biber üretiminde en önemli ülkeler (Anonim, 2014)	5
Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü dönemde Kahramanmaraş iklim verileri (Anonim, 2017a)	24
Çizelge 3.2 Deneme konusu bakteri izolatları ve karşılaştırma uygulamaları	25
Çizelge 4.1. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde verim üzerine etkisi	29
Çizelge 4.2. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde meyve sayısı üzerine etkisi	31
Çizelge 4.3. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde meyve özellikleri üzerine etkisi	32
Çizelge 4.4. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde kök gelişimi üzerine etkisi	34
Çizelge 4.5. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde sürgün gelişimi üzerine etkisi	35
Çizelge 4.6. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde yaprak gelişimi üzerine etkisi	37

1. GİRİŞ

Dünyada yirminci yüzyılın ikinci yarısında hızlı gelişen teknoloji ve nüfusun büyümesine yönelik önlem bakımından, yoğun girdi kullanılarak mevcut alanlardan daha fazla verim elde etmek ve başka alanların tarıma elverişli hale getirilmesi için politikalar geliştirilmiştir. Ancak yüksek verim elde etmek amacıyla uygulanan fazla ve yanlış tarım ilacı-gübre uygulanması toprağın maddesel özelliklerinin bozulmasına, toprağın verimliliğinin yitirilmesine, besin maddesi içeriklerinin bozulmasına, toprağın çoraklaşması ve tuzlanması gibi etkili sorunlarının yaşanmasına neden olmaktadır (Aksoy, 1999).

Yılda 100 milyon tondan fazla fosfor, azot ve potasyumlu kimyasal içerikli gübrelerin dünyada bitkisel üretime katkı sağlamak amacıyla kullanıldığı ileri sürülmektedir. Dünya piyasasındaki pestisit kullanım oranının %80'i gelişmiş ülkelere aittir. Türkiye'de pestisit kullanımı diğer birçok ülkeye göre çok az olmasına rağmen tarım ilacı kullanımı 1979-2007 yılları arası %270'lik artış göstermiştir. Kullanılanların %16'sı fungusitler, %24'ü herbisitler, %47'si insektisitler ve %13'ü farklı maddeleri içeren pestisitler oluşturmakta bunların parasal değeri ise 250 milyon dolara ulaşmaktadır (Delen, 2008). Türkiye'de hektar başına yaklaşık 700 gram pestisit kullanılmaktadır. Pestisit az miktarlarda kullanılıyormuş gibi gözükse de illere göre değişmektedir. Örneğin Antalya ilinde hektar başına 26 kilogram pestisit kullanılmaktadır. Bu miktar Avrupa'nın en çok pestisit uygulayan ülkesi olan Hollanda'dan iki kat fazladır (Özer, 2013).

Gübre kullanımı ve fazla kimyasal uygulaması ile meydana gelen zararları gidermek ve olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde, biyolojik gübre ve biyolojik savaş elemanı olarak kullanılabilen mikroorganizmalar ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla son zamanlarda gündeme gelen en önemli mikroorganizmalar bakterilerdir. Toprağın verimliliğinin artırmasını sağlayan azot döngüsünde bakteriler önemli bir görev almaktadır. Hem ortak bir yaşam alanı oluşturan hem serbest yaşam alanına sahip bakteriler atmosferde kullanılan azotu bitkiye yararlı şekle getirmektedir. Öncelikle bakteriler, alg gibi mikroorganizmalar, aktinomisetler ve mantarın biyolojik gübre olarak kullanımı tarımsal üretimlerde çevreden kaynaklanan olumsuzlukları gidermektedir. Sonuç olarak toprakta doğal ekosistem meydana gelmekte gerçekleştirilen

uygulamaların etkisi senelerce devam etmektedir. Mikroorganizmalar bitkilerin beslenmesindeki görevlerini kendileri devam ettirirler. Bunun neticesinde toprağın direnci artırılmakta, toprak kalitesi, bitki büyümesi, bitkiden alınan verim ve bitki kalitesi artmaktadır (Higa ve Paar, 1994).

Toprak içerisinde birbirinden farklı özelliklere sahip çok sayıda mikroorganizmalar yaşamaktadır. Mikroorganizma birlikleri içerisinde bitki kökleri ile bağlantı kuran bakterilere kök bakterileri denir. Kök bakterilerinin, bitki kökleri ile olan ilişkileri incelendiğinde bazılarının faydalı, bazılarının zararlı etkide bulundukları tespit edilmiştir. Bazı faydalı kök bakterileri bitkide biyokontrol ajanı olarak, bazıları da bitkide gelişmeyi teşvik ederek ya da her iki şekilde de hareket ederek bitkilere faydalı şekilde etki etmektedirler (Romerio, 2000).

Bitkiye faydası bulunan kök bakterileri için bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) denilmektedir. PGPR terimi ilk defa 1978 yılında ifade edilmiştir (Kleoppe ve Schroth, 1978). Kök bakterileri için kullanılan PGPR teriminden başka terimler de kök bakterilerini ifade etmek için kullanılır. Çin’de bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri adına İngilizce “Yield Increasing Bacteria” sözcüklerinin kısaltılmışı olan YIB terimi tercih edilir (Chen ve ark., 1996). Bazı araştırmalarda da bitki gelişimini teşvik eden bakteriler anlamını ifade eden İngilizce “Plant Growth Promoting Bacteria” sözcüklerinin kısaltılması olan PGPB terimi görülmektedir (Bashan ve ark., 2000). Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri ile gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde daha çok PGPR terimi karşımıza çıkmaktadır.

Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin uyarıcı etkisi ile birlikte toprak patojenlerine karşı biyolojik savaşta etkin bir rollerinin olduğu ve hastalıklara karşı önemli bir etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Kloeppe, 1993; Lucas ve ark., 2000; Lemanceau ve ark., 2000; Parmar ve Dudarwal, 2000).

Son zamanlarda PGPR gruplarından olan mikroorganizmaların değerinin giderek artması sebebiyle ticarileşmesi de hızla yayılma göstermektedir. PGPR uygulamalarının başarılı bir şekilde geliştirilebilmesi için rizobakteriler bazı özellikleri taşımalıdır. Bu özellikler içerisinde; yüksek rizosfer yeteneğinin bulunması, yüksek rekabette saprofit yeteneğinin olması, bitki gelişimini olumlu yönde etkilemesi, kütlelerini kolayca

arttırabilmesi, geniş hareket yeteneğinin olması, mükemmel ve güvenilir kontrol gücüne sahip olması, çevreye karşı güvenli olması, diğer kök bakterileri ile uyum içinde yaşaması, kuraklık, sıcaklık, okside edici ajanlar ile UV' ye ve radyasyona karşı tolerans göstermesi gibi özelliklerinin bulunması gerekmektedir (Jeyarajan ve Nakkeeran, 2000).

Bitkinin gelişmesini etkileyen bakterilerin; tohum çimlenmesi, kök gelişimi, bitkinin sudan faydalanması, büyüme hormonlarının etkileşimi, yararlı mikroorganizmalar için rizosferde mikrobiyal düzeni değiştirmesi, mineral madde oranını ayarlayarak indirekt olarak bitki gelişimini uyarması, nematod, fungal ve bakteriyel hastalıkları büyük orvea engellemesi, viral hastalıklara karşı etkin mücadele göstermesi gibi olumlu yönde etkileri bulunmaktadır (Siddqui, 2006).

Bitkide besin elementi miktarının artmasını sağlayan biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini uyaran fitostimülatörler ve antibiyotik ile antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol altında tutan biyokontroller olarak ayrılmaktadırlar (Antoun ve Prevost, 2005).

Azot bitkiler için önemli bir besin elementidir. Azottan sonra fosfor bitkiler için önemli bir yere sahiptir. Fosfor, toprakta yeterli miktarda bulunmaktadır fakat çok azı bitkiler tarafından kullanılabilir formdadır. Kök bakterileri toprakta kullanılamayan fosforu çözerek bitkiler tarafından kullanılabilir hale getirmektedir (Seshadri ve ark., 2000; Antoun, 2003). Topraktaki fosfatı mikroroorganizmalar mineralize etmektedir. Kök bakterileri içerisinde *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Rhizobium* cinsleri en iyi fosfat çözücülerindendir (Antoun, 2003).

Tüm bu sağladığı yararlardan dolayı bugün PGPR preparatlarının kullanımı ülkemizde ve birçok ülkede gittikçe artmakta, ticari anlamda çiftçinin hizmetine sunulmaktadır. PGPR preperatlarının üretilmesinde ise doğada mevcut olan birçok bakterinin izole edilmesi yoluna gidilmekte, farklı bakterilerin farklı özelliklerinden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Bitki gelişmesi, fosforun biyolojik olarak kullanılabilir olması, azot fiksasyonu, siderofor aracılığıyla bitkiler tarafından demirin kullanımı, giberalin, oksin ve sitokinin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitkide etilen seviyesinin düşürülmesi gibi mekanizmalarla, bitki gelişmesini uyaran rizobakteriler tarafından meydana gelmektedir (Kotan, 2014).

Gübre uygulamasını en az seviyeye, bitki gelişme ve beslenmesini en yüksek seviyeye taşımak için rizosferden seçilmiş çeşitli mikroorganizmalar tercih edilmektedir. Bitki gelişimini uyaran rizobakteriler (PGPR) bitki gelişimine olumlu etkileri nedeniyle biyolojik gübre (BG) olarak tercih edilmektedir. Biyogübreler sürdürülebilir tarım için önemli bir faktördür. Mikrobiyal türlerdeki geniş genetik varyasyon, çeşitli çevre şartlarına uyum sağlayan yüksek kapasitesi olan mikroorganizmaların olabileceğini göstermektedir (Çakmakçı ve ark., 2005).

Patojenik olmayan toprak kökenli mikroorganizmalar hem bitki gelişimine hem de hastalıkları baskılamaya yardımcı olmaktadır. Bitki gelişimini olumlu yönde etkileyen kök bakterileri bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri olarak isimlendirilir. Kök bakterileri bitki gelişimini ya patojen organizmaların birtakım zararlıların işlevini engelleyerek indirekt yünden ya da bakteri tarafından üretilen veya çevreden besinlerin alımını sağlayan bir bileşiğin bitkiye etki etmesi ile doğrudan gerçekleştirmektedirler (Bayrak ve ark., 2014).

Bitki gelişimini uyaran rizobakteri (PGPR)'ler kök çevresini ve/veya kök yüzeyini yaşam alanı kabul eden toprak bakterileridir. Doğaları gereği bitki kök yüzeyi ve rizosfer toprağını kendilerine habitat kabul eden kök bakterileri bitki gelişimini doğrudan ve dolaylı şekilde yönlendirmektedirler. PGPR'ler atmosferdeki serbest azotu bağlaması, fosforu çözmesi, enzim ve fitohormon üretmesi gibi doğrudan etkileri ile bitki gelişimini olumlu şekilde yönlendirir iken, bitkide sistemik dayanıklılığı (ISR) artırması, yer ve besin yarışı ile patojen gelişimini engellemesi, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini önlemesi gibi dolaylı yünden de bitki gelişimini teşvik etmektedirler. Bitkisel üretimde PGPR'lerin ilk uygulamaları bitki gelişimini artırıcı şekilde olmasına rağmen, ileriki yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar PGPR'lerin bitkisel üretimde biyolojik kontrol ajanı olarak da tercih edilebileceğini göstermiştir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde bir bakteri türünün birden fazla PGPR özelliğinin bulunabileceği görülmüştür. Bu özelliklerin bulunmasında PGPR'lere bitkisel üretimde biyolojik gübre olmasıyla birlikte biyolojik kontrol ajanı olma özelliği de katmaktadır. Bu zamana kadar gerçekleştirilen araştırmalar yararlı rizobakterilerin çeşitli ekosistemlerde abiyotik/biyotik faktörlerin bitkide meydana getirdiği strese karşı kullanılabileceğini göstermekte ve bu konu ile ilgili ileride yapılacak araştırmalara yön vermektedir (İmriz ve ark., 2014).

Dünyada ve ülkemizde biber ile ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte; önemli bir ürün olan baharatlık kırmızı biber ile ilgili çalışmaya rastlanılmamış; çalışmanın bitkisel materyali olarak Kahramanmaraş ve ülkemizin önemli bir tarımsal kaynağı olan kırmızı biber seçilmiştir. Böylelikle verim bakımından üreticilere fayda çıktısı elde edilmeye çalışılmıştır.

Biber *Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsine ait ılık iklimlerde yetişen tek yıllık, tropik iklimlerde ise çok yıllık kültür bitkisidir. Biberin sistematığı ile ilgili araştırmacıların fikirleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar kültür biber çeşitlerinin *Capsicum annuum* türüne sahip olduğunu, bu biber türünde yabancı formlarının olmadığını ve bu biberlerin tamamının tek yıllık biberler olduğunu savunmaktadır. Diğer yandan bazı araştırmacılar da, *Capsicum*'un iki ana türü olduğunu, bu türlerden *Capsicum annuum*'un tek yıllık, *Capsicum frutescens*'in ise çok yıllık tropik bölgelerde yetiştirilen biberler olduğunu, biberlerin bütün tür ve gruplarının renk ve şekillerinde farklı tipler gösteren çeşitlerinin bulunduğunu belirtmektedirler (Şahin, 2014).

Sebzeler içinde önemli bir yere sahip olan kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.)'in menşei tropik Amerika'dır. Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinin keşfinden önce diğer kıtalarda biber bilinmezken, Cristof Colomb tarafından acı ufak biberler Avrupa'ya getirilmiş ve büyük bir önem görmüştür. Biber İspanya'ya 1493'te, İngiltere'ye 1548'de, Orta Avrupa'ya ise 1585'te getirilmiştir. Portekizliler 17. Yüzyılda biberi Güneydoğu Asya'ya götürmüştür (Şeniz, 1992). Ülkemize ise Osmanlı İmparatorluğu zamanında 16. YY'da, Orta Avrupa ülkeleri ile kurulan ilişkiler sayesinde girmiş ve tüm bölgelere yayılmıştır (Vural ve ark., 2000).

Çizelge 1.1. Dünyada biber üretiminde en önemli ülkeler (Anonim, 2016)

ÜLKELER	ÜRETİM MİKTARI (ton)
Hindistan	1.389.000.00 ton
Taylve	379.349.00 ton
Etiyopya	329.804.00 ton
Çin	306.980.00 ton
Fildişi Sahili	148.354.00 ton
Pakistan	133.513.00 ton
Bangladeş	130.260.00 ton
Myanmar	129.361.00 ton

Gana
Viet Nam

115.558.00 ton
95.647.00 ton

Türkiye’de Kahramanmaraş kırmızı biberinin önemli bir değeri ve konumu vardır. Kahramanmaraş’ın ikliminden ve elverişli toprak yapısı gibi ekolojik özelliklerinden dolayı, biberlerin çok iyi bir renk ile birlikte, kokusu, aroması, acılığı, iyi bir tada sahip olması ve toplam kalitesinin iyi olduğu bir baharat ortaya çıkmaktadır. Taze olarak tüketimi ile birlikte, sanayi hammaddesi olarak da kullanılan biberin salçası, turşusu, işlenmiş et ürünlerinde kullanımı ve konservesi yapılmaktadır (Duman ve ark., 2002).

Biber, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Anonim, 2012) verilerine göre; Dünya sebze üretiminde 31.171.567 ton ile ilk 10 ürün arasında 8. sırada bulunmaktadır. Dünya yaş sebze ihracatında 4.3 milyar dolarlık ihracat miktarıyla biber ikinci sırada yer almaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (Anonim, 2016a) verilerine göre; Türkiye salçalık, dolmalık ve sivri biber olmak üzere toplam 2.457.822 ton biber üretmektedir. Türkiye 2012 yılında yapmış olduğu 75 milyon dolarlık biber ihracatıyla dünyada 9’uncu sırada bulunmaktadır. Ayrıca Kahramanmaraş ili toplam biber üretimi verilerine göre 54.042 ton dur (Anonim, 2014). Örtüaltı verileri 601.382 ton dur (Anonim, 2016b). Biber üretim ve tüketimine olan talep günden güne önemli gelişmeler göstermektedir.

Bu araştırmada daha önce Kahramanmaraş kırmızı biber alanlarından elde edilen ve PGPR şeklinde kullanılmaya aday 10 farklı rhizobakteri izolatının, yine yörenin en önemli ürünü olan Kahramanmaraş kırmızı biberinin verim ve bitkisel özellikler üzerine etkilerinin incelenmesi, olası ticari kullanım potansiyellerinin ortaya konulması ve kırmızı biber üreticilerine katkılarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. PGPR'lerin büyüme, gelişme ve verim üzerine etkileri

Asaka ve Shoda (1996), kök bakterileri tarafından salgılanan farklı antibiyotikler ile zararlı organizmaların bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Zararlı mikroorganizmaların bakteri gelişimini engellenmesi sonucunda bitki kökleri daha fazla gelişme göstermiştir. *Bacillus* türleri iturin A, bacilysin, fengymycin, subsporin benzeri antibiyotiklerini üretirler. *Bacillus subtilis* RB 14 iturin A ve surfactin antibiyotiğini üretir. Üretilmiş bu antibiyotiklerin domateste çökerten hastalığına sebep olan *Rhizoctonia solani*'nin oluşumunu başarılı bir şekilde engellemekte olduğunu bildirmektedirler.

Meral ve ark. (1998), nohut bitkisini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında azot dozlarında farklı aşılama yöntemleri kullanılarak; bitkideki nodül sayısı ve ağırlığı, kök ağırlığı, bitki boyu, bitki ağırlığı, bitkide meyve sayısı, bitkide tane ağırlığı, hasat indeksi, 100 tane ağırlığı ve dekara tane verimi üzerine etkilerini incelemek üzere çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada başlangıç materyal olarak Akçin-91 nohut çeşidinin tohumlarını, inokulant olarak da *Rhizobium ciceri* kullanılmışlardır. Ekim işlemlerini; tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirmişlerdir. Bakteri aşılması gerçekleşmeyen çalışmalarda nodulasyon oluşmadığı için, kök ağırlığı, bitki boyu, bitki ağırlığı, bitkideki meyve sayısı, tane ağırlığı ve verimde artışın söz konusu olmadığını bildirmişlerdir. Tohuma aşılama uygulamasında ise nodüller daha büyük ve ana köke yakın oluşmuş ve kök ağırlığı da artmıştır. Bitki boyu, bitki ağırlığı, bitkide meyve sayısı, tane ağırlığı ve verim yönünden toprağa aşılama yöntemiyle benzer sonuçlar alınmıştır. Toprağa aşılama yönteminde; nodul sayısı en fazla olmasına karşın, nodüller küçük ve kılcal kökler çevresinde meydana gelmiştir. Tohuma aşılama ve toprağa aşılama yapılan uygulamalarda ele alınan bitki özellikleri benzer sonuçlar görülmüştür. Azot uygulaması; bakteri aşılması yapılan uygulamalarda nodulasyonun azalmasına neden olurken, diğer özelliklerde istatistiki olarak önemli orvea artışlara neden olmuştur. Her iki bakteri aşılama yöntemi ve azot dozları verimde artış sağladığını ispatlamışlardır.

Yoğun olarak uygulanan tarım faaliyetleri sonucunda orantılı olarak aşırı gübre kullanımı da artmaktadır. Yüksek verim elde etmek amacıyla kullanılan fazla miktardaki

gübre tarım sistemlerini olumsuz etkilemekte, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların tükenmesi gibi faktörlere neden olmaktadır. Gübre kullanımını azaltmak, bitki gelişme ve beslenmesini artırmak amacıyla rhizosferden seçilmiş çeşitli mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bitki gelişimini uyaran ve aynı zamanda bitki gelişimine sağladığı yararlar sebebiyle rhizobakteriler (PGPR) biyolojik gübre (BG) olarak kullanılmıştır. Biyogübrelerin sürdürülebilir tarım için önemi vurgulanmıştır. Mikrobiyal türlerdeki genetik varyasyonun geniş olması, çeşitli çevre şartlarına uyum sağlayabilen geniş potansiyele sahip mikroorganizmaların belirlenebileceği sonucunu ortaya koymuştur (Çakmakçı, 2005).

Altın ve Bora (2005), kök bakterilerini bitkilerin rhizosferindeki yoğun mikrobiyal etkinliğin olduğu bölgedeki bazı bakteri türleri olarak tanımlamışlardır. Bitki gelişimi üzerinde olumlu etkileri ile bilinen kök bakterileri bitki gelişimini uyaran bakteriler olarak bilinir (PGPR). Bu bakterilerin görevi bitki gelişimini ya patojen organizmaların bazı zararlı etkilerini önleyerek indirekt ya da bakteri tarafından üretilen veya çevreden besinlerin alımını kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlayarak direkt etkilemektedir. Bitki gelişiminin uyarılması mekanizması atmosfer azotunun tespitini, siderofor üretimini, auxin, sitokinin ve giberellin gibi bitki hormonlarının üretimini, fosfor gibi minerallerin çözünürlüğünü ve enzimlerin sentezini içermektedir.

Uslu (2006), bazı baklagil bitkilerinde Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterilerinin (PGPR) verim üzerine etkilerini incelemiştir. Verim değerleri ile *in vitro* bakteriyel IAA ve fosfataz salgıları, tohum çimlenme yüzdesi ve *in vivo* bitki çıkışı, bitki boyu, çiçek sayıları ve nodul sayıları gibi bazı PGPR parametreleri arasında önemli bir ilişki bulunsa da, bakterilerin verim artırıcı yönlerinin kullanılabileceğini bildirmiştir. Denemelerde 42 bakteriyel izolat kullanılmıştır; bunların 24 tanesi Gram (-), 18 tanesi de Gram (+)'tir. Gram (-) bakterilerinin çoğu *Floresan Pseudomonas* (FP). Çalışma materyali olarak bezelye (*Pisum sativum* cv. carina) ve nohut (*Cicer arietinum* cv. sarı-98) seçilmiştir. *In vitro* çalışmalarında bakterilerin IAA üretme ve fosfat çözme yeteneklerinin ve tohum çimlenme yüzdesi ve kökçük uzunluğuna bakterilerin etkisinin belirlenmesini gibi faktörler incelenmiştir. *In vivo* denemelerinde en etkili izolatlarda tarlada mikro parsellerde gerçekleştirilmiştir. PGPR etkilerini test etmek amacıyla tohum bakterizasyonu tekniği (108-109 cfu/ml) kullanılmıştır. PGPR etki yukarıda değinilen parametreler kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında bakterilerin ortalama IAA sekresyonları

Gram (-)'lerde 182 µg/ml, Gram (+)' lerde ise 24 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Aynı zamvea bakteriler tarafından çözülen ortalama monofosfat değerleri Gram (-)'lerde 338 µg/ml, Gram (+)' lerde 44 µg/ml olarak belirlenmiştir. 7 Gram (-) ve 6 Gram (+) bakteri izolatu sonraki PGPR testleri için seçilmiştir. Bakteriyel izolatların bitki gelişimini uyarma etkileri bitki türüne ve izolatların türüne göre değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır. Yalnızca üç ya da dört izolatın farklı bitkilerde farklı parametreler açısından yüksek etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak Gram (-) bakteriler Gram (+)' lerden daha yüksek etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır. Her iki bitkide de 33 (*Pseudomonas fluorescens*) ve 15 (*Bacillus cereus*) numaralı bakteriler diğerlerinden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle biyopreparat için aday izolatlar olarak düşünülebilir. IAA' in yanında giberellin, sitokinin ve ACC-deaminaz gibi diğer bakteriyel metabolitlerin içerikleri, söz konusu parametreler ve verim arasında daha iyi ilişkileri yakalamak için analiz denemelerine devam edilebileceği belirtilmiştir. PGPR grubu bakteriler ile baklagil türlerine özgü *Rhizobium* izolatları arasındaki *in vitro* etkileşimlerden elde edilecek bulgular sonuçların değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Doğan (2007), yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demirin nodülasyon, biyokütle ve verime etkisini incelemiştir. Çalışmada, I. ve II. ürün olacak şekilde Çukurova şartlarında en çok ekimi yapılan NC-7 ve ÇOM çeşitleri tercih edilmiştir. Çalışmada iki farklı demir dozu ve 3 farklı *Rhizobium* bakteri izolatu uygulanmıştır. Birinci ve ikinci ürün olarak ekilen yerfıstığında çiçeklenme döneminde nodül, kök ve kök üstü; hasat döneminde ise kök, kök üstü ve dane örnekleri üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Alınan veriler neticesinde; bitkiye aşılanan bakterinin çiçeklenme döneminde azot içeriğini ve nodülasyon durumlarını artırdığını, fakat hasat döneminde bu etkilerin önemli seviyelerde olmadığını göstermiştir. Denemeye alınan izolatlar içerisinde B2 izolatu belirlenen bazı parametrelerde daha etkili görülmüştür. Bakteri uygulamasının, çiçeklenme döneminde nodül sayısı ve nodül ağırlığı değerlerini istatistiksel olarak artırdığı, hasat döneminde ise kök üstü azot içeriğini yükseltmesine karşın danenin azot içeriğini düşürdüğü tespit edilmiştir. Demir uygulaması biyokütle ağırlığını, nodülasyonu ve bitkinin azot içeriğini önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada incelenen parametreler bakımından ÇOM çeşidi NC-7 çeşidinden daha fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Gül ve ark. (2008), rizosferde doğal olarak var olan ve bitki kökleri için faydalı etkileşim sağlayan mikroorganizmaların öneminin günden güne arttığını vurgulamışlardır. Bu mikroorganizmalar arasında, Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) hem antagonistik etkileri, hem bitki gelişimi ve veriminde önemli artış meydana getirmeleri ile günümüzde etkin bir değere sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Güvercin (2009), farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması ve demir uygulamalarının nodülasyon ve verim üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, I. ürün olarak Çukurova koşullarında en fazla ekimi yapılan NC-7, Halisbey, Arıoğlu 2003 ve Osmaniye 2005 çeşitlerini kullanmıştır. Denemede üç farklı demir dozu ve 2 farklı *Rhizobium* bakteri aşılması uygulaması (B0: aşılama yapılmamış; B1: 380 nolu *Rhizobium leguminosarum* izolatı) yapılmıştır. Birinci ürün olarak ekilen yerfıstığı bitkisinin çiçeklenme döneminde kök, kök üstü, nodül oluşumu; hasat döneminde ise kök, köküstü ve dane tutumu incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında hem 1. yıl hem de 2. yıl bitkilerde nodül oluşmadığı görülmüştür. Dolayısıyla nodülasyon, biyokütle ve çeşitli aksamaların azot içeriklerinde bakteri aşılmasına bağlı herhangi bir değişiklikde görülmemiştir. Demir uygulamasına bağlı olarak ise incelenen parametrelerde çiçeklenme ve hasat dönemine; denemede kullanılan yerfıstığı çeşitlerine bağlı olarak farklı sonuçlar görülmüştür. Halisbey çeşidi 1. yıl 694 kg/da ile en yüksek verim değerini göstermiştir. 2. yıl ise her üç çeşit de 700-721 kg/da arasında verim değerleri göstermiştir.

Akkurt (2010), bakteri aşılmasının azot fiksasyonuna ve bitkinin kök ve toprak üstü organlarına etkisini incelemek amacıyla fasulye bitkisi üzerinde çalışmasını gerçekleştirmiştir. 5 çeşit (Göynük98, Nazıkız, Balkız, Gina, Judia) iki bakteri aşılması (aşılı ve aşısız), iki sterilizasyon koşulu (sterilize edilmiş ve sterilize edilmemiş), 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünden temin edilen *Rhizobium phaseoli* karışık peat kültürü aşılama materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada, bitki boyu, bitki başına salkım sayısı, boğum sayısı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, kuru gövde ağırlığı, kuru kök ağırlığı, nodül sayısı, nodül ağırlığı, toprak üstü % N içeriği, kökte % N içeriği, nodülde % N içeriği gibi karakterler araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, çeşitlerin; bitki boyuna, kök uzunluğuna, kuru gövde ağırlığına, kuru kök ağırlığına, bitkide nodül sayısına ve bitkide nodül ağırlığına etkileri istatistiksel olarak önemli görülmüştür. Diğer yvean yine çeşitlerin bitki başına salkım sayısına, bitkide

boğum sayısına, bitkide yaprak sayısına, gövde % N oranına, kök % N oranına ve nodül % N oranına etkisi ise önemli görülmemiştir. Bakteri aşılamaının; kuru kök ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli görüldüğü halde, diğer gözlemlere etkisi önemli görülmemiştir. Toprakların sterilizasyon koşullarının; bitkide boğum sayısına, nodül ağırlığına etkisinin önemli olduğu, diğer gözlemlere etkisinin olmadığı görülmüştür.

Şahin ve ark. (2010), organik tarımda, verim artışını sağlamak için kullanılan kimyasalların toprak kalitesine olan olumsuz etkisini azaltmak ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Uygulama olarak kontrol (bakteri ve mineral gübre uygulanmamış), *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus atrophaeus*, *Arthrobacter agilis*, *Brevibacillus choshinensis*, *Arthrobacter viscosus*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus pumilus*, *Arthrobacter aurescens* ve *Micrococcus luteus* bakterilerinin arpanın gelişimine etkileri incelenmiştir. Bakteri aşılamaaları, arpa bitkisinde erken gelişme döneminde gövde ağırlığı, bitki yüksekliği, kök uzunluğu ve toplam kök sayısı üzerine etkili bulunmuştur. Bakterilerin bitki gelişimine etkisi aşılama yapılan bakteri ırkı ve değerlendirilen parametrelere bağlı olarak değişmiştir. Araştırma sonuçları *Bacillus megaterium*, *Arthrobacter agilis*, *Arthrobacter viscosus*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus pumilus* ve *Arthrobacter aurescens* gibi etkin izolatların organik ve sürdürülebilir tarımda biyolojik gübre olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Çetin Karaca (2010), havanın serbest azotunu bitkiye yararışlı hale getiren aynı zamvea fasulye bitkisi ile ortak yaşam (simbiyosis) sistemi kuran, *Rhizobium* sp. popülasyonunu ve izolatlarının etkinliklerinin belirlenmesi ile fasulye tarımı yapılan alanlarda azotlu gübre kullanılması azaltılması, toprak ve taban suyu kirliliğinin önlenmesi, ayrıca bakteri kullanımının milli ekonomiye katkısını belirlemek amacıyla Konya yöresinde çalışmayı gerçekleştirmiştir. Laboratuvarıda; Leonard'ın şişe denemeleri sonucuna göre, Konya yöresinin farklı yerlerinden izole edilen 94 *Rhizobium* sp. bakterisinden 1, 3, 5, 23, 69 ve 85 nolu izolatlar referans (CIAT 899) bakterisi ile etkinlik bakımından karşılaştırıldığında etkili oldukları görülmüştür. Toprak örneklerinde seyreltme metoduyla yapılan *Rhizobium* sp. sayımında nodüllerin toplveığı alanlar karşılaştırıldığında en yüksek *Rhizobium* sp. popülasyonu 32.2 x 10⁴ adet/10 g toprak ile Ereğli'den alınan topraklarda görülürken, en düşük *Rhizobium* sp. bakteri popülasyonu 6.7 x 10⁴ adet/10 g toprak ile Karapınar'dan alınan toprak örneklerinde görülmüştür. Sera koşullarında Yunus 90 fasulye çeşidiyle, Leonard'ın şişe denemesinden elde edilen bulgulara göre etkinliği

yüksek 1, 3, 5, 23, 69 ve 85 nolu izolatların, Yunus 90 fasulye çeşidiyle sera ve tarla denemesi yapılmıştır. Sonuçlara göre, azotsuz ve azotlu kontrol ile referans (CIAT 899) bakteriye göre fasulye tarlalarından izole edilen 1, 3 ve 5 nolu izolatların deneme bitkisinin verim, toplam verim ve protein miktarlarının artırılmasında daha etkili oldukları bulunmuş ve bu etkinliklerinin de istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($P \leq 0.05$). Azot fikse etmesi bakımından hem sera hem de tarla denemeleri ile 1 nolu izolatın diğerlerine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Öte yandan en dikkat çekici hususlardan birisi de, çiftçilerle yapılan görüşmeler neticesinde, uzun yıllar boyunca bilinçsizce yapılan azotlu gübreleme sonucunda *Rhizobium* sp. popülasyonunda azalma meydana gelmesidir. Arazide fasulye bitkilerinin köklerinde nodül olmaması da görülen bu durumu destekler niteliktedir. Etkinliği yüksek olan *Rhizobium* sp. izolatlarıyla fasulye tohumlarının aşılansarak ekilmesi ile nodül sayısı, verim ve bitkinin kaldırdığı azot miktarının arttığı görülmüştür.

Şahin (2011), yapmış olduğu tez çalışmasının amacı, ülkemiz seralarında önemli bir sorun olan FORL (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*)'a duyarlı Kardelen F₁ ve FORL'a dayanıklı Bveita F₁ domates çeşitlerinde, domates seralarından izole edilen yerel kök bakterisi izolatlarının bitki gelişimi ve FORL'a etkisi araştırılmış ve bu etkiyi moleküler düzeyde incelenmiştir. İlk aşamada *in vitro* testlere göre seçilen 10 kök bakterisi ve 27.2 nolu FORL izolatı test edilmiştir ve yapılan değerlendirmede domates bitkilerinin gelişimini arttırmada etkili olduğu saptanan iki kök bakterisi (TR2/1: *Pseudomonas fluorescens* biovar 3 ve TR18/1: *Pseudomonas fluorescens*) ve *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı dayanımını arttırmada etkili olduğu saptanan iki kök bakterisi (TR 21/1: *Pseudomonas putida* ve 14/1y: *Pseudomonas fluorescens* bv5) belirlenmiştir. İkinci aşama testlerde seçilen bu bakteri izolatları ile iki farklı FORL izolatı (27.2 ve usaFORL) kullanılmış ve bitki gelişimini arttırma etkisi (TR2/1) ile *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı dayanımını arttırma etkisi (TR 21/1) bakımından ön plana çıkan iki kök bakterisinin etkisi üçüncü aşama yapılacak olan testler için belirlenmiştir. Kök bakterilerinin etki mekanizmaları moleküler testler ile aydınlatılmaya çalışılmış ve bu amaçla ekspresyonu etilen ile düzenlenen domates ACO1 (LEACO1) geninin ifade profilleri RT-PCR (Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction) yöntemiyle araştırılmıştır. İkinci aşama testlerde virülensi daha yüksek olan usaFORL izolatına karşı hastalığı engelleyici en fazla etkiyi TR21/1 bakterisinin gerçekleştirdiği ve bu izolatın hastalık belirtilerini %37.5 oranında engellediği görülmüştür. Moleküler testler sonucunda TR21/1+27.2 ve TR21/1+usaFORL uygulamaları ACO1 gen ekspresyonunu tek başına

PGPR ve FORL uygulanan ve kontrol bitkilerine oranla arttırdığı görülmüştür. Yapılan araştırma sonucunda PGPR+FORL uygulamasının etilen biyosentezi üzerine ACO1 geni ekspresyonu aracılığıyla olumlu etkisi olduğu ortaya konulmuştur

Tunçtürk ve ark. (2011), Van ekolojik koşullarında farklı ekim zamanı ve farklı gübre kaynakları kullanılarak bakteri aşılamanın çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Denemede iki farklı ekim zamanı (1 Nisan, 20 Nisan), beş farklı gübre kaynağı (kontrol, DAP (Diamonyum fosfat), kentsel arıtma çamuru, humik asit ve çiftlik gübresi) ile bakteri aşılama (bakterili-bakterisiz) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek tohum verimi 2008 deneme yılında 110.16 kg/da ile birinci ekim zamanında (1 Nisan) bakteri aşılamanın yapıldığı çiftlik gübresi uygulamasından elde edilirken, 2009 deneme yılında en yüksek tohum verimi 105.19 kg/da ile birinci ekim zamanında (1 Nisan) bakteri aşılamanın yapıldığı arıtma çamuru uygulamasından elde edilmiştir. En düşük tohum verimi ise, her iki deneme yılında sırasıyla, 57.26 kg/da ve 53.53 kg/da olarak ikinci ekim zamanında kontrol parsellerinde tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, tohum verimi üzerine deneme faktörlerinin etkileri her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada ele alınan faktörlerden farklı ekim zamanları (1-20 Nisan), bakteri uygulamaları (bakterisiz-bakterili) ve farklı gübre kaynaklarının (kontrol, DAP, kentsel arıtma çamuru, humik asit ve çiftlik gübresi) incelenen bütün karakterler üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek tohum verimleri 2008 yılında 110.16 kg/da ile birinci ekim zamanında bakteri aşılamanın yapıldığı çiftlik gübresinin uygulandığı parsellerden, 2009 yılında ve iki yıllık birleşik ortalamalarda ise sırasıyla, 105.10 kg/da ve 106.61 kg/da ile birinci ekim zamanında bakteri aşılamanın yapıldığı arıtma çamuru uygulamalarından alınmıştır. En düşük değerler ise her iki deneme yılında ve iki yıllık birleşik ortalamalarda sırasıyla, 57.26 kg/da, 53.53 kg/da ve 55.40 kg/da olarak ikinci ekim zamanında bakteri ve gübre uygulamalarının yapılmadığı parsellerden alınmıştır. Sonuç olarak, araştırmanın yapıldığı bölgede çemen yetiştiriciliği için en uygun ekim zamanının birinci ekim zamanı 1 Nisan tarihinin olduğu ve bakteri aşılamanın kontrol parsellerine göre araştırılan pek çok karakter yönünden olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Toprak (2012), yapmış olduğu araştırmada, ilkbahar ve sonbahar olmak üzere iki farklı dönemde kök bakterilerinin farklı özelliklere sahip topraksız ortamlarda (perlit: inorganik-inert, klinoptilolit: inorganik-katyon değişim kapasitesi yüksek ve Hindistan cevizi torfu: organik) yetiştirilen domates bitkilerinin verimi ve meyve kalitesi üzerine

etkilerini incelemiştir. Araştırmada 2 farklı kök bakterisi izolatı (18/1 K: *Pseudomonas putida*, 66/3: *Bacillus spp.*) bakteri inokule edilmeyen kontrol uygulaması ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Denemeler Basit Faktöriyel Tesadüf Blokları deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bakteriyel izolatlar (1) dikimden hemen önce fide viyollerine (10 ml/fide) ve (2) dikimden 1 hafta sonra da yetiştirme ortamlarına (30 ml/fide) içirme şeklinde uygulanmıştır. Bitkiler açık sistem topraksız tarım tekniğe uygun olarak substrat kültüründe yetiştirilmiştir. Kök bakterilerinin domates bitkilerinin verimi ve kalitesi üzerine etkisi topraksız ortamlarda önemli görülmemiştir. Domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite parametrelerinin substrata bağlı olarak değişebileceği görülmüştür.

Akbağ (2012), *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüştür. Dikim büyüklüğüne gelen marul fideleri 0, 5, 10, 15, 20 kg/da N dozlarında gübrelenen parsellere alınmıştır. Araştırmada bakteri uygulamalarının ve azot dozlarının marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğini istatistiksel anlamda etkilediği görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda *Paenibacillus polymyxa* bakteri ırkının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi alımı ve verim üzerine olumlu etki gösterdiği görülmüştür. *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının azot kullanım etkinliğine bağlı olarak marulda (*Lactuca sativa* L.) azotlu gübre kullanımını azaltabileceği tespit edilmiştir.

Özbağ (2013), araştırmasında tescilli 12 nohut çeşidinin (Çakır, Işık-05, Canitez-87, Hisar, Yaşa-05, Azkan, Küsmen-99, Gökçe, Damla-89, Diyar-95, Aziziye-94 ve İzmir-92) simbiyotik performansı ve bitki besin elementi alımının belirlenmesi amacıyla, serada içerisine tarla toprağı konulmuş saksılarda, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır. *Mesorhizobium ciceri* aşılması nodül sayısı, nodül yaş ağırlığı, nodül kuru ağırlığı, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, klorofil miktarı, azot oranı ve toplam azot miktarını çeşitlerin ortalaması olarak, aşısız kontrole kıyasla sırasıyla %787, %352, %357, %6, %15.3, % 12.0, % 6.9, % 22.7, % 21.0, % 4.2, % 7.9 ve % 22.6 oranında artırmıştır. Bakteri aşılması ayrıca S, P, Mg, K, Ca, Cu, Fe, Mn ve Zn alımını çeşitlerin ortalaması olarak sırasıyla %14.4, % 1.9, % 13.8, % 6.2, % 17.4, % 4.5, % 16.5, % 10.9 ve % 9.4 oranında olmak üzere aşısız uygulamaya kıyasla önemli düzeyde artırmıştır. Fakat,

Çeşitlerin nodulasyon, bitki gelişimi, azot fiksasyonu ve besin elementi alımı bakımından aşılamaya gosterdikleri tepkilerin birbirinden önemli seviyede farklı olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin bağladıkları azot miktarı ve bitki besin elementi içerikleri dikkate alındığında, Azkan, Aziziye-94, Ksmen-99, Diyar-95 ve Hisar'ın aşılamaya en fazla tepki gösteren çeşitler olduğu saptanmıştır. Araştırmadan alınan bu sonuçlar, *Mesorhizobium ciceri* bakterisiyle uyumlu nohut çeşitlerinin belirlenerek aşılamada kullanılmasıyla nodulasyon, azot fiksasyonu, bitki kuru madde üretimi, makro ve mikro besin elementi alımında önemli artışların meydana gelebileceğini göstermiştir.

Pehluvan ve Güleryüz (2014), bakteri ve humik asit uygulamalarının Fern ilek çeşidinde vejetatif gelişme ve fide verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Erzurum ekolojik koşullarında 2005- 2006 yıllarında çalışma yapılmışlardır. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülen çalışmada Bakterisiz parsel (B0), Kökten Bakteri (KB), Yapraktan Bakteri (YB) ve KB + YB ana parselleri; kontrol, 200, 400, 600, 800 ml/da humik asit (HA) dozları ise alt parselleri oluşturmuştur. Fidelerin gövde çapı, boyu, yaş ve kuru fide ağırlığı, yaprak alanı, bitki başına kol sayısı, koldaki fide sayısı, kol uzunluğu ve bitki başına fide sayısı gibi parametreler incelenmiştir. B0 ana parselinde 200 ml/da HA kol uzunluğunu %10.97, 400 ml/da HA fide çapını % 11.96, 800 ml/da HA kolda fide sayısını % 12.92 ve bitki başına fide sayısını % 56.48 oranlarında kontrole göre artırmıştır. KB ve 800 ml/da HA uygulamasının kontrole göre fide boyu, kuru fide ve yaş fide ağırlığını sırası ile %11.43, %32.29 ve % 28.24 oranlarında arttırmıştır. Çalışmada ilekte vejetatif gelişme ve fide üretimi için 800 ml/da HA uygulamasının en etkili doz olduğu ve humik asit ile beraber KB uygulamasının diğer bakteri uygulama şekillerine göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Parlakova (2014), azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin bazı lale çeşitlerinde bitkisel özellikler üzerine etkilerini incelemek amacıyla açık tarla koşullarında siyah renkli plastik mal şartlarında yapılmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak *Tulipa gesneriana* L. türüne ait ülkemizde park ve bahçelerde kullanımı tercih edilen; Pink Impression, Blue Aimable ve Golden Parade çeşitlerine ait 10-12 cm evre büyüklüğüne sahip lale soğanları kullanılmıştır. Araştırma formülasyon A (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92), formülasyon B (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+*Bacillus megaterium* TV-91C+*Bacillus subtilis* TV-17C), formülasyon C (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+*Bacillus*

megaterium TV-3D+*Paenibacillus polymyxa* TV-12E) ve formülasyon D (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+ *Bacillus megaterium* TV-6D+*Pseudomonas putida* TV-42A) bakteri formülasyonları ile yürütülmüştür. Araştırmada, azot fikseri ve fosfat çözücü bakteri formülasyonlarının bazı lale çeşitlerinde bitkisel özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre, uygulamalar ve çeşitler arasında önemli sonuçlar alınmıştır. Çeşit ve uygulamaların, incelenen özellikler bazında genel olarak interaksiyon gösterdikleri belirlenmiştir. Denemeye alınan tüm çeşitlerin, yavru soğan elde etme özellikleri bakımından, Erzurum koşullarında yapılan yetiştiriciliğe uygun olduğu görülmüştür. Belirlenen ortalama en fazla ana soğan sayısı Golden Parade çeşidinden alınırken ortalama en fazla yavru soğan sayısı ise Blue Aimable çeşidinde elde edilmiştir. Elde edilen ortalama en fazla gövde sayısı Blue Aimable çeşidine aittir. Bu sonuç ile yavru soğan sayısı ile gövde sayısının doğrudan ilişkili olduğu sonucu görülmektedir. Ortalama en fazla yavru soğan sayısı formülasyon C uygulamasından alınmıştır. Araştırmadan alınan sonuçlara göre çeşit faktörüne bağlı olarak bakteri formülasyon uygulamalarıyla soğan sayısı ve kalitesinin artırılabilceği görülmüştür. Ayrıca, bakteri uygulamalarının toprak, lale soğan ve yaprak içeriğindeki makro-mikro besin elementi miktarına çok önemli etkilerinin olduğu görülmüştür.

Tuzlacı (2014), örtü altı ve açıkta organik koşullarda bazı bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin (*Bacillus megaterium* RC07, *Bacillus pumilus* RC23, *Bacillus subtilis* RC521, *Bacillus pyrocinia* RCYE64, *Paenibacillus polymyxa* RCYE283, *Pseudomonas fluorescens* RC77, *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47, *Pantoea agglomerans* RCYE58,) Fern çilek çeşidinin verim ve kalite üzerine etkilerini ve en uygun bakteri kombinasyonları araştırmıştır. Yapılan çalışma sonunda en fazla yaprak alanı 25.28 cm² ile *Bacillus subtilis* RC521 + *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47 uygulamasından alınırken, bitki başına en yüksek meyve verimi 99.68 g ile *Bacillus pumilus* RC23 + *Pantoea agglomerans* RCYE58 uygulamasından alınmıştır. En fazla ortalama meyve ağırlığının alındığı uygulama 6.70 g ile *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47 uygulaması iken en fazla toplam meyve verimi 1155 g ile *Bacillus pyrocinia* RCYE64 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı yılların genel ortalaması (% 23.07) ve 1. yıl sonunda (% 12.43) *Paenibacillus polymyxa* RCYE283 uygulamasından elde edilirken, Askorbik asit içeriği bakımından yılların genel ortalaması (84 mg/100 g) ve 1. yıl sonunda (1000 ppm) ile *Bacillus pumilus* uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmada; bakteri uygulamalarının örtü altında ve açık

alvea ilek yapraklarının makro ve mikro besin elementi içeriklerinin büyük bir kısımda artış sağladığı, bu artışların da istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Ekici ve ark. (2015), fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada bitki gelişimini uyaran rizobakterilerin (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) brokolideki (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, *Bacillus megaterium* TV-3D, *Bacillus megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK- 92 ve *Bacillus megaterium* KBA-10 bakteri ırkları ile çalışılmıştır. Çalışmada, PGPR uygulanan fidelerde kontrol uygulamasına göre fide boyunun %7.85, gövde çapının %42.56, yaprak alanının %18.12 yaprak kuru madde miktarının ise % 41.98 oranlarında artırdığı tespit edilmiştir PGPR uygulamalarının fide besin elementi içeriğini Na hariç artırdığı belirlenmiştir. PGPR uygulamalarının brokoli fidelerinde aminoasit içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli (treonin, methionin, fenilanin ve hidroksiprolin hariç) orvea değişkenlik göstermiştir. PGPR uygulamaları fide organik asit içeriklerinde artışlar meydana getirmiştir. En yüksek giberallik asit (GA), salisilik asit (SA) ve absisik asit (ABA) içeriği *Pantoea agglomerans* RK-92 uygulamasında görülmüştür. Çalışma sonuçlarına bakıldığında kullanılan PGPR uygulamalarının brokoli fidelerinde mineral madde, aminoasit, organik asit ve hormon düzeylerine etki ederek fide gelişimi ve kalitesini artırdığı belirtilmiştir.

Türkmen ve ark., (2016) perlit kültüründe yetiştirilmekte olan fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) gelişimi üzerine azot ve bakteri aşılamasının etkisini incelemişlerdir. Kontrollü koşullarda yürütülen çalışmada besi solüsyonu olarak modifiye Hoaglave zeltisi kullanılmış; azot ve *Rhizobium tropici* bakteri izolatu değişken olarak uygulanmıştır. Çalışma, azotlu gübre, bakteri aşılaması, gübre + aşılama birlikte yapılan ve kontrol olmak üzere dört uygulamada gerçekleşmiştir. Sadece bakteri uygulanan grupta bitki başına ortalama 92.88 adet/bitki nodül oluşumu gözlenirken diğer hiçbir grupta bakteri gelişimi görülmemiştir. Baklada en yüksek dane sayısına, gübre+aşılama yapılan grupta ulaşılmıştır. Azot ve aşılama uygulanmayan grupta, bakla ve dane verimi yönünden daha düşük değerler alınmıştır.

2.2. PGPR’lerin stres azaltma ve hastalık üzerine etkileri

Olda ve ark., (2002) domateste yapmış oldukları çalışmalarında *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*’ya karşı mücadele edilebilmesi amacıyla toplam 73 bakteri

izolatını test etmiş ve in vivo çalışmalar için seçilen 23 izolattan 7 tanesinin hastalık şiddetini %77-97.33 oranında azalttığı sonucuna varmışlardır.

Aysan ve Çınar, (2002) tarafından yapılan bir çalışmada; tohum kaynaklı bir patojen olan *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistik bakterilerin etkisi test edilmiştir. Denenen isolatlar arasından seçimi yapılan 18 izolatin in vitro çalışmalarında patojenin gelişimini engellediği ve bu isolatların saksı denemeleri sonucunda hastalık gelişimini %31-90, hastalık şiddetini ise %5-84 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Gülle, (2005) bakteri aşılması yapılarak tuzlu koşullarda yetişen soya bitkisinin gelişimi, azot fiksasyonu ve bazı besin elementleri alımı üzerine etkilerini araştırmıştır. Denemede A-3935 soya çeşidi kullanılmıştır. Ekim sırasında 1809, 11, 54, 543 ve 649 nolu bakteri isolatları ile aşılama yapılmıştır. Bitkilere değişik konsantrasyonlarda (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) tuz uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitki kuru madde ağırlığı ve azot fiksasyonunda azalma olduğu görülmüştür. Bitki üst aksamında artan tuz konsantrasyonları ile P, K, Fe, Mn, Zn içeriklerinde çok az bir azalma buna karşılık Cu içeriğinde ise çok az bir artış görülmüştür. Bakteri isolatları karşılaştırıldığında sadece 54 nolu izolatin aşılveığı bitkiler artan tuz konsantrasyonlarında az da olsa tolerans gösterdiği görülmüştür.

Küsek, (2007) Mersin, Adana, Osmaniye, Hatay, Gaziantep ve Kahramanmaraş illerindeki alanlarından bitki büyümesini uyaran aday kök bakterisi (PGPR) isolatlarını oluşturmak amacıyla 39 toprak örneği incelemiştir ve alınan toprak örneklerinden 464 adet bakteri izole etmiştir. Katı NBRIP besi yeri kullanılarak bu bakteri isolatlarından 63'ünün fosforu çözdüğü gözlemlenmiştir. En fazla fosfor çözen 10 izolat ile yürüttüğü saksı çalışmasında PGPR isolatlarının asmada ur ağırlığını önemli ölçüde düşürdüğünü tespit etmiştir. Araştırma, Türkiye'de *Agrobacterium vitis*'in PGPR ile biyolojik mücadelesi amacıyla yapılan ilk araştırma özelliğindedir.

Çetinkaya Yıldız, (2007) Adana ve Mersin illerinde üreticiliği gerçekleştirilen domates yetiştirme alanlarından alınan örneklerle beraber Antalya, Artvin, Bursa ve İzmir illerinden alınan hasta domates bitkilerinden toplam 57 bakteri izolatu üzerinde çalışmıştır. Morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, serolojik (indirekt ELİZA), moleküler (PCR) ve yağ asit metil ester analiz yöntemlerine bakılarak domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni

olarak *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) olarak belirlenmiştir. Hastalık etmenini belirleme çalışmalarıyla birlikte hastalıkla kimyasal mücadeleye destek olarak bitki büyüme düzenleyici rizobakterilerin (Plant Growth Promoting Rhizobacter, PGPR) kullanılma imkanları da inceleme altına alınmıştır. Adana, Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin ve Muğla illerinden alınan 39 farklı toprak örneğinden 499 adet aday PGPR bakteri izolatu elde edilmiştir. Bu isolatlar içersinde en fazla fosforu çözüme, azotu bağlama özelliklerine sahip 30 izolatu aday PGPR olarak belirlenmiş olup, bu isolatlar içersinde en çok etkisi olan 8 izolatu Cmm'nin neden olduğu hastalığı engelleyebilme potansiyelleri in vivo saksı denemeleri ile tespit edilmiştir. Saksı denemeleri sonucunda 3 izolatu ve kombinasyonları ile tohum denemeleri, 2 izolatu ve kombinasyonları ile tarla çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada bitki aktivatörü olan ISR 2000 adlı ticari preparatta PGPR uygulamalarıyla karşılaştırılmak amacı ile kullanılmıştır. Alınan sonuçlara bakıldığında PGPR isolatları ile muamele görmüş domates bitkilerinde Cmm tarafından neden olunan hastalık şiddetinin tarla koşullarında ortalama %43 oranında düştüğü görülmüştür. Hastalık etmeninin olmadığı koşullarda PGPR isolatları bitki büyümesini (bitki boyu, gövde çapı, dal sayısı, bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı, kök boyu ve verim) değişen oranlarda artırdığı görülmüştür.

Akgül ve Mirik, (2008) Hastalık şiddetini azaltmak için fosfat çözen bakteriler kullanılarak iklim odası ve tarla denemeleri yapılan bir çalışmada tek başına veya kombinasyon halinde kullanılabilir *Bacillus megaterium*, üç fosfat çözdürücü türü ile ön inokulasyondan sonra patojen ile inokule edilmiş biber bitkileri, büyüme parametreleri ve hastalık şiddeti izlenmiştir. Tarla denemelerinde seçilen türler ile aşılama hastalığının şiddetini azalttığı belirtilmiştir. İki tür uygulama yapılmamış kontroller ile karşılaştırıldığında % 36.2 ve % 47.7 verim artmıştır.

Soylu, (2011) Marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinde ekimi ve üretimi sınırlayan en yaygın ve önemli fungal hastalıklara sebep olan *Sclerotinia sclerotiorum* tarafından oluşturulan beyaz çürüklük hastalığına karşı mücadele olanaklarını araştırmıştır. Bu araştırmada farklı türlere ait antagonistik potansiyele sahip kök bakteri isolatları (*Lysobacter enzymogenes* C3R5 ve N4-7) ile bitki büyümesini teşvik eden kök bakteri (PGPR) isolatlarının (*Bacillus pumilus* T4, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a, *Pseudomonas fluorescens* WCS417r ve *Pseudomonas putida* 89B-61) marul beyaz çürüklük hastalığına karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilme olanakları

incelenmiştir. Bakteri izolatlarının fungal gelişimi ve hastalık çıkışının engellemesi üzerine olan etkinliği in vitro ve in vivo koşullarında araştırılmıştır. In vitro ikili kültür denemelerinde test edilen bakteriler arasında antagonist *Lysobacter enzymogenes* C3R5 ve N4-7 izolatları patojen gelişimini önemli düzeyde engelleyerek antagonizm gösterirken, PGPR izolatları fungusların miselyal gelişimini engellemede etkili olamamıştır. In vivo koşullarda ise gerek antagonist gerekse PGPR izolatları marul bitkisinin sağlıklı gelişmesini sağlarken, uygulama yapılmış bitkilerde hastalık oluşumu kontrol olarak yetiştirilen bitkilerle karşılaştırıldığında önemli düzeyde engellediği belirlenmiştir.

Özşahinler, (2012) Karpuz ve kavun başta olmak üzere tüm kabakgillerde görülen ve kabakgil yetiştiriciliğini tehdit eden önemli bir sorun olan *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac) (Willems at al.) (Schad et al.)'nin neden olduğu karpuz bakteriyel meyve lekesi (KBML) hastalığıyla yararlı bakterilerle mücadele olanaklarını incelemiştir. Aac ile bulaşık olan tohum en önemli inokulum kaynağıdır ve tohumun, fide üretim sistemlerinde bu patojene karşı toleransı hiç yoktur. Bu sebeple tohum uygulamaları hastalığın mücadelesinde önemli bir yere sahiptir. Yapılan tez çalışmasında, biyolojik savaş bakımından etkililiği kanıtlanmış antagonist bakteriler arasından belirlenmiş olan 26 aday bakteri, vakum infiltrasyonu yöntemi ile Aac bulaştırılmış karpuz tohumlarına yine vakum infiltrasyon yöntemi ile uygulanmıştır. In vivo test sonuçlarına bakıldığında, 109, AA32/1, S5/4ep, TR21/ ve 235 no'lu floresan *Pseudomonas* bakteri izolatları iki kez tekrarlanan denemeler sonucunda, Aac'nin karpuz fidelerindeki hastalık şiddetini pozitif kontrol uygulamasına göre % 67-78 oranında engelleyerek, bakırlı preparat uygulamasından daha başarılı olduğu görülmüştür.

Deng ve ark., (2013) yapmış oldukları çalışmada *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde sadece yaprak alanı indeksi, bitki boyu ve klorofil oranında olumlu yönde etki göstermekte olduğunu aynı zamanda domates solgunluğu hastalığının etmeni *Ralstonia. solanacearum* kontrolünde de çok başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Demir, (2014) *Uncinula necator* (Sch.) Burrill, bağda (*Vitis vinifera*) külleme hastalığına sebep olan obligat fungal patojenlerdendir. Üzüm yetiştirilen pek çok alvea bulunan hastalık, üzümün en yaygın ve yıkıcı hastalıklarından birisidir. Kimyasal fungusitler pek çok fungal yaprak patojenlerinin kontrolünü sağlayabilmektedirler fakat fungusitlere karşı oluşan dayanıklılık, pestisit kalıntısı problemi ve bazı pestisitlerin

yasaklanmasından dolayı yaprak patojenlerinin kontrolünde biyopestisitlere olan ilgiyi günden güne artırmıştır. Bu araştırmada; daha önce yapılmış olan farklı çalışmalarda yabancı ve kültür bitkilerinin toprak altı veya toprak üstü aksamlarından izole edilen *Brevibacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Pantoea* cinsine dahil toplam onüç bakteri izolatu kullanılmıştır. Bakterilerinin tanıları Microbial Identification Sistemi (MIS) ve Biolog Sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bakterilerin altı farklı kombinasyonu uygun bir sıvı taşıyıcıda geliştirilerek sprey yöntemi ile uygulanmış ve külleme hastalığının kontrolü için incelenmiştir. Sonuç olarak, bakteri içeren sıvı formülasyonların bazılarının mildiyö hastalığının gelişimini önemli ölçüde önlediği belirlenmiştir. Bu biyoformülasyonların bağ küllemesi hastalığının kontrolünde biyopestisit olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Alveroğlu, (2014) Sıla F1 biber çeşidinin fide döneminde tuz stresi koşullarında potasyum ve bakteri uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Araştırmada tuz sodyum klorür (NaCl) formunda, Potasyumlu gübre olarak, potasyum nitrat (KNO₃) ile *Serratia marcescens* ve *Stenotrophomonas maltophilia* bakterileri kullanılmıştır. Bitkiler sera koşullarında ortalama 30/17 °C sıcaklıkta (gündüz/gece) ve ~ % 50 nemde yetiştirilmiştir. Fide dikiminden 5 gün sonra, bitkiler 4-5 yapraklı olunca kök bölgesine bakteri solüsyonundan 10 mL enjekte edilmiş ve NaCl ve potasyum (K) uygulamalarına başlanmıştır. Ana uygulama olarak, 0 mM (Kontrol), 50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl uygulanmıştır. Alt uygulamalar ise; Kontrol, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Serratia marcescens*, *Stenotrophomonas maltophilia*+50 mM Potasyum, *Serratia marcescens*+50 mM Potasyum ve 50 mM Potasyum olarak düzenlenmiştir. Tuz stresi, bitki gelişimini engelleyici ve kuru ağırlıklarını azaltıcı etki yapmıştır. Bakteri ve K uygulamaları bu engelleyici etkiyi özellikle 50 ve 100 mM NaCl çalışmalarında azaltmıştır. Tuz stresi Sıla F1 biber çeşidinde Y.O.S.K. ve MSI'ni konsantrasyonlara bağlı olarak azaltmıştır. SPAD değerlerini etkilememiştir. Özellikle 50 ve 100 mM NaCl uygulamalarında SPAD değerlerinde bakteri, bakteri+K ve K uygulamaları ile iyileşme görülmüştür. Sodyum iyonu, tuz uygulamaları ile artış göstermiş en fazla artış da bitkilerin gövde kısmında görülmüştür. Yaprak ve köklerde ise Na miktarı bakteri ve K uygulamaları ile azalma göstermiştir. Potasyum ve Mg iyonlarında, tuz uygulamaları ile azalma, Ca iyonlarında ise artma görülmüştür (gövde dışında). En düşük düzeyde potasyum ve kalsiyum iyonu birikimi köklerde meydana gelmiş bunu gövde kısmı takip etmiş ve yapraktaki miktarların, diğer iki bitki kısmından daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yaprak ve kök K ve Mg miktarlarında bakteri ve K uygulamaları ile birlikte artış meydana gelmiştir. 50 mM NaCl

uygulamasında Mg miktarı bakteri uygulamaları ile artmıştır. Klor iyonu miktarının en fazla biriktirildiği kısım yaprak ve gövde kısmı olmuştur. Bakteriler Cl miktarını etkilemezken, K uygulamasının kısmen Cl oranını azalttığı gözlemlenmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

Araştırma 2015-2016 yılları arasında KSÜ. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri ve Bitki Koruma Bölümü deneme alanları ile laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak baharatlık kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidi olan Sena kullanılmıştır. Sena'nın bazı önemli özellikleri şöyledir (Anonim, 2015):

Bitki boyu: 60-70 cm	Meyve eni: 26.55 mm
Bitki yapısı: Kuvvetli	Meyve boyu: 84.58 mm
Yaş kırmızı biber verimi: 2748 kg/da	Meyve eti kalınlığı: 1.52 mm
Kuru kırmızı biber verimi: 500.7 kg/da	Çiçeklenme zamanı: Çıkıştan sonra 69 gün
Meyve ağırlığı: 16.78 g/adet	Olgunlaşma zamanı: Çıkıştan sonra 145 gün
Meyve acılık değeri: 29000 SHU	Tescil Yılı: 2006

3.2. Metot

3.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Kültürel İşlemler

Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri (PGPR)'nin baharatlık kırmızı biberde büyüme, gelişme ve verim yönünden etkisini ortaya koymak üzere yürütülen çalışmaya, öncelikle Sena çeşidi biber bitkilerinin elde edilmesi ile başlanmıştır. Biber tohumları, içerisinde elenmiş kırmızı bahçe toprağı ve çiftlik gübresi (3:1) bulunan 5 cm çaplı (yaklaşık 150 cm³) ve 45 bölmeli viyollere 27.03.2016 tarihinde ekilerek fide haline gelmeleri beklenmiştir. Fideler 3-4 gerçek yapraklı ve 15-20 cm boya geldikleri 15.07.2016 tarihinde asıl yerleri olan 25x25x80 cm boyutlarında, yine içerisinde 3:1 oranında elenmiş kırmızı bahçe toprağı ve çiftlik gübresi bulunan saksılara, her birisinde 6 adet olacak şekilde dikilmişlerdir. Denemeler baharatlık kırmızı biberin bir endüstriyel ürün olması nedeniyle açık tarla koşullarında yürütülmüştür.

Fidelerin tüm çıkış, fide ve dikim sonrası bitkilerin kültür aşamalarındaki işlemlerde Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği (Eşiyok, 2012) kitabına göre hareket edilmiştir. Deneme boyunca herhangi ciddi bir hastalık ve zararlı ile karşılaşılmamış; bitki koruma işlemlerine başvurulmamıştır. Deneme boyunca elde edilen iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çalışma son hasadın yapıldığı ve bitkisel özelliklerin elde edilmesi amacıyla sökümlerin yapıldığı 02.11.2016 tarihinde son verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü dönemde Kahramanmaraş iklim verileri (Anonim, 2017a).

Aylar	Yıllar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Toplam Aylık Yağış Miktarı (mm)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı
Mart	1929-2016	10.7	15.8	5.6	5.3	97.5	11.0
Nisan	1929-2016	15.5	21.2	9.8	6.5	73.4	10.2
Mayıs	1929-2016	20.3	26.7	13.9	8.2	40.6	7.2
Haziran	1929-2016	25.2	31.8	18.5	10.2	6.8	2.2
Temmuz	1929-2016	28.4	35.5	21.7	10.5	1.1	0.5
Ağustos	1929-2016	28.5	36.1	21.9	10.1	0.9	0.4
Eylül	1929-2016	25.2	32.3	18.1	9.0	9.2	1.9
Ekim	1929-2016	19.1	26.0	12.8	6.5	46.8	5.7
Kasım	1929-2016	11.7	17.8	7.2	4.4	82.5	7.5
Ortalama / Toplam	1929-2016	16.9	22.9	11.3	81.2	727.7	79.8

3.2.2. Denemede Kullanılan Bakteriler, Solüsyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması

Araştırmaya konu olan PGPR’lar Kahramanmaraş bölgesinde yetişen biber bitkilerinin köklerinden izole edilmiştir. İzole edilen ZHA 17, ZHA 90, ZHA 191, ZHA 212, ZHA 215, ZHA 235, ZHA 246, ZHA 287, ZHA 308, ZHA 579 bakterileri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü mikroorganizma kültür koleksiyonundan alınmıştır. Bu bakteriler %15 gliserolde ve -20°C’de muhafaza edilmektedir. İzolatların geliştirilmesi için önce Nutrient Broth sıvı besi yeri içerisine alınmış ve Nutrient Agar katı besi ortamı içeren Petri kaplarına çizgi ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 25°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Bakterilerin uygulanmasında fizyolojik su (8.5 g /NaCl) ile süspansiyonları hazırlanmış ve turbidimetre ile %60 (1010 hücre/ml) olarak ayarlanmıştır.

Denemede kullanılan bu 10 bakteri izolatının kırmızı biberin bitkisel özellikleri, verim ve meyve kalitesine etkileri; denemeye eklenen EMA PLAS Mikrobiyal Gübre (*Pseudomonas* spp., *Rhizobium* spp., *Azotobacter* spp., *Bacillus* spp., *Serratia* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.) 100 ml fizyolojik su içerisine 3 ml eklenerek hazırlanmıştır ve Kontrol (bakteri izolatları kullanılmayan) uygulamaları ile karşılaştırılarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece bu 10 bakteri izolatı ile kontrol uygulamaları Çizelge 3.2'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 3.2. Deneme konusu bakteri izolatları ve karşılaştırma uygulamaları

İzolatlar	Tür
ZHA17	<i>Mycobacterium confluentis</i>
ZHA90	<i>Bacillus pumilus</i>
ZHA191	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
ZHA212	<i>Paenibacillus castaneae</i>
ZHA215	<i>Paenibacillus castaneae</i>
ZHA235	Belirlenmemiş
ZHA246	<i>Mycobacterium confluentis</i>
ZHA287	<i>Bacillus subtilis ss subtilis</i>
ZHA308	<i>Pseudomonas viridilivida</i>
ZHA579	Belirlenmemiş
EmaPlus	Mikrobiyal gübre
Kontrol	Bakteri izolatsız

Tüm bu solüsyonların uygulanması ise biber fidelerinin köklerinin; 10 bakteri izolatına ait çözeltiler, EMA PLAS mikrobiyal gübre ve kontrol çözeltisi (8.5 g NaCl içerikli fizyolojik su) içerisine daldırılarak 10 dakika süreyle bekletilmesi ve sonra asıl yerlerine dikilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Deneme Planı

Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde kullanılan saksı sayısı 4 adet ve her saksıda 3 adet olmak üzere toplam biber bitkisi sayısı 12 adet olmuştur. Deneme boyunca bazı bitkilerde ölümler gerçekleşmiş, kalan bitki sayıları üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

3.3. İncelenen Özellikler

3.3.1. Verim

Deneme sonunda, Sena çeşidine ait bitkiler sökülmüş, önce çeşme suyu ve ardından saf su ile yıkanmış, sularını çekinceye kadar bekletilmişler; daha sonra kök, sürgün ve

yaprakları ayrılmıştır. Bakterilerin etkileri aşağıdaki ölçümler ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Yeşil Meyve Verimi (g/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan yeşil meyvelerin toplam ağırlığı terazi (± 0.1 g) ile ölçülmüş ve bitki başına ortalama verim olarak hesaplanmıştır.

Kırmızı Meyve Verimi (g/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan kırmızı meyvelerin toplam ağırlığı terazi (± 0.1 g) ile ölçülmüş ve bitki başına ortalama verim olarak hesaplanmıştır.

Toplam Meyve Verimi (g/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan yeşil ve kırmızı meyvelerin toplam ağırlığı terazi (± 0.1 g) ile ölçülmüş ve bitki başına ortalama verim olarak hesaplanmıştır.

Yeşil Meyve Sayısı (adet/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan yeşil meyveler sayılmış ve bitki başına ortalama meyve sayısı olarak hesaplanmıştır.

Kırmızı Meyve Sayısı (adet/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan kırmızı meyveler sayılmış ve bitki başına ortalama meyve sayısı olarak hesaplanmıştır.

Meyve Sayısı (adet/bitki) = Parsellerdeki bitkilerden toplanan yeşil ve kırmızı meyveler sayılmış ve bitki başına ortalama meyve sayısı olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Meyve Özellikleri

Meyve Tohum Evi Yaş Ağırlığı (g) = Meyveden çıkarılmış biber tohumları (tohum evi dahil) duyarlı terazi yardımıyla tartılarak belirlenmiştir.

Meyve Tohum Evi Kuru Ağırlığı (g) = Yaş haldeki tohum ve tohum evi kısımları 30-35°C sıcaklıktaki sera koşullarında 10 gün boyunca bekletildikten sonra hassas terazide tartılarak ağırlıkları alınmıştır.

Meyve Eti Yaş Ağırlığı = Meyvelerin sap ve tohumları çıkarıldıktan sonra kalan yaş durumdaki meyve eti kısmı tartılarak saptanmıştır.

Meyve Eti Kuru Ağırlığı (g) = Yaş haldeki meyve eti örnekleri 30-35°C sıcaklıktaki sera koşullarında 10 gün bekletildikten sonra meyve eti örnekleri hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları alınmıştır.

Meyve Yaş Ağırlığı (g) = Örnek olarak alınan meyvelerin yaş halde iken bütünüyle tartılmasıyla saptanmıştır.

Meyve Kuru Ağırlığı (g) = Yaş ağırlığı alınan meyve eti örnekleri 30- 35°C sıcaklıktaki sera koşullarında 10 gün boyunca kurutulmuştur. Daha sonra duyarlı terazide tartılmış ve meyve eti kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.3.3. Bitkisel Özellikler

Deneme sonunda, Sena çeşidine ait bitkiler sökülmüş, önce çeşme suyu ve ardından saf su ile yıkanmış, sularını çekinceye kadar bekletilmişler; daha sonra kök, sürgün ve yaprakları ayrılmıştır. Bakterilerin etkileri aşağıdaki ölçümler ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

3.3.3.1. Kök

Kök Boyu (cm) = Parsellerden çıkarılan bitkilerdeki yıkanarak durulanmış kazık kök boyunun şerit metre yardımıyla ölçülmesi ile belirlenmiştir.

Kök Yaş Ağırlığı (g) = Parsellerden sökümü yapılan bitkilerin yıkanıp suyu süzülen kökleri terazide tartılarak belirlenmiştir.

Kök Kuru Ağırlığı (g) = Yaş haldeki bitki kökleri sıcaklığı 30-35 °C sıcaklıktaki sera koşullarında 10 gün kurumaya bırakılmış; kurutulan köklerin ağırlığı terazide tartılarak saptanmıştır.

3.3.3.2. Gövde ve Sürgün

Bitki Boyu (cm/bitki): Viyollerden çıkarılan fidelerin; kök boğazından en uçtaki büyüme noktasına kadar bir şerit metre (± 1 mm) yardımıyla ölçülen ortalama boylarıdır.

Gövde Yaş Ağırlığı (g/bitki): Deneme parsellerindeki viyollerden sökülen fideler hassas terazide (± 0.1 g) tartılan toplam yaş ağırlıklarının bitki sayısına bölünmesi ile elde edilmiştir.

Gövde Kuru Ağırlığı (g/bitki): Yaş ağırlığı saptanan fide sürgünleri kese kağıtlarına konularak, sıcaklığı 30-35 °C'de sera koşullarında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve hassas terazide (± 0.1 g) ölçülen kuru ağırlıklarının bitki sayısına bölünmesi ile belirlenmiştir.

3.3.3.3. Yaprak

Yaprak Yaş Ağırlığı (g/bitki) = Deneme parsellerindeki viyollerden sökülen fide yapraklarının yaş ağırlıkları hassas terazide (± 0.1 g) tartılıp ortalamalarının hesaplanması ile elde edilmiştir.

Yaprak Kuru Ağırlığı (g/bitki) = Fidelerden alınan ve yaş ağırlığı saptanan yaprakların kese kağıtlarına yerleştirilerek, sıcaklığı 30-35°C’de sera koşullarında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmesi sonucunda hassas terazide (± 0.1 g) tartılan kuru ağırlıklarının ortalamalarının alınması ile elde edilmiştir.

Yaprak Sayısı (adet/bitki): Viyollerden sökülen fidelerin tüm yapraklarının sayısının bitki sayısına bölünmesi ile elde edilmiştir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonuçları varyans analizi (ANOVA) ile istatistiki analize alınmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi” karşılaştırılmıştır. İstatistiki analizlerde SPSS bilgisayar programı kullanılmıştır. Rhizobakterilerin tüm incelenen özellikler ele alınarak birbirlerinden farklılık gösterenleri ve ticari kullanım potansiyeli olanları belirlemek üzere, Temel Bileşenler Analizi yönteminden faydalanılmıştır (Anonim, 2017b)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Verim

Farklı rhizobakteri izolatları ile şahit olarak EMA PLAS ticari preperat ve bakteri kullanılmayan kontrol uygulamalarının kırmızı biberde verim üzerine etkisinin belirlendiği bu çalışmada istatistiki olarak yeşil meyve verimi üzerine $p \leq 0.05$; kırmızı ve toplam meyve verimi üzerine ise $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberin verimi üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Yeşil Meyve Verimi		Kırmızı Meyve Verimi		Toplam Meyve Verimi	
	(g/bitki)*	%	(g/bitki)**	%	(g/bitki)**	%
ZHA246	208.64abc	40.06	364.38a	77.01	573.02a	61.50
ZHA017	207.47abc	39.27	350.01a	70.03	557.48a	57.12
ZHA215	287.04a	92.70	260.73abc	26.66	547.77a	54.38
ZHA090	228.33ab	53.28	312.23abc	51.67	540.56a	52.35
ZHA235	183.37abc	23.10	326.81ab	58.76	510.13a	43.77
ZHA579	152.21bc	2.18	324.24ab	57.51	476.45a	34.28
ZHA287	190.41abc	27.82	272.81abc	32.52	463.22a	30.55
ZHA212	189.82abc	27.43	262.87abc	27.70	452.69ab	27.58
ZHA308	110.66bc	-25.71	252.65abc	22.73	363.31abc	2.39
ZHA191	98.57bc	-33.82	141.31c	-31.35	239.80c	-32.41
KONTROL	148.96bc		205.85abc		354.81abc	
EMAPLUS	89.20c	40.11	161.02bc	21.77	250.22bc	29.47

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Çizelge 4.1'de rhizobakterilerin yeşil meyve verimi üzerine en yüksek etkinin 287.04 g/bitki ile ZHA215 izolatından elde edildiği anlaşılmaktadır. Bu uygulamayı ZHA090 izolatı 228.33 g/bitki ile izlemiştir. Aynı istatistiki gruba giren ZHA246, ZHA017, ZGHA287, ZHA212 ve ZHA235 sırasıyla 208.64, 207.47, 190.41, 189.82 ve 183.37 g/bitki diğer dikkat çeken uygulamalar olmuşlardır. Yeşil meyve verimi en düşük uygulama 89.2 g/bitki ile EMA PLAS olmuştur.

Kırmızı meyve verimine bakıldığında en yüksek verimin 364.38 g/bitki ile ZHA246 ve aynı istatistiki grupta yer alan 350.01 g/bitki ile ZHA017 izolatlarında olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamaların ardından gelen 326.81 g/bitki ile ZHA235 ve 324.24 g/bitki ile ZHA579 diğer önemli uygulamaları oluşturmuşlardır. Kırmızı meyve veriminin en düşük olduğu uygulama 141.31 g/bitki ile ZHA191 olmuştur. Diğer uygulamalar ise farklı istatistiki gruplarda yer alarak ortadaki sıralara yerleşmişlerdir.

Toplam meyve veriminde en yüksek verimi aynı grupta yer alan ZHA246, ZHA017, ZHA215, ZHA090, ZHA235, ZHA579 ve ZHA287 uygulamaları vermiştir. Bu özellik için 452.69 g/bitki ile ZHA212 uygulaması diğer dikkat çeken uygulama olmuştur. Diğer uygulamalar ise azalan verim değerleri ile sonraki sıralarda yer bulmuşlardır.

Yeşil, kırmızı ve toplam meyve verimlerinin kontrol uygulaması olan hiç bakteri kullanılmayan ve şahit parsel olarak uygulanan EMA PLAS kullanılan biber bitkilerinden elde edilen verimlere göre rhizobakteri kullanılmasıyla arttığı belirlenmiştir. Artış toplam meyve veriminde ZHA 308 ve ZHA191 dışındaki tüm rhizobakteriler; deneme için daha önemli olan kırmızı meyve verimine etkileri ZHA246, ZHA017, ZHA235 ve ZHA579’da daha belirgindir. Rhizobakteri kullanımı ile verimin arttığına yönelik daha önce yapılmış çalışmalara göre bitki verimi üzerine PGPR’lerin olumlu etkileri pek çok araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve çalışmamızı destekler bulgular rapor edilmiştir. Yararlı rhizobakterilerin çeltikte (Sudha ve ark., 1999), buğdayda (De Freitas, 2000), pamukta (Reddy ve ark., 2000), şeker pancarında (Şahin ve ark., 2004), ıspanakta (Çakmakçı ve ark., 2007), turpta (Aydın ve ark., 2012), brokkolide (Güllüce ve ark., 2012), baş salatada (Gül ve ark., 2008), domateste (Gagne ve ark., 1993), nohutta (Tippanavar ve ark., 1990), lahanada (Turan ve ark., 2014), kanolada (Asghar ve ark., 2004), çilekte (Eşitken ve ark., 2010; Ertürk ve ark., 2012) verimi önemli derecede artırdığına dair sonuçlar bunlardan bazılarıdır.

4.2. Meyve Sayısı

Çalışmada farklı rhizobakteriler ile şahit (EMA PLAS) ve kontrol (bakteri kullanılmayan) uygulamalarının verimin diğer bir göstergesi olan yeşil meyve sayısı için $p \leq 0.05$ ve kırmızı meyve sayısı için $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu; ancak toplam meyve sayısı için etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2’den izleneceği üzere yeşil meyve sayısı bakımından en fazla meyve 41.66 adet/bitki ile ZHA215 izolatından elde edilmiştir. Bu uygulamayı aynı istatistik grubun birer üyesi olan 32.00 adet/bitki ile ZHA090, 30.00 adet/bitki ile ZHA287, 28.66 adet/bitki ile ZHA017, 27.33 adet/bitki ile ZHA 246, 26.66 adet/bitki ile ZHA235 ve 25.66 adet/bitki ile ZHA 212 diğer üstün uygulamalar olmuşlardır. Yararlı preperatlardan ZHA 579, ZHA 308 ve ZHA 191 beklenen etkiyi gösterememiş; kontrol uygulamaları ile aynı istatistiki grupta yer alarak daha düşük sayıda yeşil meyve oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.2. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde meyve sayısı üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Yeşil Meyve Sayısı		Kırmızı Meyve Sayısı		Toplam Meyve Sayısı	
	(adet/bitki) **	%	(adet/bitki)**	%	(adet/bitki)**	%
ZHA215	41.66a	108.3	23.00abc	35.29	64.66a	74.75
ZHA90	32.00ab	60.0	31.33ab	84.29	63.33a	71.16
ZHA235	26.66ab	33.3	34.66a	103.88	61.33a	65.75
ZHA017	28.66ab	43.3	32.33a	90.17	61.00a	64.86
ZHA246	27.33ab	36.7	31.00ab	82.35	58.33ab	57.64
ZHA287	30.00ab	50.0	24.33abc	43.11	54.33ab	46.83
ZHA212	25.66ab	28.3	25.66abc	50.94	51.33ab	38.72
ZHA579	21.33b	6.63	30.00ab	76.47	51.33ab	38.72
ZHA308	18.66b	-6.7	24.33abc	43.11	43.00abc	16.21
ZHA191	14.66b	-26.7	11.66c	-31.41	26.33c	-28.83
KONTROL	20.00b		17.00bc		37.00bc	
EMA PLAS	16.00b	20	12.33c	27.47	28.33c	23.43

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Kırmızı meyve sayısında 34.66 adet/bitki ile ZHA235 izolatı ve 32.33 adet/bitki ile ZHA017 izolatı en başarılı uygulamalar olarak saptanmıştır. ZHA090, ZHA246 ve ZHA579 sırasıyla 31.33, 31.00 ve 30.00 adet/bitki değerleriyle ile diğer önem arz eden izolatlar olmuşlardır. En az kırmızı meyve sayısı ise EMA PLAS (12.33 adet/bitki) ve ZHA191 (11.66 adet/bitki) izolatlarından alınmıştır. Diğer uygulamalar ise aradaki sıralarda yer bulmuşlardır.

En fazla toplam meyve sayısına sırasıyla ZHA215 (64.66 adet/bitki), ZHA090 (63.33 adet/bitki), ZHA235 (61.33 adet/bitki), ZHA017 (61.00 adet/bitki) rhizobakteri izolatlarında ulaşılmıştır. En az meyve sayıları kontrol, EMA PLAS ve ZHA191 uygulamalarından alınırken; ara istatistiki grupları oluşturan ZHA246, ZHA287, ZHA212 ve ZHA579 rhizobakteri izolatlarından elde edilen meyve sayıları ise yeterli düzeyde bulunmamıştır.

Yapılan çalışmada özellikle kırmızı ve toplam meyve sayısına üzerinden gidildiğinde ZHA308 ve ZHA191 dışında kullanılan rhizobakterilerden; EMA PLAS ve hiç bakteri kullanmayan kontrol uygulamasına göre daha başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Benzer sonuçlara açık tarla koşullarında domates ve biber meyve sayısında yararlı rhizobakterilerden *Trichoderma harzianum* T22 ve *Trichoderma atroviride* P1 izotlarının kullanılmış olduğu çalışmalara ulaşılmış; yararlı bakteri kullanımının meyve sayısını arttırdığı doğrulanmıştır. Öyle ki *Trichoderma harzianum* uygulanmış alanlarda kontrol

uygulamalarına göre biber ve domatestede, meyve sayısının üç katına kadar aratabileceği belirlenmiştir (Vinale ve ark., 2004; 2006) İçeriğinde *Fratureia aurantia* bulunan biyolojik bir gübre olan Symbion-K kodlu gübrenin sera domates (cv. Naram F1) yetiştiriciliğinde farklı dozlardaki etkileri incelenmiş ve meyve sayısı üzerine olumlu etkileri görülmüştür (Öztekin ve ark., 2015). Araştırmada; materyal olarak Akçin-91 nohut çeşidi tohumları, inokulant olarak da *Rhizobium ciceri* tercih edilmiştir. Tohuma aşılama çalışmasında; nodüller daha büyük ve ana köke yakın oluşurken, kök ağırlığında da artış görülmüştür. Bitki boyu, bitki ağırlığı, bitkide meyve sayısı, tane ağırlığı ve verim yönünden toprağa aşılama yöntemiyle yakın veriler alınmış, artan azot dozlarında bu özelliklerin de olumlu yönde değiştiği gözlenmiştir (Meral ve ark., 1998).

4.3. Meyve Özellikleri

Kontrol uygulamaları ile karşılaştırılmalı kurulan araştırmada farklı rhizobakteri izolatlarının meyve çekirdek yaş ve kuru ağırlığı, meyve eti yaş ve kuru ağırlığı, meyve toplam yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiki anlamda önem arz etmezken; meyve toplam kuru ağırlığı üzerine etkisi $p \leq 0.05$ seviyesinde etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde meyve özellikleri üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Meyve Tohum Yaş Ağırlığı		Meyve Tohum Kuru Ağırlığı		Meyve Eti Yaş Ağırlığı		Meyve Eti Kuru Ağırlığı		Meyve Yaş Ağırlığı		Meyve Kuru Ağırlığı	
	(g) ^{öd}	%	(g) ^{öd}	%	(g) ^{öd}	%	(g) ^{öd}	%	(g) ^{öd}	%	(g)*	%
ZHA287	2.25	19.68	0.75	10.29	9.21	0.87	1.32	1.53	11.45	3.99	2.07a	4.54
ZHA579	2.26	20.21	0.82	20.58	8.39	-8.10	1.26	-3.07	10.65	-3.26	2.07a	4.54
ZHA191	2.15	14.36	0.78	14.70	8.35	-8.54	1.20	-7.69	10.50	-4.63	1.97ab	-0.50
ZHA090	1.89	0.50	0.78	14.70	8.57	-6.13	1.16	-10.76	10.45	-5.08	1.94ab	-2.02
ZHA212	2.07	10.10	0.74	8.82	7.92	-13.25	1.20	-7.69	9.99	-9.26	1.93ab	-2.52
ZHA215	2.19	16.48	0.69	1.47	8.77	-3.94	1.25	-3.84	10.96	-0.45	1.93ab	-2.52
ZHA235	1.92	2.12	0.73	7.35	7.22	-20.92	1.19	-8.46	9.14	-16.98	1.91ab	-3.53
ZHA246	1.97	4.78	0.82	20.58	8.80	-3.61	1.09	-16.15	10.77	-2.17	1.90ab	-4.04
ZHA017	1.84	-2.12	0.65	-4.41	8.20	-10.18	1.19	-8.46	10.04	-8.81	1.83ab	-7.57
ZHA308	2.13	13.29	0.69	1.47	8.24	-9.74	1.14	-12.30	10.38	-5.72	1.82ab	-8.08
KONTROL	1.88		0.68		9.13		1.30		11.01		1.98ab	
EMA PLAS	1.73	7.97	0.62	8.82	7.56	17.19	0.97	25.38	9.29	15.62	1.59b	19.69

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Çizelge 4.3. incelendiğinde her ne kadar meyve özelliklerinden çekirdek yaş ve kuru ağırlıklarıyla et yaş ve kuru ağırlıkları istatistiki olarak önemli bulunmasa da; çekirdek yaş ağırlığında ZHA 579, ZHA 287 ve ZHA215'in sırasıyla 2.26, 2.25 ve 2.19 g/meyve;

çekirdek kuru ağırlığında ise 0.82 g/meyve ile ZHA 579 ve ZHA246'nın değerleriyle öne çıkan uygulamalar olduğu görülmektedir.

Meyve eti yaş ve kuru ağırlığında ZHA287 ve ZHA 579 rhizobakteri izolatları , uygulama yapılmayan kontrole yakın değerler vermesine rağmen tüm izolatların içerisinde dikkat çeken ve onlardan daha iyi değerler veren uygulamalar olmuşlardır.

Yapılan analizler sonucunda istatistiksel verilere göre toplam meyve yaş ağırlığı önemli olmasa da bu özellikte kontrol dışında araştırma konusu olan uygulamalardan ZHA287, ZHA246 ve ZHA 579 başta gelmişlerdir. Nitekim bu elde edilen sonuçlar istatistiki olarak önem arz eden meyve toplam kuru ağırlığı ile daha da anlam kazanmıştır. Meyve toplam kuru ağırlığına bakıldığında en yüksek değerlerin 2.07 g/meyve ile ZHA287 ve ZHA579 rhizobakterilerinden elde edildiği görülebilmektedir. Benzer bir çalışmada sera domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi açısından azot tutucu bakterilerin etkilerini incelemek için yapılmıştır. Bitki gelişimine bakıldığında vejetatif ve generatif yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak etkili görülmemiştir (Öztekin ve ark., 2015). Yapılan bir başka çalışmada biberlerde *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın neden olduğu bakteriyel leke hastalığının biyolojik mücadele yöntemleri araştırılmış ve yapılan araştırmada toprak ve bitki köklerinden elde edilen toplam 118 adet bakteri izolatı tercih edilmiştir. Araştırmacı 11 adet bakteri izolatını aday PGPR izolatı olarak fosfatı indirgemesi bakımından tercih etmiştir. Bakteri izolatları arasından tercih ettiği üç tanesi ile yaptığı saksı ve tarla denemelerinde PGPR uygulanan bitkilerde hastalık şiddetinin %65 oranında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. PGPR'ların bitki boyu, gövde çapı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, verim, meyve boyu ve meyve sayısında farklı miktarlarda olumlu yönde etkili olduğu görülmüştür (Mirik ve ark., 2008).

4.4. Bitkisel Özellikler

4.4.1. Kök

Rhizobakteri izolatlarının biberin kök özellikleri üzerine etkileri kök boyu, yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı üzerine kök gelişim analizleri istatistik sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4'e göre istatistiki anlamda kök boyu önemsiz bulunurken; kök yaş ve kuru ağırlıklarının bakteri izolatları uygulamalarından %5 düzeyinde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Rhizobakteri izolatlarının kök boyu üzerine herhangi istatistiksel bir etkisi olmasa da en yüksek kök boyu 28.87 cm ile ZHA246 uygulamasından elde edilmiş; ZHA212, ZHA090 ve ZHA308 de diğer dikkat çeken uygulamalar olmuştur.

Çizelge 4.4. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde kök gelişimi üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Kök Boyu		Kök Yaş Ağırlığı		Kök Kuru Ağırlığı	
	(cm/bitki) ^{öd}	%	(g/bitki)*	%	(g/bitki)*	%
ZHA287	26.44	2.56	13.34a	88.95	3.85a	49.22
ZHA246	28.87	11.98	13.35a	89.09	3.72ab	44.18
ZHA215	25.44	-1.31	10.72ab	51.84	3.34ab	29.45
ZHA191	25.83	0.19	9.39ab	33.00	3.32ab	28.68
ZHA308	28.39	10.12	10.10ab	43.05	3.31ab	28.29
ZHA017	27.89	8.18	11.69ab	65.58	3.23ab	25.19
ZHA090	28.45	10.35	11.19ab	58.49	3.04ab	17.82
ZHA579	26.55	2.98	8.78ab	24.36	2.86ab	10.85
ZHA235	26.44	2.56	10.60ab	50.14	2.80ab	8.52
ZHA212	28.78	11.63	14.53a	105.80	2.72ab	5.42
KONTROL	25.78		7.06b		2.58b	
EMA PLAS	23.55	8.65	6.84b	3.11	2.61ab	1.16

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Kullanılan rhizobakteriler içerisinde en fazla kök yaş ağırlık 14.53 g/bitki ile ZHA212, 13.35 g/bitki ile ZHA246 ve 13.34 g/bitki ile ZHA287 uygulamalarından alınmıştır. Diğer rhizobakteri izolatları farklı bir istatistiki grupta yer alarak bunları izlemiş; tüm izolatların kontrol uygulamalarına göre daha iyi kök yaş ağırlığı oluşumunu sağladıkları tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığı kazanımında en üstün rhizobakteri izolatı olarak 3.85 g/bitki ile ZHA287 uygulaması olmuştur. Kök kuru ağırlığında EMA PLAS'ın da olduğu diğer tüm rhizobakteri izolatlarının ise bu uygulamayı takip ettiği ve rhizobakteri uygulaması yapılmayan kontrole göre daha iyi sonuç verdikleri belirlenmiştir.

Farklı rhizobakteri izolatlarının kök özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada kök boyu üzerine etki belirlenememiş; kök yaş ve kuru ağırlıklarının arttırılmasında rhizobakteri uygulamalarından olumlu sonuçlar alınmıştır. Araştırmadan elde edilen bu sonuçlar; bitkilere uygulanan PGPR izolatlarının kültür bitkilerinde kök sayısı ve kök uzunluğunu artırdığına yönelik denemelere ait bulgularla uyumludur (Khalid ve ark, 2003; Asghar ve ark., 2004). Bu durum yararlı rhizobakterilerin kullanıldığı *Origanum majorana* L. bitkisinin kök kuru ağırlıklarında, kontrole kıyasla önemli artışlar oluşturduğu sonuçlarıyla da destek görmektedir (Banchio ve ark., 2008). Kuraklık stresinin

meydana getireceği zararın engellenmesinde veya düşürülmesinde bitkilerde bazı karmaşık ekstraselüler polimerik maddelerin oluşmasının (EPS, Extracellular Polymeric Substances) neden olduğu gözlenmiştir. İncelemeler, PGPR'lerin kullanımı ile bitki kök yüzeyinde biyofilm tabakasının meydana geldiğini göstermektedir (Potts, 1994). Başka bir çalışmada kurak ortamlarda yetiştirilen ayçiçeği fidelerine PGPR uygulamaları ile bitki kök yüzeyinde biyofilm tabakasının oluştuğu araştırılmıştır (Svehya ve ark., 2009). Gerçekleştirilen başka bir araştırmada IAA üreten *Pseudomonas putida* GR 12-2 ve *Enterobacter cloacae* CAL3 ile kanola ve domates bitkilerinin inokulasyonu neticesinde fide köklerinin gelişimi üzerine etkili bir artış gözlenmiştir (Patten ve Glick, 2000). Bakteri uygulmasının kuru ağırlığa olumlu etkisi ile ilgili bir çalışmada Soya Mısır rotasyon çalışmasında yapılmıştır ve çeşitli *Bradyrhizobium* izolatları kullanılmıştır. *Bradyrhizobium* USDA136 ve 532C izolatları mısır köklerinde kuru madde oranlarını % 8,45 ile % 6,71 miktarlarında etkili olmuştur. Kullanılan izolatların mısır köklerinde yaşayan patojenlere karşı etkileri de incelenmiş ve 11 adet izolatın *Sclerotinia sclerotium*'un oluşmasını önlediği gözlenmiştir (Prevost ve ark., 2000).

4.4.2. Sürgün (Gövde + Dal)

Topraktan izole edilen 10 adet farklı rhizobakteri izolatının, EMA PLAS mikrobiyal gübre ve rhizobakteri uygulaması yapılmayan kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığı denemede; rhizobakterilerin bitki boyu, sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı özellikleri üzerine etkileri $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde sürgün gelişimi üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Bitki Boyu		Sürgün Yaş Ağırlığı		Sürgün Kuru Ağırlığı	
	(cm)*	%	(g/bitki)*	%	(g/bitki)*	%
ZHA246	52.74a	49.53	24.36a	65.48	12.05a	87.40
ZHA017	52.33a	48.36	23.73ab	61.20	11.77a	83.04
ZHA287	49.66ab	40.79	18.72abc	27.17	9.84ab	53.03
ZHA090	51.88a	47.09	17.42abc	18.34	9.48ab	47.43
ZHA235	48.10ab	36.37	19.09abc	29.68	9.45ab	46.96
ZHA215	52.55a	48.99	19.14abc	30.02	9.33ab	45.10
ZHA308	39.61bcd	12.30	18.15abc	23.30	8.36abc	30.01
ZHA212	46.22abc	31.04	16.17abc	9.85	8.23abc	27.99
ZHA191	44.27abcd	25.51	15.10bc	2.58	7.92abc	23.17
ZHA579	48.33ab	37.02	14.99bc	1.83	7.42bc	15.39
KONTROL	35.27cd		14.72c		6.43bc	
EMAPLUS	33.33d	5.50	11.96c	18.75	4.78c	25.66

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Çizelge 4.5'ten farklı rhizobakteri izolatları içerisinde en fazla bitki boyu uzunluğu elde edilen uygulamaların 52.74 cm/bitki ile ZHA246, 52.55 cm/bitki ile ZHA215, 52.33 cm/bitki ile ZHA017 ve 51.88 cm ile ZHA090 olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer rhizobakteri izolatlarının farklı istatistiki gruplar ile orta sıralarda yer aldığı anlaşılmıştır. Deneme konusu olan tüm rhizobakteri izolatlarının ise kontrol uygulamalarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Sürgün yaş ağırlığına bakıldığında 24.36 g/bitki ile ZHA246 rhizobakteri izolatının en başarılı uygulama olduğu saptanmış; bunu 23.73 g/bitki ile ZHA017 takip ettiği belirlenmiştir. Bu uygulamaların ardından 19.14 g/bitki ile ZHA215, 19.09 g/bitki ile ZHA235, 18.72 g/bitki ile ZHA287, 18.15 g/bitki ile ZHA308 ve 17.42 g/bitki ile ZHA090 gelmiş; tüm rhizobakteri izolatı uygulamalarının kontrole göre daha fazla sürgün yaş ağırlığı kazandırdıkları ortaya çıkmıştır.

Araştırmada ZHA246 (12.05 g/bitki) ve ZHA017 (11.77 g/bitki) en fazla sürgün kuru ağırlığı elde edilen uygulamalar olmuştur. ZHA287, ZHA090, ZHA235 ve ZHA215 diğer dikkate değer uygulamalar olurken; kontrolün üstünde değerler veren ZHA308, ZHA212, ZHA191 ve ZHA579 bakteri izolatları ise sonraki sıralara yerleşmişlerdir.

Sürgün özelliklerinde deneme konusu olan rhizobakteriler EMA PLAS mikrobiyal gübre ve rhizobakterisiz kontrol uygulamasına göre olumlu yönde etkiler göstermiştir. Rhizobakterilerin sürgün gelişimini teşvik edici etkileri benzer çalışmalara da konu olmuş yapılan bir çalışmada rhizobakterilerin sürgün uzunluğuna kontrole kıyasla önemli etkileri olduğu saptanmıştır (Banchio ve ark., 2008). Bir diğer çalışma ise *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde yalnız yaprak alanı indeksi, bitki boyu ve klorofil miktarında artış yaşanmasıyla birlikte domates solgunluğu hastalığının etmeni *Ralstonia solanacearum* mücadelesinde de önemli ölçüde etkili olduğu gözlenmiştir (Deng ve ark., 2013). İki bitki aktivatörünün (Crop-Set, ISR2000) patatesta bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri incelendiğinde hiç bitki aktivatörü kullanılmayan kontrol uygulamasına göre bitki boyu, yumru verimi artışı, yaprak sayısı, yaprak eni ve boyunda önemli artışlar olduğu gözlenmiştir (Koca, 2003). Rizosferden alınan rhizobakteri izolatlarının kullanıldığı çalışmada kültür bitkilerinde bitki boyunun, sürgün uzunluğunu, sürgün ağırlığını, kök sayısının, kök uzunluğunu, ve verimi artırdığı görülmüştür (Asghar ve ark., 2004). *Bacillus*

megaterium, *Bacillus sphaericus* ve *Bacillus polymyxa* uygulayarak gerçekleştirilen çalışmada, bu bakterilerin ortamda bulunan kaya fosfatını etkileyerek bitki boyu ve ağırlığında artış meydana geldiği görülmüştür (De Freitas ve ark., 1997). Benzer çalışmalarda da bitkiler için kullanılan PGPR izolatlarının bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Wei ve ark., 1996; Khalid ve ark., 2003)

4.4.3. Yaprak

Kırmızı biberde farklı rhizobakteri izolatlarının yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, yaprak yaş ağırlığı ve yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel analizler sonucunda $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş; elde edilen bulgular Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. incelendiğinde yaprak sayısı üzerine en olumlu etkinin 117.18 adet/bitki ile ZHA246 rhizobakteri izolatından alındığı belirlenmiştir. Diğer tüm rhizobakteri uygulamaları ayrı bir istatistiki grupta yer alarak aynı düzeyde etki göstermişlerdir. Denemeye konu olan tüm rhizobakteri izolatlarının kontrol uygulamalarından daha fazla yaprak sayısı oluşumuna neden oldukları ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.6. Rhizobakteri izolatlarının kırmızı biberde yaprak gelişimi üzerine etkisi

Rhizobakteri İzolatları	Yaprak Sayısı		Yaprak Eni		Yaprak Boyu		Yaprak Yaş Ağırlığı		Yaprak Kuru Ağırlığı	
	(adet/bitki)*	%	(mm/yaprak)*	%	(mm/yaprak)*	%	(g/bitki)*	%	(g/bitki)*	%
ZHA246	117.18a	55.67	40.17ab	17.97	101.97a	9.94	39.72a	96.14	9.08a	57.63
ZHA215	92.08ab	22.33	38.88abc	14.18	102.33a	10.32	31.97ab	57.87	7.56ab	31.25
ZHA287	91.88ab	22.06	37.22abc	9.30	94.75a	2.15	28.80ab	42.22	7.51ab	30.38
ZHA191	101.44ab	34.76	41.90a	23.05	105.99a	14.27	30.82ab	52.19	6.84ab	18.75
ZHA017	95.99ab	27.52	37.87abc	11.21	95.18a	2.61	31.17ab	53.92	6.65ab	15.45
ZHA235	91.99ab	22.21	40.67ab	19.44	107.67a	16.08	27.04ab	33.53	6.63ab	15.10
ZHA579	91.88ab	22.06	37.76abc	10.89	97.53a	5.15	25.59b	26.37	5.98b	3.81
ZHA212	83.10ab	10.40	35.56bc	4.43	103.20a	11.26	25.79ab	27.35	5.74b	-0.34
ZHA308	79.33ab	5.39	35.71bc	4.87	96.23a	3.75	19.83b	-2.07	5.27b	-8.50
ZHA090	86.33ab	14.69	37.26abc	9.42	99.00a	6.73	26.84b	32.54	5.19b	-9.89
KONTROL	75.27b		34.05c		92.75a		20.25b		5.76b	
EMA PLAS	88.89b	18.09	29.13d	14.44	77.46b	16.48	24.72b	22.07	4.87b	15.45

* = $p \leq 0.05$ 'de ve ** = $p \leq 0.01$ 'de önemli; öd = önemli değil

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre $p \leq 0.05$ 'de önemlidir.

Yaprak enine bakıldığında en olumlu etki 41.90 mm/yaprak ile ZHA191 rhizobakterisinde görülmüştür. ZHA191 uygulamasını aynı istatistiki grubun birer üyesi olan 40.67 mm/yaprak ile ZHA235 ve 40.17 mm/yaprak ile ZHA246 uygulamaları izlemişlerdir. Denemede yer alan tüm rhizobakteri izolatlarının da kontrol uygulamalarından daha geniş yaprak oluşumuna neden oldukları anlaşılmıştır.

Yaprak boyunda ise en düşük değeri veren EMA PLAS dışındaki tüm uygulamaların 92.75 (Kontrol) ile 107.67 (ZHA235) arasındaki değerlerle aynı istatistiki grupta yer alarak, EMA PLAS'tan daha uzun yapraklarının oluşumuna neden oldukları anlaşılmıştır.

Rhizobakteri izolatlarının yaprak yaş ağırlığına en olumlu etki 39.72 g/bitki ile ZHA246 rhizobakterisinde gözlemlenmiştir. Sonraki grubun birer üyesi olan ZHA215, ZHA017, ZHA191, ZHA287, ZHA235 ve ZHA212 diğer dikkate değer uygulamalar olmuşlardır.

En yüksek yaprak kuru ağırlığı değerine 9.08 g/bitki ile ZHA246 rhizobakteri izolatında ulaşılmıştır. Yaprak kuru ağırlığında 7.56 g/bitki ile ZHA215, 7.51 g/bitki ile ZHA287, 6.84 g/bitki ile ZHA191, 6.65 g/bitki ile ZHA017, 6.63 g/bitki ile ZHA235 rhizobakteri izolatları diğer önemli uygulamalar olmuşlardır. Bu rhizobakteri izolatlarının dışındaki izolatlar kontrol uygulamaları ile aynı istatistiki grupta yer aldıklarından beklenen etkiyi verememişlerdir.

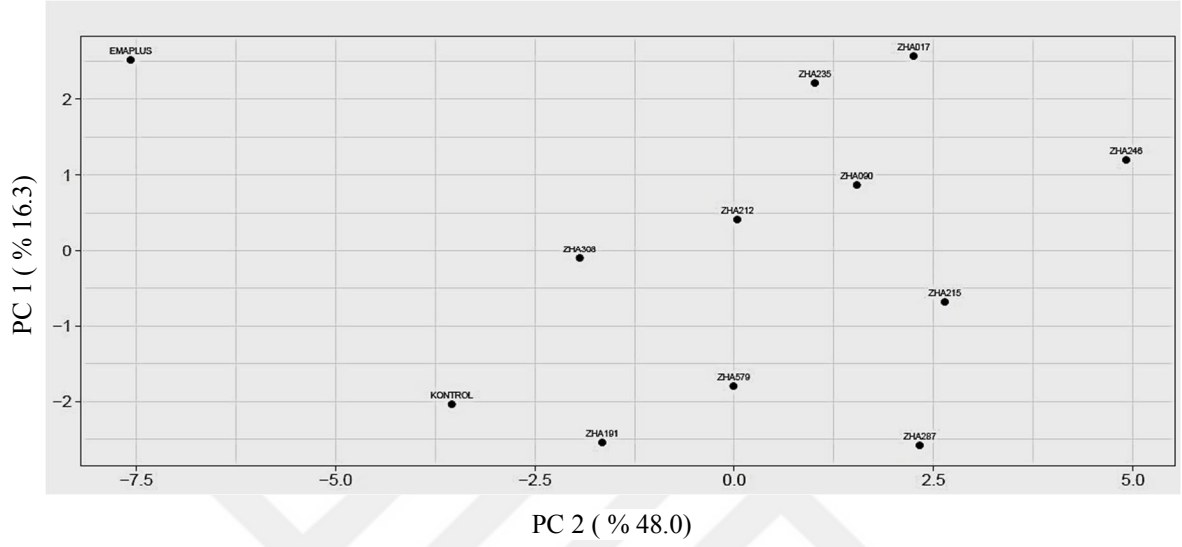
ZHA246 izolatımız yaprak özellikleri bakımından (yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı) diğer izolatlara göre önemli etki göstermiştir. Diğer izolatların, kontrol ve EMA PLAS uygulamasının bir etkisi yoktur. Yapılan önceki çalışmalarda ise *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde bitki boyu, klorofil miktarında yükselme, yaprak alanı indeksi ve bitki boyunda artışlar olmasına sebep olmakla birlikte domates solgunluğu hastalığının etmeni *Ralstonia solanacearum* mücadelesinde önemli ölçüde etkili olduklarını göstermişlerdir (Deng ve ark., 2013).

4.4.4. Bitkisel Özelliklerin Değerlendirilmesi

Denemeye konu olan rhizobakterilerin tüm incelenen özelliklere göre birbirlerine olan farklılıklarını daha açık bir şekilde ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi yönteminden yararlanılmıştır (Şekil 4.1).

Şekil 4.1'deki grafikten, bulundukları yer bakımından rhizobakteriler arasında birbirinden farklılıklar olduğu görülebilmektedir. Buna göre denemede incelenen tüm özelliklere göre ortaya çıkan rhizobakteri gruplarının sıfır eksenlerinde bulundukları yerler değişmekte, grafiğin sağ üst kısmına gidildikçe ZHA246 ve ZHA017'nin diğerlerine göre

öne çıktığı; ZHA235'in de hemen bunların arkasında yer alarak dikkat çektiği söylenebilir. ZHA090 ve ZHA212 ise daha sonraki sıralardadır. Kontrol ve kontrole yakın olan ZHA191, ZHA579 ve ZHA308 yanında EMA PLAS'un zıt konumlarıyla; diğer rhizobakteriler kadar kullanılma potansiyellerinin bulunmadığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.1. Rhizobakterilerin incelenen tüm özelliklere göre Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonucuna göre dağılımı (Anonim, 2017c).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Kahramanmaraş baharatlık kırmızı biber alanlarından izole edilen 10 farklı rhizobakteri izolatının; kırmızı biber bitkilerinde verim ve bitki özellikleri üzerine etkisi incelenerek PGPR potansiyelleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Potansiyelin ölçülebilmesi için EMA PLAS ticari preperat ve bakteri uygulaması yapılmayan kontrol uygulamalarına başvurulmuştur.

Tezde çalışılan materyalin baharatlık olması nedeniyle ilk olarak ele alınan kriter kırmızı meyve verimi olmuş bu özelliğe en iyi etki, bakteri uygulaması yapılmayan kontrole göre sırasıyla % 77.01 ve % 70.03 oranlarıyla daha iyi bulunan ZHA246 ve ZHA017 rhizobakterilerinden alınmıştır. Bu izolatların etkileri her ne kadar bitki başına kantite bakımından diğer izolatlarla aynı istatistiki grupta yer alsalar da toplam meyve verimlerine de yansımış, sırasıyla % 61.50 ve % 57.12 oranlarında daha iyi sonuç vermişlerdir.

Meyve sayısı toplam olarak değerlendirildiğinde aynı grubun birer üyesi olan ZHA215, ZHA90, ZHA235 ve ZHA017 rhizobakterileri gerek istatistiksel kantite değerlendirmeleri ve gerekse 5 değerleri yönünden daha önemli bulunmuştur. Baharatlık biber ile çalışılmasından dolayı kırmızı meyve sayısı üzerinde yoğunlaşıldığında; ZHA235 ve ZHA017, sırasıyla 34.66 ve 32.33 adet/bitki ve bunların kontrole göre yüzdesi olan 103.88 ve 90.17 değerleriyle daha fazla öne çıkmışlardır.

Uygulanan rhizobakterilerden hiçbirisinin meyve tohum yaş ağırlığı, meyve tohum kuru ağırlığı, meyve eti yaş ağırlığı, meyve eti kuru ağırlığı, meyve yaş ağırlığı ve meyve kuru ağırlığı özellikleri üzerine istatistiki anlamada birbirinden daha üstün olduğuna ilişkin istatistiki bir sonuca ulaşamamıştır.

Bitkisel özellikler incelendiğinde uygulamaların etkilerinin değiştiği belirlenmiştir. Kök için, sadece kök yaş ağırlığı önemli bulunmuş; ZHA287 (13.34 g/bitki ve % 88.95) ve ZHA246 (13.35 g/bitki ve % 89.09) en başarılı uygulamalar olmuştur. Bitki boyunda en başarılı rhizobakteriler ZHA246 (52.74 cm ve % 49.53), ZHA215 (52.55 cm ve % 48.99), ZHA017 (52.33 cm ve % 48.36) ve ZHA090 (51.88 cm ve % 47.09) şeklinde sıralanmıştır.

Rhizobakteriler arasında sürgün yaş ağırlığında ZHA246 (26.36 g/bitki ve % 65.48) ve ZHA017 (23.73 g/bitki ve % 61.20); sürgün kuru ağırlığında da ZHA246 (12.05 g/bitki ve % 87.40) ve ZHA017 (11.77 g/bitki ve % 83.04) en başarılı uygulamalar olmuşlardır. Yaprak sayısında ZHA246 (117.18 adet/bitki ve % 55.67); yaprak eninde ZHA191 (41.90 mm/yaprak ve % 23.05); yaprak yaş ağırlığında ZHA246 (39.72 g/bitki ve % 96.14); yaprak kuru ağırlığında ZHA246 (9.08 g/bitki ve % 57.63) rhizobakterileri amaca en uygun uygulamaları oluşturmuşlardır. Yaprak boyunda ise tüm rhizobakteri uygulamalarının aralarında bir farklılık belirlenememesine rağmen EMAPLUS uygulamasından daha iyi olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak mikrobiyal gübre olarak 10 farklı rhizobakteri izolatının kullanılabilme potansiyelini ortaya koymak üzere yapılan bu tezde; deneme konusu olan rhizobakterilerin tümünün kontrolleri ile karşılaştırıldığında meyve tohum yaş ağırlığı, meyve tohum kuru ağırlığı, meyve eti yaş ağırlığı, meyve eti kuru ağırlığı, meyve yaş ağırlığı ve kök boyu dışındaki tüm özellikler üzerine olumlu etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

Araştırmada tüm incelenen özellikler ele alınarak öne çıkan rhizobakterileri ortaya koymak üzere yapılan temel bileşenler analizi ZHA 246 ve ZHA017'nin amaca uygun oldukları anlaşılmıştır. ZHA235'te dikkate değer diğer rhizobakteri olmuştur. Kırmızı biberde verim ve diğer bitkisel özellikler üzerine kontrolle aynı grupta gösterilebilecek ZHA191, ZHA579 ve ZHA308 yanında EMAPLUS'un etkilerinin ise diğer uygulamalar kadar olmadığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- AKBAY, F.T., 2012. Farklı Azot Dozlarında Yetiştirilen Marulda (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa* Uygulamalarının Verim, Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74s.
- AKGÜL, D.S., MİRİK, M., 2008. Biocontrol of Phytophthora Capsici on Pepper Plants by Bacillus Megaterium Strains, Journal of Plant Pathology, 90(1): 29-34s.
- AKKURT, M., 2010. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinde Bakteri Aşılmasının Azot Fiksasyonuna ve Bitkinin Kök ve Toprak Üstü Organlarına Etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 66s.
- Akat, S., 2008. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığıyla (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Biyolojik Mücadelede Bakteriye 1 antagonistlerin Etkinliğinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 82s.
- AKSOY, U., 1999. Ekolojik Tarımdaki Gelişmeler, Ekolojik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, Emre Basımevi, İzmir. 30-35s.
- ALTIN, N., BORA, T., 2005. Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterilerinin Genel Özellikleri ve Etkileri. Anadolu Dergisi 15(2): 87-103s.
- ALVEROĞLU, V., 2014. Bazı Bakteri (*Serratia marcescens* ve *Stenotrophomonas maltophilia*) ve Potasyum Nitrat Uygulamalarının Biber Bitkisinin Tuza Toleransı Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 133s.
- ANONİM, 2012; 2014; 2016. www.tuik.gov.tr
- ANONİM, 2015. Kırmızı Biber Çeşitlerimiz. Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kahramanmaraş, 6s.
- ANONİM, 2017a. METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ. <https://mgm.gov.tr>
- ANONİM, 2017b. www.fao.org.
- ANONİM, 2017c. Clustvis: a Web Tool For Visualizing Clustering of Multivariate Data (BETA). <https://biit.cs.ut.ee/clustvis>
- ANTOUN, H., 2003. Field ve Green house Trials Performed with Phosphate Solubiling Bacteria ve Fungi. <http://www.webcd.usal.es/web/psm/abstracts/antoun.htm>.

- ANTOUN, H. ve PREVOST, D., 2005. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in PGPR: Biocontrol ve Biofertilization (Editor: Siddiqui Z.A.). Springer, the Netherlands. 1–39s.
- ASAKA, O., ve SHODE, M., 1996. Applied Env. Microbiology 62, 4081-4085s.
- ASGHAR, H. N., ZAHIR, Z. A., ve ARSHAD, M., 2004. Screening Rhizobacteria for Improving the Growth, Yield ve Oil Content for Canola (*Brassica napus* L.). Australian Journal of agricultural Research, 55 (2):187-194s.
- AYDIN, A., YILDIRIM, E., KARAMAN, M.R., TURAN, M., DEMİRTAŞ, A., ŞAHİN, F., GÜNEŞ, A., ESRİNGÜ, A., DİZMAN, M., TUTAR, A., 2012. Humik Asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokoli (*Brassica oleracea*) Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 14(1): 309-316s.
- AYSAN, Y. ve ÇINAR, Ö., 2002. Tohum Kökenli *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya Karşı Antagonistlerin Etkisi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum, 409-416s.
- BANCHIO et al. BANCHIO, E., BOGİNO, P. C., ZYGADIO, J. ve GIORDANO, W., 2008. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Improve Growth ve Essential Oil Yield in *Origanum majorana* L. Biochemical Systematics ve Ecology, 36, 766-771s.
- BASHAN, L. E., J. P. HERNVEEZ, M., MORENO, V. K., LEBSKY ve BASHA, Y., 2000. Improved Growth ve Wather Bioremediation Capacity of the Microalga *Chlorella Vulgaris* When Commobilized in Alginate Beads With the Plant Growth Promoting Bacterium *Azospirillum Brasilense*., Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, 2000, Cordoba-Argentina.
- BAYRAK, D., ÖKMEN, G., 2014. Bitki Gelişimini Uyarıcı Kök Bakterileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 5(1): 1-13s.
- CHEN, Y., MEI, R., LU, S., LIU, L. Ve KLOEPPER, J. W. 1996. The use of Yield Increasing Bacteria (YIB) as Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Chinese Agriculture. Management of soil borne diseases, R. S. Utkhede ve V. K. Gupta ed. Kalyani Publishers, Ludhiada. New delhi.
- ÇAKMAKÇI, R., DÖNMEZ, M.F., CANPOLAT, M. ve ŞAHİN, F., 2005. Sera ve Farklı Tarla Koşullarında Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Bitki Gelişimi ve

- Toprak Özelliklerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Antalya, Cilt-1, 45-50s.
- ÇAKMAKÇI, R., ERAT, M., ERDOĞAN, Ü., DÖNMEZ, M.F., 2007. The Influence of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Growth ve Enzyme Activities in Wheat ve Spinach Plants. Journal of Plant Nutrition ve Soil Science, 170: 288-295s.
- ÇETİN KARACA, Ü., 2010. Konya Yöresinde Yetiştirilen Kuru Fasulyeden İzole Edilen Rhizobium Bakterilerinin Etkinliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, 169s.
- ÇETİNKAYA YILDIZ, R., 2007. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Etmeni [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al.]’nin Tanılanması ve Bitki Büyüme Düzenleyici Rizobakteriler ile Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi, 173s.
- DE FREITAS, J.R., BANERJEE, M.R., GERMIDA, J.J., 1997. Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria Enhance the Growth ve Yield but not Phosphorus Uptake of Canola (*Brassica napus* L). Biol Fertil Soils, 24, 358-364s.
- DE FREITAS, J.R., 2000. Yield ve N Assimilation of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L., var Norstar) Inoculated With Rhizobacteria, Pedobiologia, 44: 97-104s.
- DELEN. N. , 2008. Fungisitler. Nobel Yayınevi, İzmir.
- DEMİR, G., 2014. Biyoajan Bakterileri Kullanılarak Bağ Küllemesi (*Uncinula necator* (Schw.)) Hastalığının Kontrolü. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68s.
- DENG, X., CAO, E.H., WU, C.Y., LIU, J.K. ve LI, Q.F., 2013. Study on the Effects of 8 Strains on Growth Promotion ve Disease Resistance of Tomato (*Solanum lycopersicum*). Advanced Materials Research, 1042-1045s.
- DUMAN, A. D., ZORLUGENÇ, B., EVLİYA, B., 2002. Kahramanmaraş’ta Kırmızı Biberin Önemi ve Sorunları. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(1):111-117.
- DOĞAN, K. 2007. Yerfıstığı Bitkisinde Bakteriyel Aşılama ile Demir Uygulamalarının Nodülasyon, Biyomas ve Verime Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 172s.
- EKİCİ, M., YILDIRIM, E., KOTAN, R., 2015. Bazı Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) Fide Gelişimi ve Fide Kalitesi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(2): 53-59s.

- ERTÜRK, Y., ERCİŞLİ, S., ÇAKMAKÇI, R., 2012. Yield ve Growth Response of Strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) to Plant Growth Promoting Rhizobacteria Inoculation. *Journal of Plant Nutrition* 35: 817-826s.
- EŞİTKEN, A., YILDIZ, H.E., ERCİŞLİ, S., DÖNMEZ, M.F., GÜNEŞ, A., 2010a. Effects of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) on Yield, Growth ve Nutrient Contents of Organically Grown Strawberry. *Scientia Horticulturae* 124: 62–66s.
- EŞİYOK, D., 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 410s.
- GAGNE, S., DEHBI, L., LE QUERE, D., CAYER, F., MORIN, J.L., LEMAY, R., FOURNIER, N., 1993. Increase of Greenhouse Tomato Fruit Yields by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculated Into the Peat-Based Growing Media. *Soil Biology ve Biochemistry*, 25(2):269-272s.
- GÜL, A., ÖZAKTAN, H., KIDOĞLU, F., 2008. Seçilmiş Kök Bakterilerinin Farklı Substratlarda Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi. Ege Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, Proje No: 2007 ZRF 027. Bornova, İzmir.
- GÜLLE, E.D., 2005. Değişik Bakteri İzolatları ile Aşılanan Soya Bitkisinde Tuzluluğun N2 Fiksasyonu ve Besin Elementi Alımına Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- GÜLLÜCE, M., AGAR, G., ŞAHİN, F., TURAN, M., GÜNEŞ, A., DEMİRTAŞ, A., ESRİNGÜ, A., KARAMAN, M.R., TUTAR, A., DİZMAN, M., 2012. Pb ve Cd ile Kirlenilmiş Alanlarda Yetiştirilen Turp Bitkisinin Verim Parametreleri Üzerine Humik Asit ve PGPR Uygulamalarının Etkilerinin Belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1): 509-517s.
- GÜVERCİN, E., 2009. Farklı Yerfıstığı Çeşitlerinde Bakteri Aşılması ve Demir Uygulamasının Nodülasyon ve Verime Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 177s.
- HIGA, T., PARR, J. F., 1994. Beneficial ve Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture ve Environment. International Nature Farming Research Center Atami, Japan. 25s.
- İMRİZ, G., ÖZDEMİR, F., TOPAL, İ., ERCAN, B., TAŞ, M.N., YAKIŞIR, E., OKUR, O., 2014. Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve Etki Mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12(2): 1-19s.
- JEYARAJAN, R., NAKKEERAN, S. 2000. Exploitation of Microorganisms ve Viruses as Biocontrol Agents for Crop Disease Mangement. In: Biocontrol Potential ve their

- Exploitation in Sustainable agriculture. Upadhyay (Ed.). 95-116s. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, USA.
- KHALID, A., ARSHAD, M., ve Zahir, Z. A., 2003. Growth Yield Response of Wheat to Inoculation With Auxin Producing Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Pakistan Journal of Botany, 35(4):483-498s.
- KLEOPPER, J. W., ve SCHROTH, M. N., 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes. In Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Vol. 2 pp 879-882.
- KLOEPPER, J. W. 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. Soil Microbial Ecology, F. Blaşne Metting, J. ed. Marcel Dekker, Inc. New York, 255-274s.
- KOCA, Y. O., 2003. İki Bitki Aktivatörünün Patateste Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 51s.
- KOTAN, R., 2014. Faydalı bakterilerin tarımda kullanımı. Harman Time, 11: 44-48s.
- KÜSEK, M., 2007. Asmada (*Vitis vinifera* L.) Ura Neden Olan Agrobacterium vitis'in Tanılanması ve Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 103s.
- LEMANCEAU, P., STEINBERG, C., THOMAS, D. J. I., EDEL, V., RAAIJMAKERS, J. M. ve ALABOUVETTE, C., 2000. Natural Soil Suppressiveness to Soilborne Diseases. Fifth International PGPR Workshop, 29 October-3 November, Cordoba Argentina.
- LUCAS GARCIA, J. A., PROBANZA, A., Ramos, B., RUIZ PALOMINO, N. ve GUTIERREZ MANERO, F. J. 2000. Effects of Inoculation With PGPR on Seedling Growth of Different Tomato ve Pepper Varieties in Axenic Conditions. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, Cordoba Argentina.
- MERAL, N., ÇİFTÇİ, C.Y., ÜNVER, S., 1998. Bakteri Aşılması ve Değişik Azot Dozlarının Nohut (*Cicer arietinum* L.)' un Verim ve Verim Öğelerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (7), 1s.
- MİRİK, M., AYSAN, Y., ÇINAR, Ö., 2008. Biber Bakteriyel Leke Hastalığına Karşı Bacillus İzolatlarıyla Biyolojik Mücadele. (32), 381-390s.

- OLDAÇ, Ş., ÜLKE, G. ve MİRİK, M., 2002. Domates Bakteriyel Leke Hastalığına (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. 391-398s.
- ÖZBAĞ, T., 2013. Tescilli Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Simbiyotik Performansları ve Bitki Besin Elementi Alımının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s.
- ÖZER, G., 2013. Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri. <http://www.apelasyon.com/Yazi/79-bitki-gelisimini-arttiran-kok-bakterileri>
- ÖZŞAHİNLER, F., 2012. Karpuz Bakteriyel Meyve Lekesi Hastalığının (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*) Yararlı Bakterilerle Önlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
- ÖZTEKİN, G.B., TÜZEL, Y., ECE, M., 2015. Azot Tutucu Bakteri Kullanımının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1): 21-27s.
- PARLAKOVA, F., 2014. Azot Fikseri ve Fosfat Çözücü Bakterilerin Lale Çeşitlerinin Bitkisel Gelişimi, Soğan Sayısı, Kalitesi ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 113s.
- PARMAR, N., ve DADARWAL, K.R., 2000. Pathogenic Suppressive Abilities of Rhizosphere Bacteria From Healthy Chickpea Plants. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, Cordoba-Argentina.
- PATTEN, C. L., ve GLICK, B.R., 2000. Isolation ve Characterization of Indole Acetic Acid Biosynthesis Genes from Plant Growth Promoting Bacteria. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, Cordoba, Argentina.
- PEHLUVAN, M. ve GÜLERYÜZ, M., 2014. Humik Asit ve Bakteri Uygulamalarının Çilekte (*Fragaria x ananassa* L.) Vejetatif Gelişme ve Fide Verimi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45 (1): 31 – 35s.
- POTTS, M., 1994. Desiccation Tolerance of Prokaryotes. Microbiology Reviews, 58, 755-805s.
- PREVOST, D., SADDIKI, S., ANTOUN, H., 2000. Growth ve Mineral Nutrition of Corn Inoculated with Effective Strains of Bradyrhizobium japonicum. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, CordobaArgentina.

- REDDY, M.S., RYU, C.M., ZHANG, S., YAN, Z., KENNEY, D.S., RODRIGUEZ KABANA, R., KLOEPPER, J.W., 2000. Approaches For Enhancing PGPR-Mediated ISR on Various Vegetable Transplant Plugs. Vth International PGPR Workshop, 29 October- 3 November 2000, Cordoba-Argentina.
- ROMERIO, R. S. 2000. Preliminary Results on PGPR Research at the Universidade Federal de Viçosa, Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, Cordoba-Argentina. 15 (2) 2005, 87 – 103s.
- SVEHYA, V., ALI, Sk. Z, GROVER, M., REDDY, G., VENKATESWARLU, B., 2009. Alleviation Of Drought Stress Effects In Sunflower Seedlings By The Exopolysaccharides Producing *Pseudomonas putida* Strain GAP-P45. *Biology ve Fertility of Soils*, 46:17–26s.
- SESHADRI, S., MUTHUKUMARASAMY, R., LAKSHMINARASIMHAN, C. ve LGNACIMUTHU, S., 2000. Solubilization of Inorganic Phosphates by *Azospirillum halopraeferans*. *Current Science*. 79 (5): 565-567s.
- SIDDIQUI, Z.A., 2006. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol ve Biofertilization. A. Zaki ve Siddiqui. (Eds.). Springer, The Netherlands. 111-142s.
- SOYLU, S., 2011. Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinde Beyaz Çürüklük Hastalığına (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) Karşı Kök Bakterilerinin Kullanım Olanakları. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Alatarım, 10 (2): 85-93s.
- SUDHA, S.N., JAYAKUMAR, R., SEKAR, V., 1999. Introduction ve Expression of the Cry1Ac Gene of *Bacillus thuringiensis* in a Cereal-Associated Bacterium *Bacillus polymyxa*, *Current Microbiology*, 38: 163-167s.
- ŞAHİN, F., ÇAKMAKÇI, R., KANTAR, F., 2004. Sugar Beet ve Barley Yields in Relation to Inoculation With N₂-Fixing ve Phosphate Solubilizing Bacteria. *Plant Soil*, 265: 123-129s.
- ŞAHİN, E., KARAGÖZ, K., ÇAKMAKCI, R., TOSUN, M., 2010. Azot Fiksasyonu ve Fosfat Çözücü Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri Aşılamalarının Arpa Gelişimine Etkisi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, Erzurum, 6s.
- ŞAHİN, M., 2011. Kök Bakterilerinin Domates Fusarium Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğüne (FORL) ve Bitki Gelişimine Etkisinin Etilen ile Düzenlenen Gen Ekspresyonu Açısından İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s.

- ŞAHİN, M., 2014. Balıkesir Bölgesi Tohum Üreticileri Dayanışma ve İşbirliği Platformu. URL(erişimtarihi:26.11.2017). <http://www.apelasyon.com/Yazi/79-bitki-gelisimini-arttiran-kok-bakterileri>.
- ŞENİZ, V., 1992. Domates Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV) Yayınları. No:26, Yalova, 174s.
- TIPPANAVAR, C.M., DESAI, S.A. ve GUMSATE, S.K., 1990. Screening For Efficiency of Rhizobium Strains on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Northern Dry Zone of Karnataka. Karnataka, Journal of Agricultural Sciences. 3:3-4, 285-287s.
- TOPRAK, E., 2012. Kök Bakterilerinin Farklı Substratlarda Domates Yetiştiriciliğine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 90s.
- TUNÇTÜRK, R. ve ÇİFTÇİ, V., 2011. Van Ekolojik Koşullarında Farklı Gübre Kaynakları, Ekim Zamanı ve Bakteri Aşılamanın Çemende (*Trigonella foenum-graecum* L.) Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Dergisi, Araştırma Makalesi, 21(2): 112-121s.
- TURAN, M., EKİNCİ, M., YILDIRIM, E., GÜNEŞ, A., KARAGÖZ, K., KOTAN, R., DURSUN, A. 2014. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Improved Growth, Nutrient, ve Hormone Content of Cabbage (*Brassica oleracea*) Seedlings. Turkish J. Agri. For., 38: 327-333s.
- TUZLACI, H.İ., 2014. Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bazı Bakteri Uygulamalarının Örtü Altı ve Açık Çilek Yetiştiriciliğinde Kullanılma İmkanları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67s.
- TÜRKMEN, O.S., ÖZÇELİK, F., NİZAM, Ö., BAYTEKİN, H., 2016. Topraksız Fasulye Kültüründe Azotun Rhizobium Bakteri Nodülasyonu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı 1):201-205s.
- USLU, A., 2006. Bazı Baklagil Bitkilerinde Bitki Gelişimini Uyaran Kökbakterileri (PGPR) ile Verimin Artırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 95s.
- VINALE, F., D'AMBROSIO, G., ABADI, K., SCALA, F., MARRA, R., TURA, D., WOO, S. L., LORİTO, M., 2004. Application of Trichoderma harzianum (T22) ve Trichoderma atroviride (P1) as Plant Growth Promoters ve Their Compatibility With Copper Oxychloride. J. Zhejiang University Sci. 30, 2-8s.

- VINALE, F. R., SCALA, F., GHISALBERTI, E. L., LORITO, M., SIVASITHAMPARAM, K., 2006. Major Secondary School Metabolites Produced by Two Commercial Trichoderma Strains Active Againsts Different Phytopathogens Lett Appl. Microbiol. 43, 143-148s.
- VURAL, H., EŞİYOK, D., DUMAN, İ., 2000. K lt r Sebzeleri (Sebze Yetiştirme) Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları. Bornova- zmir. 440s.
- WEI, G., KLOPPER, J. W., ve TÜZÜN, S., 1996. Induced Systemic Resistance to Cucumber Diseases ve Increased Plant Growth by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Under Field Conditions. Phytopathology 86:221-224s.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Ümran TELEK
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.11.1991, Kahramanmaraş
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (344) 216 14 87
e-posta : umran_telek@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ/ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	2018
Lisans	KSÜ/ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	2013
Lise	Süha Erler Lisesi	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-2017	KAHRAMANMARAŞ OSGB	İş Güvenliği Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce