



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SERADA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKTE BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDEN RİZOBAKTERİLERİN GÜBRE KULLANIMI, BÜYÜME, GELİŞME VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuğçe SELVİ

YÜKSEK LİSANS

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SERADA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKTE BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDEN RİZOBAKTERİLERİN GÜBRE KULLANIMI, BÜYÜME, GELİŞME VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuğçe SELVİ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2019, 36 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Doç. Dr. Ersin ATAY

Bu çalışma 2018 yılı içerisinde Antalya'nın Serik İlçesinde ısıtmasız bir çiftçi serasında yürütülmüştür. Araştırmada çiftçi uygulaması kontrol olarak alınarak ve çiftçinin kullandığı gübre miktarı %33 ve %66 oranlarında azaltılarak, 1:1:1 oranında karıştırılan rizobakterilerin (N fiksetme özelliğine sahip *Rhizobium* SY-55, P çözme özelliğine sahip *Bacillus* SK-63 ve K çözme özelliğine sahip *Herbaspirillum* SY-48) kök bölgesine uygulanmıştır. Araştırmada uygulamaların bitki gelişimi (yaprak alanı, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı), verimi (Bitki başına ve dekara verim, ortalama meyve ağrılığı) ve meyve kalite kriterleri (Suda Çözünebilir Kuru Madde ve titre edilebilir asitlik) üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada gübre miktarı azaltılarak yapılan uygulamalar arasında, verim değerleri dikkate alındığında, bitki başına meyve verimi 1037 g/bitki ve dekara meyve verimi 6219 kg/da ile %33 oranında gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri uygulaması ön plana çıkmıştır. Gübre miktarının %33 azaltılmasında bakteri uygulaması ile verim, kontrole (çiftçi uygulaması) göre %30 artmıştır. Yine bitki gelişimi ve kalite kriterleri açısından da %33 oranında gübre kısıtlaması ile bakteri uygulanan bitkiler en iyi performansı göstermiştir. Bu araştırma sonucunda elde edilen parametreler ışığında, %33 oranında gübre uygulamasında azaltma ile birlikte bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin uygulanmasının, tarımsal üretimde kullanılan sentetik kimyasal girdisinin azaltılmasına imkân sağlayarak, üretim maliyetinin düşürülmesi, ekonomi, çevre ve insan sağlığı açısından faydalı olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: bitki gelişimi, çilek, gübre kullanımı, rizobakteri

ABSTRACT

MS

EFFECTS OF PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA ON FERTILIZER USE, GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD IN STRAWBERRY UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Tuğçe SELVİ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2019, 36 Pages

Jury
Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Doç. Dr. Ersin ATAY

Intensive pesticides and fertilizers in the nature of the environment and economy with the use of rhizobacteria with the use of the yield and quality has been produced to provide. Farmer In the study, the control and distribution of farmer application is reduced by 13% and 66%, 1: 1: 1 food rhizobacteria (*Rhizobium* SY-55 with N fixation feature, *Bacillus* SK-63 and K has the property of resolving P. *Herbaspirillum* SY-48). It was applied. Strawberry fertilizer application with wheat, plant growth (leaf area, root length, plant age dry, root age and dry weight), yield (fruit juice and juice) and fruit quality criteria (Water Soluble Dry Matter, and titratable acidity) has been on. 1037 g / plant and per decare of fruit yield 6219 kg / da with 33% fertilizer production with bacterial application has come to the fore. By reducing the fertilizer rate by 33%, the yield by bacteria application increased by 30% compared to the control (farmer application). 33% fertilizer limitation in terms of plant development and quality criteria provides the best performance. In the light of the parameters to ensure this work, the reduction of production costs should be beneficial for the economy, the environment and human health by providing the application of rhizobacteria rather than the application of 33%.

Keywords: plant development, strawberry, rhizobacteria, fertilizer use

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezimin planlanıp yürütülmesinde ve araştırmamızda kullandığımız bakteri ırklarının temininde her daim yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN' e en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca öğrenim hayatım süresince her zaman maddi manevi destekleri ile yanımda olan aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tuğçe SELVİ
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **12**

3.1. Materyal **12**

3.1.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri 12

3.2. Metot **13**

3.2.1. Bitkilerde Yapılan Ölçüm ve Gözlemler 14

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **16**

4.1. Araştırma Sonuçları **16**

4.1.1. Verim **16**

4.1.2. Ortalama Meyve Ağırlığı 17

4.1.3. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Yaş Ağırlığı 17

4.1.4. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Kuru Ağırlığı 18

4.1.5. Kök Yaş Ağırlığı 18

4.1.6. Kök Kuru Ağırlığı 18

4.1.7. Kök Uzunluğu 19

4.1.8. Yaprak Alanı 19

4.1.9. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı ve Titre edilebilir asitlik 20

4.2. Tartışma **21**

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **25**

5.1 Sonuçlar **25**

5.2 Öneriler **27**

KAYNAKLAR **28**

ÖZGEÇMİŞ **36**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

˚	derece
˚C	santigrat derece
%	yüzde

Kısaltmalar

Cm	santimetre(1/100 metre)
m	metre
mg	miligram (1/1000 gr)
g	gram (1/1000 kilogram)
kg	kilogram (1000 gr)
ppm	milyonda kısım
da	dekar (1000 m²)
%	Yüzde
SÇKM	Suda Çözünen Kuru Madde
BBAR	Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler
NAOH	Sodyum Hidroksit
ACC	1- Aminocyclopropane -1- karboksilat
BNF	Biyolojik Azot Fiksasyonu
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Fe	Demir
Zn	Çinko
Mn	Mangan.

1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler arasında çilek, üretimi en fazla yapılan türler içerisinde ön sırada gelmektedir. Çilek türleri kuzey yarım kürede yoğunlaşmış olmakla birlikte, dünyanın tarım yapılan hemen hemen bütün alanlarına yayılmıştır. Kültür çileği yaklaşık 300 yıl önce *(Fragaria×ananassa), oktoploid F. chiloensis ve F. virginiana* türlerinin doğal melezlemesi neticesinde meydana gelmiştir (Staudt 1989, Hancock 1999). Son yıllarda hızlı bir yükseliş gösteren çilek üretimi, ülkemizde 1970'li yıllarda başlamıştır.

Çilek, hemen hemen yılın her mevsiminde, reçel, pasta, marmelat, meyve suyu gibi çeşitli tüketim imkânları ve lezzeti sayesinde, her yaştan insanlar tarafından sevilerek tüketilmektedir. Ayrıca çilek yetiştiriciliği kısa sürede yatırımların karşılığının alınması açısından küçük aile işletmeciliğine de uygundur. Taze meyvenin pazarda az bulunduğu bir zamanda hasat edilebilmesi sebebiyle, üreticiler için yüksek fiyattan pazarlanabilme imkânı sağlar. Aynı zamanda çilek üretiminden, birçok ürüne göre birim alandan daha yüksek kazanç elde edilebilmektedir (Ağaoğlu 1986).

Günümüzde sağlıklı bir hayat için gıdalarda sağlıklı tercihler yapılması bilinci gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu doğrultuda çilek üretiminin önem kazanmasında önemli etkenlerden biri de, çileğin insan sağlığı ve beslenmesi bakımından sağladığı faydalardır. Üzümsü meyveler sağlık açısından oldukça önemli olan antikanserojen, antimutajen ve antioksidan özellikler taşıyan, fenolik asit ve flavonoidler içermektedirler. Bol miktarda C vitamini barındıran çileğin 100 g'ında yaklaşık 100 mg'a kadar C vitamini bulunabilmektedir. Ayrıca, sindirimin kolaylaştırılmasına büyük katkısı olan selüloz içeriği de yüksektir. Kanseri önleyici etkisi ve ellajik asit içeriğinin yüksek olduğu bilinmektedir. Yine salisilik asit, A, B vitaminleri, demir, fosfor, kalsiyum gibi mineral maddeler bakımından da oldukça zengin bir meyve olup, az miktarda brom, iyot ve kükürt ihtiva etmekte ve 100 g çilek 40-45 kalori vermektedir (Türemiş ve ark 2000).

Ülkemizde meyvecilik, geçim kaynağı olarak birçok bölgemizde önem arz etmektedir. Bölgelere, iklime ve türlere göre meyve üretiminde farklı sorunlarla karşılaşılabilmektedir ancak, birim alandan elde edilen verim düşüklüğü, ülkemiz meyve yetiştiriciliğindeki önemli problemlerden biridir (Kaşka ve ark 2005). Bitkisel üretimde verim artışı sağlamak için doğru tür ve çeşit seçimi, üretim için gerekli girdilerin yeterli ve dengeli kullanımı ve kültürel önlemlerin uygulanması

gerekmektedir. 60'lı yılların sonunda kurulan Avrupa Topluluğu'nun tarımsal destekleme politikaları ve ardından uygulamaya konulan kimyasal gübreler ile pestisitler verimde artış sağlamıştır.

İnsan nüfusunun hızlı bir şekilde artmasıyla, 1960-70'li yıllarda, tarımda yeşil devrim şeklinde ifade edilen, sadece verim artışının hedeflendiği bir değişim başlatılmış, bununla birlikte sentetik kimyasal tarım ilacı ve kimyasal gübre kullanımı artmıştır (Polat 2005). Çilek, birçok meyveye göre topraktan çok daha fazla besin elementi kaldıran bir bitkidir. Yüksek verim ve kalite elde edebilmek için özellikle N, P, K kullanımı fazladır. Bu yüzden çilek yetiştiriciliğinde yoğun bir gübreleme programı uygulanmaktadır. Dünyada meydana gelen nüfusun hızlı bir şekilde artışı ve sanayileşme nedeniyle önemli çevre sorunları yaşanmaya başlamıştır. Bunun sonucunda bilinçsizce ve gereğinden fazla tarım ilacı ve gübre kullanılması, pestisit kalıntısı, toprak yapısının, organik madde içeriğinin ve dengesinin değişerek bozulması, cansızlaşması, tuzluluk ve çoraklaşma gibi önemli çevre sorunları meydana çıkmaya başlamıştır. Yıllardır konvansiyonel tarım yöntemi ile daha fazla verim almak amacıyla yoğun bir şekilde kullanılan sentetik kimyasal gübreler ve pestisitlerin olumsuz etkileri görmezden gelinmektedir. Bu durum hızlı bir şekilde çevresel kirliliğe neden olarak, sağlık açısından ciddi anlamda tehditler oluşturmaktadır (Sezer 2010). Bu açıdan verim ve büyümede azalma olmayacak şekilde kimyevi gübre kullanımının azaltılması, gerek çevre gerekse insan sağlığı bakımından çok önemlidir. Gelişmekte olan ülkelerde gübre kullanımı gelişmiş ülkelere oranla 3 kat daha fazla yapılmaktadır. Son yıllarda, sürdürülebilir tarım uygulamalarının çevresel açıdan olumlu etkileri dikkate alınmaya başlanmış ve sürdürülebilir tarım tekniklerinin gelişmesi ve uygulanması üzerindeki ilgi artmaya başlamıştır. Bu anlamda biyolojik gübreleme, çevresel kirliliğin zararlı etkilerini azaltmada oldukça önem arz etmektedir. (Eşitken ve ark 2003, Öztürk ve ark 2003). Bu sebepledir ki tarım alanında kimyasal gübrelerin biyolojik gübreler eşliğinde etkin şekilde kullanımını gerektiren sürdürülebilir bir bakış açısı ve planın uygulanması mecburi hale gelmiştir. Toprak verimliliği korunurken, sentetik kimyasalların çevreye ve insan sağlığına verdiği zararların önlenmesi aynı zamanda bitki gelişimi ve verimin artırılması, yararlı mikroorganizmalardan oluşan biyogübrelerin kullanımı ile mümkündür (O'connell 1992).

Bitki gelişimi ve verimi açısından, hem organik tarım hem de geleneksel tarımda kullanılan organik ve sentetik gübrelerin bitkiler tarafından yeterli düzeyde alınmasının sağlanması bitki gelişimi ve verimi açısından oldukça önemlidir. Bitkisel üretim yapılan

alanlarda kullanılan gübrelerin etkilerinin yetersiz olması sebebiyle verimi artırmak için birim alanda daha yoğun gübre kullanılması yerine, biyolojik gübre kullanımı ile organik ve inorganik gübrelerin uygulanması gübre etki mekanizmasında ve verim üzerinde artış sağlayabilmektedir. Söz konusu etkiyi sağlayabilen, bitkilerin kök bölgesinde mevcut olan, bitki büyümesi ve gelişimini teşvik eden mikroorganizmalar olarak tanımlanan BBAR (Bitki Büyümesini Artıran Rizobakteriler); özellikle gelişim evresinin başlangıcında bitki gelişimini artırmakla birlikte, fitohormon üreterek, inorganik fosforu çözündürerek ve demir-şelat sideroforlarını üreterek demir kullanımını artırmaktadırlar. Ayrıca bu mikroorganizmalar tarafından üretilen veya besin maddesi kullanımını kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlamalarının yanında, bitki hormonlarının (oksin, sitokinin, giberellin) üretimini teşvik etmeleri gibi bitki gelişimini artırıcı etkileri ile gübre kullanım etkinliğini önemli seviyede artırmaktadırlar.

BBAR'ler genellikle kök sistemi çevresinde yaşamlarını sürdürerek bitki büyümesini etkilemekte ve zararlı mikroorganizmaları baskı altında tutmaktadırlar. Bitkinin tohum çimlenme oranı, kök bölgesi ve sudan faydalanması gibi bitki gelişimini olumlu etkileyen parametrelere de olumlu anlamda destek sağlamaktadırlar. Bakteriler bitki gelişimini etkileyen hormonların üretimi ve faydalı mikrorganizmalar yararına rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirmeleri ile bitki gelişimini doğrudan etkileyebilirken, mineral madde oranını düzenlemeleri ile de dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Siddiqui 2005). BBAR'lerin; bitki gelişimine sağladıkları yararların; çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absisyon tabakasının oluşumunun gecikmesi yolları ile gerçekleştiği tespit edilmiştir (Lucy ve ark 2004). Bitkilerde vejetatif gelişimi artıran rizobakteriler toprak ve bitki rizosferinde mevcutturlar ve doğa ile dost tarım anlayışının uygulanması için kullanılabilecek araçlardır. Bu mikroorganizmalar kök sistemini geliştirmekte ve bitki hastalık ve zararlılarını kontrol etmeye yardımcı olmaktadırlar. Yapılan araştırmalarla, bitki hastalıklarının biyolojik gübreleme ile kontrolü, bitki gelişimini artırarak verimi artırmadaki rolleri ve bitkisel hormonların sentezlenmesi gibi konularla ilgili alanlarda önemli gelişmeler olmuştur (Antoun ve Prévost 2006).

Örtü altı çilek üretiminde verim ve kaliteyi artırmak amacıyla oldukça yoğun bir gübre uygulaması yapılmaktadır. Bu araştırma N bağlayan, P ve K çözen BBAR'lerin uygulanması ile bitki büyümesi, gelişmesi ve veriminde herhangi bir azalma olmadan,

kullanılan gübre miktarını düşürmek, bilinçsiz gübre tüketimini ve olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bitki yüzeylerine, toprak ve tohuma uygulandığında atmosferdeki azotu bağlayan, organik ve inorganik kaynaklardan besin maddesi alma yeteneğini artırarak veya sekonder metabolit üretimiyle bitki gelişimini teşvik eden; rizosferde yaşam döngüsünü sürdürebilen veya bitki dokularına girebilme özelliğine sahip, canlı mikroorganizmalardan oluşan materyale biyolojik gübre adı verilir. Topraklarda serbest yaşayan bakteri, mantar, aktinomiset, protozoa ve alg olmak üzere birçok mikroorganizma mevcuttur. Bu mikroorganizmalar bitki büyüme ve gelişmesini artıran, biyolojik savaş amacıyla veya biyolojik gübre olarak kullanılabilen canlılardır. Bu canlılar genellikle *Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Clostridium, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Klebsiella, Microccocus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve Xanthomonas* cinslerine aittir. Dünyanın çoğu bölgesinde, daha az tarım ilacı ve kimyasal gübre kullanılması için, BBAR'lerden biyolojik gübre amaçlı faydalanma oranı günden güne artmaktadır (Burdman ve ark 2000).

Biyolojik gübreler, bio-fertilizer, bakteriyel gübreler, bio-inokulantlar, bakteriyel inokulantlar, mikrobiyal kültürler olarak farklı şekillerde ifade edilen biyogübreler, bitkinin gelişimi için ihtiyacı olan bitki besin elementlerinin biyolojik yolla yarayışlı hale gelmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaların ticari formülasyonlarını ifade ederler (Anonim 2010). Toprağa doğrudan ya da dolaylı yollarla uygulanan mikroorganizmalar olarak da bilinmektedirler (Owen ve ark 2015).

Biyogübreler kök gelişimini artırması sayesinde (Benítez ve ark 2004, Contreras-Cornejo ve ark 2009) fidanlarda tutma ve sağlıklı gelişim oranlarını yükseltmektedir. Toprak kaynaklı zararlı patojenleri baskılarken, faydalı bakterileri etkinleştirdiğinden bitkilerin biyokütlesini önemli derecede artırdığı ispatlanmıştır (Siddiqui 2005). Azot ve fosfor alımını sağlayarak (Hasrat 2006) kök sistemlerinin gelişimini ve ürün miktarını artırmaktadır (Owen ve ark 2015).

Hızla artan ve değişen insan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için, doğal kaynaklar korunarak ve çevre kalitesi yükseltilerek sürdürülebilir tarımın geliştirilmesi konusunda alternatif gübreleme yöntemi olarak BNF (biyolojik azot fiksasyonu) önem kazanmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden *Rhizobium, Azotobacter, Bacillus, Azospirillum Pseudomonas, Enterobacter, Klebsiella* ve *Staphylococcus* gibi

mikroorganizmaların, bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* funguslarının biyolojik gübre olarak etkinlikleri ile ilgili pozitif sonuçlar veren birçok araştırma yapılmaktadır (Kaiser 1995, Srinivasan ve ark 1996, Bashan ve Holguin 1997, Sudhakar ve ark 2000, Çakmakçı 2002). Birçok toprakta yaygın olarak bulunan, azot bağlayan *Azospirillum* bakterileri ile yapılan tarla denemelerinde %5-30 oranında verimi artışı sağladığı tespit edilmiştir (Bashan ve Holguin 1997).

Mikroorganizmaların biyogübre olarak kullanımının, ekonomik olması, bitkilere zararlı bir etkisinin olmaması, çevreyi kirletmemesi, toprağın dengesini koruması gibi çok sayıda faydası bulunmaktadır. Gübre üretiminde bol miktarda fosil enerji kullanılırken, biyolojik gübre enerjisi gerçekte bedava olup, çevre dostudur. Yaşamlarını serbest sürdüren ve fotosentetik olmayan bakteriler besinlerini toprak organik maddesinden sağlarken, fotosentetik olan bakteriler fotosentez ürünlerinden sağlamaktadırlar (Hubbell ve Kidder 1998). BNF miktarı nem, oksijen ve organik madde miktarına göre değişmektedir.

BBAR uygulamalarıyla yaprak alanı, çimlenme oranı, klorofil oranı, azot oranı, protein oranı, hidrolik aktivite, susuzluğa tolerans, kök ve gövde ağırlığı artarken, buna bağlı olarak verim yükselmekte olup, bitki yaprağında yaşlanma gecikmekte ve bazı bitki patojenlerine karşı daha yüksek dayanıklılık sağlanmaktadır. BBAR uygulamaları laboratuar, sera ve tarla gibi koşullarda yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde yaşanabilen olumsuz koşullar bazen pozitif sonuç elde edilmesini engellemektedir. Toprak pH'ında meydana gelen değişimler, yüksek sıcaklık, düşük yağış, nem ve besin noksanlığı gibi olumsuzluklar, mikroorganizma kolonizasyonunu düşürmektedir (Dobbelaere ve ark 2001, Şahin ve ark 2004).

BBAR'ler bitkisel gelişim üzerinde meydana getirdikleri doğrudan etkileriyle bazı besin maddelerinin alımını artırırken, dolaylı yollarla fitopatojenik organizmaların olumsuz etkilerini önlemektedirler (Çakmakçı 2005). Faydalı bakteriler, asimbiyotik azot fiksasyonu, inorganik fosforun çözünürlüğünün arttırılması, organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderofor üretimi yoluyla demir ve organik asit üretimi ayrıca, diğer bazı iz elementlerin alımının arttırılması etkileriyle bitki besin maddesi alımını teşvik ederek büyümeyi artırabilirler. Bu mikroorganizmalar ayrıca, oksinler, gibberelinler, sitokininler gibi bitki hormonlarının üretilmesi, enzim aktivitesi ile etilen sentezinin engellenmesi, çevre kaynaklı stresi azaltma; uyumlu bir bakteri-bitki ilişkisi, vitamin üretimi, kök geçirgenliğinde artış etkileri ile bitki büyümesi direkt olarak artırılabilir (Eşitken ve ark 2003, Şahin ve ark 2004, Zahir ve ark 2004, Canbolat ve ark

2006, Çakmakçı ve Erdoğan 2006, Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado 2006, Aslantaş ve ark 2007, Çakmakçı ve ark 2007, Akgül ve Mirik 2008, Yıldırım ve ark 2008, Çakmakçı ve ark 2009). BBAR'ler verimde artış gösterme etkilerini; Mg, N içeriği ile sürgün ve kök ağırlıklarında artış sağlayarak bitki gelişimini artırma yolu ile meydana getirmektedirler (Lucy ve ark 2004).

Biyolojik gübre olarak karışım halinde uygulanan azot bağlayan ve fosfat çözücü etki gösteren bakteriler ile bitki besin dengesinin daha iyi sağlanabildiği (Belimov ve ark 1995), toprak patojenlerinin daha güçlü bir şekilde kontrol altında tutulabildiği (Fukui ve ark 1994) bildirilmiştir. Yapılan araştırmalara göre *Azospirillum* diğer mikroorganizmalarla karıştırılarak uygulanması, bitkisel gelişim ve verim üzerinde ki etkileri artmaktadır. Tekli aşılamalara kıyasla, *A. brasilense, E. cloacae* veya *A. brasilense* ve *A. giacomelloi* karışık kültürlerinin izole edildiği bitkiler üzerinde N_2 fiksasyonunda daha etkin sonuçlar alınmıştır (Lippi ve ark 1992, Kaiser 1995).

Bazı bakteri izolatlarının bitkisel gelişmeyi teşvik etmek suretiyle, verim artışı sağladığı ve patojenlere karşı daha bitki dayanıklılığını artırdığı bildirilmiştir (Harman ve ark 2004). *T. harzianum* T22, T. *atroviride* P1 izolatları kullanılarak yapılan araştırmalarda, sera ortamında marul; tarla şartlarında domates ve biber ürünlerinde etkileri incelenmiştir (Vinale ve ark 2006). Elde edilen araştırma sonuçlarına göre, *T. harzianum* uygulanmış parsellerde kontrollere göre biber ve domateste ürün veriminde artış meydana geldiği, bitkinin boyu, yaprak sayısı ile meyve sayısının %300 oranında arttığı saptanmıştır (Vinale ve ark 2004). Pirinç, buğday, ayçiçeği, gibi bitkilerde uygulanan biyogübre denemelerinden memnun edici sonuçlar alınabilmiştir. Karışım halinde uygulanan biyogübre ve mineral gübrelerin; ayçiçeğinde bitki boyu, tabla çapı, tohum verimi, yağ ve mineral oranında artış sağladığı tespit edilirken, organik gübre kullanımının kimyasal gübrelerin etkinliğini artırdığı da görülmüştür (Çakmakçı 2005). Yine biyolojik gübre kullanımının kuru madde artışına etkisinin incelendiği bir araştırmada alınan sonuçlara göre, kontrole kıyasla buğdayda %259, mısırda %112, arpada %234, balkabağında %112 ve domateste %119 oranında artış meydana geldiği görülmüştür (Saber 2001). Marula uygulanan *Comamonas acidovorans, Agrobacterium sp., Alcaligenes piechaudii* inokulasyonu sırası ile %15, 30 ve 44 oranlarında kök uzamasını artırdığı bildirilmiştir (Barazani ve Friedman 2000).

Serada ortamında yürütülen bir çalışmada, domates fidelerini *A. brasilense* Cd izolatının *Pseudomonas syringae pv. tomato'nun* enfeksiyonunun olumsuz etkilerinden koruduğu tespit edilmiştir (Bashan ve de-Bashan 2002). Ayrıca baklagillere uygulanan

Azospirillum izolatlarının etkisi ile nodül sayısı, ağırlığı ve bitkide fikse edilen azot miktarında artış saptanmıştır (Burdman ve ark 1997, Tchebotar ve ark 1998). Wacker ve ark., kuşkonmaz fidelerine sera ve tarla koşullarında *Glomus fasciculatum* ve *Fusarium oxysporum* aşılaması yapılarak bitki gelişimine etkilerini incelemişler, uygulama neticesinde ise, *G. fasciculatum* ile inokuleli bitkilerin sürgünlerinin daha hacimli daha olduğunu tespit etmişlerdir. P noksanlığı var olan topraklarda ise *Glomus spp*.'i N, K, Mg, Fe ve Zn alımında artış sağlamıştır (Wacker ve ark 1989).

Hindistan'da yapılan bir incelemede, azot fiksasyonu yapan *Azotobacter, Azospirillum* ve *Beijerinckia* bakterilerinin tek olarak ve karıştırılarak yapılan yaprak uygulamalarının biyolojik gübre etkisi azot uygulamasıyla kıyaslanmıştır (Sudhakar ve ark 2000). Yapılan araştırmada karışım halinde uygulanan bakterilerin dut bitkisinde yaprak alanını ve kalitesini önemli derecede artırdığı, uygulamalar arasında en yüksek artışın *Azotobacter* ile sağlandığı bildirilmiştir. Muz bitkisinde BBAR uygulamalarının yapıldığı bir denemede yaprak alanı, klorofil içeriği ile azot miktarının arttığı saptanmıştır (Kavino ve ark 2010).

Malatya'da 2000-2001 yıllarında kayısı üzerinde yürütülen bir araştırmada, yapraktan uygulanan *Bacillus subtilis* OSU-142 bakteri ırkının verim, bitki gelişimi ve çil hastalığının kontrolü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2000 ve 2001 yıllarında bakteri uygulaması sürgün uzunluğunu ve çapını önemli derecede artırdığı, verimde izlenen artışın kontrol ile kıyaslandığında yaklaşık %30 ve %90 seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda hastalığın görülme sıklığı ve yoğunluğu 2000 yılında %52 ve %71 azalırken, 2001 yılında ise %15 ve %41 oranında azalmıştır. Sonuç olarak tam çiçeklenme zamanında bakteri uygulaması ile kayısıda meyvede verim ve kalitenin arttığı tespit edilmiştir (Eşitken ve ark 2002).

Konya'da 2010-2011 yıllarında yürütülen bir çalışmada vişnenin bitkisel gelişimi, verim ve kalite özellikleri üzerine bitki büyümesini artırıcı rizobakteri uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmada verim çağına gelmiş 7 yaşındaki Kütahya vişne çeşidine ait ağaçlara *Bacillus subtilis* OSU-142 ve *Bacillus mycoides* T8 bakteri ırkları uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar her iki yılda da kontrolle kıyaslandığında verim artışı meydana getirmiştir. 2010 yılında kontrol grubunda ağaç başına verim 3.557 kg iken, T8 bakteri uygulamasında 6.388 kg, OSU-142'de 4.935 kg, T8+OSU-142'de ise 7.396 kg'a yükselmiştir. Bu sonuçlar ışığında T8+OSU-142 bakteri karışımının verim miktarını kontrolle kıyaslandığında %108 oranında artırdığı belirlenmiştir. 2011 yılında yapılan bakteri uygulamalarında da OSU-142 hariç verim

kontrole göre artmış olup, en çok artış T8'de (kontrole kıyasla %134) tespit edilmiştir. Gövde kesit alanına verimler incelendiğinde ise uygulamaların verimi kayda değer miktarda etkilediği görülmüştür (Arıkan 2012).

Laboratuvarda ve tarlada yapılan çeşitli çalışmalar ile ortaya konulan BBAR uygulamasıyla farklı ürünlerin uyarıldığı birçok çalışma mevcuttur. Yapılan bu çalışmalar sonucunda *Pseudomonas putida* ve *Pseudomonas fluorescens* bakteri ırklarının kanola, marul ve domateste kök ve sürgünlerde uzama, patates, turp, fasulye, çeltik, şeker pancarı, buğday, domates, marul, elma, turunçgiller ve suptropik bitkilerde verimde artış meydana getirdiği tespit edilmiştir. *Azotobacter* inokulasyonu ile buğdayda verimin %30, *Bacillus* inokulasyonu ile %43 oranında artış gösterdiği ve tarla denemelerinde *Bacillus megaterium* ve *Azotobacter chroococcum* karışımlarının bazı bitkilerde verimi %10-20 oranında arttırdığı saptanmıştır. Yapılan *Azospirillum* uygulamasının mısır, sorgum ve buğdayda; *Bacillus* uygulamasının ise yerfıstığı, patates, sorgum ve buğdayda daha yüksek verim alınmasını sağladığı tespit edilmiştir (Rodríguez ve Fraga 1999).

Fern çilek çeşidi üzerinde, fosfor çözme yeteneğine sahip mikroorganizmaların organik tarım şartları altında verimi ve besin maddesi alımını nasıl etkilediğinin incelendiği bir çalışmada, üç bakteri ırkı (*Bacillus* M-3, *Aspergillus* FS9 ve FS11) biyolojik gübreleme amacıyla kullanılmıştır. Üç yıl süren çalışma sonunda yapılan tespitlere göre, tüm mikroorganizma uygulamalarının, kontrol ile kıyaslandığında, verimi %54-70 civarında yükselttiği bildirilmiştir. Ayrıca, organik koşullar altında yetiştirilen çileklerde bakteri uygulaması sonucunda yaprakların N, P, K, Fe, Mn ve Zn miktarlarını net bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, köklere uygulanan *Bacillus* M-3, *Aspergillus* FS9 ve FS11 mikroorganizmalarının, biyolojik gübreleme koşullarında yetiştirilen çileğin verim ve besin elementi içeriğinde artış meydana getirme etkisi gösterdiği belirtilmiştir (Eşitken ve ark 2010).

Ahududu bitkisine üzerinde *Bacillus* OSU-142, M-3 ve OSU-142+M-3 mikroorganizma kombinasyonu uygulamasının verim, bitkisel gelişim, yapraklar ve topraktan besin maddesi alımlarına etkilerinin incelendiği bir araştırmada, kontrole göre M-3 aşılamasının verimi %33.9, OSU142+M-3'ün %74.9 oranında yükselterek bitkide gelişimi olumlu etkilediği ve verimde önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. Tek olarak OSU-142 bakteri aşılamasının ise bitkisel gelişim üzerine olumsuz etkide bulunduğu belirlenmiştir. OSU-142+M-3 bakteri karışımı uygulamasının yaprakta bulunan N, P, Ca miktarını, M-3 ve OSU-142+M-3 uygulamalarının ise Fe ve Mn miktarını kontrole

kıyasla ümit verici derecede arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca toprağın ihtiva ettiği toplam N, kullanılabilir P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn miktarlarını ve toprak pH'sını yapılan bakteri uygulamaları pozitif yönde etkilemiştir (Orhan ve ark 2006).

Erzurum'da yürütülen bir araştırmada, humik asit ve *Bacillus* OSU-142 bakteri ırkı uygulamalarının çilekte bitki gelişimi ve kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Humik asit uygulamasının toprağın toplam N ve kullanılabilir Mn miktarı ile çilek yapraklarında bulunan P, Fe, Mn, Zn ve Cu besin maddeleri miktarları, bakteri aşılamalarının ise toprağın kullanılabilir Mn kapsamı ile çilek yapraklarının Fe, Mn ve Zn içerikleri üzerinde olumlu anlamda etki bıraktıkları saptanmıştır. Ayrıca bitki başına kol sayısı üzerine hem humik asit ve hem de bakteri uygulamalarının önemli derecede pozitif yönde katkıları olduğu bildirilmiştir (Pehluvan 2007).

Erzurum'da Selva ve Sweet Charlie çilek çeşitleri üzerinde yürütülen bir çalışmada, *Pseudomonas* BA-8, *Bacillus* OSU-142 ve *Bacillus* M-3 bakteri ırklarının fide kalite özellikleri ve verimine yaptığı etkiler araştırılmıştır. Tüm bakteriler dikimden önce bitki köklerine inoküle edilmiş, bunun yanısıra BA-8 ve OSU-142 bakteri ırkları çiçek ve yapraklara püskürtülmek suretiyle uygulanmıştır. Denemede yaprak + kök üzerinde yapılan bakteri aşılamalarının Selva çilek çeşidinde bitki başına fide sayısı, yaprak alanı ve kullanılabilir fide oranını önemli derecede artırdığı saptanmıştır. Selva çeşidinde kök uygulamasının, Sweet Charlie çeşidinde ise kök + yaprak uygulamasının kol başına fide sayısını artırdığı görülmüştür. Çalışma sonucuna göre Selva çilek çeşidinde bakteri uygulamalarının fide kalitesinde ve verimde artış meydana getirdiği ve yaprak + kök aşılamasının diğer aşılamalara kıyasla daha fazla etkili olduğu görülmüştür (Pırlak ve Köse 2010).

Sera şartlarında Aromas çilek çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada, laboratuvar koşullarında kireçli ortamlarda geliştiği belirlenen *Alcaligenes* 637Ca, *Staphylocoocus* MFDCa-1, *Staphylocoocus* MFDCa-2, *Agrobacterium* A18, *Panteo* FF1 ve *Bacillus* M-3 bakteri ırklarının verim ve bitkisel gelişime olan etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, bütün bakteri uygulamalarının meyve verimini artırarak olumlu yönde değiştirdiği belirlenmiştir. 637Ca bakteri uygulamasının bitki başına verimde kontrole göre %47'lik ve ortalama meyve ağırlığında ise %17.7'lik artış sağladığı saptanmıştır. A18 ve M-3 bakteri uygulamaları ile meyve sertliği kontrolde 0.7 kg/cm² iken, bakteri uygulaması etkisi ile 1.0 kg/cm²'ye yükseltmiştir. Yapılan bu deneme sonucuna göre 637Ca ve A18 başta olmak üzere, kullanılan bütün bakterilerin gösterdikleri

performanslara bakıldığında verim ve büyüme artırıcı etkileri nedeniyle kireçli topraklar üzerinde çilek üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (İpek ve ark 2009).

Erzurum'da 2006-2007 yıllarında Fern çilek çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada kullanılan *Bacillus* RC33, *Bacillus* OSU-142, *Variovorax* RC21, *Paenibacillus* R22, *Bacillus* RC23, *Bacillus* RC11, *Bacillus* T8, *Bacillus* RCR03, *Bacillus* RC18, *Bacillus* T30, *Pseudomonas* T32, *Bacillus* RC101 bakteri ırklarının fide gelişimi ve büyümesi üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan araştırmaya göre, bitkilerdeki kardeş sayısı, kol uzunluğu, bitki başına kol sayısı, kol kalınlığı, koldaki fide sayısı, fide kalitesi ve kullanılabilir fide oranını uygulanan bakteri ırklarının kontrole kıyasla önemli düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir (Aslantaş ve ark 2009).

Yapılan bir araştırmada, *Bacillus subtilis* BA-142, *Bacillus megaeorium*-GC subgroup A. MFD-2, *Acinetobacter baumannii* CD-1 ve *Pantoea agglomerans* FF bakterilerin domates ve hıyarda besin içeriği, verim ve bitki gelişimi üzerinde meydana getirdiği etkileri incelenmiştir. Bakteri uygulamalarının etkileri önemli bulunmuş, domates ve hıyar meyvelerinde kimyasal içeriği arttırdığı saptanmıştır (Dursun ve ark 2010). Bir başka araştırmada, yüksek tuzlu topraklardan izole edilen *Bacillus subtilis, Bacillus atrophaeus, Bacillus spharicus, Staphylococcus kloosii* ve *Kocuria erythromyxa* bakteri ırklarının, aşırı tuzlu şartlara maruz kalan marullarda bitki gelişimi, klorofil içeriği, besin maddesi alımı ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Bu deneme sonucunda biyogübre uygulamalarının marulda baş ağırlığı, baş yüksekliği, kök çapı ve klorofil içeriğinde artış sağladığı bildirilmiştir (Yıldırım ve ark 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmamız 2017-2018 yılında Antalya'nın Serik İlçesi Kadriye Mahallesinde ısıtmasız, plastik çiftçi serasında yürütülmüştür. Bu araştırmada 01.10.2017 tarihinde dikimi yapılan Festival çilek çeşidine N fiksetme özelliğine sahip *Rhizobium* SY-55, P çözme özelliğine sahip *Bacillus* SK-63 ve K çözme özelliğine sahip *Herbaspirillum* SY-48 bakteri ırkları karışım halinde uygulanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 30 bitki olacak şekilde kurularak, haziran ayı sonuna kadar 9 ay boyunca devam etmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmanın Yapıldığı Seranın Genel Görünümü

3.1.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Çalışma yapılan bölge, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlı tipik Akdeniz iklimi özelliği taşımaktadır. Denemenin yapıldığı topraktan alınan örneklerin analiz sonuçları Çizelge 3.1.1'de verilmiştir. Analiz sonucuna göre ortalama pH'ın 6.7, kireç miktarının %3.1 ve organik maddenin %0.7 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.1.1. Deneme Alanı Toprak Özelliği

Ph	EC µS/cm	Kireç %	Org. Madde %	Kum %	Kil %	Mil %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
6,7	916	3,1	0,7	72	11	17	68	135	1190	99

3.1.2. Bitkisel Materyal

3.1.2.1. Festival Çilek Çeşidi

'Festival' çilek çeşidi konik bir meyve şekline sahip olup; meyve et rengi açık kırmızı, dış rengi ise koyu kırmızıdır (Öz ve Kafkas 2015). Yıl boyu ürün veren bu çeşit, 700 m rakımın altında tercih edilir. Erkenci diye tabir edilen, erken hasat edilebilen bir çeşittir.



Şekil 3.2. Festival Çilek Çeşidi

3.2. Metot

Çilek fideleri ekim ayı başında sıra araları 15 cm mesafede olacak şekilde üçgen dikim şeklinde dikilmiştir. İlk bakteri uygulaması Aralık, ikinci Ocak ve üçüncü uygulama şubat ayında olacak şekilde damla sulama ile kök bölgelerine yapılmıştır. Seradaki bakım işleri genel yetiştiricilik uygulamalarına uygun bir şekilde takip edilmiştir. İlk çiçeklenme Kasım ayının başında, ilk meyve tutumu ise Kasım ayının sonunda gerçekleşmiştir.

Hasat meyve sapı ile beraber el ile meyve renklenmesi durumuna bakılmak suretiyle yapılmıştır. Araştırmada çiftçi uygulaması kontrol olarak alınarak ve çiftçinin kullandığı gübre miktarı %33 ve %66 oranlarında azaltılarak, 1:1:1 oranında karıştırılan rizobakteriler kök bölgesine uygulanmıştır. Bitkilere verilecek gübre miktarları tüm sezon boyunca haftalık olarak uygulanacak şekilde bölünerek damla sulama ile verilmiştir. Deneme planı şu şekilde kurulmuştur;

1. Kontrol (çiftçi uygulaması, 42,09 kg/da N, 31,94 kg/da P_2O_5, 51,98 kg/da K_2O)
2. %33 azaltılmış (28,15 kg/da N, 21,29 kg/da P_2O_5, 34,78 kg/da K_2O)
3. %66 azaltılmış (14,20 kg/da N, 10,64 kg/da P_2O_5, 17,57 kg/da K_2O
4. Kontrol + bakteri uygulaması
5. %33 azaltılmış + bakteri uygulaması

6. %66 azaltılmış + bakteri uygulaması

3.2.1. Bitkilerde Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

Araştırmada uygulamaların bitki gelişimi (yaprak alanı, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı), verimi (Bitki başına ve dekara verim, ortalama meyve ağrılığı) ve meyve kalite özellikleri SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde) ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri incelenmiştir.

3.2.1.1. Verim

Yetiştirme dönemi boyunca toplanan meyve miktarı parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına meyve verimi tespit edilmiştir. Ayrıca bitki başına meyve verimi üzerinden dekara verimde hesaplanmıştır (Ağgün ve ark 2018).



Şekil 3.3. Çilek Meyvelerinin Ağırlık Ölçümü

3.2.1.2. Ortalama Meyve Ağırlığı

Hasat süresince her uygulamadaki meyvelerden şansa bağlı olarak 30 meyve tartılarak ve meyve ağırlığı tartılan meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlıkları g cinsinden tespit edilmiştir (Ağgün ve ark 2018).

3.2.1.3. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Yaş Ağırlığı

Deneme sonunda bitkinin yaş ağırlığı, her uygulamadan 15'er bitki sökülerek gövde kök boğazından ayrıldıktan sonra tartılarak tespit edilmiştir (Arıkan 2017).

3.2.1.4. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Kuru Ağırlığı

Yaş ağırlığı belirlenen bitkiler 48 saat 80℃'de bekletilmesinin ardından tartılmış ve kuru ağırlık tespit edilmiştir (Arıkan 2017).

3.2.1.5. Kök Yaş Ağırlığı

Bitkinin gövdesi kök boğazı kısmından ayrıldıktan sonra ayrılarak ve hassas terazi vasıtasıyla tespit edilmiştir (İpek ve ark 2014).

3.2.1.6. Kök Kuru Ağırlığı

Yaş ağırlığı alınan kökler 48 saat 80℃'de bekletildikten sonra tartılarak tespit edilmiştir (Arıkan 2017).

3.2.1.7. Kök Uzunluğu

Bitkilerin kök uzunlukları topraktan söküldükten sonra kök başlangıcından kök ucuna kadar ölçülmüştür (İpek ve ark 2014).

3.2.1.8. Yaprak Alanı

Vejetatif gelişme dönemi ortasında bitkilerden alınan olgun yapraklar, tarayıcıda taranarak winfolia paket programıyla ölçülmüştür (İpek ve ark 2009).



Şekil 3.4. Çilek Yapraklarının Genel Görüntüsü

3.2.1.9. Titre Edilebilir Asit Miktarı

Meyve suyu örneği 0.1 N'lik NaOH ile titre edilerek, titre edilebilir asit miktarı sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Arıkan 2017).

3.2.1.10. Suda Çözünebilir Kuru Madde Oranı

Her uygulamadan rastgele toplanan hasat olgunluğuna gelmiş meyvelerin meyve suyu çıkartılarak el refraktometresi ile % olarak belirlenmiştir (Arıkan 2017).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

4.1.1. Verim

Yapılan ölçüm ve gözlemler sonucunda; bakteri izolatlarının bitki gelişimi parametreleri üzerine kontrol grubuna göre daha etkili olduğu belirlenmiş olup bu etkiler istatistik olarak önemli bulunmuştur. Verim değerlerinin genel olarak kontrol (çiftçi uygulaması) grubuna göre önemli bir artış sağladıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Kontrol grubunda dekara meyve verimi 4792 kg/da iken, kontrol + bakteri uygulamasında 7004 kg/da'e yükselmiştir. Uygulanan kimyasal gübre miktarı %33 oranında azaltıldığında verim 4486 kg/da'e düşerken, %33 az gübre + bakteri uygulanan grupta verimin 6219 kg/da'e yükseldiği görülmüştür. %66 gübre kısıtlaması uygulamasında verim değerinin 4307 kg/da olarak kontrol grubuna yakın bir değere düştüğü görülmüştür. Kimyasal gübrenin azaltılması verimi olumsuz etkilemiştir. Bunun yanında %66 gübre kısıtlamasına bakteri karışımı uygulandığı zaman ise verim değeri 4915 kg/da'a yükselmiştir. Buna göre uygulanan kimyevi gübre miktarının azaltıldığı uygulamalardan %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri uygulaması 6219 kg/da ile en yüksek sonucu vermiştir. Bunun yanında bitki başına meyve verimi, kontrol uygulamasında 799 g/bitki iken, kontrol + bakteri uygulamasında 1167 g/bitki şeklinde artış gösterdiği görülmüştür. %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri karışımı uygulandığında ise bitki başına verim parametresi 1037 g/bitki şeklinde sonuç vererek kontrolden daha yüksek tespit edilmiştir. Uygulanan kimyasal gübre miktarı %66 oranında azaltılarak bakteri uygulandığında bitki başına verimin 819 g/bitki şeklinde düşüş gösterse dahi yine de kontrole göre daha yüksek bir verim değeri elde edilmiştir. Yalnızca %33 ve %66 gübre kısıtlaması yapıldığında 748 g/bitki ve 718 g/bitki şeklinde bakteri uygulamaları ve kontrol grubuna göre düşük sonuçlar gözlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde gübre miktarının %33 azaltılması ile bakteri uygulaması yapıldığında verimde bir azalma olmadığı gibi, kontrol grubuna göre %30 oranında artış dahi sağlandığı görülmüştür. Yapılan uygulamalar arasında en etkili grubun %33'lük gübre kısıtlaması + bakteri uygulaması olduğu görülmüştür. Gübre miktarı azaltılarak yapılan uygulamalar üzerinde, verim değerleri dikkate alındığında, bakteri uygulamalarının verim miktarı üzerine olumlu etkileri gözlenmiştir. Böylece kimyasal gübre uygulama miktarı önemli derecede düşürülerek verimde kayıp yaşanmadığı aksine artış elde edildiği tespit edilmiştir.

4.1.2. Ortalama Meyve Ağırlığı

Elde edilen sonuçlara göre bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığına etkileri kontrolle karşılaştırıldığında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Kontrol uygulamasında 18.0 g olan ortalama meyve ağırlığı, kontrol + bakteri uygulamasında 22.0 g olurken, bakteri uygulamadan gübre miktarı %33 azaltıldığında ortalama meyve ağırlığı 15.0 g'a düşerek, %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri karışımı uygulandığında ise 21.0 g'a yükselmiştir. Bu yükselişe göre bakteri uygulamasının azaltılan gübre miktarı açığını kapattığı görülmüştür. %66 gübre kısıtlaması yapıldığında 14.7 g ile en düşük değer görülürken, %66 gübre kısıtlaması ile beraber bakteri uygulandığında 20.0 g'a yükselmiştir. Gübre kısıtlaması yapılan uygulamalar arasında en yüksek sonuç 21 g ile %33 az gübre + bakteri uygulamasında elde edilmiştir. Bu tespitler değerlendirildiğinde, bakteri uygulamadan, yalnızca kimyasal gübre miktarı kısıtlandığı takdirde verim ve meyve ağırlığında azalma tespit edilmiştir. Bunun yanında kimyevi gübre uygulama miktarı azaltılmasına rağmen bakteri uygulanan parsellerdeki değerlerin her seferinde kontrol uygulaması ve bakteri uygulanmayan parsellere göre meyve ağırlığı bakımından daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Çizelge. 4.1. Bakteri Uygulamalarının Meyve Ağırlığı ve Verime Etkisi

Uygulamalar	Bitki Başına Meyve Verimi (g/bitki)	Meyve Verimi (kg/da)	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)
Kontrol	799 c	4792 c	18.0 abc
Kontrol+ Bakteri	1167 a	7004 a	22.0 a
% 33 Az Gübre	748 d	4486 d	15.0 bc
%33 Az Gübre + Bakteri	1037 b	6219 b	21.0 ab
%66 Az Gübre	718 d	4307 d	14.7 c
%66 Az Gübre + Bakteri	819 c	4915 c	20.0 abc
P	***	***	***

*** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir.

4.1.3. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Yaş Ağırlığı

Bakteri uygulamalarının sonuçları incelendiğinde bitkinin toprak üstü kısmının yaş ağırlığı kontrol grubunda 26.4 g olarak ölçülmüştür. Kontrol + bakteri uygulaması yapıldığında yaş ağırlık 27.0 g'a yükseldiği görülmüştür. Uygulanan kimyasal gübre miktarı %33 oranında azaltılması durumunda yaş ağırlık 24.4 g'a, %66 oranında azaltılması durumunda 25.0 g'a düşmüştür. Bu sonuca göre uygulanan kimyasal gübre miktarı azaltılmasının yaş ağırlığı düşürdüğü görülmektedir. Gübre miktarı azaltılan uygulamalara bakteri karışımı eklendiği zaman ise yaş ağırlık 26.2 g ve 26.0 g olarak yine kontrol grubuna yakın değerlere yükselmiştir. Bu sonuçlara göre uygulanan

kimyasal gübre miktarı azaltılması vejetatif aksam gelişimini olumsuz etkilerken, gübre kısıtlamasının bakteri uygulaması ile desteklenmesi durumunda bitki gelişimini kontrole yakın değerlerde tutulabildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.4. Bitkinin Toprak Üstü Kısmının Kuru Ağırlığı

Toprak üstü aksam kuru ağırlığı kontrol grubunda 2.20 g ölçülürken, kontrol + bakteri uygulamasında 2.24 g ölçülmüştür. Uygulanan kimyasal gübre miktarı %33 kısıtlandığında 2.14 g'a düşen kuru ağırlık, %66 oranında kısıtlandığında 2.00 g'a düşmüştür. Bunun yanında %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri uygulandığı zaman kuru ağırlık 2.10 g ölçülürken, %66 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri uygulandığında 2.00 g ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlarda istatistiki açıdan önemli bir değişiklik olmadığı görülürken, aynı zamanda bakteri uygulaması ile bitki gelişiminin kontrole yakın seviyede tutulabildiği saptanmıştır (Çizelge 4.2).

4.1.5. Kök Yaş Ağırlığı

Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde kontrol grubunda kök yaş ağırlığı 24.4 g iken bakteri uygulaması ile 25.4 g'a yükselmiştir. %33 daha az gübre uygulaması sonucunda kök yaş ağırlığı 24.0 g olarak ölçülürken, bu uygulamaya bakteri karışımı eklenmesi ile birlikte 25.0 g'a yükselmiştir. %66 gübre kısıtlaması yapılan grupta kök yaş ağırlığı 23.8 g'a düşerken, %66 az gübre + bakteri uygulandığı zaman sonuç yine 23.0 g şeklinde düşük çıkmıştır. Bu sonuçlara göre genel olarak istatistiki açıdan önemli bir artış görülmese de gübre miktarı azalsa dahi bakteri uygulaması ile desteklendiğinde bitki kök gelişiminde gerileme olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.6. Kök Kuru Ağırlığı

Ortalama kök kuru ağırlığı ele alındığında kontrol uygulamasında 1.80 g olan kuru ağırlığı değeri, kontrol + bakteri uygulaması ile 1.76 g olarak belirlenmiştir. %33 gübre kısıtlaması yapıldığında alınan sonuç 1.60 g iken, %33 az gübre + bakteri uygulaması yapıldığında 1.70 g şeklinde kontrol gruba yakın bir değer tespit edilmiştir. %66 gübre kısıtlaması uygulamasında kök kuru ağırlık değeri 1.52 g'a düşerken, %66 az gübre + bakteri uygulaması ile 1.64 g olarak saptanmıştır. Veriler incelendiğinde istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmese de kimyasal gübre uygulaması azaltıldığında bakteri uygulaması ile desteklenirse ortalama kök kuru ağırlık değerlerinin kontrol grubuna yakın seviyelerde tutulabildiği ve bitki kök gelişiminde gerileme olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.2).

4.1.7. Kök Uzunluğu

Bakteri uygulaması kök uzunluğuna etkileri incelendiğinde kontrol grubunda kök uzunluğu 25 cm iken, kontrol + bakteri uygulamasında 24 cm ölçülmüştür. Kök uzunluğunun %33 kimyasal gübre kısıtlaması ile 21 cm'ye düştüğü görülmüştür. Buna karşılık uygulanan kimyasal gübre miktarı %33 oranında azaltılarak bakteri uygulaması ile desteklenmesi durumunda kök uzunluğunun 27 cm'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Bu değer, %66 oranında daha az gübre uygulamasında 20 cm'ye düşerken, %66 az gübre + bakteri uygulamasında ise 25 cm olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre kimyasal gübre kısıtlaması tek başına kök uzunluğunu olumsuz etkilerken, daha az kimyasal gübre uygulanarak bakteri uygulaması ile birlikte gübre kısıtlamasının kök gelişimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.8. Yaprak Alanı

Yaprak alanı kontrol uygulamasında 40.62 cm² iken, kontrol + bakteri uygulamasında 42.83 cm²'ye yükselmiştir. %33 ve %66 gübre kısıtlamaları yapıldığında ise sırasıyla 39.41 cm² ve 37.23 cm² ölçülerek azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanında %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri karışımı uygulandığı zaman yaprak alanının 44.17 cm² ile en yüksek değeri saptanmıştır. %66 gübre kısıtlaması ile bakteri karışımı uygulamasında 43.57 cm² şeklinde kontrole göre daha yüksek bir değer tespit edilmiştir. Yaprak alanında bakteri uygulaması yapılan uygulamalar kontrole göre daha etkili bulunmuştur. Yalnızca gübre miktarı %33 ve %66 azaltılan uygulamalarda yaprak alanı kontrole düşük tespit edilirken, kimyasal gübre miktarı azaltılarak bakteri uygulanan bitkilerin yaprak alanında kontrole göre artış belirlenmiş olup, en etkili sonuç %33 gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri uygulanan bitkilerde elde edilmiştir.

Çizelge. 4.2. Bakteri Uygulamalarının Bitki Özelliklerine Etkisi

Uygulamalar	Ortalama Toprak Üstü Kısım Yaş Ağırlığı (g)	Ortalama Toprak Üstü Kısım Kuru Ağırlığı (g)	Ortalama Kök Yaş Ağırlığı (g)	Ortalama Kök Kuru Ağırlığı (g)	Ortalama Kök Uzunluğu (cm)	Yaprak Alanı (cm²)
Kontrol	26.4	2.20	24.4 ab	1.80 a	25 a	40.6
Kontrol + Bakteri	27.0	2.24	25.4 a	1.76 ab	24 ab	42.8
% 33 Az Gübre	24.4	2.14	24.0 ab	1.60 ab	21 bc	39.4
% 33 Az Gübre + Bakteri	26.2	2.10	25.0 a	1.70 ab	27 a	44.2
% 66 Az Gübre	25.0	2.00	23.8 ab	1.52 b	20 c	37.2
% 66 Az Gübre + Bakteri	26.0	2.00	23 b	1.64 ab	25 a	43.6
P	Ö.D.	Ö.D	*	*	*	Ö.D.

4.1.9. SÇKM ve Titre edilebilir asitlik

Yapılan bu çalışmada, uygulamaların meyvelerde ki SÇKM içeriklerine etkisi Çizelge 4.3.'de verilmiştir. SÇKM değeri kontrol uygulamasında %8.13 olarak bulunurken, kontrol + bakteri karışımı uygulamasında %8.20 olarak belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulaması %33 oranında azaltıldığında %7.47, %33 az gübre + bakteri uygulaması yapıldığında ise %7.10 şeklinde kontrole göre daha düşük değerler tespit edilmiştir. %66 oranında gübre kısıtlaması yapılan grupta kuru madde oranı %7.20 olarak saptanmıştır. %66 oranında azaltılarak bakteri uygulandığında ise %7.97 iken, %66 az gübre + bakteri uygulamasında %7.97 ile kontrole en yakın sonuç alınmıştır. Sonuçlar istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, bitkilere uygulanan gübre miktarı azaltılsa dahi bakteri uygulaması yapıldığında SÇKM değerinde önemli bir düşme olmadığı ve kontrol grubuna oldukça yakın değerlerin ortaya çıktığı görülmektedir.

Çizelge.4.3. Bakteri Uygulamalarının Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı ve Titre Edilebilir Asitlik Üzerine Etkisi

Uygulamalar	SÇKM (%)	Titr. Asit (%)
Kontrol	8.13 a	0.83
Kontrol+ Bakteri	8.20 a	0.84
%33 Az Gübre	7.47 b	0.86
%33 Az Gübre + Bakteri	7.10 c	0.85
%66 Az Gübre	7.20 bc	0.82
%66 Az Gübre + Bakteri	7.97 a	0.81
P	***	Ö.D.

*** : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir.

Ö.D. : İstatistik açıdan önemli değildir.

Yapılan uygulamaların meyvelerde titre edilebilir asitlik içeriklerine etkisi Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Meyve suyunda yapılan toplam asitlik içeriği bakımından ortalamalara bakıldığında, kontrol grubunda asitlik değeri %0.83 ölçülürken, kontrol + bakteri grubunda %0.84 olarak ölçülmüştür. Uygulanan kimyasal gübre miktarı %33 azaltıldığında %0.86, %66 oranında azaltıldığında %0.82 şeklinde tespit edilmiştir. %33 az gübre + bakteri uygulanan grupta asitlik oranı %0.85 ve %66 az gübre + bakteri uygulanan grupta %0.81 olarak sonuç alınmıştır. Elde edilen bu sonuçlar incelendiğinde, istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir.

4.2. Tartışma

Kaliteli ve sağlıklı bir üretim gerçekleştirmek, kuvvetli bir bitkisel gelişim ve verim artışı elde edebilmek için yapılan yoğun tarımsal uygulamalar, büyük ölçüde kimyasal gübre kullanımını gerektirmektedir. Son zamanlarda, çevre ve insan sağlığına dost olduğu düşünülen ve sürdürülebilir tarım sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar ilgi kazanmıştır (Eşitken ve ark 2006, Aslantaş ve ark 2007, Karlıdağ ve ark 2007, Akgül ve Mirik 2008). Burada yaptığımız denemede uygulanan kimyasal gübre miktarı düşürülerek yapılan bakteri uygulamasının, bitki gelişimi (yaprak alanı, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı), verimi (Bitki başına ve dekara verim, ortalama meyve ağrılığı) ve meyve kalite kriterleri (Suda Çözünebilir Kuru Madde ve titre edilebilir asitlik) üzerine etkileri incelenmiştir. İncelenen parametreler bazında önemli olumlu değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Bu konu üzerinde daha önce yapılan araştırmalarda da genel anlamda benzer tespitler yapılmıştır. Bakteri uygulamalarının incelenen bitki gelişimi parametrelerinde meydana getirdikleri artışlar, bakterilerin sahip oldukları azot bağlama, fosfor çözme ve bitki büyümeyi düzenleyicileri üretme kabiliyetleri sayesinde bitkilerin gelişimlerinde meydana getirdiği artışlar verim ve meyve kalitesine de katkı sağlamış olabilir. Bakterilerin bitkilerin bünyelerinde üretmiş oldukları bitki büyümeyi düzenleyicilere ek olarak oksin, sitokinin ve giberellin sentezi yapabilme kabiliyetinden ileri gelebilir (Çakmakçı 2002, Aslantaş ve ark 2007, Eşitken ve ark 2010). Yapılan araştırmalarda kiraz üzerinde BA-8 ve OSU-142 bakteri uygulamalarının ve elmada BA-8, OSU-142 ve BA-8+OSU-142 bakteri uygulamalarının meyve ağırlığını artırdığı bildirilmiştir (Eşitken ve ark 2006, Pırlak ve ark 2007). Benzer şekilde, BA-8, OSU-142, BA-8+ OSU-142 bakteri uygulamalarının kirazda gövde kesit alanı başına verimi artırdığı bildirilmiştir (Eşitken ve ark 2006). Kayısıda yapılan bir araştırmada, tam çiçeklenme döneminde uygulanan OSU-142 bakteri ırkının verimde ağaç başına artış sağlandığı belirlenmiştir (Eşitken ve ark 2002). Starkrimson elma çeşidinde BA-8+OSU-142 uygulaması neticesinde en yüksek gövde kesit alanı başına verimin elde edildiği tespit edilmiştir (Pırlak ve ark 2007).

Denemede kullandığımız N fiksetme özelliğine sahip *Rhizobium* SY-55, P çözme özelliğine sahip *Bacillus* SK-63 ve K çözme özelliğine sahip *Herbaspirillum* SY-48 bakteri ırkları karışım şeklinde uygulanarak verim, bitki gelişimi ve kalite kriterleri üzerinde artış sağladığı görülmüştür. Bu bağlamda bakteri uygulamalarının kimyasal gübre kullanımının azaltılmasına imkân sağlayarak hem maliyetin azalması hem de

önemli çevresel sorunların önüne geçilmesi yönünde fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Elde edilen değerlere bakıldığında, bakterilerin sahip oldukları azot bağlama, fosfor çözme ve bitki büyümeyi düzenleyicileri üretme kabiliyetleri sayesinde bitkilerin vejetatif gelişimlerinde meydana gelen artışlar verim ve meyve kalitesine de katkı sağlamış olabilir.

Bitki büyümesini teşvik edici, inorganik ve organik fosfat çözme özelliğine sahip bakterilerin farklı bitki türlerinde, bitki tohumu veya toprağa aşılanması yöntemleri üzerinde birçok bitki büyümesi çalışması yürütülmüştür. Yapılan araştırmalarda; inorganik veya organik fosfat çözme etkilerine sahip bakterilerin tohum veya toprağa aşılanması ile bitki sel gelişimin artırıldığı ve verimde artış sağlandığı saptanmıştır (Gaur ve Ostwal 1972, Kloepper ve ark 1988, Kucey ve ark 1989). Bu canlı materyallerin fosfat çözebilme özelliklerinin yanında, ürettikleri bitkisel hormonlar, antibiyotik, sideroforez (siderophores) gibi faydalı metabolitler aracılığıyla da büyüme ve gelişme üzerinde çok önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Kloepper ve ark 1989)

Azot-1, Azot-2, Fosfor-1, Fosfor-2, Azot+Fosfor gibi çeşitli bakterilerin, Albion, San Andreas ve Monterey çilek çeşitleri üzerinde, meyvede kalite özellikleri ve verim parametrelerine etkilerini incelemek amacıyla, Iğdır İli Hoşhaber İlçesinde bir çalışma yapılmıştır. Yapılan araştırmaya göre, köklere yapılan bakteri aşılamalarının çilekte meyve verimi ve kalitesi üzerinde faydalı etkilerinin olacağı anlaşılmıştır. Bu bağlamda, iklime uygun çeşit seçimi, dikim zamanı ve yöntemi, gübreleme ve diğer kültürel işlemlerin düzenli olarak sürdürülmesinin yanında büyüme ve gelişme bakımından önemli olan kök bakterilerinin kullanılmasının da bitki gelişimi, meyve verimi ve meyve kalitesini artırmadaki etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Ağgün ve ark 2018).

Bakteri uygulamalarının gövde sayısını olumlu etkilemesi bitki başına meyve sayısı artışı meydana getirmesi verim artışını sağlamış olabilir. Benzer sonuçlar çilek, ahududu, elma, kayısı, vişne ve kiraz da tespit edilmiştir (Eşitken ve ark 2003, Eşitken ve ark 2006, Aslantaş ve ark 2007, Pırlak ve Köse 2010, İpek ve ark 2014, Arıkan ve Pırlak 2016). Tarımda kullanılan biyogübrelerin bitkisel gelişimi ve verimi artırıcı etkilerinin tespit edilmesi üzerinde yapılan incelemelerde, kayısı ve kiraz ağaçlarında, ahududu üzerinde, elma ağacında ve çilek üzerinde aşılama yapılan bakterilerin bitki gelişimi ve verim unsurları üzerinde büyük çapta etkilerinin belirlenmiştir (Eşitken ve ark 2003, Orhan ve ark 2006, Karlıdağ ve ark 2007, Pırlak ve ark 2007, Güneş ve ark

2009). Bakteriler, incelenen bazı büyüme parametrelerini doğrudan etkilerken bazı parametreleri ise dolaylı olarak etkilemiş olabilirler (Akhtar ve Siddiqui 2010).

Bitki büyümesini uyarıcı Oksin, sitokinin ve giberellin hormonlarının meyve tutma oranı ve gelişimini artırdığı bildirilmiştir (Davies 2004). Birçok incelemede etkinliği araştırılan mikroorganizmalar; asimbiyotik azot fiksasyonu, indol-3-asetik asit, gibberallik asit ve sitokininler, gibi bitki büyümesini olumlu yönde etkileyen bazı bitkisel hormonları sentezleme bunun yanısıra bitkileri birçok bitki patojenine karşı koruma özelliklerine sahiptirler. Bu sayede direkt ve indirekt yollarla bitki ve kök gelişimi üzerinde ümit verici sonuçlar ortaya konulmaktadır (Dobbelaere ve ark 2001, García de Salamone ve ark 2001, Gutiérrez- Mañero ve ark 2001, Kotan 2002, Jeon ve ark 2003, Egamberdiyeva ve Höflich 2004, Lucy ve ark 2004, Şahin ve ark 2004, Zahir ve ark 2004, Canbolat ve ark 2006). Bakterilerin bitki büyümesini teşvik eden hormon üretim özellikleri ile bitki patojenlerini azaltma etkilerinin sürgün gelişimi ve yaprak alanında artış sağlaması sayesinde bitki fotosentez oranında artış meydana gelmekte olup, bu da verim artışı sağlamaktadır. Bu bağlamda bakteri uygulamalarının yaprak alanı üzerinde gösterdiği olumlu etkiler fotosentez etkinliğine katkı sağlamış ve sonucunda meyve kalite kriterlerinde artışlar meydana getirmiş olabilir. Yapılan araştırmalarda çilekte, vişnede, mavi yemişte bakteri uygulamalarının yaprak alanını artırdığı bildirilmiştir (de Silva ve ark 2000, İpek ve ark 2014, Thakur ve ark 2015, Arıkan ve Pırlak 2016).

Bakterilerin sitokinin üretmeleri bitki büyümesini artırmada etkili olurken (Eşitken ve ark 2003, Aslantaş ve ark 2007), bu büyüme sonucunda oksin üretimi artarak bitkilerde kök yüzey alanının artmasını, kök yüzey alanının artması ise bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alımını artırmış olabilir. Artan su ve besin maddesi bitki gelişimine katkı sağlayarak toprak üstü ve toprak altı organların gelişmesine katkı sağlamıştır. Kök yüzey alanının artışı daha önce yapılan çalışmalarla da bildirilmiştir (Delfin ve ark 2015, Rueda ve ark 2016). Kök yüzey alanı ile bitki toprak üstü organlarının gelişmesi bitki ve kökün yaş ve kuru ağırlıklarını artırmıştır. Farklı bitkiler üzerinde BBAR uygulamalarının etkinliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen birçok çalışmada çoğunlukla bakterilerin yaprak alanını ve bitkisel gelişimi artırdığına dair olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalarda ahudududa M-3 ve M-3+OSU142; çilekte M-3+OSU-142 bakteri inokulasyonlarının yaprak alanını artırdığı ifade edilmiştir (Orhan ve ark 2006, Eşitken ve ark 2010). Yaban mersininde *Pseudomonas fluorescens* Pf 5 bakteri aşılamasının, Selva çilek çeşidinde BA-8,

OSU142, M-3 bakterilerinin yaprak+kök aşılamasının yaprak alanında artış sağladığı, Sweet Charlie çeşidinde ise bakteri uygulaması sonuçlarının istatistiki açıdan önemsiz bulunduğu bildirilmiştir (de Silva ve ark 2000, Pırlak ve Köse 2010).

Bakteri uygulamalarının meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarına etkilerinin incelendiği araştırmalarda farklı tespitler yapılmıştır (Eşitken ve ark 2006, Orhan ve ark 2006, Eşitken ve ark 2010). Mikroorganizma aşılamalarının kuru madde miktarı içeriğine etkileri önemsiz bulunurken; (Pırlak ve Köse 2010) çilekte BA-8, OSU142 ve M-3 bakterilerinin kökten yapılan uygulamalarının SÇKM içeriğinde artış sağladığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde (Karlıdağ ve ark 2007) Granny Smith elma çeşidinde uygulanan FS01 ve M3+OSU-142+FS01 bakteri ırklarının etkilerini önemli ölçüde olduğunu ve SÇKM'yi artırdığını saptamışlardır.

Titre edilebilir asitlik miktarının incelendiği çalışmalara bakıldığında; 2014-2015 yıllarında Konya'da yürütülen bir çalışmada, Heritage ahududu (*Rubus idaeus L.*) fidanlarının köklerine uygulanan A18, FF1, MFDCa-1, MFDCa-2, M3, 637Ca bakteri ırklarının bitki gelişim parametreleri (ortalama sürgün boyu, ortalama sürgün sayısı, gövde çapı, yaprak alanı, kök uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık), verim (toplam verim, ortalama meyve sayısı, ortalama meyve ağrılığı) ve meyve kalite kriterleri (pH, SÇKM, toplam asitlik, askorbik asit ve antosiyanin içeriği) üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteri uygulamalarının verim üzerine etkileri incelendiğinde, tüm uygulamaların kontrol grubuna göre verim artışı gösterdiği tespit edilmiştir. Bitkilerde en fazla verim artışı yaklaşık %104 oranı ile MFDCa-1 (304.65 g) uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalara ait meyve sularında yapılan titre edilebilir asitlik analizlerinde, en yüksek pH 637Ca (3.48) bakteri uygulamasından elde edilirken, çözünebilir kuru madde miktarında en yüksek değer MFDCa-2 (%13.60) uygulamasında saptanmıştır. Meyve suyunda yapılan toplam asitlik içeriği bakımından FF1 (%6.76), MFDCa-2 (%6.79) ve M3 (%7.55) bakteri izolatları uygulamaları en yüksek değere sahip olmuşlardır. Yapılan araştırmadan alınan sonuçlara göre biyolojik gübre olarak tabir edilen BBAR'lerin uygulanması ile bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi özelliklerinde artış sağlanarak, faydalı ve ekonomik sonuçlar elde edilmiştir (İpek ve ark 2014). (Karakurt 2006) Starking Delicious elma çeşidinde uygulanan bakteri inokulasyonlarının kontrol sonuçlarına kıyasla elmadaki titre edilebilir asitlik miktarı içeriğini düşürdüğünü bildirmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Antalya'nın Serik İlçesinde ısıtmasız çiftçi serasında yapılan bu çalışmada toprakta çeşitli etkileşimler gösteren, bitki gelişimini teşvik eden, verim artırıcı özelliklere sahip olduğu düşünülen yararlı bakterilerin örtü altı tarımında çilekde bitkisel gelişim, verim ve kalite parametrelerine sağladıkları etkiler araştırılmıştır. İncelenen Festival çilek çeşidi üzerinde, %33 ve %66 oranlarında kimyasal gübre kısıtlaması ile birlikte karışım şeklinde uygulanan N fiksetme özelliğine sahip *Rhizobium* SY-55, P çözme özelliğine sahip *Bacillus* SK-63 ve K çözme özelliğine sahip *Herbaspirillum* SY-48 bakteri ırkları, verim ve kalite anlamında incelenen parametrelerin bir kısmında genel olarak kontrole göre belirli bir artış sağlarken bir kısmında ise kontrole yakın seviyelerde sonuçlar alınmasını sağlamıştır.

Yapılan verim ve ortalama meyve ağırlığı parametreleri ölçümlerinde en etkili uygulama %33 oranında kimyasal gübre kısıtlaması ile birlikte bakteri karışımı uygulanan grupta elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda kontrol grubuna göre %30 artış sağlanmıştır. Bu bağlamda araştırma sonuçlarına göre, kimyasal gübre uygulaması azaltılarak, bakteri uygulanan çilek bitkilerinin, verim ve kalite kriterlerinde düşme olmadığı gibi artış sağlandığı görülmüştür.

Bitki gelişim parametreleri (toprak üstü bitki yaş ağırlığı-bitki kuru ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı, yaprak alanı, kök uzunluğu) ölçüm sonuçlarına bakıldığında, uygulanan gübre miktarı azaltılıp, bakteri uygulaması yapılan gruplarda kontrole yakın seviyelerde gelişim görülmüştür. Kalite kriterleri (SÇKM, titre edilebilir asitlik) incelendiğinde elde edilen bulgular SÇKM miktarına bakteri uygulamalarının olumlu etki sağladığı, asitlik miktarı üzerinde ise önemli bir istatistiki artış göstermediği tespit edilmiştir.

Meyve yetiştiriciliğinde verimin ve bitki gelişiminin artırılmasında en önemli etkenler yetiştirme tekniği ile ilgili doğru yapılan uygulamalardır. Yetiştiricilikte kullanılan söz konusu bu uygulamalar içerisinde ise gübreleme, bitki gelişim parametreleri üzerinde en büyük etkiye sahip bir etkendir. Ticari ve organik kaynaklı gübrelemeler verim artışı amacıyla en fazla kullanılan unsurlardır (Aksoy ve Altındişli 1998). Bu anlamda yaptığımız çalışmada uygulanan, kimyasal gübre miktarının azaltılması ile birlikte bakteri uygulamalarının verim ve kalite anlamında etkin sonuçlar verdiği, incelenen tüm parametrelerde arzu edilen etkiler oluşturduğu saptanmıştır.

Son yıllarda biyolojik gübrelerin özellikle verim ve kalite artırma amaçları ile bitkisel üretimde kullanımı giderek artış göstermiştir. Bu mikroorganizmaların, bitkilerin büyüme ve gelişme aktivitelerini en etkin şekilde gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan besin maddelerinin temin edilmesi ve bu maddelerin alınmasında büyük bir rolü olduğu bilinmektedir (Rodríguez ve Fraga 1999, Köse ve Pırlak 2002). Hem dünya çapında, hem de ülkemizde meyve yetiştiriciliğinde gereğinden fazla kimyasal gübre kullanımı maalesef oldukça yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bununla beraber birim alandan daha fazla ürün etme arzusu sebebiyle, aşırı düzeyde azotlu gübre kullanımı yapılmakta olup, bu durum yıkanma ile yeraltı sularında nitrat ve nitrit birikiminin artmasına neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı çevre kirliliğine neden olan ve insan sağlığını olumsuz etkileyen konvensiyonel tarım tekniklerindeki kimyasal kullanımının olabildiğince en aza indirildiği sürdürülebilir tarım uygulamaları ve sonuçta elde edilen organik ürünlere olan rağbet gelişmiş ülkelerde gün geçtikçe artmaktadır (Köse ve Pırlak 2002).

Doğru çevre koşulları ve bu koşullara uygun bitki tercihi durumunda bitki gelişimini artıran bakteriler gerçek ve olumlu etkiler göstermektedir. Artrobacter, Azoarcus, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia ve Rhizobia familyalarına ait bakteri türlerinin en çok tercih edilen kültür bitkilerinde bitki gelişimi ve verimini artırdığı bildirilmiştir (Burdman ve ark 2000). Özellikle Azotobacter ve Azospirillum türlerinin önemli seviyede verim yükselişi sağladığı belirlenmiştir. Gelecekte hangi çevre koşulları ve bitkilerde hangi özelliklere sahip mikroorganizmaların kullanılması gerektiği ve uygun etkinlikte bakterilerin seçim ve formülasyonu net bir şekilde tanımlanmalıdır.

Tarımsal üretimde verim artışı sağlanması için, fazla miktarda yapılan kimyasal gübre uygulamalar nedeniyle ortaya çıkan olumsuz etkilerin yok edilmesi amacıyla detaylı çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle yoğun azot kullanımı ve bunun yanısıra yapılan mineral gübre uygulamalarının neden olduğu yeraltı suları kirliliği, yine belirli şartlarda kimyasal bileşiklerin neden olduğu sera etkisi ve ozon tabakasını olumsuz etkilemesi nedeniyle, çevreye faydalı ve toprak dengesini bozmayan hatta daha da iyileştiren tarımsal uygulamalar gerekmektedir. Bu bağlamda son yıllarda bitki gelişimini uyaran ve bitki sağlığını koruyan mikrobiyolojik materyaller olan biyolojik gübreler, bitkinin ihtiyacı olan besin elementlerini karşılayabilecek olan kaynaklar olarak değerlendirilmektedir. Biyogübre amacıyla kullanılacak bakterilerin; ucuz, kolay temin edilebilir ve uygulanabilir olması, aynı zamanda yüksek metabolik aktivite

göstermesi ve depolanma koşullarının uzun süreli olması gerekmektedir. Biyolojik gübrelerin fazla sayıda yarayışlı mikroorganizma içermesi için araştırmalar yapılmalıdır. Ayrıca etkin ve yeni kombinasyonlarının oluşturulması ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir (Küçük ve Güler 2009).

5.2 Öneriler

Bu araştırma sonucunda elde edilen parametreler ışığında serada yetiştirilen çilekte bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler kullanılarak gübre kullanımını etkinleştirdiği, büyüme, gelişme ve verimin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. %33 oranında daha az gübre uygulaması ile birlikte bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin uygulanmasının, tarımsal üretimde kullanılan sentetik kimyasal girdisinin azaltılmasına imkân sağlayarak, üretim maliyetinin düşürülmesi, ekonomi, çevre ve insan sağlığı açısından faydalı olacağı söylenebilir. Dolayısıyla bu bakterilerin kimyasal gübre yerine kullanımı tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu Y, 1986. Üzümsü Meyveler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Basımevi, Ankara, s, 143, 290.

Ağgün Z, Geçer MK, Aslantaş R, 2018. Bazı Çilek Çeşitlerinde Kök Bakterisi Uygulamalarının Meyve Verimi ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4, 1, 20-5.

Akgül D, Mirik M, 2008. Biocontrol of Phytophthora capsici on pepper plants by Bacillus megaterium strains. Journal of Plant Pathology, 29-34.

Akhtar MS, Siddiqui ZA, 2010. Role of plant growth promoting rhizobacteria in biocontrol of plant diseases and sustainable agriculture. In: Plant growth and health promoting bacteria. Eds: Springer, p. 157-95.

Aksoy U, Altındişli A, 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO) Yayınları, Bornova-İzmir, 125.

Anonim, 2010. Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına dair Yönetmelik. 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmî Gazete.

Antoun H, Prévost D, 2006. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. PGPR: Biocontrol and Biofertilization, 1-38.

Arıkan Ş, 2012. Bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin (BBAR) vişnede bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arıkan Ş, 2017. Faydalı rizobakteri uygulamalarının tuzlu toprak şartlarında elma ve kirazda etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arıkan Ş, Pırlak L, 2016. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, yield and fruit quality of sour cherry (Prunus cerasus L.). Erwerbs-obstbau, 58, 4, 221-6.

Aslantaş R, Çakmakçı R, Şahin F, 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia horticulturae, 111, 4, 371-7.

Aslantaş R, Karakurt H, Köse M, Özkan G, Çakmakçı R, 2009. Bazı bakteri ırklarının çilekte fide üretimine etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kahramanmaras, 50-8.

Barazani O, Friedman J, 2000. Effect of exogenously applied L-tryptophan on allelochemical activity of plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Journal of Chemical Ecology, 26, 2, 343-9.

Bashan Y, de-Bashan LE, 2002. Protection of tomato seedlings against infection by Pseudomonas syringae pv. tomato by using the plant growth-promoting bacterium Azospirillum brasilense. Appl. Environ. Microbiol., 68, 6, 2637-43.

Bashan Y, Holguin G, 1997. Azospirillum–plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996). Canadian Journal of Microbiology, 43, 2, 103-21.

Belimov A, Kojemiakov A, Chuvarliyeva Cn, 1995. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria. Plant and Soil, 173, 1, 29-37.

Benítez T, Rincón AM, Limón MC, Codon AC, 2004. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. International microbiology, 7, 4, 249-60.

Burdman S, Jurkevitch E, Okon Y, 2000. Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. Microbial interactions in agriculture and forestry (Volume II), 229-50.

Burdman S, Kigel J, Okon Y, 1997. Effects of Azospirillum brasilense on nodulation and growth of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Soil Biology and Biochemistry, 29, 5-6, 923-9.

Canbolat MY, Bilen S, Çakmakçı R, Şahin F, Aydın A, 2006. Effect of plant growth-promoting bacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. Biology and fertility of soils, 42, 4, 350-7.

Contreras-Cornejo HA, Macías-Rodríguez L, Cortés-Penagos C, López-Bucio J, 2009. Trichoderma virens, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. Plant physiology, 149, 3, 1579-92.

Çakmakçı R, 2002. Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bakteri aşılamalarının şeker pancarı verim ve kalitesine etkisi. II. Şeker Pancarı Üret. Semp, 257-70.

Çakmakçı R, 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36, 1, 97-107.

Çakmakçı R, Dönmez MF, Erdoğan Ü, 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31, 3, 189-99.

Çakmakçı R, Erat M, Oral B, Erdoğan Ü, Şahin F, 2009. Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 84, 4, 375-80.

Çakmakçı R, Erdoğan Ü, 2006. Bitki gelişme promotörü rizobakteri kullanımındaki son gelişmeler: organik tarım perspektif ve uygulamaları. Organik Tarım Kongresi, Yalova, 521-32.

Davies PJ, 2004. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!, Springer Science & Business Media, p.

de Silva A, Patterson K, Rothrock C, Moore J, 2000. Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants. HortScience, 35, 7, 1228-30.

Delfin EF, Rodriguez FM, Paterno ES, 2015. Biomass partitioning, yield, nitrogen and phosphorus uptake of PGPR inoculated tomato (Lycopersicum esculentum L.) under field condition. Philippine Journal of Crop Science (PJCS) August, 40, 2, 59-65.

Dobbelaere S, Croonenborghs A, Thys A, Ptacek D, Vanderleyden J, Dutto P, Labandera-Gonzalez C, Caballero-Mellado J, Aguirre JF, Kapulnik Y, 2001. Responses of agronomically important crops to inoculation with Azospirillum. Functional Plant Biology, 28, 9, 871-9.

Dursun A, Ekinci M, Dönmez MF, 2010. Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (Lycopersicon esculentum L.) and cucumber (Cucumis sativus L.). Pak. J. Bot, 42, 5, 3349-56.

Egamberdiyeva D, Höflich G, 2004. Effect of plant growth-promoting bacteria on growth and nutrient uptake of cotton and pea in a semi-arid region of Uzbekistan. Journal of Arid Environments, 56, 2, 293-301.

Eşitken A, Ercişli S, Şevik İ, Şahin F, 2003. Effect of indole-3-butyric acid and different strains of Agrobacterium rubi on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 1, 37-42.

Eşitken A, Karlıdağ H, Ercişli S, Şahin F, 2002. Effects of Foliar Application of Bacillus subtilis Osu-142 on the Yield, Growth and Control of Shot-Hole Disease (Coryneum blight). 67, 139-42.

Eşitken A, Karlıdağ H, Ercişli S, Turan M, Şahin F, 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (Prunus armeniaca L. cv. Hacihaliloglu). Australian Journal of Agricultural Research, 54, 4, 377-80.

Eşitken A, Pırlak L, Turan M, Şahin F, 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Scientia Horticulturae, 110, 4, 324-7.

Eşitken A, Yıldız HE, Ercişli S, Dönmez MF, Turan M, Güneş A, 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124, 1, 62-6.

Fuentes-Ramirez E, Caballero-Mellado J, (2006). Bacterial Biofertilizers. PGPR: Biocontrol and Biofertlization. Edited by Zaki A. Sıddıqui. P 143-172, Springer, The Netherlands.

Fukui R, Schroth M, Hendson M, Hancock J, Firestone M, 1994. Growth patterns and metabolic activity of pseudomonads in sugar beet spermospheres: relationship to pericarp colonization by Pythium ultimum. Phytopathology, 84, 11, 1331-8.

García de Salamone IE, Hynes RK, Nelson LM, 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. Canadian Journal of microbiology, 47, 5, 404-11.

Gaur A, Ostwal K, 1972. Influence of phosphate dissolving Bacilli on yield & phosphate uptake of wheat crop. Indian journal of experimental biology.

Gutiérrez- Mañero FJ, Ramos- Solano B, Probanza An, Mehouachi J, R. Tadeo F, Talon M, 2001. The plant- growth- promoting rhizobacteria Bacillus pumilus and Bacillus licheniformis produce high amounts of physiologically active gibberellins. Physiologia Plantarum, 111, 2, 206-11.

Güneş A, Ataoğlu N, Turan M, Eşitken A, Ketterings QM, 2009. Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 172, 3, 385-92.

Hancock J, 1999. Strawberries. CAB International. Wallingford, UK.

Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M, 2004. Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature reviews microbiology, 2, 1, 43-56.

Hasrat A, 2006. Agro Technology of Organic Farming. Published by: Grassroots Instıtute c/o Grassroots India Trust 1st Floor, 134.

Hubbell DH, Kidder G, 1998. Biological nitrogen fixation, University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and …, p.

İpek M, Pırlak L, Eşitken A, Dönmez M, Şahin F, 2009. Kireçli topraklarda yetiştirilen çilekte bitki büyümesini artıran bakterilerin (BBAB) verim ve gelişme üzerine etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Kahramanmaraş, 73-7.

İpek M, Pırlak L, Eşitken A, Figen Dönmez M, Turan M, Şahin F, 2014. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. Journal of plant nutrition, 37, 7, 990-1001.

Jeon J-S, Lee S-S, Kim H-Y, Ahn T-S, Song H-G, 2003. Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. The Journal of Microbiology, 41, 4, 271-6.

Kaiser P, 1995. Diazotrophic mixed cultures of Azospirillum brasilense and Enterobacter cloacae. In: Azospirillum VI and Related Microorganisms. Eds: Springer, p. 207-12.

Karakurt H, 2006. Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 86s.

Karlıdağ H, Eşitken A, Turan M, Şahin F, 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae, 114, 1, 16-20.

Kaşka N, Güleryüz M, Kaplankıran M, Kafkas S, Ercişli S, Eşitken A, Aslantaş R, Akçay E, 2005. Türkiye meyveciliğinde üretim hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 519-49.

Kavino M, Harish S, Kumar N, Saravanakumar D, Samiyappan R, 2010. Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (Musa spp.) under field conditions. Applied soil ecology, 45, 2, 71-7.

Kloepper J, Hume D, Scher F, Singleton C, Tipping B, Laliberte M, Frauley K, Kutchaw T, Simonson C, Lifshitz R, 1988. Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rapeseed). Plant Dis, 72, 1, 42-6.

Kloepper JW, Lifshitz R, Zablotowicz RM, 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends in biotechnology, 7, 2, 39-44.

Kotan R, 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen ve saprofitik bakteriyel organizmaların klasik ve moleküler metotlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi. s, 217.

Köse M, Pırlak L, 2002. Avrupa Ülkeleri ve Türkiye'de Organik Tarım. Türk-Koop Ekin Dergisi, 6, 22, 22-8.

Kucey RMN, Janzen H, Leggett M, 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. In: Advances in agronomy. Eds: Elsevier, p. 199-228.

Küçük Ç, Güler İ, 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), 7, 1, 30-42.

Lippi D, Pietrosanti T, Pietrosanti W, 1992. Interactions between Azospirillum and Arthrobacter in diazotrophic mixed culture. Symbiosis, 13, 107-14.

Lucy M, Reed E, Glick BR, 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie van leeuwenhoek, 86, 1, 1-25.

O'connell PF, 1992. Sustainable agriculture-a valid alternative. Outlook on Agriculture, 21, 1, 5-12.

Orhan E, Eşitken A, Ercişli S, Turan M, Şahin F, 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae, 111, 1, 38-43.

Owen D, Williams AP, Griffith GW, Withers PJ, 2015. Use of commercial bio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphrous acquisition. Applied Soil Ecology, 86, 41-54.

Öz A, Kafkas E, 2015. Muhafaza Süresinin 'Festival'Çilek Çeşidi Meyvelerinin Bazı Fitokimyasal Bileşimine Etkisi.

Öztürk A, Çağlar Ö, Şahin F, 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166, 2, 262-6.

Pehluvan M, 2007. Farklı dozlarda sıvı hümik asit uygulamaları ile bakteri (Bacillus Osu-142) uygulamalarının Fern çilek çeşidinde verim, verim unsurları, bitki gelişimi, meyve kalitesi ile bitki besin elementi içerikleri üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi 129s., Erzurum.

Pırlak L, Köse M, 2010. Runner plant yield and quality of strawberry (Fragaria× ananassa Duch.) inoculated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Philippine Agricultural Scientist, 93, 1, 42-6.

Pırlak L, Turan M, Şahin F, Eşitken A, 2007. Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element contents of leaves. Journal of sustainable agriculture, 30, 4, 145-55.

Polat M, 2005. Ankara (Ayaş) Koşullarında Organik Çilek Yetiştiriciliği Olanaklarının Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Rodríguez H, Fraga R, 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology advances, 17, 4-5, 319-39.

Rueda D, Valencia G, Soria N, Rueda BB, Manjunatha B, Kundapur RR, Selvanayagam M, 2016. Effect of Azospirillum spp. and Azotobacter spp. on the growth and yield of strawberry (Fragaria vesca) in hydroponic system under different nitrogen levels. J Appl Pharma Sci, 6, 01, 048-54.

Saber M, 2001. Clean biotechnology for sustainable farming. Engineering in life sciences, 1, 6, 217-23.

Sezer L, 2010. Mardin ili Kızıltepe ilçesinde organik çilek yetiştiriciliği olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Adana.

Siddiqui ZA, 2005. PGPR: prospective biocontrol agents of plant pathogens. In: PGPR: biocontrol and biofertilization. Eds: Springer, p. 111-42.

Srinivasan M, Holl F, Petersen D, 1996. Influence of indoleacetic-acid-producing Bacillus isolates on the nodulation of Phaseolus vulgaris by Rhizobium etli under gnotobiotic conditions. Canadian Journal of Microbiology, 42, 10, 1006-14.

Staudt G, 1989. The species of Fragaria. The taxanomy and geographical distribution. Acta Horticulturae, 439, 55-62.

Sudhakar P, Chattopadhyay G, Gangwar S, Ghosh J, 2000. Effect of foliar application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on leaf yield and quality of mulberry (Morus alba). The Journal of Agricultural Science, 134, 2, 227-34.

Şahin F, Çakmakçı R, Kantar F, 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N 2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and soil, 265, 1-2, 123-9.

Tchebotar V, Kang U, Asis Jr C, Akao S, 1998. The use of GUS-reporter gene to study the effect of Azospirillum-Rhizobium coinoculation on nodulation of white clover. Biology and Fertility of Soils, 27, 4, 349-52.

Thakur S, Mehta K, Sekhar RS, 2015. Effect of GA3 and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, yield and fruit quality of strawberry, Fragaria x ananassa Duch cv Chandler. International Journal of Advanced Research, 3, 11, 312-7.

Türemiş N, Özgüven A, Paydaş S, 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Adana, 25.

Vinale F, Ambrosio GD, Abadi K, Scala F, Marra R, Turrà D, Woo SL, Lorito M, 2004. Application of Trichoderma harzianum (T22) and Trichoderma atroviride (P1) as plant growth promoters, and their compatibility with copper oxychloride. 30, 2-8.

Vinale F, Marra R, Scala F, Ghisalberti E, Lorito M, Sivasithamparam K, 2006. Major secondary metabolites produced by two commercial Trichoderma strains active against different phytopathogens. Letters in Applied Microbiology, 43, 2, 143-8.

Wacker TL, Safir GR, Stephenson SN. Evidence for succession of mycorrhizal fungi in Michigan asparagus fields. VII International Asparagus Symposium 271, 273-8.

Yıldırım E, Turan M, Dönmez MF, 2008. Mitigation of salt stress in radish (Raphanus sativus L.) by plant growth promoting rhizobacteria. Roumanian Biotechnol Lett, 13, 3933-43.

Yıldırım E, Turan M, Ekinci M, Dursun A, Çakmakçı R, 2011. Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. Sci Res Essays, 6, 20, 4389-96.

Zahir ZA, Arshad M, Frankenberger WT, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81, 1, 97-169.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tuğçe SELVİ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : ÇANKAYA / 1988
Telefon : 537 251 99 69
Faks :
e-mail : tugceslvv gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Muratpaşa Lisesi, Muratpaşa, Antalya	2005
Üniversite	:	Atatürk Üniversitesi, Yakutiye, Erzurum	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	Devam ediyor
Doktora	:	----------	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010	**Grow Fide**	**Ziraat Mühendisi**
2013	**İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Antalya/Serik**	**Ziraat Mühendisi**

YABANCI DİLLER

İngilizce