

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAZI BAKTERİ  
UYGULAMALARININ ÖRTÜ ALTI VE AÇIK  
ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILMA  
İMKÂNLARI**

**Halil İbrahim TUZLACI**

**Yüksek Lisans Tezi  
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı  
Doç. Dr. Yaşar ERTÜRK  
2014  
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAZI BAKTERİ  
UYGULAMALARININ ÖRTÜ ALTI VE AÇIK ÇİLEK  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILMA İMKÂNLARI**

**Halil İbrahim TUZLACI**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**ERZURUM  
2014**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAZI BAKTERİLERİ  
UYGULAMALARININ ÖRTÜ ALTI VE AÇIK ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
KULLANILMA İMKÂN LARI**

**Doç. Dr. Yaşar ERTÜRK** danışmanlığında, Halil İbrahim TUZLACI tarafından hazırlanan bu çalışma 27/01/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI

İmza :

Üye : Doç. Dr. Yaşar ERTÜRK

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

**Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU**  
Enstitü Müdürü

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

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### **BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAZI BAKTERİ UYGULAMALARININ ÖRTÜ ALTI VE AÇIK ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILMA İMKÂNLARI**

Halil İbrahim TUZLACI

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yaşar ERTÜRK

Bu çalışma, 2010 ve 2011 yıllarında Erzincan ili Çayırılı İlçesinde yürütülmüştür. Araştırmada; örtü altı ve açıkta organik koşullarda bazı bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin (*B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. agglomerans* RCYE58,) Fern çilek çeşidinin verim ve kalite üzerine etkilerini ve en uygun bakteri kombinasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Fidelerin kökleri dikim öncesi bakteri izolatları ile hazırlanan solüsyonlara daldırılarak bekletilmiş, dikim sonrası artakalan solüsyonlar kök rizosferlerine eşit miktarlarda enjekte edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda yılların genel ortalamasına göre en fazla yaprak alanı 25,28cm<sup>2</sup> ile *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 uygulamasından elde edilirken, bitki başına en yüksek meyve verimi 99,68g ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama meyve ağırlığının en iyi olduğu uygulama 6,70g ile *S. acidaminiphila* RCYE47 uygulaması iken en fazla toplam meyve verimi 1155g ile *B. pyrrocinia* RCYE64 uygulamasından elde edilmiştir. Meyvedeki kimyasal içerik açısından en yüksek suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı yılların genel ortalaması (%23,07) ve 1. yıl sonunda (%12,43) *P. polymyxa* RCYE283 uygulamasından elde edilirken, Askorbik asit içeriği bakımından yılların genel ortalaması (84mg/100g) ve 1. yıl sonunda (1000ppm) ile *Bacillus pumilus* uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada; bakteri uygulamalarının örtü altında ve açık alanda çilek yapraklarının makro ve mikro besin elementi içeriklerinin büyük bir kısmında artış sağladığı, bu artışların da istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

**2014, 67 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** PGPR, Çilek, Organik, Verim, Kalite.

## ABSTRACT

Master Thesis

### THE USING FACILITIES OF APPLICATION OF PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA IN STRAWBERRY CULTURE ON GREENHOUSE AND FIELD CONDITIONS

Halil İbrahim TUZLACI

Ataturk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK

This study was carried out in Çayırılı District, Erzincan during 2010 and 2011. In this study it is determined that the effects of some plant growth-promoting rhizobacterial strains applications to yield and quality characteristics of strawberry Fern cv under cover and field conditions organically. Also, we aimed to determine appropriate bacterial combinations for organically strawberry culture in the plateau regions. Root rhizosphere Frigo strawberry seedlings' were inoculated in bacterial solutions for one hour and then remaining bacterial solutions was injected in to the root zone after planting. According to the two-year average, the highest leaf area (25,28 cm<sup>2</sup>) was obtained from *Bacillus subtilis*+*Stenotrophomonas acidaminiphila* application and highest yield per plant (99,68 g) was obtained from *Bacillus pumilus*+*Pantoea agglomerans* application. While, the highest average fruit wiehgt (6,70g) was obtained from *Stenotrophomonas acidaminiphila* application, the highest total fruit yield (1155g) was obtained from the *Burkholderia pyrrocinia* application. In terms of the fruit chemical contetnts; the highest amount of the general average fruit soluble solids (TSS) (23.07%) was obtained from *Paenibacillus polymyxa* application, while the highest ascorbic acid content of the two-year average (840ppm) was determined in *Bacillus pumilus* application. In this study;bacterial application increased leaf nutrient content and, these increases have been found to be important statistically.

**2014, 67 pages**

**Keywords:** PGPR, Strawberry. Organic, Efficiency, Qualification

## **TEŞEKKÜR**

Araştırma konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve yazımı sırasında çalışmalarımı yönlendiren ve destek olan başta değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Yaşar ERTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında bilgilerine başvurduğum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyeleri Sayın Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ, Sayın Doç. Dr. H. Çağlar KAYMAK, Sayın Doç. Dr. Rafet ASLANTAŞ ve diğer öğretim elemanlarına, ayrıca tezi gerektirdiği analizleri yapmamda katkı sağlayan Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat MYO Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali ATASEVER ve Yeditepe Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Metin TURAN'a teşekkürü borç bilirim. Tez çalışmam boyunca benden desteğini esirgemeyen arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Yusuf Emre HACIBEKTAŞOĞLU'na ve her zaman manevi desteklerini yanımda hissettiğim kıymetli aileme teşekkürü borç bilirim.

**Halil İbrahim TUZLACI**

**Ocak, 2014**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>7</b>
2.1. Meyvecilikte Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteriler le (PGPR) İlgili Çalışmalar.....	7
2.2. Çilek Yetiştiriciliğinde Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerle (PGPR) İlgili Çalışmalar.....	15
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Bakteri izolatları.....	19
3.1.2. Fide.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. PGPR süspansiyonu hazırlığı ve uygulanması.....	23
3.2.2. Verim ile ilgili değerlendirmeler.....	24
3.2.2.a. Bitki başına verim (g).....	24
3.2.2.b. Ortalama meyve ağırlığı (g).....	24
3.2.2.c. Toplam meyve verimi (g).....	24
3.2.3. Çilekte meyvenin kimyasal bileşimi ile ilgili özelliklerin belirlenmesi.....	24
3.2.3.a. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriğinin belirlenmesi.....	24
3.2.3.b. Askorbik asit (C vitamini) tayini.....	24
3.2.4. Yaprığın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi.....	25
3.2.4.a. Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ).....	25
3.3. Araştırma Alanının Özellikleri.....	25
3.3.1. Coğrafi özellikleri.....	25

3.3.2. İklim özellikleri .....	26
3.3.3. Sıcaklık .....	26
3.3.5. Yağış.....	27
3.3.6. Deneme süresince ölçülen iklim değerleri .....	27
3.3.7. Deneme parselinin toprak yapısı .....	29
3.4. İstatistik Analizler .....	30
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>31</b>
4.1. Bitki Yaprak Alanı .....	31
4.2. Bitki Başına Meyve Verimi (g) .....	33
4.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g).....	35
4.4. Toplam Meyve Verimi (g) .....	37
4.5. Meyvede Suda Çözülebilir Kuru Madde (SÇKM %) .....	39
4.6. Meyvede Askorbik asit (C vitamini) içeriği.....	41
4.7. Çilek Yapraklarında Makro ve Mikro Element Miktarları (ppm).....	43
4.7.1. Fosfor (P) (%).....	43
4.7.2. Potasyum (K) (%).....	44
4.7.3. Kalsiyum (Ca) (%) .....	45
4.7.4. Magnezyum (Mg) (ppm) .....	47
4.7.5. Kükürt (S) (ppm) .....	48
4.7.6. Bakır (Cu) (ppm) .....	49
4.7.7. Demir (Fe) (ppm) .....	51
4.7.8. Manganez (Mn) (ppm).....	52
4.7.9. Bor (ppm) .....	53
4.7.10. Sodyum (Na) (ppm).....	55
4.7.11. Çinko (Zn) (ppm) .....	57
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>59</b>
5.1. Verim ve Kalite Kriterleri .....	59
5.1.1. Bitki başına verim, ortalama meyve ağırlığı ve toplam meyve verimi .....	59
5.1.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) .....	60
5.1.3. Askorbik asit (C vitamini) içeriği.....	60
5.2. Yaprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	60
5.2.1. Yaprak alanı .....	60

5.2.2. Yaprak makro ve mikro element içerikleri.....	61
KAYNAKLAR .....	63
ÖZGEÇMİŞ .....	68

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
g	Gram
Ha	Hektar
L	Litre
M	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
°C	Santigrat derece
ppm	Milyonda bir
t	Ton
%	Yüzde
%	Yüzde
μ	Mikro

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Rizobakterilerin bitki büyümesindeki etki mekanizmasının gösterilmesi.....	5
Şekil 3.1. Deneme alanı genel görünüş (Orjinal).....	22
Şekil 3.2. Çayırılı İlçesi genel görünüş.....	22
Şekil 3.3. Ortalama sıcaklık ve neme ait 2010 yılı değerleri.....	28
Şekil 3.4. Ortalama sıcaklık ve neme ait 2011 yılı değerleri.....	28
Şekil 3.5. 2010 ve 2011 yıllarına ait en yüksek sıcaklık değerleri.....	29
Şekil 3.6. 2010 ve 2011 yıllarına ait en düşük sıcaklık değerleri.....	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan izoltlara ait bazı laboratuvar test sonuçları .....	20
Çizelge 3.2. Deneme alanının toprak yapısı .....	30
Çizelge 4.1. Bakteri uygulamalarının yaprak alanına olan etkisi (cm <sup>2</sup> ).....	32
Çizelge 4.2. Bakteri uygulamalarının bitki başına meyve verimine etkisi (g).....	34
Çizelge 4.3. Bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığına etkisi (g) .....	36
Çizelge 4.4. Bakteri uygulamalarının toplam meyve verimine etkisi (g) .....	38
Çizelge 4.5. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde SÇKM oranına olan etkileri (%) .....	40
Çizelge 4.6. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde askorbik asit miktarına etkileri (mg/100g) .....	42
Çizelge 4.7. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki fosfor (P) içeriğine olan etkileri .....	44
Çizelge 4.8. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki potasyum (K) içeriğine olan etkileri .....	45
Çizelge 4.9. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kalsiyum (Ca) içeriğine olan etkileri .....	46
Çizelge 4.10. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki magnezyum (Mg) içeriğine olan etkileri.....	48
Çizelge 4.11. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kükürt (S) içeriğine olan etkileri.....	49
Çizelge 4.12. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki bakır (Cu) içeriğine olan etkileri.....	50
Çizelge 4.13. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki demir (Fe) içeriğine olan etkileri.....	52
Çizelge 4.14. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki mangan (Mn) içeriğine olan etkileri.....	53
Çizelge 4.15. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarında bor (B) miktarına etkileri ..	54
Çizelge 4.16. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki sodyum (Na) içeriğine olan etkileri.....	56

<b>Çizelge 4.17.</b> Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki çinko (Zn) içeriğine olan etkileri.....	58
---	----

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu iklim ve toprak koşulları sayesinde çok sayıda meyve türü ve çeşidi yetiştirme imkânına sahiptir. Ekolojik avantajlar nedeniyle bugün ülkemiz; gerek meyve tür ve çeşit sayısı, gerekse üretim miktarı bakımından dünyanın önemli meyve üretici ülkeleri arasında yer almaktadır.

Ülkemiz coğrafyasında yayılış alanı bulan önemli meyve türlerinden birisi de çilektir. İlk zamanlarda orman çileği olarak bilinen *Fragaria vesca* ile yetiştiriciliği yapılmış olan bu meyve türü, 1970'li yıllardan itibaren ülkemizde ekonomik anlamda yetiştirilmeye başlamıştır (Yılmaz 2009). Özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara kıyı şerisinde yetiştiriciliği yapılan çilek, zamanla Karadeniz Bölgesi'ne, iç ve doğu bölgelerimize de kaymış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Birçok farklı iklim bölgelerini bir arada bulunduran ülkemiz, hem erken hem de geççi çilek yetiştiriciliği için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu anlamda yılın ilk turfanda çilekleri Akdeniz bölgesinde alçak ve yüksek tünellerde yetiştirilirken, son turfanda çilek üretimi rakımı yüksek karasal iklimin hâkim olduğu yerlerde yapılabilmektedir (Aslantaş ve Güteryüz 2004).

Üzümsü meyveler içinde en önemli yeri tutan çilek (*Fragaria* spp.) bitkisi otsu, fakat çok yıllık bir bitkidir (Ağaoğlu 1986). Çilek; Rosales takımı, Rosaceae familyası, *Fragaria* cinsi içerisinde yer alır ve yaklaşık 2000 yıldan beri insanoğlu tarafından yetiştirilen bir türdür. Ticari olarak kültürü yapılan *Fragaria x ananassa* ise 250 yıllık bir geçmişe sahiptir (Hancock 1999).

Dünya üzerinde birbirinden çok farklı ekolojik şartlarda ve geniş bir alanda yetiştirilebilen bir tür olan çilek, özel sulama düzeni ve gölgeleme ile beraber çöl alanlarında, yarı tropik yerlerde, ekvatora yakın yerlerde 3500 m yükseklikteki alanlarda, -45°C'ye kadar hava sıcaklığının düştüğu bu yerlerin yanısıra (kar örtüsünün olması durumunda) yaz aylarında kuzey kutbuna yakın yerlerdeki devamlı aydınlık

bölgelerde, 12 saatlik aydınlanmaya sahip Ekvatordaki bölgelerde dahi yetiştirilebilmektedir (Ağaoğlu 1986; Yılmaz 2009). Çileğin bu derece büyük yayılma alanına sahip olmasının en önemli nedeni, geniş adaptasyon kabiliyetine sahip çeşit zenginliği gösterilmektedir.

Çilek meyvesi gerçek bir meyve olmayıp, yenilen kısım 40-60 kadar dişi organın (pistil) birleştiği çiçek tablasının etlenmesi suretiyle oluşmaktadır (Ağaoğlu 1986; Anonim 2006a). Taze meyve olarak tüketimi yanında; reçel, marmelat, meyve suyu, dondurma ve pasta sanayisinde de çokça kullanım alanı bulmaktadır. Diğer birçok meyve türünün henüz pazarda bulunmadığı aylarda pazarda bulunabilmesi, lezzetli bir meyve olması yanında, C vitamini ve mineral madde içeriğinin yüksek oluşu, bu meyvenin bilinçli tüketici kitlesi bulunan pazarlarda yaygın olarak talep edilmesini sağlamaktadır. Enerji, protein, yağ ve karbonhidrat açısından fakirdir. Bununla birlikte mineraller, vitaminler, fenolik bileşikler ve organik asitlerce zengin bir niteliğe sahiptir. Özellikle çilek meyvelerindeki ellagic asit içeriklerinin yüksek olması antikanserojen özelliklerini de ifade etmektedir. Bu asidin antikanserojen, antioksidant, antibakteriyel ve antiviral etkileri nedeniyle sağlık için oldukça faydalı olduğu bildirilmektedir (Yılmaz 2009). Gerek meyveleri, gerek yaprakları (idrar söktürücü, ishal kesici, romatizma iyileştirici iltihap giderici gibi amaçlarla kullanılır) gerekse köklerinden (ishali kesmek, bağırsak iltihaplarını iyileştirmek gibi) farklı amaçlarla yararlanılmaktadır (Anonim 2006b; Karadeniz 2006).

Dünya genelinde çilek üretim miktarı 2011 yılı itibariyle 4.308.179 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin yaklaşık %30 luk kısmı (1.312.960 ton) ABD tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla Türkiye (302.416 t), İspanya (262.730 t) ve Mısır (240,284 t) takip etmiştir (Anonim 2011). Ülkemizde çilek üretimi son on yıl içerisinde hızlı ve istikrarlı bir şekilde düzenli olarak artış göstermiştir. Nitekim yıllar itibariyle 2000 yılında 130.000 ton olan üretim değeri 2007 yılında 239.000 ton ve nihayet 2011 yılında ise 119.670 dekar alandan 302.416 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2012). Ülkemize ait istatistikî veriler incelendiğinde, çilek yetiştiriciliğinin bölgelerimizin hepsinde ve illerimizin büyük çoğunluğunda yapıldığını görmekteyiz.

Üretim miktarı en fazla olan ilimiz Mersin (142.000 ton) olup, bu ilimizi sırasıyla Bursa (34.854 ton), Antalya (27.439 ton) ve Aydın (26.600 ton) illeri izlemektedir. Ürettiğimiz çileğin ihracat oranı da yıllar itibariyle hızla artmaktadır. Nitekim 2010 yılı verilerine göre bir önceki yıla göre ihracat miktarı % 11 oranında artarak 26.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretilen çileğin yaklaşık 10.000 tonluk kısmı ise organik ürün olarak yetiştirilmiştir. Organik çilek üretimi Adana, Amasya, Bolu, Bursa, Çanakkale, Düzce, Erzincan ve Konya gibi illerde yoğunlaşmıştır (Anonim 2011).

Son turfanda çilek yetiştiriciliği için önemli bir imkân sunan Doğu Anadolu ve Orta Anadolu'nun geçit ve yayla iklimine sahip alanları da üretime katkı sağlamaya başlamıştır. Nitekim; son dönemlerde nötr gün çilek çeşitleri bu bölgelerde üretime katılarak ürün verim yönünden kabul edilebilir seviyelere çıkmakta ve mevsimsel olarak daha fazla zaman süresince pazara çilek meyvesi sunulabilmektedir. Deniz seviyesinden yüksekliği 1850 m, sert bir karasal iklime, uzun bir kısa dönemine (6 ay) ve oldukça geç gelen bir yaza sahip olan Erzurum koşullarında çilek yetiştiriciliği ile ilgili bazı çalışmalar yürütülmüştür (İştar vd 1983; Güleriyüz vd 1997; Pırlak vd 1997; Aslantaş ve Güleriyüz 2003; Aslantaş ve Güleriyüz 2004).

Son yıllarda ülkemizde üretim alanı ve üretim miktarı sürekli olarak artış gösteren bir tür olarak çileğin, yetiştirilen alanın ekolojik faktörleri ve yetiştirilen çeşide göre verim ve kalite özellikleri farklılıklar arz etmektedir. Üretim dönemleri farklılık gösterdiği gibi hasat dönemleri, hasat dönemleri içerisinde verimin dağılımı ve kalite özelliklerinde de değişimler söz konusu olabilmektedir. Bu durum, yetiştiricilik yapılan yerin iklim özelliklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

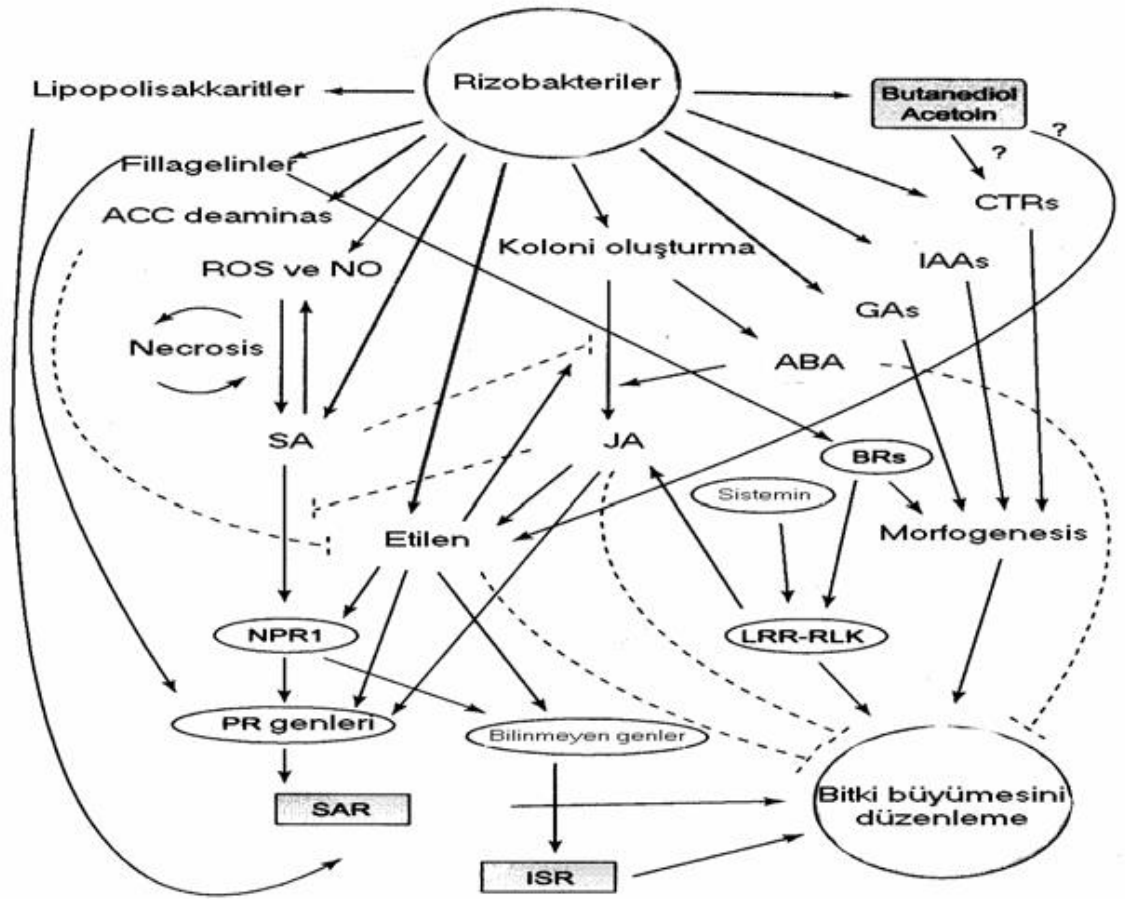
Bitkisel üretimde hastalık ve zararlıların kontrolünde bilinçsiz kimyasal gübre ve pestisit kullanımı sonuçta toprak sağlığının bozulması ve çevre kirlenmesine neden olmaktadır (Bockman 1997; Saber 2001). Özellikle çevre kirliliğinin artışı, tarım alanlarının üretim faaliyetlerinde kullanılan sentetik girdiler nedeniyle giderek daha fazla kirlenmesi gibi nedenler organik yetiştiricilik tarifini ortaya çıkarmıştır. Organik tarım, ürün artışını sağlamak için kullanılan yoğun sentetik kimyasalların toprak

kalitesine olan olumsuz etkisini azaltabilmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bir araçtır (Çakmakçı ve Erdoğan 2005). Son yıllarda kimyasal gübre gereksinimini azaltmak için alternatif uygulamalar ve girdiler üzerindeki çalışmalar artış göstermiştir. Organik kaynaklı malzemelerin kullanımları konusunda yoğunlaşan bu çalışmalarda en dikkat çekici uygulama mikroorganizmaların kullanımı olarak öne çıkmaktadır. Topraklarda bakteri, mantar, aktinomiset, protozoa ve alg olmak üzere yaygın bir çok mikroorganizma grubu bulunmaktadır. Serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan mikroorganizmalara bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria = PGPR) adı verilmektedir. Bu bakteriler daha çok *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir (Glick 1995; Burdman *et al.* 2000; Somers *et al.* 2004) . Dünyanın bir çok bölgesinde, potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla, PGPR'in biyolojik gübre olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır (Çakmakçı 2005; Bashan *et al.* 2014, Ahemad and Kibret 2014).

Bitkisel gelişimi teşvik edici bakteriler olarak bilinen bu grup mikroorganizmalar, bitkinin gelişim sürecinde farklı mekanizmaları kullanarak, yetiştiriciliğe ciddi katkılar sağlamaktadır. Bitkisel gelişmeyi artıran bakterilerin birinci grubu; doğrudan gelişmeyi teşvik edici maddeler (hormon, vitamin, enzim ve siderofor vb.) üretmekte, etilen sentezini engellemekte, atmosferik azotu fiksetmekte, demir, organik ve inorganik fosfat çözünürlüğünü artırmakta, bitkilerin kuraklık, tuzluluk, metal toksiditesi ve pestisit zararına karşı dayanıklılığını artırmakta; ikinci grup ise fitopatogenik mikroorganizmaların zararlı etkilerini azaltmaktadır (Glick 2012, Bashan *et.al.* 2014). Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteriler ayrıca fonksiyonlarına göre; biyolojik gübreler (besin elementlerinin bitkiye olan elverişliliğini artıranlar), fitostimulatörler (genellikle fitohormon üretimi vasıtasıyla bitki gelişiminin teşvik edilmesi), rizoremidatörler (organik kirleticileri azaltma), fitoremidatörler (ağır metallerce kirlenmiş topraklarda yetiştiriciliği mümkün kılma) ve biyopestisitler (antifungal ve

antibiyotik etkili metabolitleri üretmek hastalıkların kontrol edilmesi) olarak tasnif edilebilirler (Somers *et al* 2004, Aontoun *et al.* 2005).

Mikrobiyal metabolitlerle inorganik ve organik fosfor çözünürlüğünün ve mineralizasyonun artması bitki gelişimini teşvik etmektedir. Özellikle bakteriyel organik asit ve asit fosfataz üretimi besin elementlerinin alınabilirliğini artırmaktadır (Çakmakçı *et al.* 2006; 2007). Rizobakterilerin doğrudan veya dolaylı şekilde bitki büyümesi üzerine etki mekanizması Şekil 1.1’de şematik olarak gösterilmektedir.



**Şekil 1.1.** Rizobakterilerin bitki büyümesindeki etki mekanizmasının gösterilmesi (Ping and Boland 2004).

\*CTRs: Sitokininler, IAAs: Indol Asetik Asit, GAs: Gibberallinler, SA: Salisilik Asit, JA: Jasmonik Asit, BRs: Brassinosteroidler, RLL-RLK: Kinaz benzeri leucine bakımından zengin tekrarlamalı reseptör, ACC deaminaz: 1-Aminocyclo-propane-1-arboxylate, ABA: Absisik Asit, ISR: Teşvik edilmiş sistemik dayanım, SAR: Sistemik kazanılmış dayanım, NO: Nitrik Oksit, NPR1: Tanımlayıcı olmayan PR genleri, PR: Proteinlerle ilgili pathogenesis, ROS: Reaktif oksijen türleri

Tohum, bitki yüzeyi veya toprağa uygulandığında atmosferik azotu fikseden, organik ve inorganik kaynaklardan mineral elementlerin alınabilirliğini artırarak veya sekonder metabolit üretimiyle bitkisel gelişmeyi teşvik eden; rizosfede kolonize olabilen veya bitki dokularına girebilen, canlı mikroorganizmalardan meydana gelen materyale biyolojik gübre adı verilmektedir (Çakmakçı 2005).

Bu çalışmayla; son yıllarda Erzincan ve yöresinde giderek artan organik çilek yetiştiriciliğinde kullanılacak bakteriyel uygulamaları ve bunların verimle ilgili unsurlara etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan bakteri izolatlarının organik koşullarda hangi ölçülerde olumlu katkı yapabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışma; Erzincanda tarla koşullarında ve örtü altında bazı bakterilerin uygulanması açısından ilk olma özelliği taşımaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Meyvecilikte Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteriler le (PGPR) İlgili Çalışmalar

Verim ve kalite, bitkisel üretimde birçok faktörün etkisi altındadır. Bu faktörler hem genetik yapı özellikleri ve ekolojik koşullardır. Aynı şekilde, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi büyük ölçüde düşüren hastalık ve zararlılarla kimyasal mücadele etkili bir yöntem olmasına rağmen, çevresel açıdan çok önemli sorunlara yol açmıştır. Doğayı sömüren uygunsuz tarım yöntemleri, tarım alanlarında su ve rüzgâr erozyonuna, besin elementi tükenmesine ve toprak organik maddesinin kaybına neden olmaktadır (Saber 2001).

Sürdürülebilir bir tarım sistemi için kimyasal kullanılmaksızın temiz gıda üretimi zorunlu hale gelmektedir. Temiz tarım sistemi, organik artıkların geri dönüşümü, biyolojik gübrelere (BG) toprak rizosferinin güçlendirilmesi, biyopestisit kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımsal-ekosistemdeki kirleticilerin biyolojik yollarla temizlenmesi gibi yaklaşımları esas almaktadır (Çakmakçı 2005).

Tarımsal sürdürülebilirliğin desteklenmesi, doğal kaynakların ve çevrenin korunması ve kalitesinin yükseltilmesi için kimyasal kullanımının azaltılması ve biyolojik gübre formülasyonlarında kullanılabilecek bakterilerin izolasyonu amacıyla da kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır (Çamakçı 2005; Çakmakçı *et al.* 2006, 2010a; Ertürk *et al.* 2011).

İzolasyon, tanımlama ve karakterizasyon süreçlerinden geçerek organik ve sürdürülebilir yetiştiricilikte kullanılabilme aşamasına gelen bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin etkileri kompleks bir süreç olup, bakteri tür ve sayısı, bitki-bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, organik madde miktarı ve çevresel şartlara bağlı olarak değişmektedir (Çakmakçı 2005, Bashan *et al.*

2014). Bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamaları laboratuvar, sera ve tarla koşullarında yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde önceden tahmin edilemeyen bazı şartlar bazen uygun sonuçların alınmasını zorlaştırmaktadır (Miransari 2013; Ahemad and Kibret 2014). Toprakta ortaya çıkan enfeksiyonlar, pH değişimleri, yüksek sıcaklık, yetiştirme periyodunda düşük yağış ve nem noksanlığı, besin noksanlığı gibi uygun olmayan koşulların ortaya çıkması bakteri kolonizasyonunu azaltmaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etkinliği toprak ve çevre faktörlerinden etkilenmektedir (Çakmakçı 2005, Miransari 2013). Kontrollü koşullarda etkin olabilen bazı bakteriler tarla koşullarında yetersiz olabilmektedir. Türkiye’de yürütülen araştırmalar, bakterilerin özellikle erken dönemde bitki gelişmesini teşvik edici olmaları, biyolojik gübrelemenin yaprakları kullanılan bitkilerde daha olumlu sonuçlar verebileceğini göstermiştir. PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) etkinliğinin bitkinin erken gelişme döneminde ortaya çıktığı ve özellikle vejetatif gelişim üzerine katkı yaptığı ortaya konulmuştur (Çakmakçı 2005). İlk çalışmaların tarla bitkilerinde (buğday, arpa, mısır, şeker pancarı, kanola, nohut vs.) gerçekleştirildiği bu araştırmaların sayısı ve çeşitliliği bahçe bitkilerinde daha sınırlı kalmıştır. Son yıllarda özellikle bazı meyve (fındık, muz, kayısı, kuşburnu, vişne, turunçgiller, yabanmersini, çilek, kivi, elma vs.) türlerinde PGPR uygulamaları yapılan araştırmalar rakamsal olarak ciddi anlamda artış göstermiştir. Özellikle tarla bitkilerine kıyasla çok yıllık ve odunsu bitki türlerinin fazla olduğu bahçe bitkilerinde bu uygulamaların etkinliklerinin daha fazla değişken ve uzun süreli olduğu gerçeği sebebiyle bütün türler açısından farklı ekolojilerde denemelerini gerektirmektedir (Çakmakçı vd 2010a).

Bu kapsamda yapılan çalışmalarla ilgili olarak, Sudhakar *et al.* (2000)’ın Hindistan’da 1994-1996 yılları arasında yürüttükleri bir çalışmada, *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Beijerinckia* bakterilerinin tekli ve üçlü karışımları şeklinde yaptıkları yaprak uygulamalarının biyolojik gübre etkisini, azot uygulamasıyla karşılaştırmışlardır. Yapılan karşılaştırmada bakteri kombinasyonlarının dut bitkisinde yaprak alanını ve kalitesini önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar uygulamalar arasında en yüksek artışın *Azotobacter* uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

De Silva *et al.* (2000) yaban mersini üzerinde bitki büyümesini teşvik eden *Pseudomonas fluorescens* (Pf5, PRA25, 105, 101), *Bacillus pumilus* (T4), *Pseudomonas corrugata* (114) ve fungal izolatlar olan *Gliocladium virens* (G1-21) ve *Trichoderma harzianum* (T22) gibi bakteriyel ve fungal inokulantların bitki büyümesi üzerindeki etkilerinin tespiti için yaptıkları çalışmada *P. fluorescens* Pf5 ile yapılan uygulamanın yaprak alanı ve gövde çapını arttırdığını belirlemişlerdir. Pastörize edilmiş toprağa *G. virens* ilave edilmesi 4 aylık bir periyot içinde yaprak sayısı ve alanında ve sürgünlerdeki P, Zn ve Cu oranında artış sağlamıştır. Pastörize edilmeyen toprakta *G. virens* ile muamelenin daha büyük yaprak alanı, gövde çapı, sürgün ve kök kuru ağırlığı ve bitki başına daha fazla yaprak oluşumuna neden olduğu ifade edilmiştir.

Erzurum koşullarında 2001 ve 2002 yılları kış döneminde yapılan çalışmada *Agrobacterium rubi* (A-1, A-16 ve A-18)'in 3 ırkı ve farklı IBA konsantrasyonlarının (0, 2000, 4000 ve 6000 ppm) tekli ve kombine olarak bakteri ırklarıyla birlikte kullanımlarının kivi odun çeliklerinde köklenme üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Hayward kivi çeşidinin odun çeliklerinde IBA ve IBA+bakteri uygulamalarının köklenmeyi teşvik ettiği belirlenmiş, en yüksek köklenme oranı 4000 ppm IBA ve A-18 bakteri ırkının birlikte uygulandığı çeliklerden elde edilmiştir (Ercişli *et al.* 2003).

Eşitken vd (2003a) *Bacillus* sp. OSU 142 bakteri uygulamasının Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin verim, gelişme ve yapraklarının besin elementi içeriği üzerine etkilerini belirlemek için 2000 ve 2001 yıllarında Malatya'da yürüttükleri bir çalışmada, *Bacillus* OSU 142 bakteri ırkını tam çiçeklenme döneminde ve bu dönemi takiben 30 ve 60 gün sonra süspansiyon halinde ağaçlara püskürtmüşler, çalışma sonucunda kontrol bitkileriyle kıyaslandığında, ortalama verim artışının %30 ile %60 arasında olduğu, sürgün uzunluğu gelişiminin her iki yılda bakteri uygulamasıyla önemli oranda arttığı ve uygulama yapılan ağaçlardaki yapraklarda N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin kontrole göre yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Eşitken vd (2003b) vişnede yeşil ve yarı odun çeliklerinin köklenme kapasiteleri üzerine IBA (250, 500 ve 750 mg/l) tekli konsantrasyonları ve *Agrobacterium rubi*'nin 3 ırkının (A-1, A-16, A -18) birlikte yapılan uygulamaların etkisini araştırmışlar. Yapılan uygulamalarda yabani vişnenin yeşil ve yarı odun çeliklerine bakteri, IBA ve IBA+bakteri uygulamalarında en yüksek köklenme oranı yeşil çelikte %65 ve yarı odun çeliklerin %70 ile 250 ppm IBA+A-16 uygulamasından elde etmişlerdir. Araştırmada yabani vişnede her iki çelik tipinin kontrol uygulamalarında köklenme elde edememişlerdir. Yeşil çelikte bakteri ırkları içerisinde A-16 (%43,4), A-1 (%42,5) ve A-18 (%18,8) uygulamalarının kontrolden (%13,1) daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Yarı odun çeliklerde ise en yüksek köklenme oranının bakteri kombinasyonları içerisinde A- 16 (%49,4) ve hormon dozları içerisinde ise 750 ppm IBA (%46,9) olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmanın sonucu olarak IBA+Bakteri kombinasyonu şeklindeki uygulamaların kontrol, tek başına bakteri ve IBA uygulamalarına göre köklenme oranını arttırmada daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Köse *et al.* (2003) bitki büyümesini teşvik eden iki bakteri izolatının (*Bacillus* BA16, OSU 142 ve BA16+OSU 142) tekli ve ikili uygulamalarının 41B ve Rupestris du Lot asma anaçlarının köklenmeleri üzerindeki etkileri üzerine yaptıkları bir çalışmada, bakteri ırklarının tekli uygulandıklarında köklenmede önemli bir başarı oranı göstermedikleri ancak BA16+OSU 142 kombinasyonu şeklinde uygulama yapıldığında kontrole göre 41B anacında köklenme oranında önemli bir artışa, Rupestris du Lot anacında ise azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, yapılan uygulamaların hiçbirinin 41B ve Rupestris du Lot çeliklerinin kök sayısı, uzunluğu ve ağırlığında önemli bir artış oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Jaizme–Vega *et al.* (2004) tarafından İspanya'da in vitro şartlarda çoğaltılan iki muz çeşidi (Grande Naine ve tetraploid ITC 1297) üzerinde *Bacillus* spp. süspansiyon uygulamasının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, her iki muz çeşidini bakteri uygulamasından 135 ve 185 gün sonra hasat ederek büyüme parametreleri ve besin içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışmada yapılan uygulamanın çeşitler üzerinde farklı etkiler oluşturmaya rağmen, her iki çeşitte olumlu yönde etki gösterdiğini ve 135

günde hasat edilen Grande Naine çeşidinde yaprak besin içeriğinin önemli derecede arttığını gözlemlemişlerdir.

Aslantaş vd (2006)'nin Erzurum koşullarında 2002-2004 yılları arasında genç elma ağaçlarının gelişim ve verimleri üzerinde anaç (M9 ve MM 106), çeşit (Granny Smith ve Stark Spur Golden Delicious) ve bitki büyümesini düzenleyen rizobakterilerin (OSU-142, OSU-7, BA-8 ve M-3) etkilerini araştırmak için yürüttükleri bir çalışmada kullanılan bakteri ırkları arasında, dört bitki büyümesini düzenleyen rizobakterinin İndol Asetik Asit (IAA) ve sitokinin üretiminde etkili olduğu, OSU-7, BA-8 ve M-3 bakteri ırklarının da fosfat çözücü özellik gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmada, maksimum sürgün gelişimi en fazla BA-8 uygulamasından elde etmişlerdir. Bunu sırasıyla OSU-7 ve M-3 ırklarıyla yapılan uygulamalar takip etmiştir. Genç elma fidanlarına OSU-142, OSU-7, BA-8 ve M-3 bakteri ırklarıyla yapılan uygulamaların ortalama sürgün uzunluğunu kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla % 59,2; 18,3; 7,0 ve 14,3 ve meyve verimini % 116,4; 88,2; 137,5 ve 73,7 oranlarında arttırdığını belirlemişlerdir. Bakteriyel aşılama sonucu kontrol ile karşılaştırıldığında sürgün çapının % 7,0-16,3 ve gövde çapının % 0,8-6,5 arasında bir artış gösterdiğini saptanmışlar. Elde edilen bulguların ışığında, yapılan bakteri aşılamalarıyla bitki büyümesindeki artışın, bitkisel hormonların üretiminin uyarılmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Ercişli *et al.* (2004) Erzurum'da 1999-2001 yılları arasında sonbahar ve kış dönemlerinde iki kuşburnu genotipinin (ERS14, *Rosa canina* ve ERS15 *Rosa dumalis*) odun çeliklerinin IBA uygulamalarının (0, 2000 ve 4000 ppm) ve *Agrobacterium rubi* (A-1, A-16 ve A-18 ırkları)'nın her bir ırkıyla kombinasyon veya tekli kullanımlarının köklenme üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi sonucunda IBA, tekli bakteri ve IBA+ bakteri kombinasyonları şeklindeki uygulamaların köklenmeyi teşvik ettiğini saptamışlardır. Araştırmada en yüksek köklenme oranının 4000 ppm IBA ve *A. rubi* A-16 uygulaması yapılan ERS14 çeliklerinde olduğu belirtmişlerdir. ERS15 genotipinde ise en iyi köklenme 2000 ppm IBA ve *A. rubi* A-18 uygulamasında elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Köse *et al.* (2005) bitki büyümesini teşvik eden 3 PGPR ırkının (*Pseudomonas* BA8, *Bacillus* BA16 ve *Bacillus* OSU 142), üzümde 4 farklı anaç-kalem kombinasyonlarında (41B-Beyaz Çavuş, 41B-İtalia, 5BB-Beyaz Çavuş ve 5BB-İtalia) kallus oluşum oranı, derecesi ve aşı tutumunda başarı oranını değerlendirilmesi için yürüttükleri çalışmada sonuçların tüm bakteri ırklarının kontrolle karşılaştırıldığında tüm anaç-kalem kombinasyonlarında test edilen parametrelerde önemli etkiler oluşturduğunu saptamışlardır. *Pseudomonas* BA-8 uygulaması 41B-Beyaz çavuşta, *Bacillus* OSU 142 41B-İtalia, *Pseudomonas* BA-8 5BB-Beyaz Çavuş'ta ve *Bacillus* BA-16 ve *Bacillus* OSU 142 5BB-İtalia kombinasyonlarında kontrolle kıyaslandığında (%23,3; 80,0; 60,0 ve 70,0) başarı oranlarını (%83,3; 93,3; 80,0 ve 86,7) arttırmıştır. PGPR uygulamasının kallus oranı, derecesini tüm anaç kalem kombinasyonlarında kontrole göre arttırdığını belirtmişlerdir.

Ertürk vd (2008) tarafından Rize'de yapılan bir çalışmada, bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin çay çeliklerinde köklenme üzerine etkilerini araştırmışlar, bu amaçla; Pazar 20, Derepazarı-7 ve Tuğlalı-10 çay tiplerine ait yeşil çeliklere 2000 ppm IBA ve *Bacillus* RC23, *Paenibacillus polymyxa megaterium* RC01 ve *Bacillus subtilis* OSU142, *Bacillus* RC03, *Comomonas acidivorans* RC41, *Bacillus megaterium* RC01 ve *Bacillus simplex* RC19 bakterileri ile muamele etmişlerdir. Çalışmada IBA ve PGPR uygulamaları karşılaştırılmıştır. Bütün PGPR uygulamaları kontrole göre köklenme oranı ve kapasitesini önemli düzeyde artırdığını tespit etmişlerdir.. Bütün klonlarda en yüksek köklenme oranı IBA 2000 ppm uygulamalarından elde etmişler, ortalama köklenme oranı en yüksek Pazar-20 klonunda (% 67.90-70.32) belirlenmişlerdir. Köklenme üzerine *B. simplex* RC19 ve *P. polymyxa* RC05 ve *B. megaterium* RC01 uygulamaları Tuğlalı-10 tipinde her iki yılda da en yüksek etkiyi yaptığını tespit etmişlerdir.

Çakmakçı *et al.* (2009)'nin yaptıkları bir çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi çay plantasyon alanlarından alınan toprak örneklerinden izole edilerek tanılanan ve karakterizasyonu yapılarak laboratuvar testleri gerçekleştirilen rizobakterilerin çay tiplerinden Muradiye, Pazar 20, Derepazarı-7, Fener-3, Hayrat'a ait genç fidanlarda ve

yeni krulmuş çay plantasyonlarında 2007-2010 yılları arasında uygulamışlardır. Araştırmada 54 farklı lokasyondan 214 toprak örneği üzerinde çalışmışlar ve 281 orijinal bakteri izolatının testlerini tamamlamışlardır. Testleri tamamlanan bakterilerden 236'unun serbest azot fiksedebildiği, 177 izolatın fosfat çözebildiği, 152'inin ise azot fiksedebildiği ve fosfat çözebildiğini belirlemişlerdir. Seçilen 20 bakteri izolatu doğal toprak koşullarında saksı ve tarla denemeleriyle verim ve gelişmeye etkilerini test etmişlerdir. Özellikle azot fikseri ve fosfat çözücü *Burkholderia pyrrocinia* 64/4, *Paenibacillus polymyxa* 28/3, *Brevibacillus reuszeri* 10/5, *Bacillus* sp. 29/4, *Rhizobium radiobacter* 2/7, *Achromobacter xylosoxidans denitrificans* 16/4, *Citrobacter freundii* 3/7, *Pseudomonas putida* 53/5, *Paenibacillus macquariensis* 38/2, *Pseudoxanthomonas* sp. 8/3 *Pseudomonas syringae maculicola* 41/2, *Micrococcus luteus* 3/5 ve *Paenibacillus lentimorbus* 47/8 izolatlarının Muradiye 10 ve Tuğlalı çay klonlarında yaprak verimi ve bitkisel gelişmeyi teşvik ettiğini belirlemişlerdir.

Ertürk *et al.* (2010b) yine aynı bölgede, Kivide (Hayward) odunsu ve odun çeliklerinde PGPR lerin köklenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2006-2007 yıllarında yürüttükleri bir çalışmada, *Bacillus* RC23, *Paenibacillus polymyxa* RC05, *Bacillus subtilis* OSU 142, *Bacillus* RC03, *Comomonas acidovorans* RC41, *Bacillus megaterium* RC01 ve *Bacillus simplex* RC19 ile birlikte 2000 ve 4000 ppm IBA uygulamalarını karşılaştırmışlar, PGPR uygulamaları içinde en yüksek köklenme oranını yarı odunsu çeliklerde *Bacillus* RC03 ve *Bacillus simplex* RC 19 uygulamalarından, odun çeliklerinde ise *Bacillus* RC03 ve *Comomonas acidivorans* RC41 uygulamasından elde etmişlerdir.

İpek vd (2010), Konya koşullarında M9 anacı üzerine aşılı Fuji, Granny Smith ve Red Chief elma çeşidi fidanlarında farklı uygulamaların yan dal oluşumu üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, fidanlarda yan dal oluşumunu sağlamak için 6-Benzyl Adenin (BA), bitki büyümesini artırıcı bakteri (*Pseudomonas* BA-8) ve uç alma uygulamaları yapmışlardır. BA, 300 ppm dozunda, bakteri ise 109CFU/ml yoğunlukta fidanların tepe kısımlarının 20 cm'lik bölümüne uygulamışlardır. Uç alma uygulamasını, fidanlar 75 cm uzunluğa ulaştığında tepe tomurcuğunu koparmak

suretiyle yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre BA uygulaması Fuji ve Red Chief çeşitlerinde yan dal sayısını kontrole göre arttırırken, bakteri uygulaması da çeşitlerde yan dal oluşumunu kontrole göre arttırmıştır. Granny Smith çeşidinde ise bakteri ve uç alma uygulamalarında kontrole göre artmıştır. Fidan gövde çapı Fuji ve Red Chief çeşitlerinde bakteri, Granny Smith çeşidinde ise bakteri ve uç alma uygulamalarında kontrole göre artmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, bodur elma fidanlarında yan dal oluşumunun sağlanmasında bitki büyümesini artırıcı bakterilerin, BA ve uç alma uygulamaları yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Ayrıca, yine Doğu Karadeniz Bölgesinde yürütülen bir araştırmada, *Bacillus simplex* 6/4, *Bacillus subtilis* 52/1, *Alcaligenes faecalis* 47/11, *Staphylococcus simulans* 36/1, *Brevibacillus chosinensis* 2/5, *Brevibacillus centrosporus* 66/4, *Pantoea agglomerans* 5/8 ve *Paenibacillus validus* 22/1 izolatlarının Hayrat ve Fener 3 çay klonlarında gelişim parametrelerinde önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir (Çakmakçı vd 2010b).

Ertürk vd (2011) Giresun koşullarında 10 farklı bakteri izolatının, 1 yaşlı Tombul çeşidi fındıkların fidanlarında gelişime etkilerini incelemek için 2009 yılında yürüttükleri çalışmada, ayrıca iki farklı gübre dozu kullanmışlardır. Denemede, bakteri uygulamalarının fidanların vejetatif gelişim parametrelerine (bitki boyu, dal uzunluğu, dal sayısı ve gövde çapı) ve yaprak bitki besin elementi (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Na) içeriğine etkisini belirlemişlerdir. Bir yaşlı fındık fidanlarında vejetatif gelişim parametreleri ve yaprak besin elementi içerikleri birlikte düşünüldüğünde; *Paenibacillus macquariensis* 59/8, *Burkholderia pyrrocinia* 13/4, *Pantoea agglomerans* 5/8, *Lysobacter enzymogenes enzymogenes* 9/8 ve *Stenotrophomonas maltophilia* 21/1 izolatlarının hem vejetatif gelişim parametrelerine hem de bitki besin elementi içeriklerine olumlu yönde etki ettiğini tespit etmişlerdir.

Sabır *et al.* (2013)'nin yürüttükleri çalışmada Konya'da Berlianderi melez anaçlarından olan 41B ve 1103 P Amerikan asma anaçları üzerine Alphonse Lavalleye çeşidinin yeşil çeliklerini aşlamış daha sonra aşılana üretim materyallerin diğer kısımlarına T7 (*Bacillus simplex*) ve BA-8 (*Pseudomonas putida*) izolatlarını bir saat süreyle inokule

etmişlerdir. Uygulamaların kontrole göre kallus oluşumunu % 100'e kadar artırdığını belirlemişler, ayrıca bakteri uygulamaları ile kontrole kıyasla sonraki aşamadaki sürgün gelişiminin ve sürgün değerlerinin de pozitif yönde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, özellikle organik ya da sürdürülebilir fidancılık uygulamalarında IBA gibi kimyasallara alternatif olarak PGPR uygulamalarının yapılabileceği sonucuna varmışlardır.

## **2.2. Çilek Yetiştiriciliğinde Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerle (PGPR) İlgili Çalışmalar.**

Dünya üzerinde ve ülkemizde üretim miktarı giderek artan bir tür olan çilekte de bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin uygulanma imkânları üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

Organik yetiştiricilikte Onda çilek çeşidine çiçeklenme ve hasat sırasında yapraklardan humik asit uygulayarak meyve kalitesindeki gelişmenin incelendiği bir diğer çalışmada, denemede uzun süreli humik asit uygulamalarının (8 hafta) fotosentetik pigment birikimini teşvik ettiğini ve fotosentetik etkinin meyve hasatı başlangıcından itibaren 5. uygulamada başladığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar uzun süreli humik asit uygulamalarının meyve kalitesi üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu, çürük meyve sayısının azalmasına ve şeker içeriğinin yükselmesinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir (Neri *et al.* 2002).

Vestberg *et. al* (2004), mikroçoğaltım tekniği ile üretilen çileklerde mikrobiyal inokulasyonun gelişime ve bitki sağlığını artırmak amacıyla kullanım imkanlarını araştırmışlar, 5 farklı mikroorganizma (*Glomus mosseae* BE29, *Bacillus subtilis* M3, *Trichoderma harzianum* DB11, *Pseudomonas fluorescens* C7r ve *Gliocladium catenulatum* Gliomix ®) tekli ya da ikili kombinasyonlar halinde tarla ve saksı denemelerinde farklı ekolojilerde (Belçika ve Finlandiya) uygulamışlardır. Özellikle *B. subtilis* M3 aşılmasının gelişimin artırılması konusunda en ümitvar mikroorganizma olduğunu tespit etmişlerdir.

Aslantaş vd (2010) Erzurum koşullarında 2006 ve 2007 yıllarında bakteri ırklarının çilekte fide üretimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, Fern çilek çeşidine ait frigo fideler kullanılarak, bitkilerdeki kardeş sayısı, bitki başına kol sayısı, kol uzunluğu, kol kalınlığı, bir koldaki fide sayısı, bitki başına fide sayısı, fide kalitesi ve kullanılabilir fide oranı bakımından bakteri uygulamalarının kontrole göre çok önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. Bitki başına fide sayısı kontrolde ilk yıl 4.70, ikinci yıl 3.34 adet olarak belirlenirken, bakteri uygulamalarında 2006 yılında %124.04 (*Pseudomonas fluorescens* T32)-351.06 (*Bacillus licheniformis* M3) oranında, 2007 yılında ise %174.55 (*Bacillus megaterium* RC101)-449.10 (*Bacillus* sp. RCR03) oranında artışlar belirlenmiştir. 1. kalite fide oranı kontrolde %26.7 olarak belirlenirken, bu oran RCR03 uygulamasında en fazla %55.0 olarak belirlenmiştir. Bunu OSU 142 (%49.7), RC 21 (%49.3), T 8 (%36.0) ve M 3 (%35.0) izlemiştir. Iskarta fide oranı en fazla kontrol uygulamasında (%38.0) tespit edilmiştir. Çilekte bitki büyümesini teşvik etmesi ve incelenen parametreler açısından kontrole göre önemli artışlar sağlayan bu bakteri ırklarının biyo gübre olarak kullanımlarının önerilebileceği belirtilmiştir.

Karlıdağ *et al.* (2010) 2009 yılında Erzurum İspir koşullarında cam serada kontrollü koşullarda yürüttükleri çalışmada, fosfor çözücü özelliğe sahip olan üç bakteri izolatının (*Bacillus sphaericus* GC subgroup B EY30 *Staphylococcus kloosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43) çilek yetiştiriciliğinde biyogübre olarak kullanım olanaklarını incelemiştir. Çalışma saksı denemeleri şeklinde yürütülmüş, bakterilerin etkinliğini araştırmak amacıyla mineral gübre olarak triple süper fosfat ve organik gübre olarak ta kaya fosfat kullanılmıştır. Çalışma sonunda, denemede kullanılan bakterilerin çilekte yaş ve kuru yaprak ve kök ağırlığını artırdığı saptanmıştır. Yine söz konusu bakterilerin gerek kök gerekse yaprakta besin maddesi içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Araştırma sonunda bu bakterilerin biyo gübre olarak kullanılabilmesi ancak bunların etkinliklerinin tarla denemeleri ile de desteklenmesi gereği ortaya konmuştur.

Eşitken vd (2010a,b) organik koşullarda 2006-2008 yılları arasında Erzurum şartlarında yürüttükleri bir çalışmada fosfor çözebilen mikroorganizmaların Fern çilek çeşidinin verim ve besin elementi miktarına etkilerini incelemişler, denemede üç

mikroorganizmayı (*Bacillus* M3, *Aspergillus* FS9 ve FS11) biyogübre olarak kullanmışlardır. Üç yılın sonunda elde ettikleri verilere göre mikroorganizmaların önemli derecede meyve verimini ve yaprakta N, P, K, Fe, Mn ve Zn miktarlarını artırdığını belirlemişlerdir. M3, FS9 ve FS11'in köke uygulanması verim artışı ile sonuçlanan büyümeyi teşvik edici etki yaptığını, bütün mikrobiyal uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında, kümülatif verimi % 54-70 arasında artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, organik şartlarda yetiştirilen çileklerde mikrobiyal uygulama sonucunda yaprakların N, P, K, Fe, Mn ve Zn içeriğinin belirgin olarak arttığını belirlemişlerdir. Yaprakların P içeriği kontrol grubunda % 0.6 olurken, M3, FS9 ve FS11 uygulamalarında sırasıyla % 1.16, 1.27 ve 1.00'e yükseldiğini tespit etmişler, sonuç olarak, köklere *Bacillus* M3, *Aspergillus* FS9 ve FS11 uygulanmasının, organik şartlarda yetiştirilen çileğin verim ve besin elementi içeriğini artırma potansiyeline sahip olduğunu saptamışlardır.

Ertürk vd (2012)'nin Yukarı Çoruh Havzası'nda İspir koşullarında Fern çeşidi ile 2006-2007 yılları arasında yürüttükleri bir çalışmada; RC01 (*Bacillus megaterium*), RC03 (*Bacillus* spp), RC05 (*Paenibacillus polymyxa*), RC19 (*Bacillus simplex*) and RC23 (*Bacillus* spp) izolatlarını Fern çeşidi (gün nötr) ile kurulu parsellerde kök rizosferine ve filosfere uygulanmışlar ve PGPR uygulamaların bitki başına meyve verimi %1,98-20,85 arasında; ortalama meyve ağırlığını %3,05-19,26 arasında, 1. Kalite meyve oranını ise %10,30-32,05 arasında artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca uygulamaların SÇKM ve Vitamin C içeriklerinde de kontrole göre artışlara sebep olduğunu saptamışlardır.

Pešaković *et al.* (2013)'ün yaptıkları çalışmada Senga Sengana çilek çeşidinde iki farklı rizobakteri kombinasyonu (PGPR 1= *Klebsilla planticola* ve PGPR 2=*Azotobacter chroococcum*, *A. Vinalandi*, *Deroxia sp.*, *Bacillus megaterium*, *B. Licheniformis* ve *B. subtilis*) ve çoklu KMg (12:0:43+2MgO) gübresi uygulayarak verim ve toprak mikroorganizmaları üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda en çok verimi PGPR1 kombinasyonu uygulamasından elde etmişlerdir. Yaptıkları morfolojik ölçüm ve kimyasal analizler sonucunda Senga Sengana çeşidinde biyolojik

gübre uygulamalarının meyve kimyasal içerikleri üzerine önemli etkileri olduğunu belirlemişlerdir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bakteri izolatları

Bu araştırma aminosiklopropan karboksilat (ACC) deaminaze içeren, azot fikseri ve fosfat çözücü mikroorganizma esaslı tekli ve ikili kombinasyonlar halinde 11 farklı biyolojik gübre formülasyonunun (*Pseudomonas fluorescens* RC77, *Paenibacillus polymyxa* RCYE283, *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47, *Bacillus pumilus* RC23, *Bacillus megaterium* RC07, *Bacillus subtilis* RC521, *Burkholderia pyrrocinia* RCYE64, *Pseudomonas fluorescens* RC77 + *Bacillus megaterium* RC07, *Paenibacillus polymyxa* RCYE283,+ *Burkholderia pyrrocinia* RCYE64, *Bacillus subtilis* RC521+ *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47 ve *Bacillus pumilus* RC23+ *Pantoea agglomerans* R RCYE58) organik koşullarda örtü altı ve açık alanda yetiştirilen fenn çilek çeşidinde bitki gelişimi, verim ve verim unsurları ile yaprak makro ve mikro besin elementi içeriğine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Biyolojik gübre olarak kullanılan *P. fluorescens* RC77 (Çakmakçı vd. 2008; Çakmakçı et al. 2013a) ve *B. pumilus* RC23 (Ertürk et al. 2010) yabancı ahududu rizosfer toprağından; *B. megaterium* RC07 buğday rizosferinden (Çakmakçı et al. 2006, 2007), *B. subtilis* RC521 izolatu tuzlu-kireçli yabancı asma rizosfer toprağından (Çakmakçı vd. 2013b, Çakmakçı et al. 2013a); *P. agglomerans*, RCYE58, *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. polymyxa* RCYE283 Doğu Karadeniz Bölgesi asidik çay rizosfer topraklarından (Çakmakçı et al. 2011, 2012, 2013a, c; Çakmakçı vd 2013b,d); *S. acidaminiphila* RCYE47 Rize Hemşin bölgesi asidik yabancı çilek rizosfer toprağından (Çakmakçı et al. 2010; Çakmakçı vd. 2013 d) izole edilmiş ve bazı biyokimyasal özellikleri ile karakterize edilmiştir. Önceki araştırmalarda tanı, karakterizasyon ve farklı bitkilerde test edilen bakterilere ait bazı test sonuçları Çizelge 3.1’de toplu olarak verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Denemede kullanılan izollara ait bazı laboratuvar test sonuçları

MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortam-da Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test	ACC deaminaze
<i>Bacillus megaterium</i> RC07	-	+	K+	-	K+	Z+	+
<i>Bacillus pumilus</i> RC23	-	K+	K+	-	+	-	+
<i>Bacillus subtilis</i> RC521	-	K+	K+	+	-	+	+
<i>Burkholderia pyrocinia</i> RCYE 64	+	Z+	K+	Z+	K+	-	+
<i>Paenibacillus polymyxa</i> RCYE283	-	+	K+	+	Z+	Z+	+
<i>Pantoea agglomerans</i> , RCYE58	-	+	K+	+	K+	-	BD
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RC77	K+	K+	K+	Z+	+	-	+
<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i> RCYE47	+	K+	Z+	-	-	-	BD
<b>Bakteri Kombinasyonları</b>							
K1: <i>Paenibacillus polymyxa</i> RCYE283,+ <i>Burkholderia pyrocinia</i> RCYE64							
K2: <i>Bacillus subtilis</i> RC521+ <i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i> RCYE47							
K3: <i>Bacillus pumilus</i> RC23+ <i>Pantoea agglomerans</i> R RCYE58							

\*K+: Kuvvetli pozitif, +: pozitif, Z+: Zayıf pozitif, -: negatif, BD: belirlenmedi

### 3.1.2. Fide

Bu çalışmada kullanılan çilek fideleri Kalifornia Üniversitesi tarafından ıslah edilmiş nötr gün özelliğine sahip Fern çeşididir. Bu çeşit orta irilikte meyvelere sahip olup, meyve sertliği iyi ve taşımaya dayanıklıdır. Güçlü bir vejetatif yapıya sahip olmayan bu çeşit ülkemizde özellikle rakımı yüksek yayla alanlarında çilek yetiştiriciliği için önerilir (Aslantaş ve Güteryüz 2004; Gülsoy ve Yılmaz 2004). Fideler frigo fide olarak YALEX firmasından temin edilmiştir.

### 3.2. Yöntem

Bu araştırmanın arazi çalışmaları 2010-2011 yıllarında Erzincan ili Çayırılı ilçesinde üretici arazisinde açıkta ve yüksek tünelde (çatı yüksekliği 3m) yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Toprak Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Denemede hem açıkta hemde yüksek tünellerdeki masuralarda malç olarak 180µ kalınlığında UV katkılı siyah plastik malç standart olarak kullanılmış, malçlama işlemi fidelerin dikiminden önce gerçekleştirilmiştir. Fideler otomatik sulama ünitesinin monte edildiği damla sulama sistemi ile donanmış masuralara dikilmiş ve bakımları yapılmıştır.

Ayrıca yörenin sıcaklık ve oransal nem değerlerinin ölçümü yüksek tünel ve açık alanda HOBO sıcaklık ve nemölçer cihazıyla üretim sezonunun tamamında gerçekleştirilmiş ve kayıt edilmiştir.

Örtü altı ve açık alan için 4'er masura ve her masura da 3 ayrı uygulama ve her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde çalışma örtü altında 432, açıkta da 432 adet olmak üzere toplam 864 adet Fern çeşidine ait frigo fideler ile yürütülmüştür. Masuraların her biri 100 cm genişliğinde 13m uzunluğunda ve 25 cm yüksekliğinde olacak şekilde hazırlanmıştır. Masuralara toprak yapısını düzenlemek için dekara 3 ton hesabı üzerinden masura alanları hesaplanarak yanmış hayvan gübresi uygulanmıştır. Deneme alanın görünüşü Şekil 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanı genel görünüş (Orjinal).



Şekil 3.2. Çayırılı İlçesi genel görünüş

### 3.2.1. PGPR süspansiyonu hazırlığı ve uygulanması

Çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarından ve Kaçkar Dağlarındaki yabancı ahududu rizosferlerinden izole edilerek tanılanan, karakterize edilerek laboratuvar testleri yapılan *Pseudomonas fluorescens* RC77 (Çakmakçı vd. 2008; Çakmakçı *et al.* 2013a), *Bacillus pumilus* RC23 (Ertürk *et al.* 2010), *Bacillus megaterium* RC07 (Çakmakçı *et al.* 2006, 2007), *Bacillus subtilis* RC521 (Çakmakçı vd. 2013 b, Çakmakçı *et al.* 2013 a), *Pantoea agglomerans*, RCYE58, *Burkholderia pyrrocinia* RCYE64, *Paenibacillus polymyxa* RCYE283 (Çakmakçı *et al.* 2011, 2012, 2013 a, b,c); *Stenotrophomonas acidaminiphila* RCYE47, (Çakmakçı *et al.* 2010; Çakmakçı vd. 2013 d) türlerine ait bakteri izolatları kullanılmıştır. Bu izolatlar, MIDI sistemiyle FAMES yoluyla tanılanmıştır. FAME analizinde hücre yağasidi esaslı MIDI (Sherlock *Microbial Identification System version 4.5, MIDI, Inc., Newark, DE*) sistem kullanılmıştır. Bakteriyel solüsyonun hazırlanmasında 48 saatlik kültürler kullanılmış, gelişen her bir bakteriden bir öze dolusu alınarak 250 ml nutrient broth içeren erlenlere aktarılmıştır. Bakteri ile inokule edilen sıvı besiyerleri çalkalayıcıda 91 rpm'de 24 saat inkübe edilmiştir. Hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar steril saf su ile seyreltilerek spektrofotometrik ölçümle son konsantrasyon  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>'ye ayarlanmıştır. Fern çeşidine ait frigo çilek fideleri dikimden önce 60 dakika süreyle *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 içeren solüsyonlarda 60 dk bekletilmiş ve dikilmiştir. Dikimin ardından bakteri izolatlarını içeren solüsyonlar kök rizosferine enjekte edilmiştir. Kontrol olarak belirlenen parselde ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

### **3.2.2. Verim ile ilgili değerlendirmeler**

#### **3.2.2.a. Bitki başına verim (g)**

Hasat tarihlerinde her bir uygulamadan ayrı ayrı hasat edilen meyveler tartılıp, uygulamadaki bitki sayısına bölünerek (g/bitki) bitki başına verim değerleri hesaplanmıştır.

#### **3.2.2.b. Ortalama meyve ağırlığı (g)**

Meyve ağırlığı, hasat tarihlerinde her bir uygulamadan ayrı ayrı hasat edilen meyvelerin ağırlığı, hasat edilen meyvelerin sayısına bölünerek (g) belirlenmiştir.

#### **3.2.2.c. Toplam meyve verimi (g)**

Toplam meyve verimi, hasat sezonu boyunca her bir uygulamadan herbir hasat tarihinde hasat edilen meyvelerin toplam ağırlığının ayrı ayrı toplanması ile toplam meyve verimi (g) belirlenmiştir.

### **3.2.3. Çilekte meyvenin kimyasal bileşimi ile ilgili özelliklerin belirlenmesi**

#### **3.2.3.a. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriğinin belirlenmesi**

Hasat sezonunun ortasında herbir uygulama tekerrürü için ayrı ayrı toplanan meyvelerin suyu çıkarılarak suda çözünen kuru madde içeriğı dijital el refraktometresi kullanılarak % olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.3.b. Askorbik asit (C vitamini) tayini**

Uygulamalara ait parsellerden üç tekerrürlü olarak toplanan meyvelerden çıkarılan

meyve suları Merck RQ Fleks cihazında askorbik asit stripleri kullanılarak C vitamini tayinleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4. Yaprığın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi**

#### **3.2.4.a. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)**

Vejetasyon periyodunun sonlarına doğru yaprakların tamamen büyüdüğü dönemde her parselden bitkilerin orta kısmından örneklenen 10 adet yaprak 0,01 cm<sup>2</sup> hassasiyetinde CI 202 Portable marka dijital yaprak alan ölçer ile belirlenmiştir. Alınan 10 adet yaprak alanının ortalaması hesaplanmış ve her parsel için ortalama yaprak alanı tespit edilmiştir.

#### **3.2.4.b. Yaprakta Makro ve Mikro besin içerikleri:**

Yaprak analizleri için gelişimini tam olarak tamamlamış sürgünlerin ortasındaki yapraklar tercih edilmiş olup Ağustos ayında her iki yıl için örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler 68°C de 48 saat bekletilerek dövülmüş ve 1 mm lik elekten geçirilerek analize uygun hale getirilmiştir. Makro ve mikro besin elementi içerikleri ICP/MS cihazında (Perkin Elmer Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT, USA) 3 tekerrürlü olarak okunmuştur (Mertens 2005).

### **3.3. Araştırma Alanının Özellikleri**

#### **3.3.1. Coğrafi özellikleri**

Çayırılı, 39 48'20" Kuzey enlemi, 40 2'11" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. İlçe, Erzincan İl merkezinin doğusunda ve 113 km uzaklıkta bulunmaktadır. Esence dağlarının kuzeyinde, doğu-batı yönünde uzanan ve "Başköy Depresyonu" olarak bilinen çukur sahanın doğu kesimindeki Miadin (Saygılı) düzlüğü içerisinde yer alır.

Yaklaşık 33 km<sup>2</sup> kadar bir alan kaplayan bu düzlüğün güney, batı ve kuzeyi 250–300 metre yükseklikteki tepelerle çevrilidir. Karasu ırmağının batısında yer alan bir çöküntü alanı olan Çayırli ortalama 1500 metre rakıma sahiptir. Batı ve güneybatıdan Esence dağları, kuzeyden de Otlukbeli dağları ile sınırlandırılmıştır. Ovanın genel eğimi kuzeybatıdan güneydoğuya doğrudur. Ovadaki iki önemli akarsu Çayırli ve Balıklı çayları kaynaklarını Esence dağlarından alıp doğu-batı yönünde akarak Karasu ırmağına kavuşmaktadır. Bu çaylar özellikle ilkbaharda taşıdıkları fazla miktardaki alüvyonlarla ovayı beslemektedirler. Ovanın yakın çevresinde ise Orta ve Üst Miyosen çökelleri (marn, kil, konglomera, kireçtaşı, yer yer linyit damarları -Turna çayırı civarında- ile jips) yaygınlık gösterir. Bu kesimde bir takım tepe, sırt ve akarsu vadileri bulunmaktadır (Anonim 2013).

### **3.3.2. İklim özellikleri**

Doğu Anadolu Bölgesi, karasal bir iklime sahiptir. Kış mevsimi soğuk ve kar yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçer. Sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlar genelde yağmur olarak düşer. Ülke genelinde olduğu gibi Doğu Anadolu Bölgesi de yaz mevsiminde subtropikal yüksek basınç şartlarının etkisi altında bulunmaktadır. Ancak zaman zaman cephesel sağanak yağışlara yer veren kısa süreli hava olayları da görülmektedir. Bölge genelinde en fazla yağış ilkbahar (199 mm) ve kış mevsiminde (70 mm) düşer. En az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir (Anonim 2012).

### **3.3.3. Sıcaklık**

Çayırli Meteoroloji istasyonu, deniz seviyesinden 1526 m yüksekte kurulmuş, 1961 yılında faaliyete geçmiş, 1986 yılına kadar sadece yağış rasadı yapmıştır. Çayırli Meteoroloji istasyonunda yapılmış rasat verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 8.3°C olarak tespit edilmiştir. Yılın kış mevsimi aylarında yıllık ortalama sıcaklık 0°C 'nin altına düşmektedir. Diğer aylarda ise sıcaklık 0°C'nin üzerindedir. En düşük sıcaklık ocak ayında (-11,7°C), en yüksek sıcaklık ise temmuz ayında (+34°C ) görülür. İlçe Aralık-Mart ayları arasını kar örtüsü altında geçirir. İlçede sonbahar ve ilkbahar

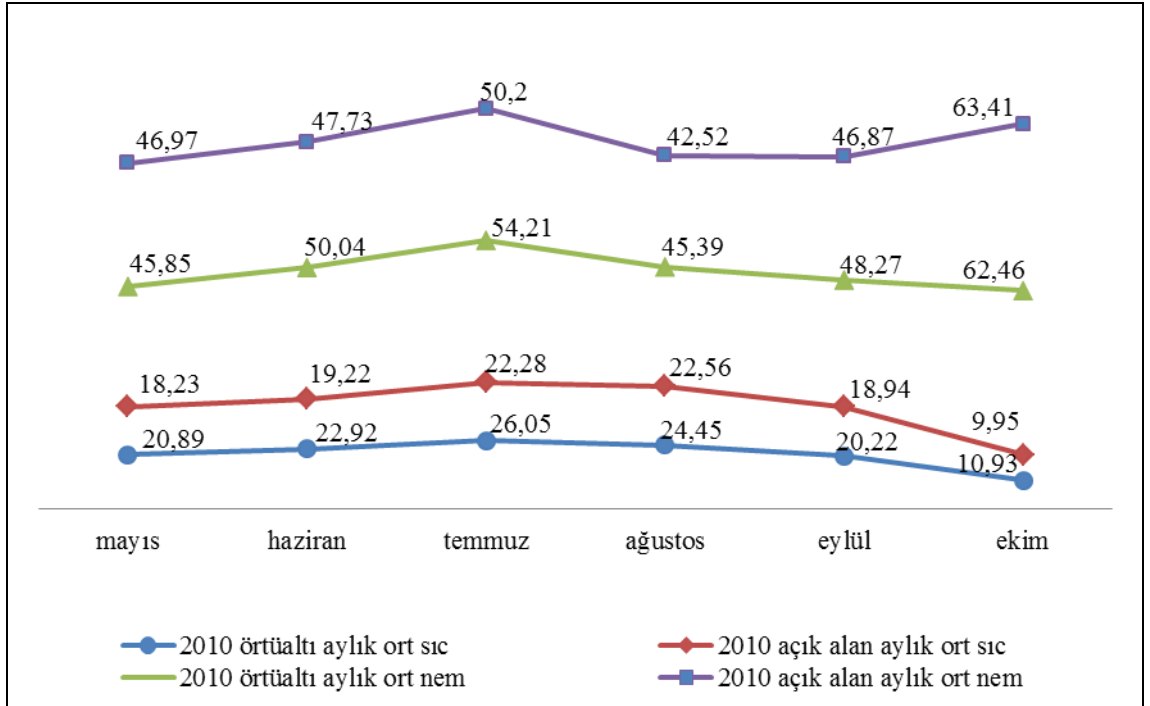
mevsimleri çok kısa geçer. Bahar mevsimlerinde de kış özellikleri görülür (Anonim 2012). Bu değerlerin yanı sıra çalışma periyodu boyunca ısı ve nemölçer aleti ile açık alanda ve örtü altında ölçümler yapılmış olup ortalama sıcaklık ve nem değerleri maksimum ve minimum sıcaklık değerleri Şekil 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'te verilmiştir.

### **3.3.5. Yağış**

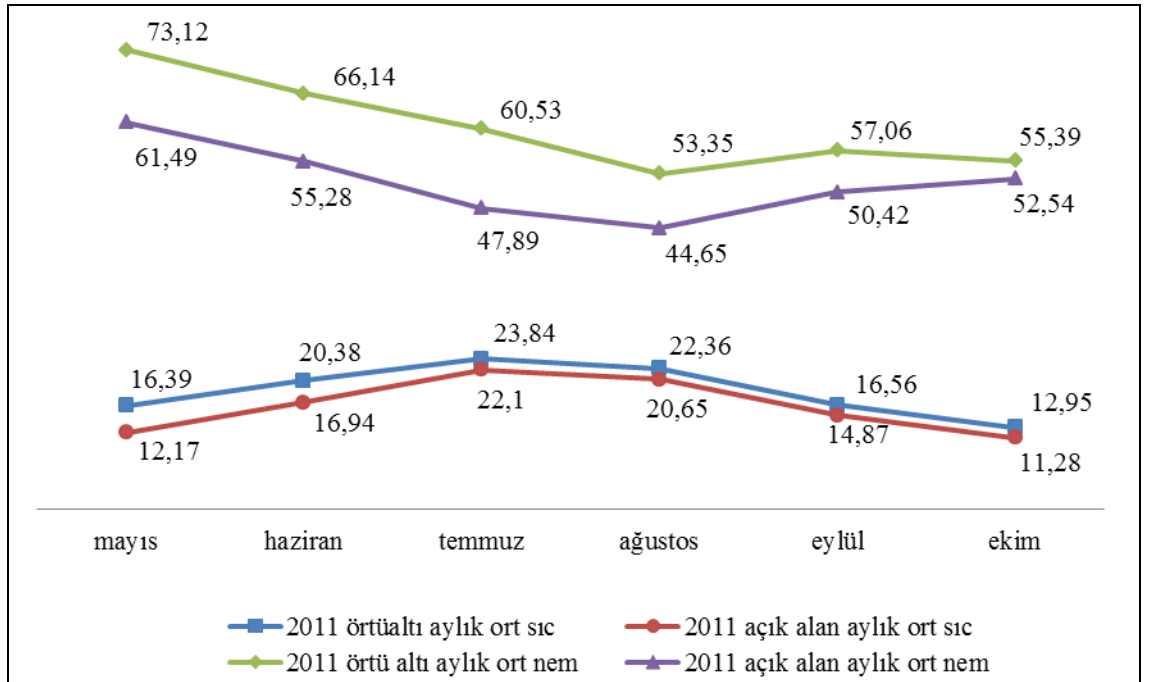
Esence Dağlarının kuzeydoğusunda yer alan Çayırılı'da uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık yağış miktarı 385,2 mm'dir (Doğu Anadolu Bölgesinde bu değer ortalama 559 mm'dir.). Yıllık toplam yağışın % 50 ye yakın bölümünün ilkbahar mevsiminde düşmesi ve minimum yağışların yaz mevsimine isabet etmesi şeklinde beliren yağış dağılışı bakımından yöre yağış rejimi Akdeniz rejiminin Karasal tipine dâhil olmaktadır. Yörede yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 89'dur. Yağışların kar, dolu, çığ, çisenti ve sağanak şekillerde olması tarımsal faaliyetleri önemli ölçüde etkiler. Yörede kış mevsimine bağlı yağışlar seyrekler. Buna karşılık ilkbahar ve yaz aylarında şiddetli sağanak yağışlar görülür. Yörede yağışlı günler ve yaz yağışları ile ilişkili olarak görülen dolu yağışları özellikle Nisan-Mayıs ve Haziran aylarında artar. Bu durum tarım alanlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Yörede kar yağışlı gün sayısı ortalama 28 gündür (Anonim 2012).

### **3.3.6. Deneme süresince ölçülen iklim değerleri**

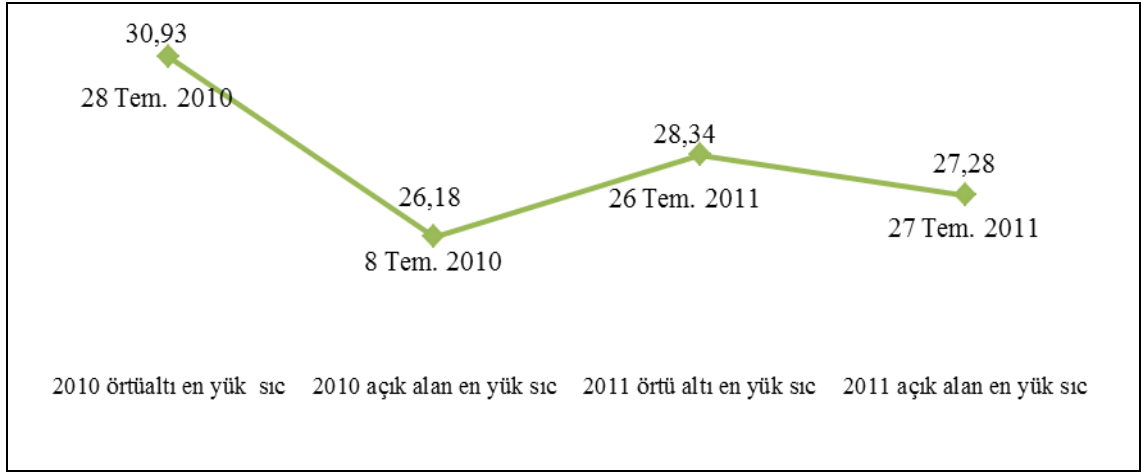
Deneme süresince tespit edilen 2010 ve 2011 yıllarına ait ortalama sıcaklık, nem değerleri, en yüksek sıcaklık ve en düşük sıcaklık Şekil 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'te gösterilmiştir.



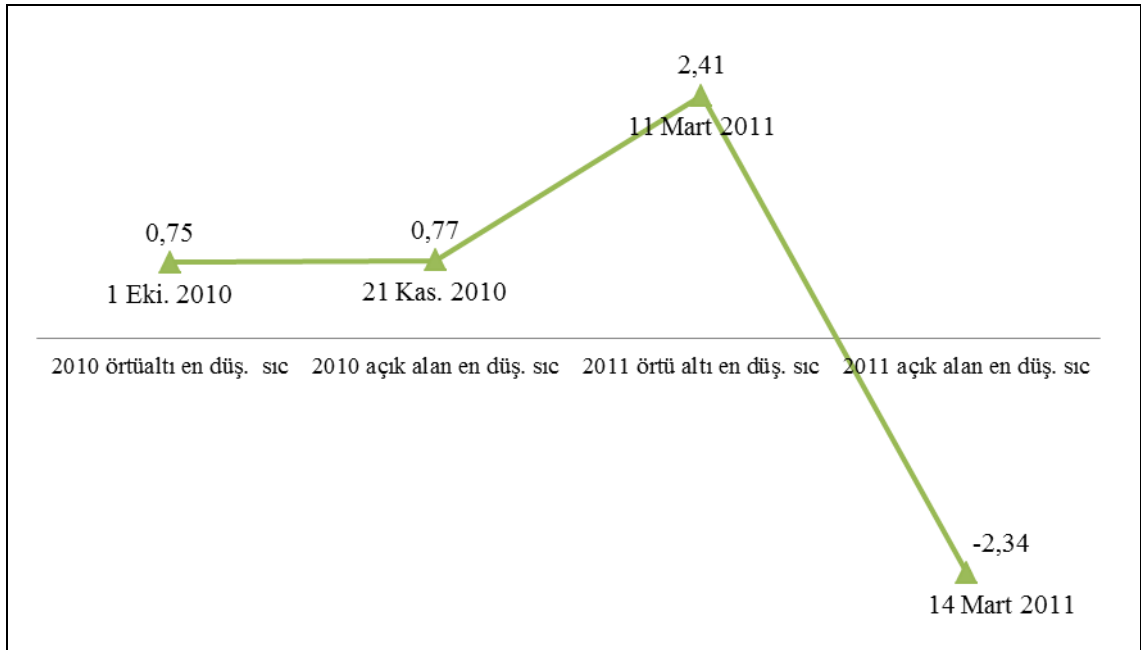
Şekil 3.3. Ortalama sıcaklık ve neme ait 2010 yılı değerleri



Şekil 3.4. Ortalama sıcaklık ve neme ait 2011 yılı değerleri



**Şekil 3.5.** 2010 ve 2011 yıllarına ait en yüksek sıcaklık değerleri



**Şekil 3.6.** 2010 ve 2011 yıllarına ait en düşük sıcaklık değerleri

### 3.3.7. Deneme parselinin toprak yapısı

Denem parselinden alınan toprak örnekleri standart örnek hazırlama aşamalarından sonra kalsimetrik olarak kireç (%), elektrometrik olarak pH ve spektrofotometrik olarak ise Ca, Mg, K ve Na değerleri % olarak belirlenmiştir (Kacar 2009). Deneme parseli

orta alkali pH ya sahip orta derecede kireçli ve kumlu killi tınlı tekstüre sahiptir. Kalsiyum, potasyum, magnezyum içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örtü altı ve Açık alanda yapılan denemenin toprak yapısı ve özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Deneme alanının toprak yapısı (Kacar 2009).

<b>Tekstür</b>	<b>Kumlu-Killi-Tınlı</b>		
<b>pH</b>	8,13		
<b>Kireç</b>	6,05		
<b>Ca (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>Mg (%)</b>	<b>Na (%)</b>
16,815	2,13	4,69	0,8

### 3.4. İstatistik Analizler

Çalışmada bütün araştırmalar tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Tüm parametrelerdeki değerler 1 (çeşit) x 2 (yetiştirme ortamı) x 11 (uygulama) faktöriyel düzende varyans analizi ile SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İnteraksiyonun önemli olduğu karakterlerde interaksiyonlar basit ana etki ile açıklanmıştır. Ortalama değerler arasındaki farklılıkları görebilmek amacı ile Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistik analizleri yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Bitki Yaprak Alanı

Uygulamaların 1. ve 2. yılda yaprak alanına genel ortalamasına (Örtü altı+Açık alan) etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde yaprak alanına olan etkileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Deneme sonunda yılların genel ortalamasına göre, en yüksek yaprak alanı  $25,28\text{cm}^2$  ile *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 kombinasyonundan elde edilmiştir. Birinci yılda en yüksek yaprak alanı *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ( $35,09\text{cm}^2$ ) kombinasyonu ile elde edilmesine karşın, 2. yılda *S. acidaminiphila* RCYE47 aşılması ile en yüksek ( $15,75\text{cm}^2$ ) yaprak alanına ulaşılmıştır. Örtü altında 1. yılda en yüksek yaprak alanı ( $34,56\text{cm}^2$ ) *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64, 2. yılda ise ( $16,97\text{cm}^2$ ) *B. subtilis* RC521 uygulamalarından elde edilmiştir. Açık alanda ise 1. ve 2. yıllarda *S. acidaminiphila* RCYE47 ( $40,09\text{cm}^2$  ve  $18,89\text{cm}^2$ ) bakteri uygulaması ile en büyük yaprak alanı oluşmuştur. Bu bakterilerin uygulandığı bitkiler, kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında yaprak alanında istatistiki olarak önemli artışların olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Bakteri uygulamalarının yapak alanına olan etkisi (cm<sup>2</sup>)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
Örtü Altı	Kontrol	24.09 g **	12.75 d**	18.42 f**
	<i>B. megaterium</i> RC07	31.30 b	14.15 bcd	22.73 ab
	<i>B. pumilus</i> RC23	29.41 d	13.03 d	21.22 cd
	<i>B. subtilis</i> RC521	29.28 d	16.97 a	23.13 ab
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	31.15 b	13.18 cd	22.17 bc
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	26.83 e	13.95 bcd	20.39 de
	<i>P. fluorescens</i> RC77	25.31 f	16.08 ab	20.70 de
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	26.59 e	12.62 d	19.61 e
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	30.40 c	15.35 sbc	22.87 ab
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	33.92 a	13.41 cd	23.66 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	34.56 a	12.32 d	23.44 a
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	25.22 f	13.99 bcd	19.61 e
	<b>Ortalama</b>	<b>29.01 A</b>	<b>13.98 B</b>	
Açık Alan	Kontrol	30.10 ef	15.19 de**	22.65 e**
	<i>B. megaterium</i> RC07	27.47 g	13.11 f	20.29 fg
	<i>B. pumilus</i> RC23	23.90 h	15.95 bcd	19.92 g
	<i>B. subtilis</i> RC521	30.96 e	14.03 def	22.50 e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	32.20 d	15.93 bcd	24.07 d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	34.15 c	17.37 abc	25.76 c
	<i>P. fluorescens</i> RC77	34.03 c	13.72 ef	23.88 d
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	40.09 a	18.89 a	29.49 a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	30.19 ef	15.63 cd	22.91 e
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	36.26 b	17.52 ab	26.89 b
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	29.68 f	12.80 f	21.24 f
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	30.34 ef	14.38 def	22.36 e
	<b>Ortalama</b>	<b>31.62 A</b>	<b>15.38 B</b>	
Genel Ortalama	Kontrol	27.10 h**	13.97 c**	<b>20.53 g**</b>
	<i>B. megaterium</i> RC07	29.39 f	13.63 cd	<b>21.51 f</b>
	<i>B. pumilus</i> RC23	26.66 h	14.49 abc	<b>20.57 g</b>
	<i>B. subtilis</i> RC521	30.12 de	15.50 ab	<b>22.81 cde</b>
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	31.68 c	14.56 abc	<b>23.12 c</b>
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	30.49 d	15.66 a	<b>23.07 cd</b>
	<i>P. fluorescens</i> RC77	29.67 ef	14.90 abc	<b>22.29 e</b>
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	33.34 b	15.75 a	<b>24.55 b</b>
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	30.29 de	15.49 ab	<b>22.89 cde</b>
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	35.09 a	15.47 ab	<b>25.28 a</b>
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	32.12 c	12.56 d	<b>22.34 de</b>
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	27.78 g	14.18 bc	<b>20.98 fg</b>

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.2. Bitki Başına Meyve Verimi (g)

Uygulamaların 1. ve 2. yılda bitki başına meyve verimine (Örtü altı+Açık alan) etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde bitki başına meyve verimine olan etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Deneme sonunda yılların genel ortalamasına göre en fazla bitki başına meyve verimi (99,68g) ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 uygulamasından elde edilmiştir. Birinci yılda en fazla bitki başına meyve verimi *B. pyrrocinia* RCYE64 (16,17g) aşılması ile elde edilmiş olmasına rağmen 2. yılda *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 uygulaması ile en fazla bitki başına meyve verimine (188,68g) ulaşılmıştır. Örtü altında 1. yılda en fazla bitki başına meyve verimi (21,41g) *B. megaterium* RC07 2. yılda ise (323,41g) *B. pyrrocinia* RCYE64 aşılmasından elde edilmiştir. Açık alanda ise 1. yılda en fazla bitki başına meyve verimi (18,70g) *B. subtilis* RC521 ve 2. yılda ise *B. pyrrocinia* RCYE64 (53,95g) bakteri uygulaması ile elde edilmiştir. Bu bakterilerin uygulandığı bitkiler, kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında bitki başına meyve veriminde bilimsel anlamda artış olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Bakteri uygulamalarının bitki başına meyve verimine etkisi (g)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
Örtü Altı	Kontrol	9,71 d**	183,38 fg**	96,55 e**
	<i>B. megaterium</i> RC07	21,41 a	193,58 ef	107,49 d
	<i>B. pumilus</i> RC23	20,09 a	168,69 g	94,39 e
	<i>B. subtilis</i> RC521	13,64 c	236,31 c	124,97 c
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	10,05 d	323,41 a	166,73 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	1,92 e	70,03 g	35,98 f
	<i>P. fluorescens</i> RC77	3,88 e	86,33 g	45,10 f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	17,72 b	203,37 def	110,55 d
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	9,58 d	262,72 b	136,15 b
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	10,51 d	219,52 cd	115,01 cd
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	14,27 c	213,30 de	113,78 d
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	2,28 e	77,06 h	39,67 f
	<b>Ortalama</b>	<b>11,26 B</b>	<b>186,47 A</b>	
Açık Alan	Kontrol	9,95 ef	41,89 bc**	25,92 bc**
	<i>B. megaterium</i> RC07	8,95 f	35,43 d	22,19 e
	<i>B. pumilus</i> RC23	4,67 g	45,32 b	25,00 cd
	<i>B. subtilis</i> RC521	18,70 a	36,38 d	27,54 bc
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	11,29 d	53,95 a	32,62 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	15,70 b	39,30 cd	27,50 bc
	<i>P. fluorescens</i> RC77	5,50 g	25,22 e	15,36 f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	9,39 ef	42,23 bc	25,81 bc
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	10,41 de	51,94 a	31,17 a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	13,20 c	40,04 bcd	26,62 bc
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	11,45 d	44,31 bc	27,88 b
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	11,54 d	34,58 d	23,06 de
	<b>Ortalama</b>	<b>10,90 B</b>	<b>40,88 A</b>	
Genel Ortalama	Kontrol	9,99 d**	157,33 b**	83,66 b
	<i>B. megaterium</i> RC07	6,91 f	55,82 g	31,37 g
	<i>B. pumilus</i> RC23	13,55 b	122,80 de	68,18 de
	<i>B. subtilis</i> RC521	11,86 c	129,78 cd	70,82 d
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	16,17 a	136,34 c	76,26 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	4,69 g	55,77 g	30,23 g
	<i>P. fluorescens</i> RC77	9,83 de	112,64 ef	61,23 f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	8,81 e	54,67 g	31,74 g
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	10,67 d	188,68 a	99,68 a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	12,86 bc	128,80 cd	70,83 d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	15,18 a	114,50 ef	64,84 ef
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	12,39 c	107,00 f	59,69 f

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

### 4.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g)

Uygulamaların 1. ve 2. yılda ortalama meyve ağırlığının genel ortalamasına (Örtü altı + Açık alan) etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde ortalama meyve ağırlığına olan etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Deneme sonunda yılların genel ortalamasına göre en fazla ortalama meyve ağırlığı 6,70g ile *S. acidaminiphila* RCYE47 aşılamasından elde edilmiştir. Yine bu bakteri aşılması 1. (5,44g) ve 2. (7,95g) yıllarda ortalama meyve ağırlığını en yüksek düzeyde artırmıştır. Örtü altında 1. yılda en fazla ortalama meyve ağırlığı (4,99g) *B. pumilus* RC23 2. yılda ise (9,15g) *B. subtilis* RC521 uygulamalarından elde edilmiştir. Açık alanda ise 1. yılda en fazla ortalama meyve ağırlığı (6,28g) *S. acidaminiphila* RCYE47 ve 2. yılda ise *B. pyrrocinia* RCYE64 (7,56g) bakteri aşılması ile en fazla ortalama meyve ağırlığı belirlenmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen ortalama meyve ağırlıkları, kontrol bitkilerindekilerle karşılaştırıldığında ortalama meyve ağırlığında artış olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığına etkisi (g)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
Örtü Altı	Kontrol	3,92 b-e**	8,46 abc**	6,19 bcd**
	<i>B. megaterium</i> RC07	4,37 abc	9,12 a	6,75 abc
	<i>B. pumilus</i> RC23	4,99 a	8,93 ab	6,96 a
	<i>B. subtilis</i> RC521	4,35 a-d	9,15 a	6,75 abc
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	4,09 a-e	8,25 abc	6,17 bcd
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	3,67 b-e	8,94 ab	6,30 a-d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	3,35 de	8,01 bc	5,68 d
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	4,61 ab	9,14 a	6,87 ab
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	3,20 e	8,35 abc	5,78 d
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	3,45 cde	8,94 ab	6,20 bcd
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	4,59 ab	7,83 c	6,21 bcd
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	4,19 a-e	7,94 bc	6,06 cd
	<b>Ortalama</b>	<b>4,06 B</b>	<b>8,59 A</b>	
	Açık Alan	Kontrol	5,97 ab**	6,51 b-e**
<i>B. megaterium</i> RC07		4,80 cde	5,67 e	5,24 d
<i>B. pumilus</i> RC23		4,28 de	6,45 b-e	5,36 cd
<i>B. subtilis</i> RC521		5,12 bcd	6,47 b-e	5,80 bcd
<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64		4,38 de	7,52 a	5,95 abc
<i>P. polymyxa</i> RCYE283		4,70 cde	6,37 b-e	5,53 cd
<i>P. fluorescens</i> RC77		5,54 abc	5,96 cde	5,75 bcd
<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		6,28 a	6,77 abc	6,52 a
<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58		4,47 de	7,27 ab	5,87 a-d
<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		4,99 b-e	6,79 abc	5,89 a-d
<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64		4,03 e	6,66 a-d	5,35 cd
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07		4,69 cde	5,72 de	5,20 d
<b>Ortalama</b>		<b>4,94 B</b>	<b>6,51 A</b>	
Genel Ortalama		Kontrol	4,95 ab**	7,48 abc**
	<i>B. megaterium</i> RC07	4,59 bc	7,40 abc	5,99 b-e
	<i>B. pumilus</i> RC23	4,63 bc	7,69 a	6,16 bcd
	<i>B. subtilis</i> RC521	4,73 bc	7,81 a	6,27 ab
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	4,23 cd	7,88 a	6,06 b-e
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	4,19 cd	7,65 ab	5,92 b-e
	<i>P. fluorescens</i> RC77	4,44 bcd	6,99 bc	5,71 de
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	5,44 a	7,95 a	6,70 a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	3,83 d	7,81 a	5,82 b-e
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	4,22 cd	7,87 a	6,04 b-e
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	4,31 bcd	7,24 abc	5,78 cde
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	4,44 bcd	6,83 c	5,63 e
	<b>Ortalama</b>			

Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.4. Toplam Meyve Verimi (g)

Uygulamaların 1. ve 2. yıl toplam meyve verimi ortalamalarına etkisi (Örtü altı+Açık alan) istatistikî açıdan önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde toplam meyve verimine olan etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çalışmada, yılların genel ortalamasına göre en yüksek toplam meyve verimi 1155g ile *B. pyrrocinia* RCYE64 uygulamasından elde edilmiştir. Birinci yılda en yüksek toplam meyve verimi *B. subtilis* RC521 (171g) uygulaması ile elde edilmesine karşın, 2. yılda *B. pyrrocinia* RCYE64 uygulaması ile en yüksek toplam meyve verimine (2179,83g) ulaşılmıştır.(Çizelge 4.4.) Örtü altında 1. yılda en yüksek toplam meyve verimi (235g) *B. megaterium* RC07 2. yılda ise (3707g) *B. pyrrocinia* RCYE64 uygulamalarından elde edilmiştir. Açık alanda ise 1. yılda en yüksek toplam meyve verimi (189,33g) *B. subtilis* RC521 ve 2. yılda ise *B. pyrrocinia* RCYE64 (652,67g) bakteri uygulaması ile en yüksek toplam verim elde edilmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen toplam meyve verimi, kontrol bitkilerinin toplam meyve verimi ile karşılaştırıldığında kontrole göre bilimsel anlamda artışın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Bakteri uygulamalarının toplam meyve verimine etkisi (g)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
Örtü Altı	Kontrol	101,00 d**	1983,00 e**	1042,00 d**
	<i>B. megaterium</i> RC07	235,00 a	2161,00 de	1198,00 c
	<i>B. pumilus</i> RC23	114,67 d	993,33 f	554,00 e
	<i>B. subtilis</i> RC521	156,67 c	2565,67 bc	1361,17 bc
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	115,00 d	3707,00 a	1911,00 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	23,00 e	804,00 f	413,50 ef
	<i>P. fluorescens</i> RC77	37,67 e	852,33 f	445,00 ef
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	196,00 b	2237,33 cde	1216,67 c
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	107,33 d	2853,67 b	1480,50 b
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	119,33 d	2294,00 cde	1206,67 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	163,33 c	2445,00 cd	1304,17 c
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	20,67 e	661,67 f	341,17 f
	<b>Ortalama</b>	<b>115,81 B</b>	<b>1963,17 A</b>	
Açık Alan	Kontrol	121,00 d	514,67 c**	317,83 cd**
	<i>B. megaterium</i> RC07	97,33 e	392,67 efg	245,00 f
	<i>B. pumilus</i> RC23	49,33 f	526,33 bc	287,83 c-f
	<i>B. subtilis</i> RC521	185,33 a	370,00 fg	277,67 def
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	145,33 bc	652,67 a	399,00 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	189,33 a	475,00 cde	332,17 bc
	<i>P. fluorescens</i> RC77	65,00 f	321,67 g	193,33 g
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	97,33 e	440,67 c-f	269,00 ef
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	134,00 cd	610,33 ab	372,17 ab
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	153,67 b	472,00 cde	312,83 cde
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	137,67 bcd	499,33 cd	318,50 cd
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	123,33 d	411,67 d-g	267,50 ef
	<b>Ortalama</b>	<b>124,89 B</b>	<b>473,92 A</b>	
Genel Ortalama	Kontrol	111,00 fg**	1248,83 d**	679,92 d
	<i>B. megaterium</i> RC07	166,17 a	1276,83 d	721,50 d
	<i>B. pumilus</i> RC23	82,00 h	759,83 e	420,92 e
	<i>B. subtilis</i> RC521	171,00 a	1467,83 c	819,42 c
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	130,17 de	2179,83 a	1155,00 a
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	106,17 g	639,50 ef	372,83 ef
	<i>P. fluorescens</i> RC77	51,33 i	587,00 f	319,17 f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	146,67 bc	1339,00 cd	742,83 cd
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	120,67 ef	1732,00 b	926,33 b
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	136,50 cd	1383,00 cd	759,75 cd
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	150,50 b	1472,17 c	811,33 c
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	72,00 h	536,67 f	304,33 f

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.5. Meyvede Suda Çözülebilir Kuru Madde (SÇKM %)

Uygulamaların 1. ve 2. yılda genel SÇKM ortalamasına (Örtü altı+Açık alan) etkisi istatistikî açıdan önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde SÇKM oranına olan etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Araştırmada, yılların genel ortalaması (%23,07) ve 1. yıl sonunda (%12,43) en yüksek SÇKM oranı *P. polymyxa* RCYE283 aşılamasından elde edilmiş, 2. yılda *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 kombinasyonu ile en yüksek SÇKM oranına (%11,37) ulaşılmıştır. Bu bakteri aşılamaı örtü altı denmesinde de aynı yıllarda en yüksek SÇKM oranını sağlamış, bu değerler 1. yıl %12,03 2. yıl %11,37 olarak belirlenmiştir . Açık alanda ise 1. yıl *B. megaterium* RC07 (%14,07), 2. yıl (%12,67) *P. polymyxa* RCYE283 aşılamaı ile en yüksek SÇKM oranı elde edilmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen genel ortalama verileri incelendiğinde aşılamaı kontrole göre SÇKM oranını istatistiki bakımdan önemli düzeyde artırmıştır.

**Çizelge 4.5.** Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde SÇKM oranına olan etkileri (%)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
<b>Örtü Altı</b>	Kontrol	11,17 b**	8,87 b**	10,02 b**
	<i>B. megaterium</i> RC07	8,57 f	6,37 de	7,47 g
	<i>B. pumilus</i> RC23	9,40 de	7,10 cd	8,25 def
	<i>B. subtilis</i> RC521	10,47 c	7,13 cd	8,80 cd
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	10,13 cd	6,00 e	8,07 f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	12,03 a	9,30 b	10,67 a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	10,23 c	7,17 cd	8,70 cde
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	10,13 cd	6,30 de	8,22 ef
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	9,93 cde	6,83 cde	8,38 def
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	10,40 c	7,63 c	9,02 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,37 e	6,83 cde	8,10 f
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	,00 g	11,37 a	5,68 h
	<b>Ortalama</b>	<b>9,32 A</b>	<b>7,58 B</b>	
<b>Açık Alan</b>	Kontrol	11,97 cde**	9,67 de**	10,82 cde**
	<i>B. megaterium</i> RC07	14,07 a	10,50 bcd	12,28 ab
	<i>B. pumilus</i> RC23	13,53 ab	10,90 bc	12,22 ab
	<i>B. subtilis</i> RC521	13,23 abc	9,93 cd	11,58 bc
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,07 f	10,10 cd	9,58 fg
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	12,83 a-d	12,67 a	12,75 a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	9,80 f	8,73 ef	9,27 fg
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	8,40 f	10,07 cd	9,23 g
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	12,47 b-e	8,57 f	10,52 de
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	11,47 de	8,67 f	10,07 ef
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,43 f	10,73 bc	10,08 ef
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	11,13 e	11,37 b	11,25 cd
	<b>Ortalama</b>	<b>11,45 A</b>	<b>10,16 B</b>	
<b>Genel Ortalama</b>	Kontrol	11,57 bc**	9,27 b**	10,42 b
	<i>B. megaterium</i> RC07	11,32 bc	8,43 cde	9,875 cd
	<i>B. pumilus</i> RC23	11,47 bc	9,00 bc	10,23 bc
	<i>B. subtilis</i> RC521	11,85 ab	8,53 cde	10,19 bc
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,60 d	8,05 ef	8,825 gh
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	12,43 a	10,98 a	11,70 a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	10,02 d	7,95 ef	8,98 fg
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	9,27 d	8,18 def	8,72 gh
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	11,20 bc	7,70 f	9,45 def
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	10,93 c	8,15 def	9,54 de
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,40 d	8,78 bcd	9,09 efg
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	5,57 e	11,37 a	8,47 h

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.6. Meyvede Askorbik asit (C vitamini) içeriği

Uygulamaların 1. ve 2. yılda genel ortalamaya (Örtü altı+Açık alan) etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde Askorbik asit içeriğine olan etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Deneme sonunda yılların genel ortalaması (84 mg/100g) ve 1. yıl sonunda (100 mg/100g) ile en yüksek askorbik asit içeriği *B. pumilus* RC23 aşılmasından elde edilmiş, 2. yılda *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 kombinasyonu ile en yüksek askorbik asit içeriğine (93,5 mg/100g) ulaşılmıştır. Örtü altında 1. yıl 108 mg/100g ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, 2. yıl 84 mg/100g ile *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 uygulamaları öne çıkarken, açık alanda ise 1. yıl tekli *B. pumilus* RC23 (110 mg/100g) aşılması, 2. Yıl ise (103 mg/100g) *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 kombinasyonu ile en yüksek askorbik asit içeriğine ulaşılmıştır. Uygulamalar sonucu elde edilen genel ortalama verileri incelendiğinde uygulamalar kontrole göre askorbik asit içeriğini istatistiksel anlamda artırmıştır.

**Çizelge 4.6.** Bakteri uygulamalarının çilek bitkilerinde askorbik asit miktarına etkileri (mg/100g)

	Uygulama	2010	2011	Ortalama
<b>ÖRTÜALTI</b>	Kontrol	92 e**	54 e**	73 d**
	<i>B. megaterium</i> RC07	90 f	56 d	73 d
	<i>B. pumilus</i> RC23	90 f	53 f	71,5 e
	<i>B. subtilis</i> RC521	93 d	53 f	73 d
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	103 c	47 g	75 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	82 g	58 c	70 f
	<i>P. fluorescens</i> RC77	106 b	53 f	79,5 b
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0 j	58 c	29 h
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	108 a	63 b	85,5 a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	93 d	56 d	74,5 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	75 h	63 b	69 g
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	74 i	84 a	79 b
<b>AÇIK ALAN</b>	Kontrol	91 f**	97,5 c**	94,2 c**
	<i>B. megaterium</i> RC07	90 g	83 i	86,5 e
	<i>B. pumilus</i> RC23	110 a	83 i	96,5 b
	<i>B. subtilis</i> RC521	94 d	84 h	89 d
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	85 h	89 d	87 e
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	77 i	101 b	89 d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	90 g	12,2 j	51,1 g
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	108 b	88 e	98 a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	73 k	85 g	79 f
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	93 e	87 f	90 d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	97 c	97 c	97 b
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	75 j	103 a	89 d
<b>Genel Ortalama</b>	Kontrol	91,5 e**	75,7 c**	83,6 b**
	<i>B. megaterium</i> RC07	90 f	69,5 g	79,7 e
	<i>B. pumilus</i> RC23	100 a	68 h	84 a
	<i>B. subtilis</i> RC521	93,5 cd	68,5 h	81 d
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	94 c	68 h	81 d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	79,5 h	79,5 b	79,5 e
	<i>P. fluorescens</i> RC77	98 b	32,6 i	65,3 f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	54 j	73 e	63,5 g
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	90,5 f	74 d	82,2 c
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	93 d	71,5 f	82,2 c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	86 g	80 b	83 bc
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	74,5 i	93,5 a	84 a

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

## 4.7. Çilek Yapraklarında Makro ve Mikro Element Miktarları (ppm)

### 4.7.1. Fosfor (P) (%)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki fosfor (P) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki fosfor (P) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Denemede yaprakta fosfor (P) içeriği örtü altında *B. pumilus* RC23 aşılması ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılımları ile yaprakta fosfor (P) içeriği artmıştır. Açıkta ise *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılımları yaprakta fosfor (P) içeriğini arttırmış, *B. subtilis* RC521 aşılması ise kontrole kıyasla azaltmıştır. Örtü altında en yüksek P içeriği % 0,18 ile tekli *B. subtilis* RC521 aşılmasından elde edilmiş, açık alanda ise % 0,19 ile *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 kombinasyonu ile aşılana bitkilerde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.7.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki fosfor (P) içeriğine olan etkileri

P (%)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	0,14h**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,17c
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,13i
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,18a
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,14h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,16d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,16e
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,15f
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,14g
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,17b
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,14g
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,16d
Açık Alan	Kontrol	0,15g**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,19a
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,14h
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,16e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,18b
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,17d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,15g
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,17c
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,16f
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,16f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,19a
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,17c

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

#### 4.7.2. Potasyum (K) (%)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki potasyum (K) içeriğine etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki potasyum (K) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Denemede yaprakta potasyum (K) içeriği örtü altında *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 kombinasyonu ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 aşlamaları ile yaprakta potasyum (K) içeriği artmıştır. Açıkta ise tüm tekli ve ikili bakteri aşlamaları yaprakta potasyum (K) içeriğini kontrole kıyasla arttırmıştır. Örtü altında en en yüksek değer % 0,73 ile tekli *B. megaterium* RC07 uygulamasından elde

edilmiş, açık alanda ise % 0,77 ppm ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 kombinasyonu öne çıkmıştır.

**Çizelge 4.8.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki potasyum (K) içeriğine olan etkileri

K (%)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	0,57h**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,73a
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,58h
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,70b
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,62f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,66d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,62f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,65e
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,61g
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,68c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,66d
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,56i	
Açık Alan	Kontrol	0,63g**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,69c
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,63f
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,66e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,69c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,73b
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,68d
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,72b
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,77a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,69c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,67e
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,69cd	

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.7.3. Kalsiyum (Ca) (%)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki kalsiyum (Ca) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kalsiyum (Ca) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. . Denemede yaprakta Kalsiyum (Ca) içeriği örtü altında *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 kombinasyonu ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve

*P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 tekli ve ikili aşılama ile yaprakta Kalsiyum (Ca) içeriği artmıştır. *B. subtilis* RC521, ve *B. pyrrocinia* RCYE64 aşılama ise kontrole kıyasla yaprakta Kalsiyum (Ca) içeriğine etki etmemiştir. Açıkta ise *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ile yaprakta Kalsiyum (Ca) içeriğini arttırmış, *B. megaterium* RC07 ve *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 tekli ve kombine aşılama ise kontrole kıyasla azaltmıştır. Örtü altında en yüksek değer % 0,51 *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ile elde edilirken açık alanda ise % 0,52 ile *S. acidaminiphila* RCYE47 aşılama ile elde edilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kalsiyum (Ca) içeriğine olan etkileri

Ca (%)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	0,35h**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,42e
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,41e
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,35h
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,35h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,47c
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,48b
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,45d
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,31i
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,37g
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,38f
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,51a
Açık Alan	Kontrol	0,34i**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,33k
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,38e
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,35h
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,36f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,41d
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,42c
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,52a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,43b
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,34i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,33j
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,36g

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.7.4. Magnezyum (Mg) (ppm)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki magnezyum (Mg) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki magnezyum (Mg) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Denemede yaprakta magnezyum (Mg) örtü altında *B. pumilus* RC23 ve *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 tekli ve kombine aşılama ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ile yaprakta magnezyum (Mg) içeriğini arttırmıştır. *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 kombinasyonu ise kontrole kıyasla yaprakta magnezyum (Mg) içeriğine etki etmemiştir. Açıkta ise tüm bakteri aşılama ile yaprakta magnezyum (Mg) içeriği artmıştır. Örtü altında en yüksek değer % 0,163 ile *P. fluorescens* RC77 aşılması ile elde edilmiş, açık alanda ise % 0,166 ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 kombinasyonunda tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki magnezyum (Mg) içeriğine olan etkileri

Mg (%)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	0,138f**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,155c
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,134g
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,145e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,145e
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,159b
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,163a
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,145e
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,126h
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,150d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,138f
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,158b	
Açık Alan	Kontrol	0,136i**
	<i>B. megaterium</i> RC07	0,142f
	<i>B. pumilus</i> RC23	0,147e
	<i>B. subtilis</i> RC521	0,147e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,155c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	0,162b
	<i>P. fluorescens</i> RC77	0,162b
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,141g
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	0,166a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	0,138h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	0,140g
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	0,149d	

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

#### 4.7.5. Kükürt (S) (ppm)

Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kükürt (S) içeriğine istatistikî anlamda etkisi çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kükürt (S) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Denemede yaprakta kükürt (S) içeriği örtü altı ve açıkta kontrole kıyasla tüm bakteri aşılama ile yaprakta kükürt (S) içeriği artmıştır. Örtü altında en yüksek yaprakta kükürt (S) içeriği 1474 ppm ile *B. megaterium* RC07 aşılamasından, açık alanda ise 1602 ppm ile *P. fluorescens* RC77 aşılamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki kükürt (S) içeriğine olan etkileri

S (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	1003j**
	<i>B. megaterium</i> RC07	1474a
	<i>B. pumilus</i> RC23	1209g
	<i>B. subtilis</i> RC521	1376c
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	1233f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	1157h
	<i>P. fluorescens</i> RC77	1249e
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	1321d
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	1214g
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	1425b
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	1308d
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	1139i
Açık Alan	Kontrol	1191g**
	<i>B. megaterium</i> RC07	1587a
	<i>B. pumilus</i> RC23	1297f
	<i>B. subtilis</i> RC521	1432c
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	1440c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	1331e
	<i>P. fluorescens</i> RC77	1602a
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	1395d
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	1471c
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	1484b
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	1477b
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	1337e

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

#### 4.7.6. Bakır (Cu) (ppm)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki bakır (Cu) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki bakır (Cu) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Denemede yaprakta bakır (Cu) içeriği örtü altı ve açıkta *B. pumilus* RC23 aşılması ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 +

*B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşlamaları ile yaprakta bakır (Cu) içeriği artmıştır. Örtü altı ve açık alanda en yüksek değer 11,01 ppm ve 10,11 ppm olarak *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 uygulamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki bakır (Cu) içeriğine olan etkileri

Cu (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	9,093g**
	<i>B. megaterium</i> RC07	9,781d
	<i>B. pumilus</i> RC23	8,782h
	<i>B. subtilis</i> RC521	9,307e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	9,952c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	9,143g
	<i>P. fluorescens</i> RC77	9,069g
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	10,000c
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	9,965c
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	9,195f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	11,01a
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	10,420b
	Açık Alan	Kontrol
<i>B. megaterium</i> RC07		9,211c
<i>B. pumilus</i> RC23		8,889e
<i>B. subtilis</i> RC521		9,156c
<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64		9,140cd
<i>P. polymyxa</i> RCYE283		8,794e
<i>P. fluorescens</i> RC77		9,163c
<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		9,188c
<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58		9,913b
<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		9,167c
<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64		10,110a
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07		9,186c

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.7.7. Demir (Fe) (ppm)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki demir (Fe) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki demir (Fe) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Denemede yaprakta demir (Fe) içeriği örtü altında *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılması ile kontrole kıyasla azalırken, *P. polymyxa* RCYE283 ve *P. fluorescens* RC77 aşılması ile yaprakta demir (Fe) içeriği artmıştır. Açıkta ise *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılması yaprakta demir (Fe) içeriğini arttırmış, *B. megaterium* RC07, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 tekli ve kombine aşılması ise kontrole kıyasla yaprakta demir (Fe) içeriğini azaltmıştır. Örtü altında en yüksek içerik 220,7 ppm ile *P. fluorescens* RC77 aşılmasından elde edilmişken, açık alanda ise 107,2 ppm ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 kombinasyonunda tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki demir (Fe) içeriğine olan etkileri

Fe (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	158,0c**
	<i>B. megaterium</i> RC07	87,79f
	<i>B. pumilus</i> RC23	83,83g
	<i>B. subtilis</i> RC521	74,57h
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	62,2j
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	162,4b
	<i>P. fluorescens</i> RC77	220,7a
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	117,3e
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	75,55h
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	70,27i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	56,85k
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	132,5d
Açık Alan	Kontrol	74,65e**
	<i>B. megaterium</i> RC07	59,33j
	<i>B. pumilus</i> RC23	104,8b
	<i>B. subtilis</i> RC521	93,04c
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	68,18g
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	70,77f
	<i>P. fluorescens</i> RC77	65,49h
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	58,00k
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	107,2a
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	61,26i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	46,40l
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	87,97d

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

#### 4.7.8. Manganez (Mn) (ppm)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki manganez (Mn) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki manganez (Mn) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Denemede yaprakta manganez (Mn) içeriği örtü altında *B. subtilis* RC521, *P. fluorescens* RC77, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 ve *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 tekli ve kombine aşılımları ile kontrole kıyasla azalırken, *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 tekli ve kombine aşılımları ile yaprakta manganez (Mn) içeriği artmıştır. Açıkta ise *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B.*

*pyrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ları yaprakta mangan (Mn) içeriğini arttırmış, *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 aşılama ları ise kontrole kıyasla azaltmıştır. Örtü altında en yüksek yaprak Mn değeri 49,48 ppm le *S. acidaminiphila* RCYE47 uygulamasında belirlenmiş, açık alanda ise 26,16 ppm ile *P. fluorescens* RC77 uygulamasında elde edilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki mangan (Mn) içeriğine olan etkileri

Mn (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	20,46g**
	<i>B. megaterium</i> RC07	28,73c
	<i>B. pumilus</i> RC23	24,25d
	<i>B. subtilis</i> RC521	16,70k
	<i>B. pyrocinia</i> RCYE64	22,07f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	31,71b
	<i>P. fluorescens</i> RC77	18,92i
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	49,48a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	19,80h
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	19,95h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrocinia</i> RCYE64	18,23j
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	23,47e
	Açık Alan	Kontrol
<i>B. megaterium</i> RC07		20,07g
<i>B. pumilus</i> RC23		20,28g
<i>B. subtilis</i> RC521		22,30e
<i>B. pyrocinia</i> RCYE64		23,57d
<i>P. polymyxa</i> RCYE283		21,16f
<i>P. fluorescens</i> RC77		26,16a
<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		16,97j
<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58		25,06b
<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47		16,30k
<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrocinia</i> RCYE64		19,67h
<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07		24,54c

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01'de önemli

#### 4.7.9. Bor (ppm)

Bakteri aşılama larının çilek yapraklarındaki bor miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki bor

içeriğine olan etkileri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Deneme sonunda örtüaltında aşulamaların hiçbiri kontrole göre yaprakta bor (B) içeriğini arttırmazken en iyi sonuç 48,40 ppm ile kontrolde elde edilmiştir. Genel olarak bakteri ırklarına bağlı olarak değişmekle birlikte bakteri aşılanmış çilek yapraklarında bor içeriği azalmıştır. Açıkta ise *B. pumilus* RC23, *P. polymyxa* RCYE283 ve *P. fluorescens* RC77 aşulamaları yaprakta bor (B) içeriğini arttırmış, *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşulamaları ise kontrole kıyasla azaltmıştır. Açıkta en yüksek bor (B) içeriği 12,34 ppm ile *P. polymyxa* RCYE283 uygulamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarında bor (B) miktarına etkileri

B (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	48,40a**
	<i>B. megaterium</i> RC07	22,14f
	<i>B. pumilus</i> RC23	23,94e
	<i>B. subtilis</i> RC521	15,03i
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	10,43k
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	38,97c
	<i>P. fluorescens</i> RC77	41,17b
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	30,94d
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	8,72l
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	17,71h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	12,87j
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	20,20g
Açık Alan	Kontrol	8,824d**
	<i>B. megaterium</i> RC07	2,90j
	<i>B. pumilus</i> RC23	9,624c
	<i>B. subtilis</i> RC521	4,824h
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	7,469f
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	12,34a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	10,59b
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	6,866g
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	8,033e
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	2,495k
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	4,074i
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	8,74d

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*: p<0,01’de önemli

#### 4.7.10. Sodyum (Na) (ppm)

Uygulamaların çilek yapraklarındaki sodyum (Na) miktarına etkisi istatistikî açıdan çok önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki sodyum (Na) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Denemede yaprakta sodyum (Na) içeriği örtü altında *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılımları ile kontrole kıyasla azalırken, *B. pumilus* RC23, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 aşılımları ile yaprakta sodyum (Na) içeriği artmıştır. Açıkta ise *B. pumilus* RC23 aşılması yaprakta sodyum (Na) içeriğini arttırmış, *B. megaterium* RC07, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. polymyxa* RCYE283, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılımları ise kontrole kıyasla yaprakta sodyum (Na) içeriğini azaltmıştır. Örtü altında en yüksek yaprak sodyum (Na) değeri 283,2 ppm ile *P. polymyxa* RCYE283 uygulamasında elde edilmiş, açık alanda ise 115,6 ppm ile *B. pumilus* RC23 uygulamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki sodyum (Na) içeriğine olan etkileri

Na (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	204,3f**
	<i>B. megaterium</i> RC07	111,8i
	<i>B. pumilus</i> RC23	259,6b
	<i>B. subtilis</i> RC521	84,70j
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	118,40h
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	283,2a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	229,4d
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	250,0c
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	45,65k
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	109,8i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	221,6e
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	130,3g
Açık Alan	Kontrol	85,29b**
	<i>B. megaterium</i> RC07	53,95j
	<i>B. pumilus</i> RC23	115,6a
	<i>B. subtilis</i> RC521	73,52e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	73,10e
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	61,03i
	<i>P. fluorescens</i> RC77	69,78f
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	63,43h
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	84,39c
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	48,10k
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283+ <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	74,50d
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	65,41g

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

#### 4.7.11. Çinko (Zn) (ppm)

Bakteri uygulamaları çilek yapraklarındaki çinko (Zn) içeriğine istatistiki anlamda oldukça önemli ( $p < 0,01$ ) düzeyde etki yapmıştır. Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki çinko (Zn) içeriğine olan etkileri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Denemede yaprakta çinko (Zn) içeriği örtü altında *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. fluorescens* RC77, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 aşılama ile kontrole kıyasla azalırken, *P. polymyxa* RCYE283, *S. acidaminiphila* RCYE47 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ile yaprakta çinko (Zn) içeriği artmıştır. Açıkta ise *B. megaterium* RC07, *B. pumilus* RC23, *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *P. fluorescens* RC77, *S. acidaminiphila* RCYE47, *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58, *B. subtilis* RC521 + *S. acidaminiphila* RCYE47, *P. polymyxa* RCYE283 + *B. pyrrocinia* RCYE64 ve *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 aşılama ile yaprakta çinko (Zn) içeriğini arttırmış, *P. polymyxa* RCYE283 aşılması ise kontrole kıyasla yaprakta çinko (Zn) içeriğini azaltmıştır. Örtü altında en yüksek yaprakta çinko (Zn) içeriği 115,3 ppm ile *P. polymyxa* RCYE28 uygulamasından, açık alanda ise 184,5 ppm ile *S. acidaminiphila* RCYE47 uygulamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Bakteri uygulamalarının çilek yapraklarındaki çinko (Zn) içeriğine olan etkileri

Zn (ppm)		
Yetiştirme Ortamı	Uygulama	2010-2011 Ort
Örtü Altı	Kontrol	67,38d**
	<i>B. megaterium</i> RC07	55,04h
	<i>B. pumilus</i> RC23	60,66e
	<i>B. subtilis</i> RC521	56,95f
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	51,09i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	115,3a
	<i>P. fluorescens</i> RC77	56,11g
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	100,3b
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	46,23j
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	50,46i
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	66,85d
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	87,08c
Açık Alan	Kontrol	44,20i**
	<i>B. megaterium</i> RC07	48,69f
	<i>B. pumilus</i> RC23	46,25g
	<i>B. subtilis</i> RC521	49,48e
	<i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	58,65c
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283	41,78j
	<i>P. fluorescens</i> RC77	43,88i
	<i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	184,5a
	<i>B. pumilus</i> RC23 + <i>P. agglomerans</i> RCYE58	64,47b
	<i>B. subtilis</i> RC521 + <i>S. acidaminiphila</i> RCYE47	56,98d
	<i>P. polymyxa</i> RCYE283 + <i>B. pyrrocinia</i> RCYE64	45,24h
	<i>P. fluorescens</i> RC77 + <i>B. megaterium</i> RC07	45,81gh

\*Aynı satırda aynı büyük harfle ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir. \*\*:  $p < 0,01$ 'de önemli

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 5.1. Verim ve Kalite Kriterleri

Tarımsal faaliyetlerde, belki de üzerinde en fazla durulan özellik yüksek verimin elde edilmesidir (Cengiz 2007). Bunun için bitkinin iyi bir vejetatif dönemden geçmesi gerekmektedir. Çilek bitkisi adaptasyon kabiliyetinin yüksekliği sayesinde birçok farklı coğrafyada yetiştirilmektedir. Bu nedenle yapılan araştırmalarda verim değerleri oldukça değişken olabilmektedir. Erzincan İli Çayırılı İlçesi şartlarında fern çilek çeşidiyle yürütülen bu çalışmada 2010 yılı örtü altında hasat 7 Haziranda başlamış ve 1 Eylül de bitmiştir. 2010 Açıkta ise hasat 15 Temmuz ile 1 Eylül arasında yapılmıştır. 2011 yılı örtü altında hasat 11 Mayıs 26 Ağustos arasında gerçekleşti. 2011 yılı açık alanda ise hasat 10 Haziran 27 Ağustos arasında gerçekleştirilmiştir.

#### 5.1.1. Bitki başına verim, ortalama meyve ağırlığı ve toplam meyve verimi

İncelediğimiz verim parametrelerinde de yine bakteri uygulamalarının hem açık hem de örtü altında çilekte meyve verimi üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür. Kullandığımız *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 kombinasyonu yılların genel ortalamasına göre bitki başına verimde (99,16g), *S. acidaminiphila* RCYE47 izolatu ile ortalama meyve ağırlığında (6,70 g) ve *B. pyrrocinia* RCYE64 izolatu ile toplam meyve veriminde (1155 g) en fazla verim artışı olduğu saptanmıştır. Çalışma sonunda elde ettiğimiz değerlere bakıldığında yapılan başka çalışmalar ile benzerlikler gösterdiği ortaya çıkmıştır. Nitekim, Ertürk vd (2012) çilekte bitki başına meyve verimini %1,98-20,85, ortalama meyve verimini %3,05–19,26; Eşitken vd (2010) çilekte meyve verimini bakteri uygulamalarıyla önemli derecede artırıldığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz verim değerlerinde uygulamalar arasındaki farklar önemli iken farklı bölgelerde elde edilen verim miktarlarından çok düşük verim oluşmasının nedeni olarak uygulamaların organik koşullarda yürütülmesi gösterilebilir. Adı geçen izolatların özellikle azot fiksetme, fosfat çözme, ACC deaminaz aktivitesi gösterme gibi çok farklı

fonksiyonlara sahip olması (Çizelge 3.1), uygulama yapılan bitkilerin daha dengeli beslenmelerine dolayısıyla verim ve verim unsurlarına ilişkin değerlerde artışlara neden olması muhtemeldir.

### 5.1.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Uygulamaların SÇKM oranına 1. ve 2. yılda genel ortalamaya etkisi istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur. Deneme sonunda yılların genel ortalaması (%23,07) ve 1. yıl sonunda (%12,43) en fazla SÇKM oranı *P. polymyxa* RCYE283 uygulamasından elde edilmiş, 2. yılda *P. fluorescens* RC77 + *B. megaterium* RC07 uygulaması ile en fazla SÇKM oranına (%11,37) ulaşılmıştır.

### 5.1.3. Askorbik asit (C vitamini) içeriği

Meyvelerin kimyasal içeriklerinin belirlenmesinde kullandığımız Askorbik asit (C vitamini) tayininde uygulamaların genel ortalamasına göre (Çizelge 4.6) kontrol grubundan daha fazla Askorbik asit (C vitamini) içerdiği ve bunun istatistiki açıdan çok önemli ( $p < 0,01$ ) olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalardan özellikle *B. pumilis* RC23 ile *P. Fluorescens* RC77 izolatları C vitamini oranlarını artırmıştır.

## 5.2. Yaprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

### 5.2.1. Yaprak alanı

Yaptığımız çalışmada çileklere uygulanan bakterileri izolatlarından özellikle *B. subtilis* RC521 ve *B. subtilis* RC521+S. *acidaminiphila* RCYE47 yaprak alanını hem örtü altında hem de açık alanda artırmıştır (Çizelge 4.1). Bu bakterilerin laboratuvar testlerinde azot fikseri ve fosfat çözme özelliğine sahip oldukları bildirilmektedir (Çizelge 3.1). azot yönünden iyi beslenen bitkilerde yaprak klorofil içeriği ve beraberinde yaprak alanında artışların olması kuvvetle muhtemeldir (Marschner 2012).

Yapılan benzer çalışmalarda da bakterilerin yaprak alanında artış sağladığı ortaya çıkarılmıştır. Sudhakar *et al.* (2000) *Azotobacter* uygulaması ile dut bitkisinde yaprak alanının arttığını gözlemlemiş, başka bir çalışmada De Silva *et al* (2000) *P. fluorescens* Pf5 ile yaban mersininde yaprak alanının arttığını ifade etmiştir. Yine Ertürk vd (2012) Çoruh Vadisi koşullarında aynı çeşitle yürüttüğü çalışmalarda yaprak alanının hemen tüm bakteri uygulamaları ile arttığı, buna bağlı olarak ta verimin de yükseldiğini bildirmiştir. Uyguladığımız bakterilerin doğrudan veya bitkinin topraktan besin maddesi alımını artırması ile dolaylı olarak yaprak alanını arttırdığı söylenebilir.

### 5.2.2. Yaprak makro ve mikro element içerikleri

Bakteri uygulanmış çilek yapraklarının kontrole göre daha fazla makro ve mikro (P, K, Ca, B, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, S, Zn) besin elementi ihtiva ettiği belirlenmiş ve bu değerler istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da araştırmacılar bakteri izolatu uyguladıkları farklı bitki veya çilek çeşitlerinde benzer etkiler saptamışlardır. Nitekim, Eşitken vd (2003a) kayısıda uyguladığı bakteri ile ağaç yapraklarında N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin kontrole göre artış sağladığını; Jaizme-Vega *et al.* (2003) in vitro şartlarda çoğaltılan iki muz çeşidine *Bacillus spp.* uygulaması sonucu her iki çeşitte de besin içeriğinin kontrole göre arttığını tespit etmişlerdir. Çakmakçı vd (2009) 281 orjinal bakteri izolatının 236'sının serbest azot fiksedebildiği, 177 izolatın fosfat çözebildiği 152'sinin ise hem azot fiksedebildiği hem de fosfat çözebildiğini bildirmiş, paralel yürüttükleri bir çalışmada çay klonlarında bakteri uygulamalı sonucu gelişim parametrelerinde önemli katkılar sağladığını gözlemlemişlerdir (Çakmakçı vd 2010b).

Benzer olarak Ertürk vd (2011)'nin tumbul çeşidi fındıklara uyguladığı bakteriler ile (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Na) bitki besin elementi içeriğine etkisinin olduğunu, Eşitken vd (2010)'nin ise Fern çilek çeşidine bakteri uygulaması sonucu yaprakların N, P, K, Fe, Mn ve Zn içeriklerinin belirgin olarak arttığını bildirmişlerdir. Uygulanan bakteriler rizosferde fosfat çözme, atmosfer azotunu fiksetme, bitki gelişimini artırıcı IAA gibi

hormonları üretme gibi farklı fonksiyonlara sahip olmaları (Çizelge 3.1) nedeniyle özellikle yaprak bitki besin elementi içeriklerine ciddi anlamda katkı sağlamışlardır.

Sonuç olarak; bakteri izolatlarının bitki basına verim, ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve verimi, bitki yaprak alanı ve kimyasal içerik değerlerine olan etkileri yıllara ve yetiştirme ortamlarına göre farklılık göstermiştir. Özellikle çok yıllık bitkilerin fizyolojisi dikkate alındığında, bakteri uygulamalarının etkilerinin tam ve homojen bir şekilde gözlemlenebilmesinin zaman aldığı, toprak ekolojisi ve iklime göre değişim gösterebildiği bildirilmektedir (Çakmakçı 2005; Miransari 2013, Bashan *et.al* 2014). Bununla birlikte uygulamalar içinde *B. subtilis* RC521, *B. pyrrocinia* RCYE64, *B. pumilis* RC23+*P. agglomerans* RCYE58 izolatlarının ümitvar olduğu, verim ve verim unsurları ile ilgili verilerde pozitif katkı sağladığı, yaprak besin elementi içeriklerinde de ciddi artışlara neden olduğu gözlenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında organik çilek yetiştiriciliğinin giderek yaygınlaştığı, buna bağlı olarak ta biyolojik gübre alternatiflerine ihtiyaç duyulduğu için, adı geçen izolatların organik koşullarda Erzincan yöresinde çilek yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.

**KAYNAKLAR**

- Agaoglu, Y.S., 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 984. Ders Kitabı: 290. s: 377.
- Ahemad, M., Kibret, M., 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. J. Of King Saud Univ.-Science 26:1-20.
- Anonim, 2006a. Çilek Yetistirciligi. [http://www.antalyatarim.gov.tr/haber\\_detay.asp?baslik\\_id=37&ID=104](http://www.antalyatarim.gov.tr/haber_detay.asp?baslik_id=37&ID=104). (21.08.2006).
- Anonim, 2006b. Çilek Çok Seye Yarar. <http://www.ekolojimagazin.com/?s=magazin&id=62>. (27.08.2006).
- Anonim, 2011. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Anonim, 2012. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Anonim, 2013 [http://www.cayirli.gov.tr/default\\_B0.aspx?content=195](http://www.cayirli.gov.tr/default_B0.aspx?content=195)(10.12.2013)
- Aontoun,H., . Beauchamp, C.J, Goussard, N.,. Chabot, R., Lalande R., 2005. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: effects on radishes (*Raphanus sativus* L.) Plant Soil, 204 (1998), pp. 57–67
- Aslantas, R., M.Gülyüz, 2004. Bazı Organik Biostimülatörlerin Çilekte Fide Üretimi Üzerine Etkileri. Atatürk Üni. Z. F. 35 (1-2): 31-34.
- Aslantaş, R., Cakmakci, R., Sahin, F., 2006. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Young Apples Trees Growth and Fruit Yield Under Orchard Conditions. Scientia Horticulture.
- Aslantaş, R., Karakurt, H., Köse, M., özkan, G., Çakmakçı, R. (2010) Bazı bakteri ırklarının çilekte fide üretimine etkileri. Türkiye 4. Organik Tarım Sempozyumu, 54-60
- Bashan, Y, de-Bashan,L.E., Prabhu, S.R., 2014. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). Plant Soil DOI 10.1007/s11104-013-1956-x
- Bockman, O.C., 1997. Fertilizers and Biological Nitrogen Fixation as Sources of Plant Nutrients: Erspectives for Future Agriculture. Plant Soil, 141:1-11.
- Burdman, S., Jurkevitch, E., Okon, Y., 2000. Recent Advances the use of Plant Growth omoting Rhizobacteria (PGPR) in Agriculture. In Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry. Subba, R.N., Dommergues, Y.R.(eds). Vol II Chp. 10, 29-250. Pub. Inc UK.
- Çakmakçı, R., 2005. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36(1):97-107.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü.G., 2005. Organik Tarım. Atatürk Üniv. İspir Hmaza Polat MYO Ders Yay:2, Erzurum, 233 s.
- Çakmakçı, R., Donmez, F., Aydın, A. Sahin, F., 2006. Growth Promoting of Plants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Under Greenhouse and Two Different Field Soil Conditions. Soil Biology & Biochemistry, 38: 1482-1487.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü. ve Dönmez, M.F. 2007. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 288-295.

- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B., Dönmez, F., 2008. Çoruh vadisinde yabancı ahududu rizosfer topraklarında heterotrof azot fikseri bakteri çeşitliliği 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008 Konya, 706-717
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2009. Plant Growth Promoting Bacteria for Organic Tea Production. Improvement. Advances in Bioinoculation, Biopesticide Production Formulation and Application on International Thematic Workshop Symposium. 20th-22 October 2009, Islamabad, Pakistan 9-17 p.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2010. Diversity and biotechnological potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant and Soil* 332:299-318.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Sekban, R., 2010. Research of PGPR as a biofertilizers to enhance organic tea production. International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems. 03-07 February 2010, Famagusta, CYPRUS. 371-376 pp.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Ercişli, S., Şentürk, M., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2011. The use of plant growth promoting rhizobacteria for organic tea production in Turkey. Proceedings of Tea- Organic-Low Carbon International Symposium. 6-9 June, 2011, Guangyuan/China, 89-97.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2012. Tea growth and yield in relation to mixed cultures of N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria. 23rd International Scientific-Experts Congress on Agriculture and Food Industry, September 2-29, 2012, The Journal of Ege University Faculty of Agriculture Special Issue Vol 1, 17-21, İzmir.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Sekban, R., Haznedar, A., Varmazyari, A., 2013a . The Effect of Single and Mixed Cultures of Plant Growth Promoting Bacteria and Mineral Fertilizers on Tea (*Camellia Sinensis*) Growth, Yield and Nutrient Uptake. 1st Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition. 01-03 October, 2013, Soil Water Journal, Social Issue for AGRICASIA, Vol 2, No 2(1) , 653-662.
- Çakmakçı, R., Güllap, K., Erdoğan, Ü., Erat, M., Koç, A., 2013 b. Otlak ayrığında (*Agropyron cristatum*) su stresini hafifletmede bazı mikroorganizma esaslı sıvı biyolojik gübrelerin rolü. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 3-7 Haziran, 2013, Nevşehir. 164-167.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Varmazyari, A., Kutlu, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2013 c. effect of biological fertilizer applications on the growth and macro- and micro-nutrient concentrations of tea (*Camellia sinensis* L.). The First Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. MESMAP) 17-20 April, 2013, 136
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Varmazyari, A., Gülümser, A., Kutlu, M., Dönmez, M.F., Sekban, R., Haznedar, A., 2013 d. Doğu Karadeniz bölgesi asidik çay rizosfer topraklarında azot fikseri ve fosfat çözücü bakteri çeşitliliği ve organik çay yetiştiriciliğinde kullanım imkanlarının araştırılması. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 1., 25 - 27 Eylül 2013, Samsun, 170-176.
- De Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., 2000. Growth Promotion of Highbush Blueberry by Fungal and Bacterial Inoculants. *HortScience* 35(7): 1228-1230.

- Ercisli, S., Esitken, A., Cangı, R., Sahin, F., 2003. Adventitious Root Formation of Kiwifruit in Relation to Sampling Date, IBA and *Agrobacterium rubi* Inoculation. *Plant Growth Regulation* 41: 133-137.
- Ercisli, S., Esitken, A., Sahin, F., 2004. Exogenous IBA and Inoculation with *Agrobacterium rubi* Stimulate Adventitious Root Formation on Hardwood Stem Cuttings of Two Rose Genotypes. *HortScience* 39 (3): 533-534.
- Ertürk, Y., Ercişli, S., Sekban, R., Haznedar, A., Dönmez, M.F., 2008. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of tea (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) cuttings. *Romanian Biotechnological Letters*. V. 13, N: 3. p:3747-3756.
- Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Duyar, Ö., Turan, M., 2010a. Fındık Bitkisinde PGPR Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Yapraktaki Bitki Besin Elementi İçeriğine Etkilerinin Belirlenmesi. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-01 Temmuz 2010, Erzurum, s 511-516.
- Ertürk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A., Cakmakci, R., 2010b. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biological Research*, 43 (1), 91-98.
- Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Duyar, Ö, Turan, M., 2011. The Effects of Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR) on Vegetative Growth and Leaf Nutrient Contents of Hazelnut Seedlings (Turkish Hazelnut cv, Tombul and Sivri). *International Journal of Soil Science* 6(3):188-198
- Ertürk, Y., Ercişli, S., Çakmakçı, R., 2012. Yield and growth response of strawberry (*FragariaX ananassa* Duch.) to plant growth promoting Rhizobacteria inoculation. *Journal of Plant Nutrition* (35:817-826).
- Eşitken, A., Kalıdag, H., Ercisli, S., Turan, M., Sahin., F., 2003a. The Effects of Spraying a Growth Promoting Bacterium on the Yield, Growth and Nutrient ElementComposition of Leaves of apricot(*Prunus armeniaca* L.cv. Hacıhaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 377-380.
- Eşitken, A., Ercisli, S., Sevik, İ., Sahin, F., 2003b. Effect of Indole-3- Butyric Acid and Different Strains of *Agrobacterium rubi* on Adventitive Root Formation from Softwood and Semi-Hardwood Wild Sour Cherry Cuttings. *Turk J Agric For* 27 37-42
- Eşitken, A.,H.E. Yıldız, Ercişli, S., Dönmez, M.F., Güneş, A., 2010a. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae* 124:62–66
- Eşitken, A., Yıldız, H.,E., Turan M., Şahin, F., 2010b, Organik Şartlarda Yetiştirilen Çilekte Fosfat Çözebilen Mikroorganizmaların Verim Ve Yaprak Besin Elementi İçeriğine Etkisi, *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-01 Temmuz 2010, Erzurum, s597-601
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant-growth by free-living bacteria. *Can J Microbiol* 41:109–117
- Glick,B.R., 2012 . *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications* Hindawi Publishing Corporation, Scientifica.
- Güleryüz, M., Esitken, A., Pırlak, L., Aslantas, R., 1997, Aliso ve Pocahontas Çilek Çesitlerinde Farklı Dikim Mesafelerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *S.Ü Ziraat Fak. Dergisi* 11(15):91-102.

- Gülsoy, E., ve Yılmaz, H., 2004, Van ekolojik koşullarında farklı örtü tiplerinin bazı çilek çeşitlerinin adaptasyonu üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9 (1) 50-57.
- Hancock, J.F., 1999. Strawberries. Printed and Bound in the UK at University Press, Cambridge P 231.
- İpek, M., Arıkan, Ş., Pırlak, L., Eşitken, A., 2010. Bitki Büyümesini Artırıcı Bakteri Uygulamalarının Bodur Elma Fidanlarında Dallanma Üzerine Etkileri. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran - 1 Temmuz 2010, Erzurum, 377-382.
- İstar, A., Gülerüz, M., Sen, S.M., 1983. Erzurum Kosullarında Çilek Yetistireciliği Üzerine Araştırmalar. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Der. Cilt; 14 Sayı:3-4.
- Jaizme-Vega, M., Rodriguez-Romero, A., Pinero Guerra, M., 2004. Potential Use of Rhizobacteria from the Bacillus Genus to Stimulate the Plant Growth of Micropropagated Bananas. Fruits 59:83-90.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No:1387, Fen Bilimleri:90 Nobel Bilim ve Araştırma Yayın No:44 ISBN 978-605-395-184-1.Ankara, 467 s.
- Karadeniz, T., 2006. Şifalı Meyveler. 208, İstanbul.
- Karlıdağ, H., Yıldırım, E., Turan, M., Dönmez, M.F., 2010. Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria on Mineral-Organic Fertilizer use Efficiency, plant growth and mineral contents of strawberry (*Fragaria x ananassa* L. Duch.). Proceedings for the Conference from February 22<sup>nd</sup> to February 24<sup>th</sup>, 2010, Germany
- Köse, C., Gülerüz, M., Sahin, F., Demirtas, İ., 2003. Effects of Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria(PGPR) on Rooting of Grapevine Rootstocks. Acta Agrobotanica: 56 (1/2): 47-52.
- Köse, C., Gülerüz, M., Sahin, F., Demirtas, İ., 2005. Effects of Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria(PGPR) on Graft Union of Grapevine. Journal of Sustainable Agriculture 26 (2): 139-147.
- Marschner, P., 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Ed. Academic Press Elsevier, 32 Jamestown Road, London N.W1, 7BY, UK, 601 pp.
- Mertens, D., 2005. AOAC official method 975.03. In: Horwitz, W. Latimer, G.W (Eds), Metal in Plants and Food. Official methods of analysis, 18th ed. AOAC International Suite, Gaithersburg, MD USA (Chapter 3), pp.3-4.
- Miransari M., 2013. Soil microbes and availability of soil nutrients. Acta Physiol Plant 35:3075-3084.
- Neri, D., Lodolini, E.M., Savini, G., Sabbatini, P., Bonanomi, G., Zucconi, F., 2002. Foliar application of humic acids on strawberry (cv Onda ). Acta Horticulture 594: p. 297-302.
- Pešaković, M., Karaklajić-Stajić, Ž., Milenković, S., Mitrović, O., 2013. Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) and soil micro-organisms, Scientia Horticulturae 150, 238-243
- Pırlak, L., Aslantas, R., Gülerüz, M., Eşitken, A., 1997. Erzurum Kosullarında Bazı Yeni Çilek Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Ü. Zir.Fak.Der., 28 (4), 531-542.
- Ping, L., and W. Boland. 2004. Signals from the underground: bacterial volatiles promote growth in Arabidopsis. Trends Plant Sci. 9:263-269.

- Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for sustainable Farming. Eng. Life. Sci.1:217-223.
- Sabır, A., 2013. Improvement of grafting efficiency in hard grafting grape Berliandieri hybrid rootstocks by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Scientia Hort. 164:24-29.
- Somers E., Vanderleyden,J, Srinivasan, M. 2004. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet Crit. Rev. Microbiol, 30 (2004), pp. 205–240
- Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of Foliar Application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on Leaf Yield and Quality of Mulberry(Morus Alba). Journal of Agricultural Sci., Cambridge, 134, 227-234.
- Vestberg, M., Kukkonen S., Saari K., Parikka P., Huttunen J., Tainio L., Devos N., Weekers F., Kevers C., Thonart P., Lemoine M-C., Cordier C., Alabouvette C., Gianinazzi S., 2004. Microbial inoculation for improving the growth and health of micropropagated strawberry. Applied Soil Ecology 27:243-258.
- Yılmaz, H., 2009. Çilek. Hasad Yayıncılık, 978-975-8377-72-5. 348 s.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1985 yılında Erzincan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sakaryada'da tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünden mezun oldu, 2009 yılında bu üniversitede meyvecilik bilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen öğrenimine devam etmektedir.