



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SERA KOŞULLARINDA BİTKİ BÜYÜMESİNİ ARTIRICI RİZOBAKTERLERİN MARULDA VERİM, VERİM UNSURLARI VE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİLERİ

Esra KESİMCİ

YÜKSEK LİSANS

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Şubat-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SERA KOŞULLARINDA BİTKİ BÜYÜMESİNİ ARTIRICI RİZOBAKTERLERİN MARULDA VERİM, VERİM UNSURLARI VE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİLERİ

Esra KESİMCİ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

2013, 55 Sayfa

Prof. Dr. Nebahat SARI
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN
Prof. Dr. Mustafa PAKSOY

Çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait sebze araştırma seralarında yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak Bitez marul çeşidi kullanılmıştır. Denemede N (azot), O (oksin) ve N-O (azot-oksin) etkinliğini uyaran rizobakter solüsyonları kullanılmıştır. Yaprak (Y), kök (K) ve yaprak-kök (Y-K) bölgelerine yapılan uygulamalar ile rizobakterlerin marulda verim ve besin elementlerine etkisi incelenmiştir.

Araştırma sonucunda N-O-K uygulaması ile kök yaş ağırlığına (56,25 g), baş çevresine (84 cm), kök uzunluğuna (17 cm), baş boyuna (32 cm), pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi (431 gr) ve göbeklenme kalitesine etkisinde en iyi bulunmuştur. Ayrıca besin elementleri incelendiğinde azot ve kükürt içeriğinin O-K-Y uygulaması, fosfor içeriğinin N-O-K-Y uygulaması, potasyum içeriğinin N-O-K ve O-K uygulamaları, demir içeriğinin N-Y uygulaması, kalsiyum içeriğinin N-O-K ve N-O-K-Y uygulamaları, çinko içeriğinin N-K-Y ve O-Y uygulamaları, magnezyum içeriğinin N-K uygulaması ile en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marul, rizobakter, verim

ABSTRACT

MS

THE EFFECTS OF RIZOBACTERIUM EXPEDITING THE GROWING UP OF PLANTS IN THE GREENHOUSE ON YIELD, YIELD COMPONENTS AND NUTRIENT CONTENS OF THE LETTUCE

Esra KESİMCİ

The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University
The Degree of Master of Science in Horticulture

Advisor: Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

2013, 55 Pages

Prof. Dr. Nebahat SARI
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN
Prof. Dr. Mustafa PAKSOY

The study is carried out at the Vegetable Research Greenhouses of Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. The Bitez lettuce cultiver is used at the research. The solution of rhizobium bacterium which stimulates the activity of N (nitrogen), O (oksin), N-O (nitrogen-oksin) is used at the test. The effect on the yield, quality and nutrıent contens of lettuce is analysed by exercises implemented in L (leaf), R (root) and B (body).

At the end of the study, the effect on the weight of root-fresh weight (56,25 gr), the size of the head (84 cm), the lenght of root (17 cm), the lenght of head (32 cm), the marketable head weight (431 gr), the quality of developing a heart were observed as perfect. Also, when the nutrient elements were analysed it was observed that: the content of nitrogen and sulfur are the form of O-K-Y, the content of phosphorus is the form of N-O-K-Y, the content of potassium is the forms of N-O-K and O-K, the content of iron is the form of N-Y, the content of calcium is the forms of N-O-K ad N-O-K-Y, the content of zinc is the forms of N-K-Y and O-Y and the content of magnesium is the form of N-K.

Keywords: Lettuce, rhizobium bacterium, yield

ÖNSÖZ

Günümüzde dünya nüfusu giderek artmaktadır. Artan dünya nüfusuna paralel olarak da tarımsal üretimde birçok sorunlar ortaya çıkabilmektedir. İnsanlık tarihi boyunca, karşılaşılan birçok sorun bireysel olmaktan çıkıp toplumsal düzeyde etkilerini göstermektedir. Bunlara yönelik çözümler de birçok kesimin katılımı ile verim ve kalite artışına yönelik birçok çalışmalar yapılmış, yeni teknikler ve uygulamalar geliştirilebilmiştir.

Yeni geliştirilen tekniklerin başında, tarımda sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kimyasal kullanımı yerine biyolojik uygulamalardan faydalanma olanakları önem kazanmıştır. Araştırmamla insan beslenmesinde vazgeçilmez olan sebzelerin sağlıklı yetiştirilmesinde daha az kimyasal kullanımına imkân sağlayarak rizobakterlerin kullanımı ile verim ve kalitenin yanı sıra gıda güvenliğini sağlamayı amaçladım. Ayrıca çevrenin korunması ve sürdürülebilir tarımının yapılandırılmasına katkı sağlamayı, marul yetiştiricilerine kalitede rekabet edebilir ürünü üretebilmeleri için fırsat sunmayı hedefledim. Organik ve iyi tarıma uygun yenilikçi teknik uygulamalarla verim ve kaliteyi artırmayı böylece tüketiciye daha sağlıklı gıda sunmaya ve üreticiye daha yüksek gelir sağlanması bakımından katkıda bulunması hedeflenmektedir.

Yüksek lisans tezimin planlanıp yürütülmesinde yardımlarını gördüğüm ve eşsiz öğreticiliğiyle beni devamlı motive edip, yüreklendiren, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Önder TÜRKMEN'e ve çalışmamızda kullandığımız bakteri ırklarının temininde gerekli yardım ve kolaylığı sağlayan ayrıca rhiziobakteriler konusunda bilgisi ve tecrübesini paylaşan hocam Sayın Prof. Dr. Atilla DURSUN'a teşekkür ederim. Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Uzm. Musa SEYMEN ve Arş. Gör. Kevser YAZAR'a ayrıca maddi olarak yanımda olan üniversitenin BAP birimine ayrıca tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak sürekli yanımda olan canım annem Hatice KESİMCİ'ye ve canım babam Mustafa KESİMCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

.

Esra KESİMCİ
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÖZETİ **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **15**

3.1. Yapılan Ölçüm ve Gözlemler 16
3.1.1. Ortalama kök yaş ağırlığı (g/bitki) 16
3.1.2. Ortalama bitki baş yüksekliği (cm) 17
3.1.3. Ortalama kök uzunluğu (cm) 17
3.1.4. Ortalama kök boğazı çapı (mm) 17
3.1.5. Ortalama baş çevresi (cm) 17
3.1.6. Pazarlanabilir baş ağırlığı (g/bitki) 17
3.1.7. Dekara pazarlanabilir baş oranı (%) 17
3.1.8. pH 18
3.1.9. SÇKM (%) 18
3.1.10. Bitkide N içeriğinin saptanması 18
3.1.11. Bitkide toplam P, K, Ca, Mg, N, Fe, Zn, S, Mn ve Cu elementlerin belirlenmesi 18
3.2. Araştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi 18

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **19**

4.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda kök yaş ağırlığına etkisi 19
4.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda baş çevresine etkisi 20
4.3. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök uzunluğuna etkisi 22
4.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök boğazı çapına etkisi 23
4.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi 25
4.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pH üzerine etkisi 26

4.7.Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda SÇKM'ye etkisi 27
4.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda baş yüksekliğine etkisi 28
4.9. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda besin elementlerine etkisi 30
4.9.1. Azot (N) içeriğine etkisi 30
4.9.2. Fosfor (P) içeriğine etkisi 31
4.9.3. Potasyum (K) içeriğine etkisi 32
4.9.4. Kükürt (S) içeriğine etkisi 33
4.9.5. Demir (Fe) içeriğine etkisi 35
4.9.6. Magnezyum (Mg) içeriğine etkisi 36
4.9.7. Mangan (Mn) içeriğine etkisi 37
4.9.8. Çinko (Zn) içeriğine etkisi 38
4.9.9. Bakır (Cu) içeriğine etkisi 40
4.9.10. Kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi 41

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 43

5.1. Sonuçlar 43
5.2. Öneriler 43

KAYNAKLAR 44

ÖZGEÇMİŞ 55

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	yüzde

Kısaltmalar

PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria
mm	milimetre (1/1000 metre)
cm	santimetre (1/100 metre)
m	metre
g	gram (1/1000 kilogram)
kg	kilogram (1000 g)
ppm	milyonda kısım
ml	mililitre (1/1000 litre)
cfu/ml	1 ml'lik su numunesi içinde oluşan koloni sayısı
MnO_2	Mangan oksit
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
S	Kükürt
Fe	Demir
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Zn	Çinko
Cu	Bakır

1. GİRİŞ

Farklı iklim özelliklerine sahip bölgeleri ve tarım sektöründe yoğun olarak çalışan nüfusu ile ülkemizde, geniş bir ürün yelpazesinin ticari anlamda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sebzeler de bu ürün yelpazesi içinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde 2011 yılı verilerine göre toplam 27.547.462 ton sebze üretimi yapılmaktadır. Bu üretimin içinde marul yetiştiriciliğinin payı 424.252 tondur (Anonim, 2012).

Günümüzde kullanılabilir tarım alanlarının bir kısmının erozyon, çoraklaşma, turizm ve yerleşim alanlarına dönüştürme gibi tarım dışı amaçlar için işgal edilmesi ile kullanılamaz hale gelmesi sonucu, hızla artmakta olan dünya nüfusu yeterli gıda temini sıkıntısı ile karşı karşıyadır (Sevgican, 2003; Yılmaz, 2005). Artan bu dünya nüfusuna paralel olarak da tarımsal üretimde de verim ve kalite artışına yönelik yeni teknikler ve uygulamalar geliştirilmiştir (Aksoy, 1999).

Bununla birlikte birim alanda yoğun kimyasal girdi kullanımıyla yüksek verim alma ve yeni alanların tarıma açılması hedef olarak belirlenmiştir (Dursun ve ark., 2010). Bitkisel üretim ve zararlıların kontrolünde rastgele yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanımı toprak sağlığının bozulmasına, çevre kirlenmesine, patojen ve zararlı popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Tarımsal kimyasalların aşırı miktarda kullanımı ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Tarımsal ekosistemlerde ise birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde birikmektedir. Bunlar bitki, toprak, yeraltı suları ve gıdaların içine karışmakta (Saber, 2001; Çakmakçı, 2005), insan sağlığını tehlikeye sokmaktadır.

Kimyasalların dengesiz ve bilinçsizce kullanılmasıyla besin elementi tükenmesi, toprak organik maddesinin kaybı gibi toprak verimliliğini azaltmaktadır. Yüksek verim elde etmek amacıyla toprak yapısını bozan, çevre kirliliğine yol açan, insan sağlığını tehdit eden ve ürün kalitesini azaltan bu uygulamaların, üretici üzerinde de giderek artan bir tüketici baskısı da oluşturmaktadır. Özellikle bu tür ürünlerin ihracat şansları giderek azalmaktadır. Bu yüzden sağlıklı bir tarım sistemi kaçınılmaz olmakta ve kimyasal kullanılmaksızın temiz gıda üretimi zorunlu hale gelmektedir. Bu çerçevede sürdürülebilir tarım son dönemlerde dünyanın en önemli gündemi haline gelmiştir. Sürdürülebilir veya iyi tarım uygulamaları; toprak, su ve bitkisel kaynakların etkin ve verimli kullanımını, çevrenin korunmasını, toplum sağlığı açısından gıda güvenliğini ve son aşamada da gelecek kuşaklara yaşanabilir bir doğa bırakılmasını oluşturmaktadır.

Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasına odaklı olan bu yeni anlayış ile birlikte, kimyasal kullanımı yerine biyolojik uygulamalardan faydalanma olanakları öncelik kazanmıştır (Merdin, 2009a).

Genel olarak üretimde verim kalite kaybına neden olan etmenler; biyotik ve abiyotik faktörler olarak ikiye ayrılmaktadır. Abiyotik faktörler; olumsuz çevre ve toprak koşullarını ifade etmektedir. Biotik faktörler ise; patojenler (fungus, bakteri, virüs, mikroplazma, spiroplazma..vs.), zararlılar (böcekler ve kemirgenler) ve yabancı otlardır. Bu etmenlerle mücadelenin gerektirdiği şekilde yapılması, birim alandan elde edilen verimin artırılmasında büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte özellikle seralarda kimyasal girdiler bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedenleri; ekonomik değeri yüksek aynı tür veya akraba türlerin ardı ardına yetiştirilmesi, ayrıca seralarda özellikle iklimlendirmenin iyi olmaması durumunda hastalık etmenleri ve zararlılar için uygun bir ortamın bulunması, seralarda yüksek verimli dolayısıyla besin elementi gereksinimi yüksek olan çeşitlerin yetiştirilmesi şeklinde sıralanabilir (Tüzel ve Gül, 2008).

Son yıllarda tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasında kimyasal kullanımı yerine biyolojik uygulamalardan faydalanma olanakları önem kazanmıştır. Bitkilerin biotik ve abiotik stres koşullarına dayanımını artırmak, bitki gelişimi ve verimini iyileştirmek için faydalı mikroorganizmalardan yararlanılmaya başlanmıştır (Armstrong, 2001; Postma ve ark., 2001; Deniel ve ark., 2006 ; Gül ve ark., 2007; 2008a; Gül ve ark., 2008b; 2008c; Kıdoğlu ve ark., 2007, 2008). Bu bakteriler bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria PGPR) olarak tanınmakta ve bitkilerde (sebzeler, meyveler, süs bitkileri, bazı ağaçlar, tahıllar vb.) değişen oranlarda vejetatif ve generatif gelişimi arttırıcı etkiye sahip olup, hem bitkilerde hastalık oluşturan pek çok bakteriyel, fungal ve viral etmene karşı bitkide bulunan doğal dayanıklılığı teşvik ederek koruma sağlamaktadır (Backman ve ark., 1997; Weller, 1988; Wei ve ark., 1996).

Farklı ülkelerde çok sayıda ticari PGPR preparatının bulunduğu bilinmektedir (Kloepper ve ark., 2004b). Ülkemizde geliştirilmiş ruhsatlı ticari kök bakterisi preparatı bulunmamaktadır. Bunlardan bir kısmında kök bakterilerinin bitki gelişimini ve verimi artırıcı etkisi incelenmiştir (Eşitken ve ark., 2002, 2003; Ataoğlu ve ark., 2004; Turan ve ark., 2004; Eşitken ve ark., 2005; Orhan ve ark., 2006; Kıdoğlu ve ark., 2007; Gül ve ark., 2008c; Kıdoğlu ve ark., 2008; Merdin, 2009b), diğerlerinde ise kök bakterilerinin farklı patojenlere karşı biyolojik savaş ajanı olarak etkileri incelenmiştir (Özaktan ve

Bora, 1994; Şahin ve ark., 2000; Bora ve ark., 2004; Aslan, 2005; Erdal, 2005; Akat, 2008).

PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar. PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bu rizobakteriler büyüme hormonlarını üreterek ve faydalı mikrorganizmalar lehine rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirerek doğrudan veya mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarını geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui, 2006).

Son yıllarda PGPR bakteri strainleri farklı bitkilerde kullanılmaya başlanmıştır. *Bacillus* ırkları ile yürütülen araştırmalarda, çeltik (Sudha ve ark., 1999), arpa (Çakmakçı ve ark., 1999), şeker pancarı (Şahin ve ark., 2004), buğday (De Freitas 2000), mısır (Pal, 1998) ve ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007b) veriminde önemli artışlar elde edilmiştir. PGPR inokulasyonu yazlık buğday (Walley ve Germida, 1997), ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007b), marul (Barazani ve Friedman, 1999; Arkhipova ve ark., 2005), çilek ve yerfıstığının (Kokalis-Burelle 2003) gelişmesini teşvik etmiştir. Azot bağlayan ve fosfat çözücü bakteri uygulamaları toprakta azot fiksasyonu yapan ve fosfat çözen bakteri sayısını, rizosferde N ve P miktar ve alımını artırmaktadır (Canbolat ve ark., 2006; Çakmacı ve ark., 2007a).

PGPR etkinliği, toprak organik madde içeriği başta olmak üzere toprak özellikleri, bitki ve bakteri çeşidi, ele alınan bitki parametreleri ve yetiştirilme koşullarına göre değiştiği ortaya konulmuştur (Çakmakçı ve ark,. 2006). Karışık inokulasyon bakteri etkinliğini artırmakta ve besin elementlerin daha dengeli alınmasını sağlamaktadır (Şahin ve ark., 2004). N_2-fiksasyon ve fosfat çözücü bakteri aşılamasının, su ve sıcaklığın uygun olduğu sera koşullarında daha fazla olmak üzere, sağladığı verim artışı, maliyet ve kirlilik bakımından mineral gübrelemeye alternatif olabileceğini göstermiştir (Çakmakçı, 2002). Fakir topraklarda daha düşük mineral gübre dozları ile birlikte mikrobiyolojik gübrelemenin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bakterilerin özellikle erken dönemde bitki gelişmesini teşvik edici olmaları (Şahin ve ark., 2004), biyolojik gübrelemenin yaprakları kullanılan bitkilerde daha olumlu sonuçlar verebileceğini göstermiştir. Araştırmalarda şeker pancarında tek basına mineral azot gübresinin olumsuz etkilediği pancar kalitesi, bakteri aşılamalarında daha dengeli bulunmuştur (Çakmakçı, 2002). Bu araştırma bulgularına göre, uygun strainlerin

belirlenmesi durumunda biyolojik gübrelemenin diğer elementlerin daha dengeli alımını sağlayarak kültür bitkilerinin gelişimini olumlu etkilemesi beklenebilir.

Marul (*Lactuca sativa* L), *Plantae* âlemi, *Magnoliophyta* şubesi, *Magnoliopsida* sınıfı, *Asterales* takımı, *Asteraceae* familyası, *Lactuca* cinsi altında sınıflandırılmaktadır (Anonymous, 2009). Marul salata gurubu sebzeler içerisinde en çok tüketilenlerden biri olup; yılın tamamında pazarlarda ve marketlerde bulunabilen, tek yıllık serin iklim sebzesidir (Aybak, 2002). Bu özelliklerinden dolayı ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilmektedir.

Bu araştırma ile toprak altında çeşitli etkileşimlerde bulunan verim artırıcı yararlı bakterilerin örtüaltı tarımında marul üzerindeki verim ve kalite özelliklerine olan etkileri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bitkilerin rizosferi, yoğun mikrobiyal etkinliğin olduğu bir bölgedir (Altın ve Tayyar, 2005; Bolwerk, 2005). Bitki kökleri tarafından salgılanan organik asitler, şekerler ve aminoasitler gibi karbon kaynaklarının rizosferde mikroorganizma aktivitesini teşvik ettiği bilinmektedir (Bolwerk, 2005).

Rizosfer mikroorganizmalarının kendileri arasında ve köklerle mikroorganizmalar arasında etkileşimler bulunmakta ve bu etkileşimler faydalı, etkisiz veya zararlı olabilmektedir (Lynch ve Whipps, 1991). Mikroorganizmalar ile bitki kökleri arasındaki faydalı etkileşimler 4 grupta toplanabilir; mikroorganizmaların (1) bitkiler için yarayışlı besin maddesi miktarlarını arttırmaları, (2) oksin üreterek bitki gelişimini arttırmaları, (3) rizosferi biyolojik olarak temizlemeleri, (4) bitki hastalıklarının çıkışını azaltmaları gibi etkileri vardır (Bolwerk, 2005).

Bu bakteriler bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria= PGPR) olarak tanınmakta; bitkilerde değişen oranlarda vejetatif ve generatif gelişimi arttırıcı etkiye sahip olmakta, hem bitkilerde hastalık oluşturan pek çok bakteriyel, fungal ve viral etmene karşı bitkide bulunan doğal dayanıklılığı teşvik ederek koruma sağlamaktadır (Backman ve ark., 1997; Weller, 1988; Wei ve ark., 1996).

20.yy'ın ortalarında Sovyetler Birliği ve Hindistan'da PGPR'nin farklı ürünlerdeki etkileri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan farklı tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar uyumsuzluk göstermesine rağmen, kontrole göre %50–70 verim artışlarının sağlandığı belirtilmiştir. Bu dönemde PGPR'nin bitki büyümesini arttırmadaki mekanizması iyi bilinmemesine rağmen, bu denemeler hedef bitkilerde bakteriyel kolonizasyon ve bitki büyümesi için uygun şartlar hakkında ipuçları sağlamıştır. PGPR'nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, krolofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta kopma tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirlenmiştir (Lucy ve ark., 2004).

PGPR grubu bakterilerin birçoğu aynı zamanda çok iyi birer biyolojik savaş elemanı olarak da iş görebilmektedirler. Bu bakteriler özellikle toprak kaynaklı hastalıklar olmak üzere bitki hastalıkları ile savaşımda önemli düzeyde başarı sağlayabilmektedirler. Bu konuda da biyopestisit kavramı içerisinde dünyada birçok örnekleri bulunmaktadır. PGPR'ler verim artırıcı özellikleri açısından, biyogübre

olarak, gerekse de biyolojik savaşta biyopestisit olarak ele alındıklarında, bugün oldukça popüler olan Organik Tarım, Entegre Ürün Yönetimi gibi tarım tekniklerinin merkezinde yer alan, vazgeçilmez öğeler olarak düşünülmektedir (Tilak ve ark., 2005).

Yang ve ark., (2009), Kuzey Kore'de yaptıkları bir çalışmada PGPR bakterilerin, bitkilerin tuz ve kuraklık stresine karşı dayanıklılığı desteklediğini söylemişler ve bu mekanizmanın azot ve fosfat çözümü ile topraktan alınabilir maddelerin artması yanında suni gübrelere daha az ihtiyaç duyulacağından su kirliliğinin azalmasının da etkili olabileceğini öne sürmüşlerdir.

PGPR'lerin bitki gelişmesini destekleyen mekanizmaları henüz tamamen açıklanmamasına karşın, bitkinin biotik ve abiotik stres unsurlarına karşı bitkinin direncini artırdığı, bitkinin kök aktivitesini artırarak besin elementi alınımını teşvik ettiği bilinmektedir (Lucy ve ark., 2004). Bitki gelişmesini teşvik eden bakterilerden bir grubu abiotik ve biotik olumsuz şartlara karşı dayanıklılığı artırırken, diğer grubu ise fitopatojenik mikroorganizmaların zararlıya etkilerini azaltmaktır (Bashan ve Holguin, 1998; Lucy ve ark., 2004).

Abiotik ve biotik stres unsurlarına dayanımı artırmanın ana mekanizması ise bitki gelişimini teşvik etmesiyle gerçekleşmektedir. Toprakta bulunan ve toprağa uygulanan fosforlu bileşikler Ca bileşikleri şeklinde toprakta fiksasyona uğramaktadır (Yadaw ve Dadarwal, 1997; Çakmakçı ve ark., 2008; Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Mikrobiyal metabolitlerle inorganik ve organik fosfor çözünürlüğü artıran PGPR'ler bitki gelişimini teşvik etmektedirler. Ayrıca organik asit ve asit fosfataz üreterek besin elementi alınımını artırmaktadır (Kucey ve ark., 1989; Kumar ve Narula, 1999; Puente ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2005). Yine yapılan pek çok araştırmada PGPR uygulamalarının bitki besin elementi alımı ile verim ve verim unsurları üzerine olumlu etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır (Kucey ve ark., 1989; Kumar ve Narula, 1999; Puente ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2005; Gül ve ark., 2007; Dursun ve ark., 2008; Seymen ve ark., 2010).

Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri ortamda sınırlı miktarda bulunan demiri alabilmek için düşük moleküler ağırlıkta Fe^{+3} iyonları ile yüksek uyuma sahip suda çözünebilen moleküller olan sideroforları sentezlerler (Altın ve Tayyar, 2005). Sözcük anlamı demir taşıyıcı demek olan siderofor ortamda bulunan demir iyonlarını alarak hem bitkinin demir alınımını artırmakta, hem de ortamdaki demiri bağlayarak patojenlerin gelişmesini engellemektedir. Patojenlerin engellenmesiyle de biyokontrol yoluyla bitki gelişimi olumlu yönde etkilenmektedir (Özaktan ve Bora, 1994; Erdal,

2005). Rizobakteriler yaşam alanı ve besin için rekabet, patojen gelişimini engelleyici kimyasalların üretimi, siderefor üretimi ve bitkide teşvik edilmiş dayanıklılığın harekete geçirilmesi gibi bir takım mekanizmaları kullanarak hem bitkinin gelişimini hem de patojenlere karşı bitki direncini artırmaktadır (Compant ve ark., 2005).

PGPR'ler bitki gelişimini ya patojen organizmaların bazı zararlı etkilerini önleyerek dolaylı ya da bakteri tarafından üretilen veya çevreden besinlerin alınımını kolaylaştıran bir bileşiği sağlayarak direkt olarak etkileyebilirler. Bitki gelişiminin uyarılmasının direkt mekanizması atmosfer azotunun tespitini, siderofor üretimini, oksin, sitokinin, gibberellin gibi bitki hormonlarının üretimini, fosfor gibi minerallerin çözülmesi ve enzimlerin sentezini içerir (Arshad ve Frankenberger, 1998; Glick ve ark., 1998; Whitelaw, 2000; Altın ve Tayyar, 2005). Dolaylı mekanizması ise patojen için yarayışlı olan demirin üretilen sideroforlar yardımıyla sınırlandırılmasını, antibiyotiklerin üretimini, besin ve yer için rekabet ederek patojenleri önlemeyi ve bitkide sistemik dayanıklılığın uyarılmasını sağlar (Özaktan ve Bora, 1994; Knoester ve ark., 1999; Whipps, 2001; Kamilova ve ark., 2008).

PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar. PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bu rizobakteriler büyüme hormonlarını üreterek ve faydalı mikrorganizmalar lehine rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirerek doğrudan veya mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarını geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui, 2006).

Baklagillerde bakteriyel aşılamanın vegetatif gelişme, kuru madde oluşumu, dane verimi, nodülasyon, vejetatif aksam, nodül ve danede azot içeriğini etkilediği birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Gök ve Onaç, 1995; Gök ve ark., 2004; Gök ve ark., 2005).

Gök ve Onaç (1995) yaptıkları araştırmada, bakteri ile aşılamanın, kontrol (aşısız) varyantlarına oranla dane verimi, N_2 fiksasyonu, kuru madde oluşumu ve nodülasyonu olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Araştırılan özellikler yönünden aşılamada kullanılan bakteri izolatlarının ve soya çeşitlerinin de birbirinden farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Oksinler miktar bakımından PGPR'ler tarafından en çok salgılanan bitkisel hormonlardır. Genellikle azot bağlamasından ziyade oksin üretiminin köklenmeyi

uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada ana etken olduğu kabul edilmektedir (Bloenberg ve Luktenberg, 2001).

Bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin bitki gelişimini uyarmanın yanı sıra hastalıklara, özellikle de toprak kaynaklı patojenlere karşı biyolojik savaşta etkili oldukları bilinmektedir (Kloepper, 1993; Lemanceau ve ark., 2000). Ancak, araştırıcılar tarafından bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin yararlı etkileri olarak ortaya konmuş olan bitki gelişimini uyarma etkisi ile biyolojik kontrol etkilerini birbirinden kesin bir şekilde ayırmanın o kadar kolay olmadığı vurgulanmaktadır. Bu durum bir madeni paranın iki yüzü gibi düşünülmektedir. Bir yüzü bitki gelişimini uyarıcı etki, diğer yüzü ise biyolojik savaş etkisini gösterir (Kloepper, 1993; Altın ve Tayyar, 2005). Kök bakterilerinin bitki gelişimini uyarması dolaylı bir biyolojik savaş mekanizması olarak da kabul edilmektedir.

Bütün bitkiler patojen saldırılarına karşı doğal bir savunma mekanizmasına sahiptirler. Patojen saldırısından önce bitki çeşitli şekillerde uyarılarak savunma mekanizmasını başlatır ve böylece hastalık oluşumu azaltılabilir ya da engellenebilir. Özellikle floresan Pseudomonas'lar toprak kökenli hastalıkların engellenmesinde en etkili rizosfer bakterileri olarak karşımıza çıkmaktadırlar. PGPR'lar sistemik dayanıklılığı teşvik edebilme yeteneğine de sahiptirler. Bunun için antibiyotik üreterek bitkileri patojen saldırılarına karşı koruma özellikleri ile patojen mikroorganizmaların topraktaki demiri kullanmalarını engelleme gibi çeşitli mekanizmaları kullanabilmektedirler (Van Loon ve ark., 1998).

PGPR'lerin dolaylı ve doğrudan etki mekanizmaları ile bitki gelişimi ve verimi üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu, fungal, bakteriyel ve viral patojenlere, ayrıca kök ur nematodlarına karşı biyolojik savaş elemanı olarak kullanılabileceği; bitkilerin biotik ve abiotik stres koşullarına karşı dayanımlarını arttırdıkları pek çok araştırıcı tarafından rapor edilmektedir (Reddy ve ark., 2000; Kloepper ve ark., 2004a).

Bitkilerde dayanıklılığın teşvik edilebilmesi için biyotik uyarıcılar (bakteri, fungus, virüs ve nematodlar) ya da abiyotik uyarıcılar (salisilik asit, glisin, jasmonat, etilen ve bazı herbisitler) oldukça geniş bir patojen dizisine karşı pek çok kültür bitkisinde kullanılmıştır (Ozeretskovskaya, 1995; Kuc, 2001). Abiyotik uyarıcılar sınıfına giren Actigard veya Bion 50 WG (acidibenzolar-S-methyl) adıyla bilinen ticari preperatın domates bitkilerinde peroxidase, glutathione peroxidase, chitinase, superoxide dismutasu ve glutathione S-transferase enzimlerinin miktarlarını artırarak Cmm'e karşı dayanıklılığı teşvik ettiği, ayrıca uygulamalar sonucu bitkilerde hastalık

şiddetini %76, bakteriyel gelişmeyi ise %68 oranında azalttığı belirlenmiştir (Baysal ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2003a, 2003b).

Bakterilerin, azot fikse edebilme, bitkisel hormon ve vitamin sentezi, etilen sentezinin engellenmesi, besin alımının ve stres koşullarına dayanıklılığının artırılması, inorganik fosfat çözünürlüğü ve organik fosfatın mineralizasyonu yoluyla bitki büyümesini ve gelişimini teşvik etme özellikleri bulunmaktadır (Dobereiner, 1997; Eşitken ve ark., 2006; Reis ve ark., 1994; Vance, 1997).

Bitki büyümesini düzenlemede PGPR'lerin rol aldığı mekanizmalar literatür bilgileri çerçevesinde doğrudan ve/veya dolaylı olmak üzere iki grupta açıklanmaktadır. Doğrudan mekanizmalar, biyolojik azot fiksasyonu, oksinler, gibberelinler, sitokininler gibi bitkisel hormonların üretilmesi, ACC deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma, bakteri-bitki ilişkisinde uyum, inorganik fosforun çözünürlüğünün arttırılması ve organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderophore üretimi yoluyla demir alımının artırılması ve diğer bazı iz elementlerin oranında artış sağlama, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma etkilerini içine almaktadır. PGPR'ler dolaylı olarak antibiyotik üretimi ile hastalıkları azaltan biyokontrol ajanları olarak rol oynarlar, değişik organik bileşiklerle bulaşık olan topraklarda engelleyici ksenobiyotikleri parçalayarak bitkileri korurlar (Rodriguez ve Fraga, 1999; Eşitken ve ark., 2003; Elsheikh ve Elzidany, 1997; Anonim, 2006; Aslantaş ve ark., 2006).

Yan ve ark. (2003), bitki gelişimini arttırmak ve biyolojik mücadele amacı ile PGPR uygulamaları için en uygun koşulların fideliklerde olduğunu bildirmişlerdir. Fide üretimi esnasında çevresel koşulların tarla şartlarına göre çok daha stabil olması PGPR'ların bitkiye daha yüksek oranda kolonize olmalarına olanak sağlamaktadır. Rizobakteri içeren bio-gübrelerin bitki besin maddelerinin temini açısından bitki büyümesi üzerine olumlu etkisi bilinmektedir. Bu bakteriler azot, fosfor çözünürlüğü, enzim sentezi, oksin, gibereline ve sitokinin gibi hormonların üretimini etkileyen en makul mekanizmalar olduğu düşünülmektedir. Bio-gübrelemede PGPR bakterilerin önemli olmasının nedeni, N_2 bitkiler tarafından N alımını arttırarak enzim ve hormonların üretim sentezinde rol oynayarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Yan ve ark. (2003).

Bitki gelişimini teşvik edici bakteri etkileri kompleks bir süreç olup, bakteri tür ve sayısı, bitki-bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, toprak organik madde miktarı ve çevresel koşullara

bağlı olarak değişmektedir (Şahin ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2006). Bakteri izolatlarının türler arasında da farklı etkiler ortaya koyduğu bildirilmektedir (Khalid ve ark., 2004).

Tüfenkçi ve ark. (2006), iklim odasında yaptıkları bir saksı çalışmasında arıtma çamuru uygulanmış topraklarda hümik asit dozu ve uygulanma zamanlarının marulda bitki gelişimi besin içeriğine etkisini incelemişler ve baş ağırlığının 69.4 gr kadar çıktığını belirlemişlerdir. Bu araştırmada N içeriği % 2.49, P % 0.315, K % 3.811, Ca % 3.07, Mg %2.25, Fe 131.47 ppm, Mn 34.87 ppm, Zn 37.57 ppm, Cu % 9.61 ppm bulunmuştur.

Bozkurt ve ark. (2004), tarafından yapılan değişen azot ve hümik asit uygulamalarının verim ile nitrat ve besin elementleri üzerine etkileri incelendiği araştırmada, baş ağırlığı 282.5 g, yaprak sayısı 41.9 adet, baş yüksekliği 30.60 cm, baş çevresi 32 cm, azot içeriği 458.3 ppm'e çıkmıştır. Besin elementleri açısından incelendiğinde N % 3.62, P % 0.76, K% 8,78, Ca % 2.15, Mg %0.33, Fe 170,1 ppm, Mn 68.5 ppm, Zn 35.3 ve Cu 17.7 ppm'e kadar çıkmıştır.

Türkmen ve ark. (2004), iklim odasında yaptıkları bir saksı çalışmasında marulun baş ağırlığının 59.3 g, N içeriğinin % 4.65, P içeriğinin % 0.72, Fe içeriğinin 156 ppm, Mn 72.6 ppm, Zn 46.1 ppm ve Cu 23.80 ppm'e kadar çıktığını bildirmişlerdir.

Chabot ve ark. (1996), *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* inokulasyonunun tarla koşullarında mısır ve marulun gelişimini arttırarak, aşılı marulların kontrollere oranla %6 oranında daha fazla fosfor içerdiğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* ile aşılı mısırın kuru ağırlığında önemli artış saptamışlardır.

Erzurum şartlarında 2004 yılı bahar döneminde bazı bakteri ırklarının elma, erik ve vişnede dona dayanım üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için yapılan ön denemelerde, PGPR uygulamalarının meyve tutumu ve bazı vejetatif gelişme parametreleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiği vurgulanmışdır (Karakurt, H., 2006).

Altomare ve ark. (1999), tarafından yapılan bir çalışmada ise, bitki gelişimini teşvik eden ve biyokontrol etmeni olan *T. harzianum Rifaii* 1295-22 (T22)'nin invitro olarak bazı mikro besinleri ve fosfatı çözebilirliği araştırılmış, bu izolatın MnO_2, metalik çinko ve kalsiyum fosfatı çözebildiği ortaya konulmuştur.

Küçük ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada da, İç Anadolu Bölgesi topraklarından izole edilen *Trichoderma harzianum* T1'in Cu^{+2}, Zn^{+2}, Mn^{+2}, Fe^{+2} ve Ca^{+2}'un farklı konsantrasyonlarına olan dirençlilikleri incelenmiş, izolatın Fe^{+2}'e

toleranslı, Ca^{+2} içeren ortamda ise düşük toleranslı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırıcılar T1 izolatın MnO_2 ve metalik çinkoyu sıvı ortamda çözebildiğini bildirilmiştir.

Yüksek konsantrasyonda IAA, etilen sentezinde önemli bir aşama olan ACC (1-amino-cyclopropone-1-carboxylic acid) oluşumunu uyararak, etilen üretimini teşvik etmektedir (Wang ve ark., 2000). Etilenin düşük seviyelerinde kök oluşumu artmakta ve kök uzaması uyarılmaktadır. Hızla büyüyen kökler tarafından üretilen yüksek seviyedeki etilen ise kök uzamasını engellemektedir (Pal ve ark., 2000).

Sitokinin, IAA ve gibberellin gibi bitki hormonlarının sentezi kök bakterilerinin bitki gelişimini artırıcı mekanizmaları arasında yer almaktadır (Loper ve Schroth, 1986; Tang, 1994; Salamone ve Wodzinski, 1997). Özellikle bitki hormonları arasında IAA (İndol-3-asetik asit) ve etilen ön plana çıkmaktadır. Bilindiği gibi, IAA bitkilerde hücre genişlemesi ve uzamasını teşvik etmektedir. IAA üreten bitki gelişimini artıran kök bakterileri kök gelişimini ve uzunluğunu artırmalarının sonucu, bitkinin daha geniş kök yüzey alanı ile topraktan besin alınımını kolaylaştırmaktadır (Vessey, 2003).

Baş salata fidelerinin gelişimine kök bakterilerinin etkilerinin incelendiği çalışmada, 6 farklı yerel kök bakterisi izolatı (18/1K: *Pseudomonas putida*, 21/1K: *Enterobacter cloacae*, 62: *Serratia marcescens*, 70: *Pseudomonas fluorescens*, 66/3: *Bacillus* spp., 180: *Pseudomonas putida*) ile yurtdışından sağlanan 2 farklı ticari bakteri preparatı (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24, *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42) ve kontrol uygulaması ile karşılaştırılmış ve kök bakterilerinin baş salata fidelerinin toprak üstü ve kök gelişimini arttırmada etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Test edilen yerel izolatlardan 66/3 (*Bacillus* spp), 70 (*Pseudomonas fluorescens*) ve 18/1K (*Pseudomonas* 8 *putida*)'nın fide gelişimini önemli düzeyde arttırmaları nedeniyle ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir (Kıdoğlu ve ark., 2007).

Jeon ve ark. (2003), Kore'de yaptıkları çalışmada verimsiz bir göl kenarı toprağı kullanmışlardır. *P. flourescens* ve *B. megaterium* strainlerinin inoklasyonunun bitki büyümesine önemli miktarda katkıda bulunduğunu belirtmişler, bu etkinin strainlerin ürettiği fitohormonlar özellikle indol asetik asit ve toprakta çözünemeyen formdaki fosfatın çözünmesi ile ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir. Barazani ve Friedman (1999), İsrail'de yaptıkları çalışmada strainlerin yararlı (PGPR) veya zararlı (DRB; deleterious rizobacteria) etkilerinin ürettikleri oksin maddelerinin miktarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Marul bitkisi üzerinde yürütülen çalışmada fazla miktar indol asetik asit üreten *Micrococcus luteus*, *Streptoverticillium* sp., *Gluconobacter* sp. ve *P.*

putida bakterilerinin inokulasyonu ile kök gelişiminin baskılandığını, *Agrobacterium* sp., *Alcaligenes piechaudii*, *Comamonas acidovorans* gibi indol asetik asiti diğerlerine nazaran daha düşük seviyelerde üreten bakterilerin inokulasyonu ile bitki gelişimin tetiklendiğini kaydeden araştırmacılar PGPR strainlerinin indol asetik asit dışında gelişimi destekleyici salgılar ürettiğini öne sürmüşlerdir.

Çakmakçı ve ark. (2007b), tarafından bildirilen başka bir çalışmada ise *B. megaterium*, *B. licheniformis*, *P. polymyxa*, *P. putida*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Bacillus* OSU-142, *Bacillus* M-13 PGPR izolatlarının ıspanak ve buğday gelişimi ve farklı enzimlerin (glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, 6-fosfoglukanat dehidrogenaz, glutatyon redüktaz, glutatyon-s-transferaz) aktiviteleri üzerine etkilerine bakılmıştır. Bu bakterilerden 6 tanesinin nitrogenaz aktivitesinin yüksek olduğu, 4 tanesinin etkili bir biçimde fosfat çözebildiği ve tamamının indol asetik asit üretebildiği bildirilirken, sonuçta her iki bitki içinde PGPR uygulamaları ile verimde önemli artışlar elde edildiği belirtilmiş ve bitki büyümesi ile enzim aktiviteleri arasında yakın bir ilişki olduğu öne sürülmüştür.

Shaharoona ve ark. (2008), Pakistan'da yaptıkları bir çalışmada bitkilerin besin elementlerini alımlarının kök büyüklüğü ve besin elementlerinin kök çevresindeki alınabilirliklerine bağlı olduğunu belirtmişler; farklı dozlarda azot, fosfat ve potasyum uygulamaları ile *Pseudomonas* cinsine ait PGPR strainlerinin etkinlikleri arasındaki bağlantıyı araştırmışlardır. Buğday bitkisinde yürütülen araştırmalar sonucunda, strainlerin etkinliğinin yüksek doz gübre uygulamaları ile azaldığını öne sürmüşler ve PGPR strainlerinin uygun dozlarda gübre uygulaması ile kombine halde kullanımlarının daha yarayışlı olacağını bildirmişlerdir.

Mena-Violante ve Olalde-Portugal (2007), yaptıkları çalışmada bir PGPR izolatı olan *B. subtilis*'in domatesin verim ve meyve kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta hem verim hem de kalite olarak *B. subtilis* uygulamasına tabi tutulan bitkilerin kontrollere oranla daha üstün olduğunu dile getirmişlerdir.

Azospirillum, *Azotobacter* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. *ve Bradyrhizobium* ile inokulasyonun arpa, domates, biber vb. bitkilerde kök yüzey alanında, kök kuru ağırlığında ve verimde önemli artışlara neden olduğu bildirilmektedir (Carletti, 2000).

PGPR'ler ile yapılan tarla denemelerinde kanola ve soya fasulyesinde tohum çıkışını %10-40 (Kloepper ve ark., 1986), patates bitkisinin ağırlığını %500 ve verimini %10-15 arasında artırdığı saptanmıştır (Kloepper ve ark., 1980; Kloepper ve Schroth,

1981). PGPR'lerin buğdayda %11 (De Freitas ve Germida, 1992) ve kanolada %18 (De Freitas ve ark., 1997) verim artışına neden olduğu ortaya konulmuştur.

Domates bitkisinde fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) verim ve fosfor alımı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, fosfor çözücü bakterinin bitkide verim ile fosfor, demir, çinko ve bakır alımını arttırdığı saptanmıştır (Turan ve ark., 2004).

Perlit ortamında biber (cv. Kekova F1) yetiştiriciliğine kök bakterilerinin etkilerinin incelendiği çalışmada Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün Bakteriyoloji Laboratuarı stoklarında bulunan kök bakterisi izolatları (18/1K: *Pseudomonas putida*, 62: *Serratia marcescens*, 66/3: *Bacillus* spp., 70: *Pseudomonas fluorescens*,) ile yurtdışından sağlanan bir ticari preparat (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24) ve bakteri inokule edilmeyen kontrol uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Bakteriyel izolatlar iki farklı aşamada; (1) tohum ekimi öncesinde ve (2) dikim sonrasında uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde bakteri uygulamasının, kontrole kıyasla yaprak ve meyve ağırlığını artırdığı ortaya konulmuştur. Dönem sonunda (dikimden 4 ay sonra) sökülen bitkilerde, kök bakterilerinin kontrole kıyasla meyve yaş ağırlığını %21 (*Bacillus* spp. 66/3) ile %74 (*Pseudomonas putida* 18/1K) arasında arttırdığı saptanmıştır (Kıdoğlu ve ark., 2008).

Farklı kök bakterilerinin serada perlitte yetiştirilen domates bitkilerinin verimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda, *Bacillus* spp. strain 66/3'ün kontrole kıyasla sonbaharda %37 ve ilkbaharda %18 düzeyinde verim artışına neden olduğu saptanmıştır (Kıdoğlu ve ark., 2009).

Hıyar, domates ve biber yapılan bir çalışmada, sera koşullarında; test edilen PGPR'lerin bazı dönemlerde hıyar ve domateste önemli verim artışına yol açtığı belirlenmiştir. Domateste kontrole kıyasla verim artışı *Bacillus* spp. strain 66/3'de sonbaharda %36, ilkbaharda %17 düzeyinde gerçekleşmiştir. Hıyar yetiştiriciliğinde ise, *Pseudomonas putida* 18/1 K, *Serratia marcescens* 62 ve *Pseudomonas fluorescens* 70 nolu kök bakterileri *Fusarium* solgunluğunun ortaya çıktığı dönemde, toplam verimi kontrole kıyasla sırasıyla %42, %43 ve %20 oranında arttırmıştır (Gül ve ark., 2008c).

PGPR'lerden *Bacillus pumilus* SE 34, *Pseudomonas putida* 89B61 izolatları ve Syngenta tarafından üretilen ticari bitki aktivatörü Actigard (Acibenzolar-Smethyl = ASM) domateste *Ralstonia solanacearum*'a karşı denenmiştir. Bu çalışmada PGPR izolatları çok başarılı bulunurken; ticari bitki aktivatörü olan Actigard uygulamasıyla hastalığın engellenemediği bildirilmiştir (Anıth ve ark, 2004).

Kılıç-Ekici ve Yuen (2004), *Pseudomnas flourescens* WCS417r rizobakterisinin bitki köklerine uygulanmasıyla sistemik dayanıklılığı teşvik edildiğini ve *Bipolaris soskiniana*'nın konidial gelişiminin engellediğini bildirmiştir. Fakat bu izolatlar yapraklara püskürtüldüğü zaman aynı etki elde edilememiştir.

Sera koşullarında yapılan domates çalışmasında bakteri uygulamalarının verimi %6-10 oranında artırdığı bildirilmiştir (Gagne ve ark., 1993). Yapılan başka bir sera denemesinde Bacillus *subtilis strain* BS13 bakterisi domateslerde kontrole oranla %21-25 verim artışı ortaya koymuştur (Gagne ve ark., 1993).

Seymen ve ark. (2010), sera koşullarında yaptıkları bir çalışmada özellikle hıyarda N-52/1, N-17/3, FE-43, F-21/3, 637 Ca ve MfdCa1'in bitkide meyve sayısı, bitki boyu, meyve ağırlığı, pH, meyvede sertlik gibi verim ve bitki gelişimi üzerine büyük bir potansiyele sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Aromas çilek çeşidi üzerinde 2007-2008 yıllarında % 29.6 kireç içeren ve 7.49 pH'a sahip Selçuk Üniversitesi Ziraat fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama serasında yapılan bir çalışmada en etkili bakteri ırkının 637Ca olduğu ve bunu takiben A18 olduğu gözlenmiştir. Kontrol uygulamasında bitki başına verim 585.4 g iken 637Ca uygulamasında % 47'lik artışla 860.7 g'a yükselmiştir (İpek ve ark., 2009).

Karaman ve ark. (2012)'na göre marulda N % 4-5, P % 0.40-0.60, K %6-7, Ca % 2.3-3.5, Mg %0.5-0.8, Fe 50-100 ppm, Zn 25-250 ppm, Mn 15-250 ppm, B 25-60 ppm, Cu 8-25 ppm yeterli seviyededir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Sebze Araştırma Seralarında yapılmıştır. Araştırma serasının topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırma serası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	**Birim**	**Miktar**	**Değerlendirme**
pH (1:2.5, toprak:su)		7,63	Alkalin
EC (tuz) (1:5, toprak:su)	µS/cm	260	Düşük
$CaCO_3$ (Kireç)	%	18,1	Fazla Kireçli
Organik Madde	%	2,21	Orta
İnorg. Azot (NH_4 + $N0_3$- N)	mg/kg	53,6	İyi
Fosfor (P)	mg/kg	86	Yeterli
Potasyum (K)	mg/kg	583	Fazla
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	4341	Fazla
Magnezyum (Mg)	mg/kg	236	Yeterli
Bor (B)	mg/kg	5,98	Yeterli
Bakır (Cu)	mg/kg	3,16	Yeterli
Demir (Fe)	mg/kg	7,98	Yeterli
Çinko (Zn)	mg/kg	1,60	Yeterli
Mangan	mg/kg	2,30	Yeterli

Araştırmada bitki materyali olarak Bitez marul çeşidi kullanılmıştır. Sera toprakları 30 cm derinlikte işlenmiş ve fide dikimine uygun hale getirilmiştir. Uygun toprak ve sıcaklıkta yetiştirilen fideler 3 Kasım 2010 tarihinde seradaki yerlerine dikilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı, her parselde 20 bitki olarak planlananan denemede sıra üzeri 25 cm, sıra arası 50 cm dikim sıklığı uygulanmıştır.

Deneme serası ekolojik koşullara göre kritik gün ve gecelerde ısıtılmıştır. Bakteri uygulamaları 10^8 cfu/ml yoğunluktaki solüsyondan 5 ml/bitki hesabıyla fide dikiminden 7 gün sonra yapraklara, köke ve hem yaprak hem de köke bir defada yapılmıştır.. Denemede N (azot), O (oksin) ve N-O (azot-oksin) etkinliğini uyaran rizobakter solüsyonları kullanılmıştır. Yaprak (Y), kök (K) ve yaprak-kök (Y-K) bölgelerine uygulamalar yapılmıştır. Şekil 3.'de deneme serasından genel görünüşler verilmiştir







Şekil 3. Deneme serasından genel görüntüler

Denemede sulama damla sulama sistemiyle yapılmıştır. 26 Kasım 2010 tarihinde gübreleme yapılmıştır. Çapalama ve boğaz doldurma işlemi 3 Aralık 2010 tarihinde yapılmıştır. Damla sulama ile toprak kaynaklı fungal patojenlere karşı caprasoil ve maycep uygulaması yapılmıştır. Avantge (20-20-20) toplamda 12.5 kg 26 Kasım 2010 tarihinde bitkilere verilmiştir. Hasat zamanı gelen bitkiler kök bölgesinden kesilerek gerekli ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

3.1. Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

3.1.1. Ortalama kök yaş ağırlığı (g/bitki)

Her parseldeki 10 bitkiden hasatta kökler özenli bir şekilde çıkarılarak kök kaybı en az olacak şekilde yıkanmış ve kök boğazından düzgün bir şekilde kesilen kökler, ±0.1 g'a hassas terazide tartılarak ortalama kök yaş ağırlığı belirlenmiştir.

3.1.2. Ortalama bitki baş yüksekliği (cm)

Parseldeki 10 bitkinin kök boğazı bölgesinden yapraklarını en uç noktasına kadar bir cetvel ile ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

3.1.3. Ortalama kök uzunluğu (cm)

Her parseldeki 10 bitkiden hasatta kökler özenli bir şekilde çıkarılarak kök kaybı en az olacak şekilde yıkanmış ve kök boğazından düzgün bir şekilde kesilen kökler, bir cetvel ile ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

3.1.4. Ortalama kök boğazı çapı (mm)

Parseldeki 10 bitkinin kök boğazı bir kompas ile ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

3.1.5. Ortalama baş çevresi (cm)

Parseldeki 10 bitkinin elastik bir cetvel ile baş kısmının orta bölgesinden baş çevresi ölçülüp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3.1.6. Pazarlanabilir baş ağırlığı (g/bitki)

Parseldeki bütün bitkiler hasat edildikten sonra pazar değerini bozan yaprakları alındıktan sonra ±1 g hassas terazi ile tartılıp ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3.1.7. Dekara pazarlanabilir baş oranı (%)

Parseldeki pazarlanabilir baş sayısı toplam baş sayısına oranlanarak hesaplanmıştır.

3.1.8. pH

Her parselden rastgele seçilen 10 bitkiden ve her bitkiden 3-4 yaprak alarak yapraklar robotta çekildi ve yaprakdan elde edilen sular pH metre ile pH'ları belirlenmiştir.

3.1.9. SÇKM (%)

Her parselden alınan rastgele alınan örnekler 3 tekerrür halinde ortalama suda çözünebilir kuru madde oranları refraktometre ile belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır.

3.1.10. Bitkide N içeriğinin saptanması

Toplam azot tayini için her parselden 10 bitkiden alınan gelişmesini tamamlamış bir yaprak çeşme suyu ile yıkanmıp, saf sudan geçirildikten sonra kurumaya bıraklımştır. Kurtulan bitki örnekleri değirmende öğütülüp analize hazır hale getirilmiştir. Bu örneklerin azot içerikleri, Kjedahl yöntemi ile belirlenmiştir (Kaçar 1984).

3.1.11. Bitkide toplam P, K, Ca, Mg, N, Fe, Zn, S, Mn ve Cu elementlerin belirlenmesi

P, K, Ca, Mg, N, Fe, Zn, S, Mn ve Cu içeriklerinin belirlenmesi için her parselden 10 bitkiden alınan gelişmesini tamamlamış bir yaprak çeşme suyu ile yıkanmıp, saf sudan geçirildikten sonra kurumaya bıraklımştır. Kurtulan bitki örnekleri değirmende öğütülüp analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerin analizleri mikrodalga sistemde (CEM, Marsx5) hazırlanmış ve ekstraktlardaki besin elementlerinin miktarları ICP- AES (Varian, Vista) ile belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.2. Araştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen verilerde costat programına göre varyans analizi yapılmıştır. İstatiski olarak önemli bulunan ortalamalar arasında çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

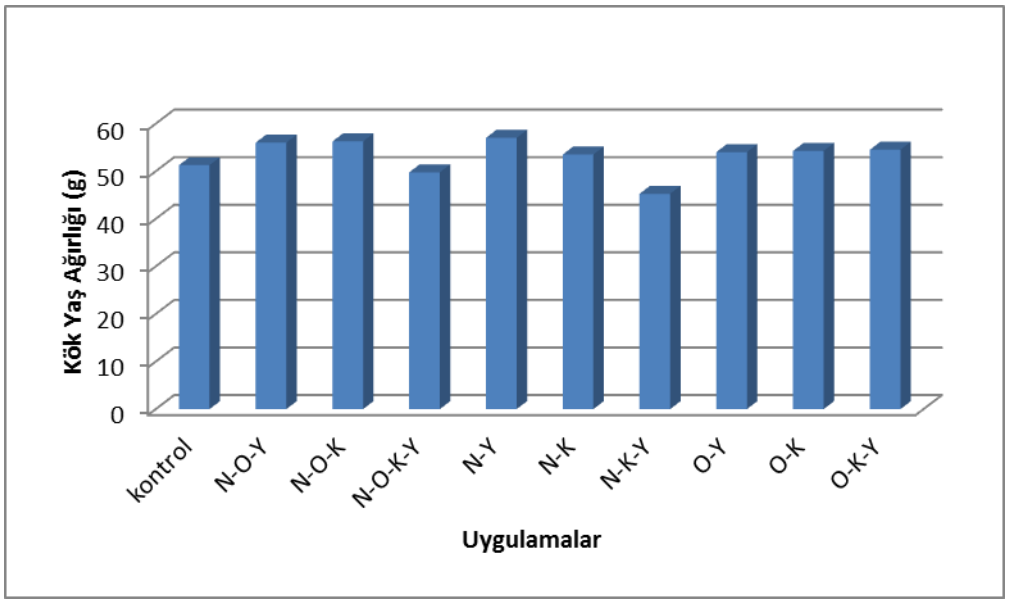
Denemede kök ağırlığı, baş çapı, kök uzunluğu, kök boğazı çapı, pazarlanabilir ağırlık, pH, SÇKM, baş boyu gibi ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Aynı deneme usulüne uygun olarak alınan bitki örneklerinden N, P, K, S, Fe, Mg, Mn, Zn, Cu, Ca içeriği de incelenmiştir.

4.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda kök yaş ağırlığına etkisi

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1.'den de görülebileceği gibi rizobakter uygulamaların marulda kök yaş ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök yaş ağırlığına ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Kök Yaş Ağırlığı (g)	% değişim
N-O-Y	56.00	9
N-O-K	56.25	10
N-O-K-Y	49.75	-3
N-Y	57.00	11
N-K	53.50	4
N-K-Y	45.25	-12
O-Y	54.00	5
O-K	54.25	6
O-K-Y	54.50	6
KONTROL	51.25	
LSD (0.05)	11.34	



Şekil 4.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda kök yaş ağırlığına etkisi

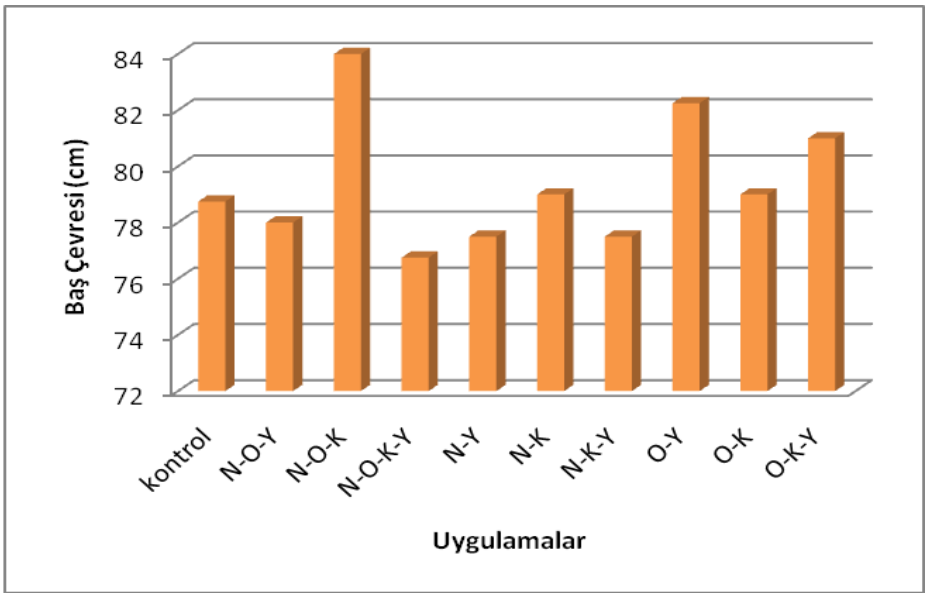
Bakteri uygulamaları arasında istatistikî olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen, yapraktan yapılan N sentezleyen bakteri uygulaması 57.00 g/bitki kök yaş ağırlığı ile ilk sırada yer almıştır. Bu ortalama ile kontrol grubuna göre kök yaş ağırlığında % 11 oranında bir artış saptanmıştır. N-O-K, N-O-Y uygulamaları sırasıyla 56.25 ve 56.00 g/bitki kök ağırlığına sahip olmuş ve kontrol grubu uygulamalarına göre değişim oranları sırasıyla % 10 ve 9 olarak belirlenmiştir. N-O-K-Y ve N-K-Y uygulamalarında ise ortalama kök yaş ağılıkları kontrol grubuna göre daha düşük seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1). Genel olarak kök yaş ağırlığında kontrole göre bir miktar artış gözlenmiştir. Nitekim Mena-Violante ve Olalde-Portugal (2007) yaptıkları çalışmalarda da bitki aktivatörlerinin bitki gelişimine benzer etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda baş çevresine etkisi

Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2.'den de görülebileceği gibi rizobakter uygulamaların marulda baş çevresine etkisi baş ağırlığında olduğu gibi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda baş çevresine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Baş Çevresi (cm)	% değişim
N-O-Y	78.00	-1
N-O-K	84.00	6,7
N-O-K-Y	76.75	-2,5
N-Y	77.50	-1,6
N-K	79.00	0,3
N-K-Y	77.50	-1,6
O-Y	82.25	4,4
O-K	79.00	0,3
O-K-Y	81.00	3
KONTROL	78.75	
LSD (0.05)	6.99	



Şekil 4.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakter uygulamalarının marulda baş çevresine etkisi

Bakteri uygulamaları arasında istatistikî olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen, marulda N-O-K uygulaması 84 cm baş çevresine etkisi ile ilk sırada yer almıştır. Bu ortalama ile kontrol grubuna göre baş çevresinde % 6,7 oranında bir artış saptanmıştır. Oksin sentezleyen bakterilerin yapraktan uygulanması ile 82.25 cm baş çevresi etkisiyle takip etmiştir. O-K-Y, O-K, N-K uygulamaları sırasıyla 81 cm, 79 cm ve 79 cm baş çevresine sahip olmuş ve kontrol grubu uygulamalarına göre daha iyi bir baş çevresi gelişimine sahip olmuştur. N-O-K-Y, N-Y ve N-K-Y uygulamaları

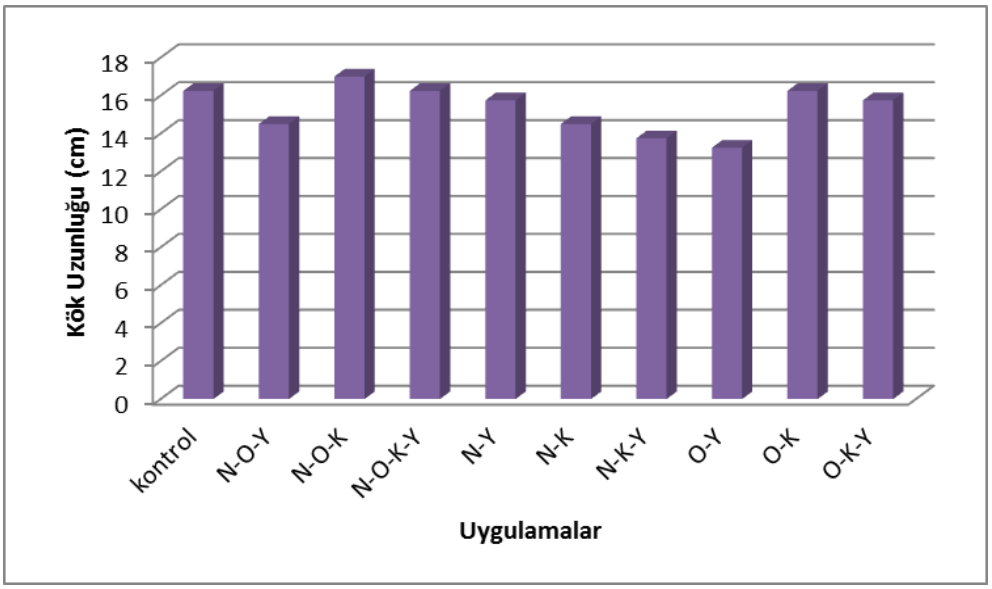
ise sırasıyla 76.75 cm, 77.5 cm, 77.5 cm ortalama baş çevresi kontrol grubuna göre daha düşük seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2). Bu sonuçlar Kıdoğlu ve ark. (2007), bitki aktivatörlerinin bitki gelişimine verim ve kalite yönünden artışa neden olduğuna dair bildirdikleri ileuyumludur.

4.3. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök uzunluğuna etkisi

Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3.'den de görülebileceği gibi rizobakter uygulamaların marulda kök uzunluğuna etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök uzunluğuna etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Kök Uzunluğu (cm)	% değişim
N-O-Y	14.50 bcd	-10,8
N-O-K	17.00 a	4,6
N-O-K-Y	16.25 ab	0
N-Y	15.75 abc	-3,1
N-K	14.5 bcd	-10,8
N-K-Y	13.75 cd	-15,4
O-Y	13.25 d	-18,5
O-K	16.25 ab	0
O-K-Y	15.75 abc	-3,1
KONTROL	16.25 ab	
LSD (0.05)	1.92	



Şekil 4.3. Sera koşullarında bitki bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök uzunluğuna etkisi

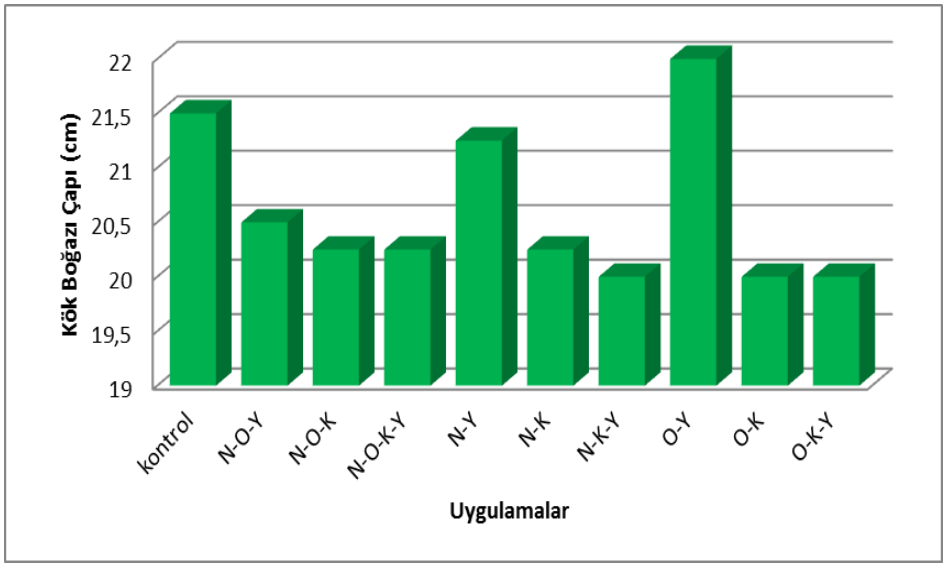
Bir başka ifade ile kontrol bitkilerinin kök uzunluğu ile bakteri uygulanmış parsellerdeki bitkilerin kök uzunluğu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Kontrol grubu ortalama kök uzunluğu 16.25 cm iken, N-O-K uygulamasında ortalama kök uzunluğu 17.00 cm bulunmuş ve kontrole göre % 4.6 oranında bir artışa neden olmuştur. N-O-Y, N-K, O-Y, O-K-Y, N-Y, N-K-Y uygulamaları ise kök uzunluğu kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur. Kök uzunluğu etkinliğindeki değişkenliğin kısmen topraktan kökler tarafından çıkarılırken, gerçekleşen kayıplarla da alakalı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Seymen ve ark. (2010), yaptıkları çalışmalarda bitki aktivatörlerinin bitki gelişimine benzer etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök boğazı çapına etkisi

Çizelge 4.4. ve Şekil 4.4.'den de görüldüğü gibi rizobakter uygulamalarının marulda kök boğazı çapına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök boğazı çapına etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Kök Boğazı Çapı (mm)	% değişim
N-O-Y	20.50	-4,7
N-O-K	20.25	-5,8
N-O-K-Y	20.25	-5,8
N-Y	21.25	-1,2
N-K	20.25	-5,8
N-K-Y	20.00	-6,8
O-Y	22.00	2,3
O-K	20.00	-6,8
O-K-Y	20.00	-6,8
KONTROL	21.50	
LSD (0.05)	2.16	



Şekil 4.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda kök boğazı çapına etkisi

Bakteri uygulamaları arasında istatistikî olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen, oksin sentezleyen bakterilerin yapraktan uygulaması 22 mm/bitki kök boğazı çapına etkisi ile ilk sırada yer almıştır. Diğer uygulamalar kontrole göre istatistiki olarak düşük olmamasına rağmen, O-Y uygulaması %2,3 artışla katkıda bulunurken bunu takip eden N-Y uygulaması 21.5 g/bitki kök boğazı çapına sahip olmuştur. O-K-Y, O-K ve N-K-Y uygulamaları ise sırasıyla 20 mm, 20 mm ve 20 mm ortalama kök boğazı çapı kontrol grubuna göre daha düşük seviyede bulunmuştur.

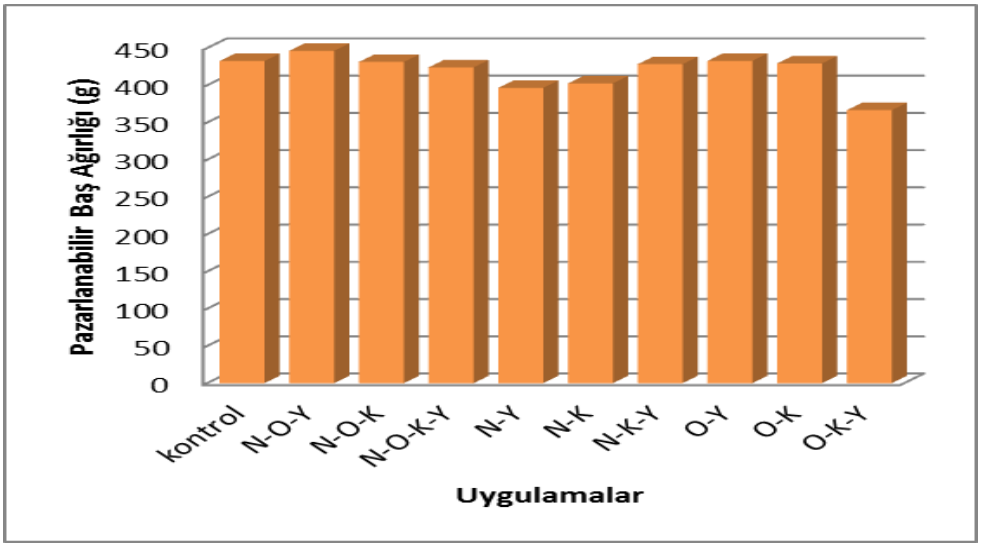
(Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4). Nitekim Lucy ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada bitki aktivatörlerinin kök gelişimine olumlu katkısı olduğunu bildirmişlerdir.

4.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5.'den de görüldüğü gibi rizobakter uygulamalarının marulda kök boğazı çapına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Pazarlanabilir ağırlık (g)	% değişim
N-O-Y	446.25	3,2
N-O-K	431.25	-0,3
N-O-K-Y	424.00	-2
N-Y	396.50	-8,4
N-K	402.50	-6,9
N-K-Y	428.25	-1
O-Y	432.75	0,1
O-K	429.25	-1
O-K-Y	366.50	-15,3
KONTROL	432.50	
LSD (0.05)	80.25	



Çizelge 4.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi

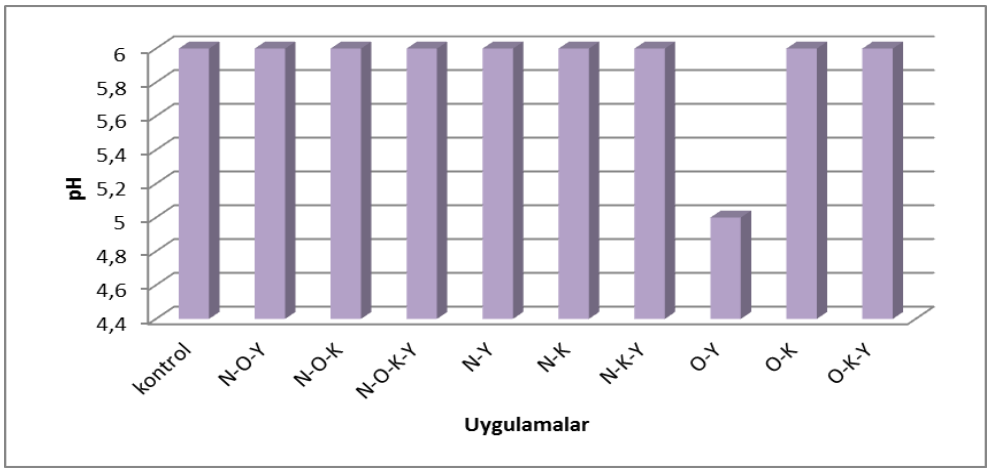
Bakteri uygulamalarının marulda pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bir diğer ifadeyle, kontrol bitkilerinin pazarlanabilir baş ağırlığı ile bakteri uygulanmış parsellerdeki bitki pazarlanabilir baş ağırlığı arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bakteri uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen, N-O-Y uygulaması 446.25 g/bitki pazarlanabilir baş ağırlığına etkisi ile ilk sırada yer almıştır. O-K-Y, N-Y ve N-K uygulamaları sırasıyla 366.5, 396.9 ve 402.5 g/bitki pazarlanabilir baş ağırlığına sahip olmuş ve kontrol grubu uygulamalarına göre daha düşük bir baş ağırlığı gelişimine sahip olmuştur. Türkmen ve ark. (2004),'nın yaptıkları bir çalışmada bitki aktivatörlerinin artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda artışların yanında azalmalarda gözlenmiştir. Bu farklılıklar kullanılan tür, çeşit, bakteri ve uygulama şekliyle alakalı olabileceği düşünülmektedir.

4.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pH üzerine etkisi

Çizelge 4.6. ve Şekil 4.6.'dan da görüldüğü gibi marulda rizobakter uygulamalarının pH'ya etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pH'ya etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	pH	% değişim
N-O-Y	6.00	0
N-O-K	6.00	0
N-O-K-Y	6.00	0
N-Y	6.00	0
N-K	6.00	0
N-K-Y	6.00	0
O-Y	5.00	-16,7
O-K	6.00	0
O-K-Y	6.00	0
KONTROL	6.00	
LSD (0.05)	1.33	



Şekil 4.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda pH'ya etkisi

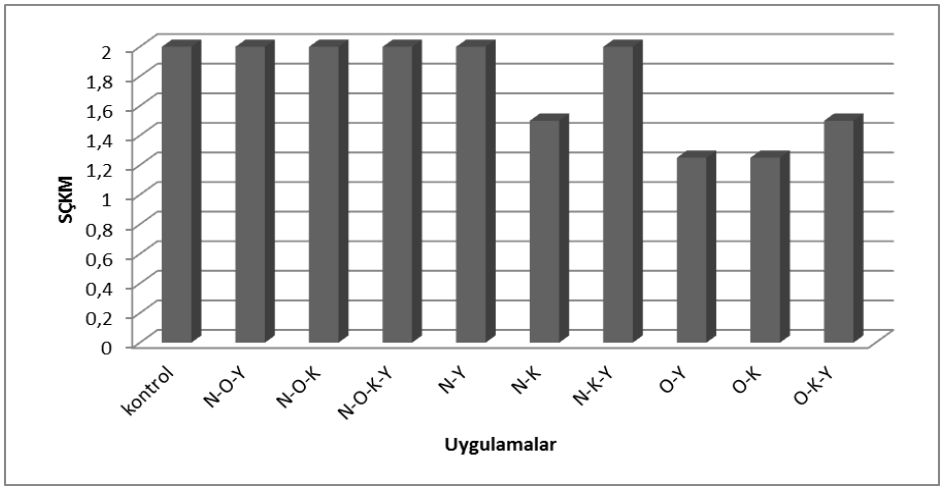
Bakteri uygulamalarının marulda pH'ya etkisi olmadığı belirlenmiştir. Yani kontrol bitkilerinin pH değeri ile bakteri uygulanmış parsellerdeki bitkilerin pH'ları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bakteri uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen, O-Y uygulamasının kontrol grubu uygulamalarına göre daha düşük bir pH'ya sahip olmuştur (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.6) .

4.7.Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda SÇKM'ye etkisi

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7.'den de görüldüğü gibi rizobakter uygulamalarının marulda SÇKM üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda SÇKM'ye etsisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	SÇKM	% değişim
N-O-Y	2.00 a	0
N-O-K	2.00 a	0
N-O-K-Y	2.00 a	0
N-Y	2.00 a	0
N-K	1.50 ab	-15
N-K-Y	2.00 a	0
O-Y	1.25 b	-37,5
O-K	1.25 b	-37,5
O-K-Y	1.50 ab	-37,5
KONTROL	2.00 a	
LSD (0.05)	0.48	



Şekil 4.7. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda SÇKM'ye etkisi

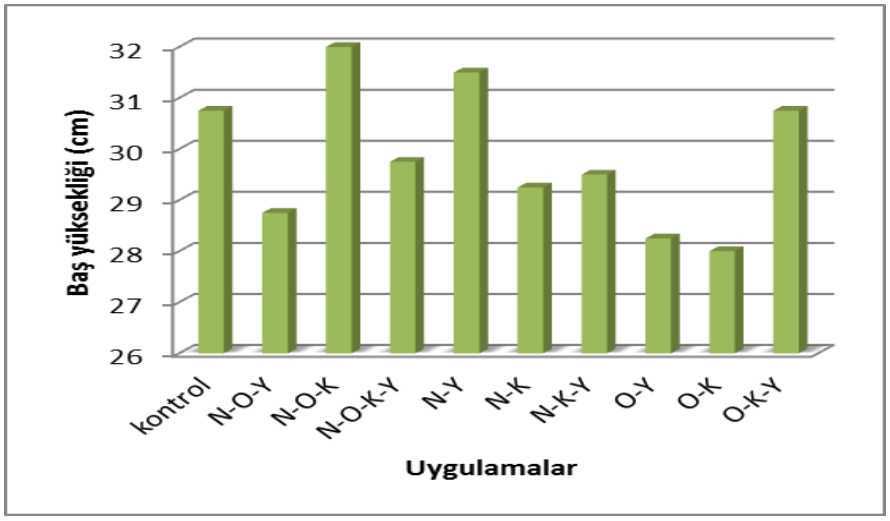
Bakteri uygulamaları arasında O-K ve O-Y uygulaması kontrol uygulamasına göre düşük olup, istatistikî olarak önemli bir farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.7. ve Şekil 4.7). Gök ve Onaç (1995) yaptıkları çalışmada bakteri aşılamanın kontrole nazaran SÇKM'yi olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda SÇKM rizobakter uygulamaları kontrol grubu ile aynı seviyede bulunmuş veya azalış gözlenmiştir.

4.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda baş yüksekliğine etkisi

Rizobakter uygulamalarının marulda baş yüksekliğine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.8.).

Çizelge 4.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda baş yüksekliğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Baş Yüksekliği (cm)	% değişim
N-O-Y	28.75 abc	-6,5
N-O-K	32.00 a	4,1
N-O-K-Y	29.75 abc	-3,2
N-Y	31.50 ab	2,4
N-K	29.25 abc	-4,9
N-K-Y	29.50 abc	-4,1
O-Y	28.25 bc	-8,1
O-K	28.00 c	-8,9
O-K-Y	30.75 abc	0
KONTROL	30.75 abc	
LSD (0.05)	2.98	



Şekil 4.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda baş yüksekliğine etkisi

Bakteri uygulamaları arasında N-O-K uygulaması 32.00 cm baş yüksekliğine etkisi ile ilk sırada yer almıştır. Azot sentezleyen bakteri uygulaması, yapraktan uygulama yapılması ile 31.5 cm ile bunu takip etmiştir. Bununla beraber O-Y ve O-K uygulamaları sırasıyla 28.25 cm ve 28 cm ile kontrole göre düşük bulunmuştur. Gök ve Onaç (1995), Gök ve ark. (2004) ve Gök ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarda rizobakterlerin vegetatif aksama olumlu yönde katkısı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda tüm uygulamaların pozitif etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Bu farklılıkta tür, çeşit, uygulama şekli ve bakteri ırkına göre etkinliği farklışabileceği şeklinde tarafımızdan yorumlanmıştır.

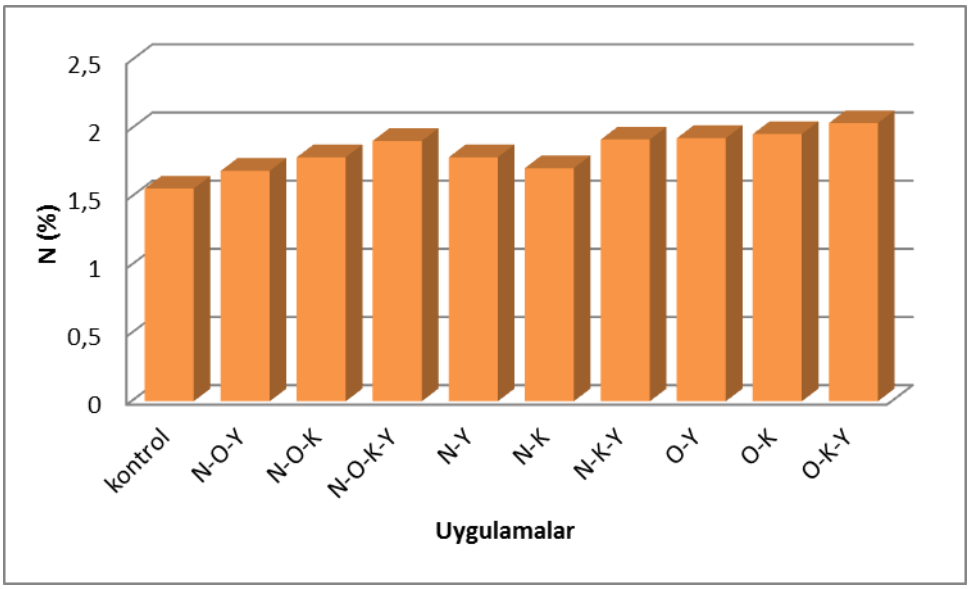
4.9. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda besin elementlerine etkisi

4.9.1. Azot (N) içeriğine etkisi

Marulda yapraktan yapılan besin element analizleri sonucunda, farklı bakteri uygulamalarının N içeriği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Denememizde N içerikleri % 1.56 ile % 2.04 arasında saptanmıştır. Kontrol grubu parsellerde N içeriği % 1.56 iken en yüksek azot içeriği % 2.04 ile O-K-Y uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada azot içeriği kontrole göre % 30.8 artış göstermiştir. En düşük azot içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız azot içeriği % 4-5 olarak bulunmuştur. Buna rağmen O-K-Y uygulamasının azot yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Lucy ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin azot içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda N içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	N (%)	% değişim
N-O-Y	1.69 c	8,3
N-O-K	1.79 c	14,7
N-O-K-Y	1.91 b	22,4
N-Y	1.79 c	14,7
N-K	1.71 c	9,6
N-K-Y	1.92 b	23,1
O-Y	1.93 ab	23,7
O-K	1.96 ab	25,6
O-K-Y	2.04 a	30,8
KONTROL	1.56 d	
LSD (0.05)	0.10	



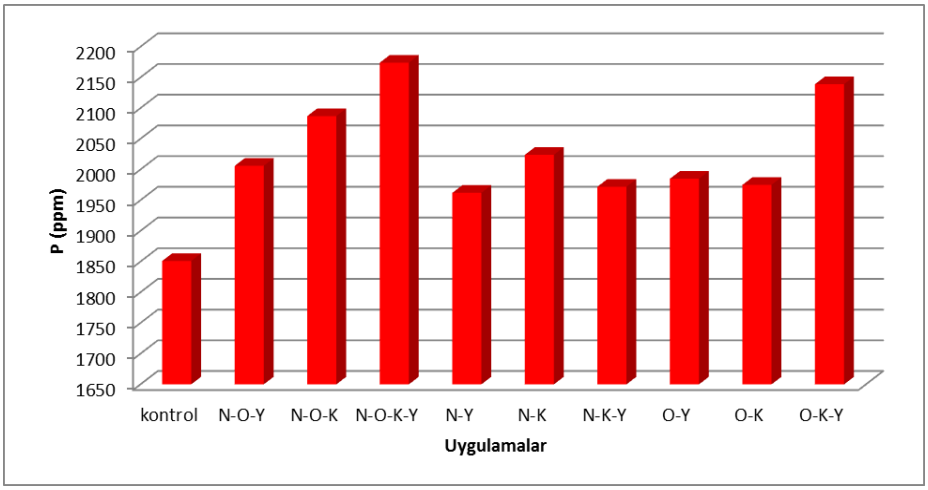
Şekil 4.9.1. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda N üzerine etkisi

4.9.2. Fosfor (P) içeriğine etkisi

Marul bitkisinde rizobakter uygulamaları fosfor içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol grubu parsellerde P içeriği 1851 ppm iken, en yüksek P içeriği 2174 ppm ile N-O-K-Y uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada P içeriği kontrole göre % 17.5 artış göstermiştir. En düşük P içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız fosfor içeriği % 0.4-0.6 olarak bulunmuştur. Buna rağmen O-K-Y uygulamasının fosfor yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Türkmen ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin fosfor içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda P içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	P (ppm)	% değişim
N-O-Y	2006 d	8.37
N-O-K	2087 bc	12.7
N-O-K-Y	2174 a	17.5
N-Y	1962 d	5.6
N-K	2024 cd	9.3
N-K-Y	1972 d	6.53
O-Y	1985 d	7.2
O-K	1975 d	6.7
O-K-Y	2139 ab	15.6
N-O-Y	1851 e	
LSD (0.05)	75.8	



Şekil 4.9.2. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin marulda P üzerine etkisi

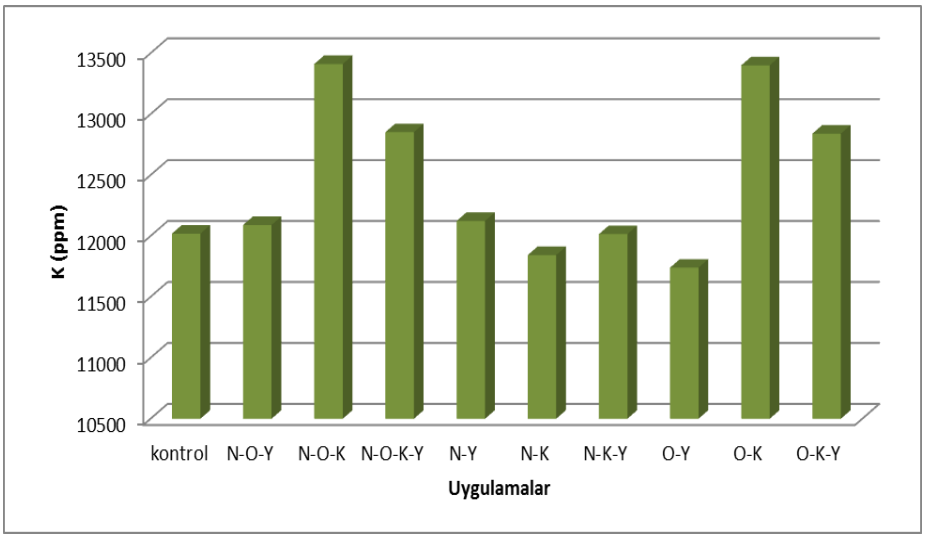
4.9.3. Potasyum (K) içeriğine etkisi

Marulda rizobakter uygulamaları potasyum miktarı üzerine etkisi istatistikî anlamda önemli bulunmuştur. Kontrol grubu parsellerde K içeriği 12019 ppm iken, en yüksek K içeriği 13411 ppm ile N-O-K uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada K içeriği kontrole göre % 11.6 artış göstermiştir. Bununla beraber O-K uygulaması 13400 ppm ve kontrole göre % 11.5 artışla ikinci sırada yer almıştır. En düşük K içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız K içeriği % 6-7 olarak bulunmuştur. Buna rağmen N-O-K uygulamasının potasyum yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı

görülmüştür. Nitekim Gök ve ark. (2005), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin potasyum içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9.3. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin marulda K içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	K (ppm)	% değişim
N-O-Y	12090 c	0,6
N-O-K	13411 a	11,6
N-O-K-Y	12852 b	6,9
N-Y	12123 c	0,8
N-K	11843 c	-1,46
N-K-Y	12015 c	-0,1
O-Y	11740 c	-2,3
O-K	13400 a	11,5
O-K-Y	12840 b	6,8
KONTROL	12019 c	
LSD (0.05)	490.9	



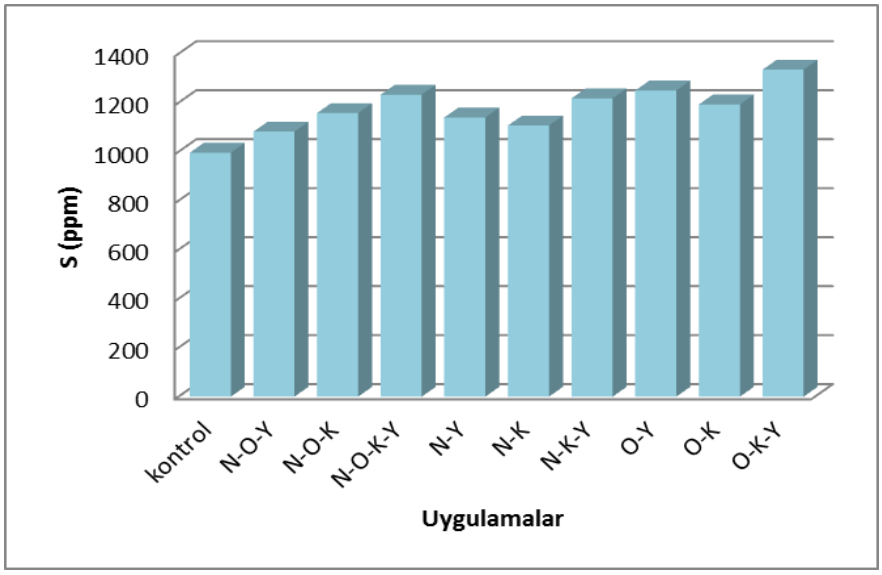
Şekil 4.9.3. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerinn marulda K üzerine etkileri

4.9.4. Kükürt (S) içeriğine etkisi

Marulda kükürt içeriğine bakıldığında rizobakter uygulamalarının marul bitkisinde istatistiksel önemli olduğu ve bu önemliliğin sınırları içinde olduğu gözlenmiştir

Çizelge 4.9.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda S içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	S (ppm)	% değişim
N-O-Y	1082 f	8,6
N-O-K	1158 cde	16,3
N-O-K-Y	1233 b	23,8
N-Y	1140 def	14,5
N-K	1107 ef	11,4
N-K-Y	1218 bc	22,3
O-Y	1250 b	25,5
O-K	1193 bcd	19,8
O-K-Y	1335 a	34,1
KONTROL	996 g	
LSD (0.05)	58.5	



Şekil 4.9.4. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda S üzerine etkisi

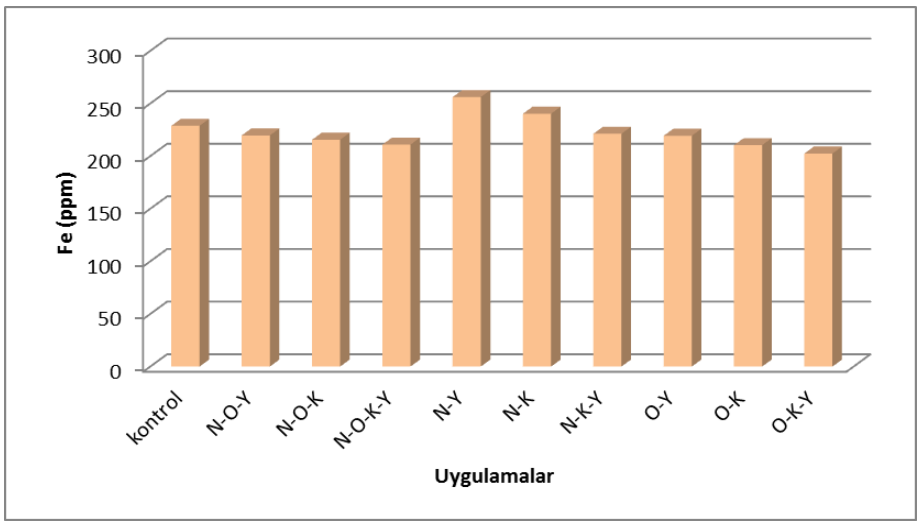
Kontrol grubu parsellerde S içeriği 996 ppm iken, en yüksek S içeriği 1335 ppm ile O-K-Y uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada S içeriği kontrole göre % 34.1 artış göstermiştir. En düşük S içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Buna rağmen O-K-Y uygulamasının kükürt yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Yan ve ark. (2003), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamaların bitkinin kükürt içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.9.5. Demir (Fe) içeriğine etkisi

Marulda rizobakter uygulamalarının demir içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Fe içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Fe (ppm)	% değişim
N-O-Y	219.6 d	-4
N-O-K	215.5 de	-5.8
N-O-K-Y	210.9 e	-7.8
N-Y	256.1 a	11.9
N-K	240.3 b	5.2
N-K-Y	221.2 d	-3.3
O-Y	219.3 d	-4.2
O-K	210.4 e	-8.1
O-K-Y	202.4 f	-11.5
KONTROL	228.8 c	
LSD (0.05)	7.12	



Şekil 4.9.5. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Fe üzerine etkisi

Kontrol grubu parsellerde Fe içeriği 228.8 ppm iken, en yüksek Fe içeriği 256.1 ppm ile N-Y uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada Fe içeriği kontrole göre % 11.9 artış göstermiştir. En düşük Fe içeriği ise 202.4 ppm ile O-K-Y uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız Fe içeriği 50-100 ppm olarak bulunmuştur. Buna rağmen N-Y uygulamasının Fe

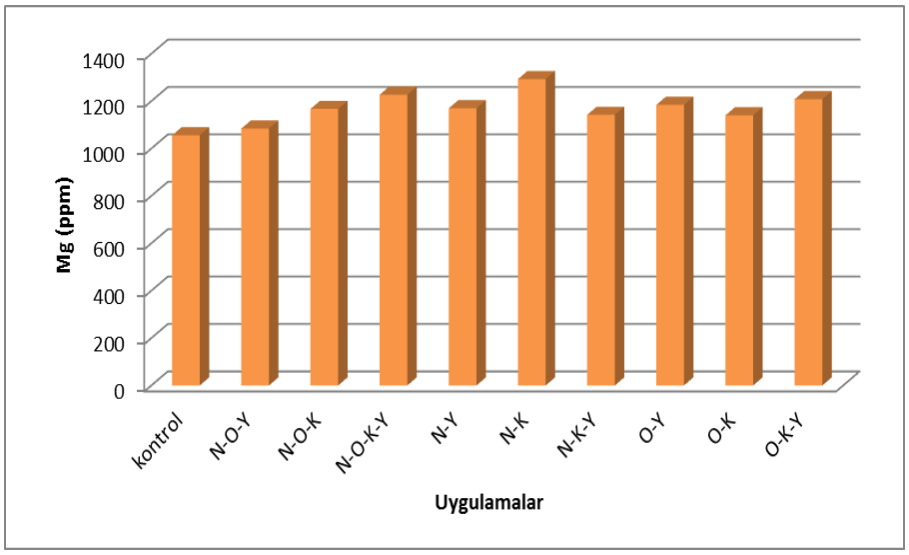
yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Küçük ve ark. (2008) ve Turan ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin demir içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bizim araştırmamızda rizobakter uygulamaları Fe içeriği üzerine etkisi genelde olumlu etkiye sahip olmamıştır. Bu farklılıkta tür, çeşit, uygulama şekli ve bakteri ırkına göre etkinliği farklışabileceği şeklinde tarafımızdan yorumlanmıştır.

4.9.6. Magnezyum (Mg) içeriğine etkisi

Marulda rizobakter uygulamalarının Mg içeriği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Mg içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Mg (ppm)	% değişim
N-O-Y	1084 de	2,6
N-O-K	1167 bc	10,5
N-O-K-Y	1227 b	16,2
N-Y	1170 bc	10,8
N-K	1293 a	22,4
N-K-Y	1142 cd	8,1
O-Y	1184 bc	12,12
O-K	1139.8 cd	7,9
O-K-Y	1208 b	14,4
KONTROL	1056 e	
LSD (0.05)	57.2	



Şekil 4.9.6. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin marulda Mg üzerine etkisi

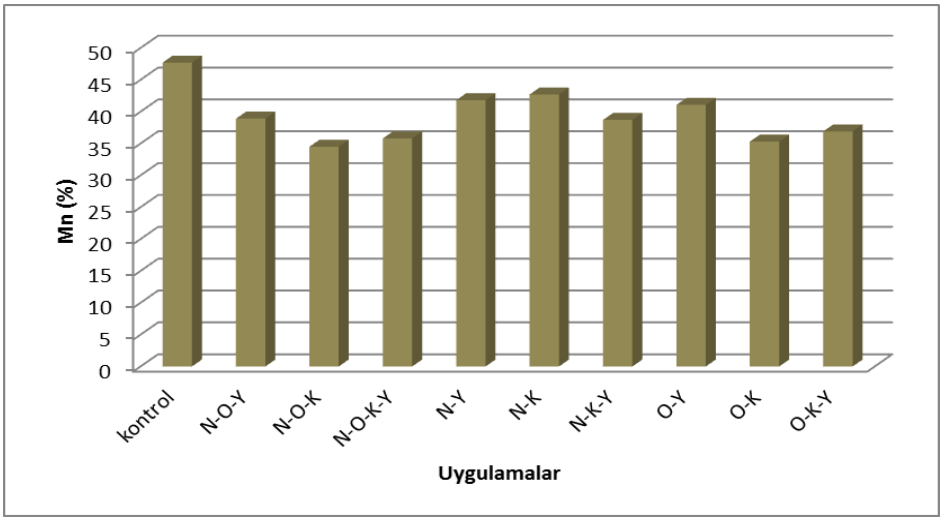
Kontrol grubu parsellerde Mg içeriği 1056 ppm iken, en yüksek Mg içeriği 1293 ppm ile N-K uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada Mg içeriği kontrole göre % 22.4 artış göstermiştir. En düşük Mg içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız Mg içeriği % 0.5-0.8 olarak bulunmuştur. Buna rağmen N-K uygulamasının Mg yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Tüfenkçi ve ark., (2006) yaptıkları araştırmada PGPR uygulamaların bitkinin magnezyum içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.9.7. Mangan (Mn) içeriğine etkisi

Marulda rizobakter uygulamaların Mn içeriği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuş ve en iyi sonuç kontrolden elde edilmiştir.

Çizelge 4.9.7. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Mn içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	**Mn (%)**	**% değişim**
N-O-Y	38.90 cd	-18,5
N-O-K	34.50 e	-27,7
N-O-K-Y	35.80 e	-24,9
N-Y	41.80 b	-12,3
N-K	42.70 b	-10,5
N-K-Y	38.70 cd	-18,9
O-Y	41.06 bc	-13,9
O-K	35.30 e	-26
O-K-Y	36.90 de	-22,7
KONTROL	47.70 a	
LSD (0.05)	2.72	



Şekil 4.9.7. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Mn üzerine etkisi

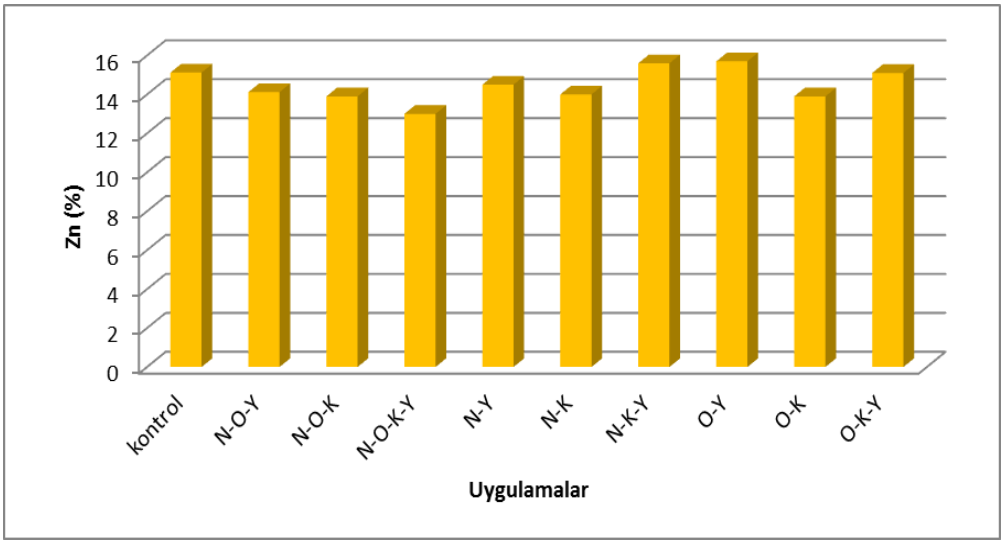
Kontrol grubu parsellerde Mn içeriği % 47.70 ile en yüksek değer vermiştir. En düşük Mn içeriği ise % 34.5 N-O-K uygulamasından elde edilmiştir. Nitekim Türkmen ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin mangan içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.9.8. Çinko (Zn) içeriğine etkisi

Marulda rizobakter uygulamaların Zn içeriği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Zn içeriğne etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	**Zn (%)**	**% değişim**
N-O-Y	14.12 bc	-6,6
N-O-K	13.90 bc	-8,7
N-O-K-Y	13.00 c	-14,1
N-Y	14.50 ab	-4,1
N-K	14.00 bc	-7,4
N-K-Y	15.60 a	3,1
O-Y	15.70 a	3,8
O-K	13.90 bc	-8,1
O-K-Y	15.10 ab	-0,2
KONTROL	15.12 ab	
LSD (0.05)	1.26	



Şekil 4.9.8. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterilerin marulda Zn üzerine etkisi

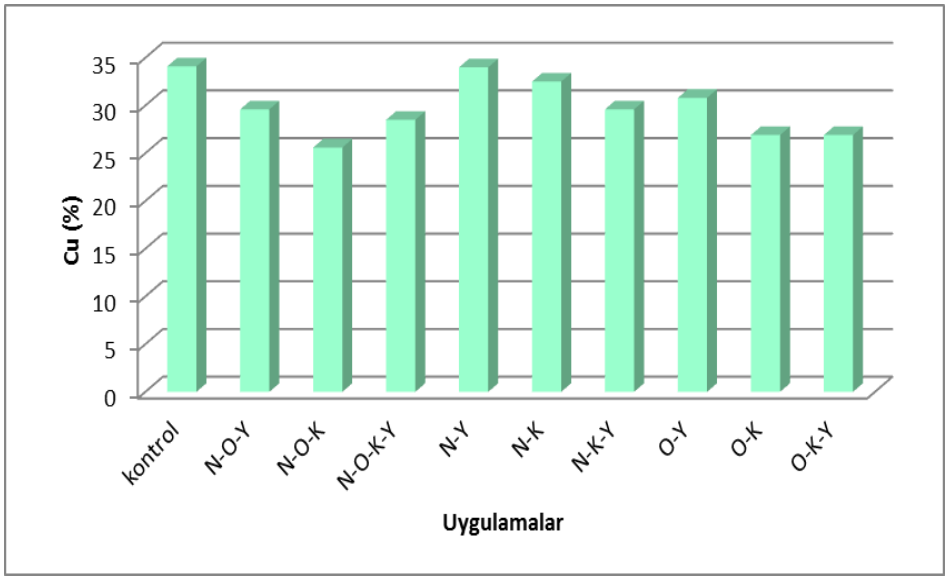
Kontrol grubu parsellerde Zn içeriği % 15.12 iken, en yüksek Zn içeriği % 15.70 ile O-Y uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada Zn içeriği kontrole göre % 3.8 artış göstermiştir. En düşük Zn içeriği ise N-O-K-Y uygulamasından elde edilmiştir. Buna rağmen O-Y uygulamasının Zn yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Küçük ve ark. (2008), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin çinko içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bizim araştırmamızda rizobakter uygulamaları Zn içeriği üzerine etkisi genelde olumlu etkiye sahip olmamıştır. Bunun muhtemel sebebi ise uygulama şekli, bakteri tür ve çeşit ilişkisiyle alakalı olabileceği tarafımızdan yorumlanmıştır

4.9.9. Bakır (Cu) içeriğine etkisi

Rizobakter uygulamaların marulda Cu içeriğine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9.9. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Cu içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Cu (%)	% değişim
N-O-Y	29.6 cd	-13,2
N-O-K	25.6 e	-24,9
N-O-K-Y	28.5 d	-16,4
N-Y	34 a	-0,3
N-K	32.5 b	-4,7
N-K-Y	29.6 cd	-13,2
O-Y	30.8 c	-9,7
O-K	26.9 e	-21,1
O-K-Y	26.6 e	-21,9
KONTROL	34.1 a	
LSD (0.05)	1.35	



Şekil 4.9.9. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Cu üzerine etkisi

Kontrol grubu parsellerde Cu içeriği % 34.1 ile en yüksek değeri vermiştir. En düşük Zn içeriği ise % 25.6 ile N-O-K uygulamasından elde edilmiştir. Bunun yanı sıra Küçük ve ark. (2008), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin bakır

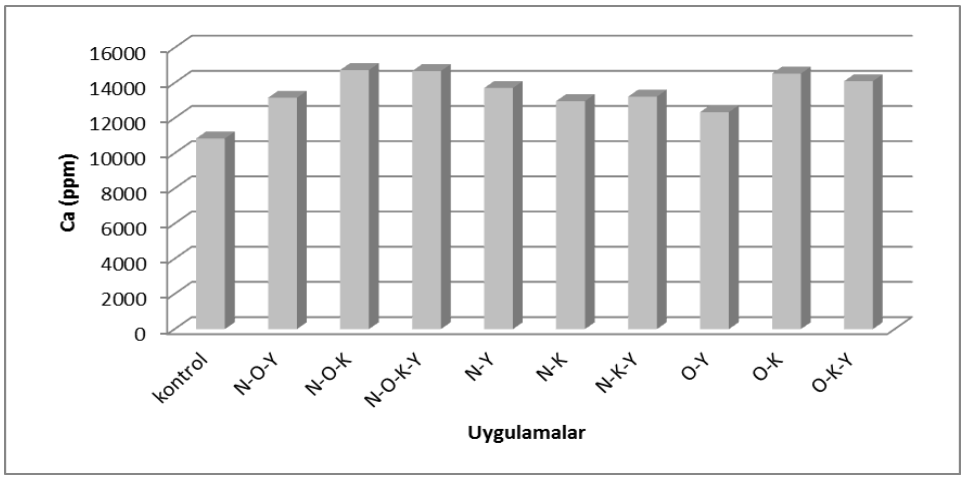
içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada en yüksek Cu içeriği kontrol grubu uygulamasından elde edilmiştir. Bir ağır metal olan Cu alımı üzerine, uygulamalrın negatif etkiye sahip olması çalışmamızın olumlu sonuçları arasında görülmektedir.

4.9.10. Kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi

Rizobakter uygulamaların marulda kalsiyum içeriği üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9.10. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Ca içeriğine etkisi ve kontrol grubuna göre değişim oranı

Veriler	Ca (ppm)	% değişim
N-O-Y	13156 cd	21,3
N-O-K	14731 a	35,9
N-O-K-Y	14674 a	35,4
N-Y	13709 bc	26,4
N-K	12963 cd	19,6
N-K-Y	13220 c	21,9
O-Y	12338 d	13,8
O-K	14528 ab	34
O-K-Y	14098 ab	30
KONTROL	10842 e	
LSD (0.05)	804.2	



Şekil 4.9.10. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda Ca üzerine etkisi

Kontrol grubu parsellerde Ca içeriği 10842 ppm iken, en yüksek Ca içeriği 14731 ppm ile N-O-K uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamada Ca içeriği kontrole göre % 35.9 artış göstermiştir. Bunun yanında N-O-K-Y uygulaması 14674 ppm ve kontrole göre % 35.4 artış ile önemli bulunmuştur. En düşük Ca içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Karaman ve ark. (2012)'na göre denememizde yaprakta saptadığımız kalsiyum içeriği % 2.3-3.5 olarak bulunmuştur. Buna rağmen N-O-K ve N-O-K-Y uygulamalarının Ca yarayışlılığı açısından bitkiye avantaj sağladığı görülmüştür. Nitekim Tüfenkçi ve ark. (2006); Altomare ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada PGPR uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriği üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Son yıllarda tarımda sürdürebilirliğin sağlanmasında kimyasal kullanımın yerine biyolojik uygulamalardan faydalanma olanakları önem kazanmıştır. Bitkilerin biotik ve abiyotik stres koşullarına dayanımını artırmak, bitki gelişimi ve verimini iyileştirmek için faydalı mikroorganizmalardan yararlanılmaya başlanılmıştır (Armstrong, 2001; Postama ve ark., 2001; Deniel ve ark., 2006; Gül ve ark., 2007; 2008a ; 2008b; 2008c; Kıdoğlu ve ark., 2007; 2008). Bu bağlamda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait sebze araştırma seralarında yürütülen bu araştırmada, toprak altında çeşitli etkileşimlerde bulunan verim artırıcı yararlı bakterilerin örtüaltı tarımında marul üzerindeki verim ve kalite özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmada bitkisel materyal olarak Bitez F1 marul çeşidi kullanılmıştır. Denemede N (azot), O (oksin), ve N-O (azot-oksin) etkinliğini uyaran rizobakteri solüsyonları kullanılmıştır. Yaprak (Y), kök (K) ve yaprak-kök (Y-K) bölgelerine yapılan uygulamalar ile marulda verm, verim unsurları ve besin elementleine etkisi incelenmiştir.

Araştırma sonucunda N-O-K uygulaması kök yaş ağırlığına (56,25 g), baş çevresine (84 cm), kök uzunluğuna (17 cm), baş boyuna (32 cm), pazarlanabilir baş ağırlığına (431 gr) etkisi en iyi bulunmuştur. Ayrıca besin elementleri incelendiğinde azot ve kükürt içeriğinin O-K-Y uygulaması, fosfor içeriğinin N-O-K-Y uygulaması, potasyum içeriğinin N-O-K ve O-K uygulamaları, demir içeriğinin N-Y uygulaması, kalsiyum içeriğinin N-O-K ve N-O-K-Y uygulamaları, çinko içeriğinin N-K-Y ve O-Y uygulamaları, magnezyum içeriğinin N-K uygulaması ile en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Araştırmada genel olarak PGPR inokulasyonları kontrol grubuna göre kısmen iyi sonuçlar vermiştir. Ancak çalışma sonuçlarının kullanılabilir olması için çeşitli yıllarda denenmesi ve daha detaylı çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

Akat S., 2008**.** Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığıyla (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Biyolojik Savaşta Bakteriyel Antagonistlerin Etkinliğinin Arastırılması, Yüksek Lisans Tezi, E. Ü. Fen Bilimleri Ens., Bitki Koruma Anabilim Dalı.

Aksoy, U., 1999. Ekolojik Tarımdaki Gelişmeler, Ekolojik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyon Derneği, Emre Basımevi, İzmir, 30-35.

Altın, N. ve Tayyar, B., 2005, Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri, *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2):87-103.

Altomare, C. , Norvell, W. A, Björkman, J. , Harman, G. E. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth promoting and Biocontrol fungus *Trichoderma harzianum Rifai* 1295-22. *Apple Environ. Microbiol*. l 65, 2926-2933

Anıth, K. N., Momol, M. T., Kloepper, J. W., Maroıs, J. J., Olson, S. M., and Jones, J. B., 2004. Efficacy of plant growt-promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. Plant Disease, 88, 6, 669-673.

Anonim, 2006. Effects of Inoculation with PGPR on Seedlings Growth of Different Tomato and Pepper Varieties in Axenic Conditions, Universidad S. Pablo CEU. Department De Biologia, Madrid.

Anonim, 2012. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10780, [Erişim tarihi: Ağustos 2012].

Anonymous, 2009. Catalogue of life: 2009 annual checklist.http://www.catalogueoflife.org [Erişim tarihi: 28.04.2009]

Arkhipova, T. N., Veselov, S. U., Melentiev, A. I., Martynenko, E.V., Kudoyarova, G.R., 2005. Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. Plant Soil, 272, 201-209.

Armstrong H., 2001. Natural supression of pathogens in soilless systems, FlowerTech, 4(7):8-11.

Arshad, M. and Frankenberger Jr, W.T., 1998, Plant growth regulating substances in the rhizosphere: microbial production and function, *Advances in Agronomy*, 62:45-151.

Aslan E., 2005. Kökbakterilerinin Domates Bakteriyel Benek Hastalığı (*Pseudomonas syringae* pv. tomato)'na Karşı Dayanıklılığı Uyarma Potansiyelleri Üzerinde Arastırmalar, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Ens., Bitki Koruma Anabilim Dalı.

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.

Ataoğlu N., Turan M., Sezen Y., 2004. Effects of phosphorus solubilizing bacteria (*Bacillus megaterium*) and growing media on growing performance and mineral contents of corn plant (*Zea mays L*.), Proc. of the Int. Soil Cong. on Natural Resource Management for Sustainable Development, Erzurum–Turkey, 7-10 June 2004, 10-18.

Aybak, H. Ç., 2002. Salata / Marul Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılılık, 9 s, İstanbul.

Backman, A. C., Bengtsson, M., and WitzgalL, P., 1997. Pheromone release by individual females of codling moth, *Cydia pomonella.* Journal of Chemical Ecology, 23:807- 815.

Barazani, O. and Friedman, J., 1999. Is IAA major root growth factor secreted from plant-growth mediating bacteria Journal of Chemical Ecology., 25(10), 2397-2406.

Bashan, Y, and Holguin, G. 1998. Proposal for the division of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (Plant Growth-Promoting Bacteria) and PGPB. Soil. Biol. Biochem. 30, 1225-1228.

Baysal, Ö., Soylu E. M., and Soylu S. 2003. Induction of defence-related enzymes and resistance by the plant activator acibenzolar-s-methyl in tomato seedlings aganist bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. Plant Pathology, 52:747- 753.

Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biotechnology 4, 343-350.

Bolwerk, A., 2005, Cellular Interactions During Biological Control of Tomato Foot and Root Rot, PhD Thesis, Leiden Univ., 128 p.

Bora, T., Özaktan, H., Göre, E. and Aslan, E., 2004. Biological control of *Fusarium oxysporum f.sp.melonis* by wettable powder formulations of the two strains of *Pseudomonas putida, J.Phytopathology*, 152:471-475.

Bozkurt, A. M., Turkmen, Ö., Yıldız, M., and Çimrin, M., 2004. The Influence of Humic Acid application in high Nitrojen levels on the yield, Nitrate and Nutrient contents in lettuce. International Soil Congrees (ISC) on ' *Natural Resource Management for Sustainable Development*'. Erzurum, 2004, s: 61.

Canbolat, M.Y., Barık, K., Çakmakçı, R. and Şahin, F., 2006. Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 56:324-332.

Carletti, S., 2000, Use of plant growth-promoting rhizobacteria in plant micropropagation, Proc. 5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.

Chabot, R. , Antoun, H. , Cescas, M. P. 1996. Browth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing *Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli*. Plant and Soil. 184, 311321.

Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., and Aıt Barka, E., 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. Applied and Environmental Microbiology, 71:4951-4959.

Çakmakçı R., Dönmez M.F., Canpolat M., Sahin F., 2005. Sera ve Farklı Tarla Koşullarında Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Bitki Gelişimi ve Toprak Özelliklerine Etkisi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Antalya*. Cilt-1 syf: 45-50.

Çakmakçı R., Erdoğan Ü., Turan M., Öztaş T., Güllüce M., Şahin F., 2008. Bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamalarının buğday ve arpa gelişme ve verimi üzerine etkisi. *4. Ulusal bitki besleme ve Gübre kongresi*. 8-10 Ekim syf: 379-388 Konya.

Çakmakçı, R., 2002. Azot Fiksasyonu ve Fosfat Çözücü Bakteri Asılamalarının Seker Pancarı Verim ve Kalitesine Etkisi. *II. Seker Pancarı Üret. Semp., Verim, Kalit.Yü*k., 257-270.

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

Çakmakçı, R., Dönmez, M. F. and Erdoğan, Ü., 2007a. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on barley, seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31, 189-199.

Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan Ü. and Dönmez, M. F., 2007b. 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.

Çakmakçi, R., Dönmez, F., Aydın, A., Sahin, F., 2006. Growth promotion of plants byplant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different fieldsoil conditions Soil Biology & Biochemistry, 38 (6), 1482-1487.

Çakmakçi, R., Kantar, F., Algur, Ö.F., 1999. Sugar beet and barley yield in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. phosphaticum inoculation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 162, 437-442.

De Freitas, J. R., 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.,var Norstar) inoculated with rhizobacteria. Pedobiologia 44, 97-104.

De Freitas, J.R. and Germida, J.J., 1992, Growth promotion of winter wheat by Pseudomonas under field conditions, *Soil Biology Biochemistry*, 24: 1137-1146.

De Freitas, J.R., Banerjee, M.R. and Germida, J.J., 1997, Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.), *Biology and Fertility of Soils.*, 24(4): 358-364.

Deniel, F., Renault, D., Tirilly, Y., Barbier, G. and Rey, P., 2006. A dynamic biofilter to remove pathogens during tomato soilless culture, *Agron. Sustain. Dev.*, 26:185-193.

Dobereiner, J., 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. Soil Biol. Biochem. 29, 771-774.

Dursun, A., Ekinci, M. ve Dönmez, M.F., 2008, Farklı rhizobacterilerin ıspanakta (*Spinacia oleraceae* L.) bitki gelişimi üzerine etkileri, *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 26-29 Ağustos 2008, Yalova, 151-155.

Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F. ve Eminağaoğlu, H., 2010. Rhizobakteri uygulamalarının kornişon hıyar (*Cucumis sativus* L.)'da bitki gelişimi ve verime etkisi, *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 23-26 Haziran 2010, Van, 435-439.

Elsheikh, E.A.E., Elzidany, A.A., 1997. Effects of Rhizobium İnoculation, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Physical Properties of Faba Bean Seeds. Plant Foods for Human Nutrition 51: 137-144.

Erdal, M., 2005. Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterilerinin (PGPR) Domatesin Gelişmesine ve Fusarium solani'ye Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Ens., İzmir.

Esitken, A., Pirlak, L.,Turan, M. and Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR),on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Scientia Horticulturae, 110: 324-327.

Eşitken, A., Ercişli, S., Karlıdağ, H. and Şahin F., 2005. Potential use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in organic apricot production, *Proc. of the Int. Sci. Conf. of Environmentally Friendly Fruit Growing*, 7-9 September 2005. Tartu–Estonia, 90-97.

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S. and Şahin, F., 2002. Effect of foliar application of Bacillus subtilis OSU-142 on yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum blight*) of apricot, *Gartenbauwissenschaft*, 67: 139-142.

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M. and Şahin, F., 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu), *Aus. J. Agric. Res.*, 54: 377-380.

Gagne S., Dehbi L., Le Quera D., Cayer F., Morin J.L., Lemay R., Fournier N., 1993. Increase of Greenhouse Tomato Fruit Yields by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculated into the Peat-Based Grwing Media. Soil Biology and biochemistryi 25 (2): 269-272.

Glick, B.R., Penrose, D.M. and Li, J.P., 1998, A Model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria, *Journal of Theoretical Biology*, 190: 63-68.

Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H., 2004. Bakteriyel aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının yerfıstığı bitkisinde nodülasyon ve biyomas oluşumuna etkisi. *3. Ulusal Gübre Kongresi "Tarım Sanayi Çevre"*, 11-13 Ekim 2004 Tokat. Bildiriler Kitabı, 2. cilt, S. 909-920.

Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H., 2005. Yerfıstığı Bitkisinde Bakteriyel Aşılama ile Demir ve Molibden Uygulamalarının Nodülasyon, N2-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. *IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı,* 21-23 Eylül, Şanlıurfa. S. 844-852.

Gök, M., Onaç, I., 1995. Hilvan ve baziki ovalarında yer alan yaygın toprak serilerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri. *İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu* Cilt II, C 158-167.

Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y. and Tüzel, İ.H., 2007. Different treatments for increasing sustainability in soilless culture, *Acta Hort.*, 747:595-602.

Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y. and Tüzel, İ.H., 2008a. Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing in perlite, *Spanish Journal of Agricultural Research,* 6(3):422-429.

Gül, A., Özaktan, H. ve Kıdoğlu, F., 2008b. Seçilmiş Kök Bakterilerinin Farklı Substratlarda Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, Proje No: 2007 ZRF 027.

Gül, A., Özaktan, H., Tüzel, Y., Öztan-Kıdoğlu, F., 2008c. Önemli Sera Sebze Türlerinde Bazı Kök Bakterilerinin Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkileri, TÜBİTAK 105 O 571 nolu proje.

İpek, M., Pırlak, L., Eşitken, A., Donmez, M. F., Şahin, F., 2009**.** Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim ve Gelişme Üzerine Etkileri. *III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu,* s: 73-78, Kahramanmaraş.

Jeon, J. S., Lee, S. S., Kim, H. Y., Ahn, T. S. and Song, H. G., 2003. Plant growthpromotion in soil by some inoculated microorganisms. Journal of Microbiology,41, 271- 276.

Kaçar, B., 1984. *Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 900, Uygulama Kılavuzları No: 214.

Kamilova, F., Lamers, G. and Lugtenberg, B., 2008**,** Biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* WCS365 inhibits germination of *Fusarium oxysporum* spores in tomato root exudate as well as subsequent formation of new spores, *Environ. Microbiol.,* 10: 2455–2461.

Karaçal, İ. and Ş. Tüfenkçi 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. *VII Teknik Kongre*, syf: 257-268.

Karakurt, H., 2006. Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi.Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Karaman, M. R., Adiloğlu, A., Brohi, A. R., Doran, İ., Güneş, A., İnal, A., Kaplan, M., Katkat, A. V., Korkmaz, A., Okur, N., Ortaş, İ., Saltalı, K., Taban, S., Turan, M., Tüfenkçi, Ş., Eraslan, F., Zengin, M., 2012. Bitki Besleme, Gübretaş rehber kitaplar dizisi: 2, s 954.

Khalid, A., Arshad, M. and Zahir. Z.A.,2004. Screening Plant Growth-Promoting Rhizobacteria for impproving Growth and Yield of Wheat. Journal of Applied Microbiology, 96 (3): 473-480.

Kıdoğlu, F., 2009, Perlitte Yetiştirilen Bazı Sera Sebze Türlerinde Kök Bakterilerinin Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., İzmir.

Kıdoğlu, F., Gül, A. ve Tüzel, Y., 2007, Baş salata fidelerinin gelişimine kök bakterilerinin etkileri, *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, 2:1-5.

Kıdoğlu, F., Gül, A. ve Tüzel, Y., 2008, Topraksız ortamda yetiştirilen biber bitkilerinin gelişimine kök bakterilerinin etkileri, *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 26-29 Ağustos 2008, Yalova, 155-159.

Kılıç-Ekici, Ö., and Yuen, G. Y., 2004. Comparison of strains of Lysobacter enzymogenes and PGPR for induction of resistance against Bipolaris sorokiniana in tall fescue. Biological Control, 30, 446-455.

Kloepper, J.W. and Schroth, M.N., 1981, Development of a powder formulation of rhizobacteria for inoculation of potato seed pieces, *Phytopathology*, 71:590-592.

Kloepper, J.W., 1993, Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents, 255-274, in: Soil Mirobial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management, Metting, F.B. (Ed.), Marcel Dekker Inc., Newyork, USA.

Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M. and Schroth, M.N., 1980, Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria, *Nature*, 286:885-886.

Kloepper, J.W., Reddy, M.S., Rodriguez-Kabana, R., Kenney, D.S., Kokalis-Burelle, N., Martinez-Ochoa, N. and Vavrina, C.S., 2004a, Application for rhizobacteria in transplant production and yield enhancement, *Acta Hort.*, 631: 217-229.

Kloepper, J.W., Scher, F.M., Laliberte, M. and Tipping, B., 1986, Emergence-promoting rhizobacteria: Description and implications for agricultures, NATO ASI, *Series A Life Science*, 117: 155-164.

Klooepper, J.W., Ryu, C.M. and Zhang, S., 2004b, Induced systemic resistance and promotion of plant growth by Bacillus spp., *Phytopathology*, 94(11): 1259-1266.

Knoester, M., Pieterse, C.M.J., Bol, J.F. and Van Loon, L.C., 1999, Systemic resistance in Arabidopsis induced by rhizobacteria requires ethylene-dependent signaling at the site of application, *Mol. Plant-Microbe Interact*, 12: 720–727.

Kokalis-Burelle, N., 2003. Effects of transplant type, plant growth-promoting rhizobacteria, and soil treatment on growth and yield of strawberry in Florida. Plant Soil, 256, 273-280.

Kuc, J., 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. European Journal of Plant Pathology, 107: 7-12.

Kucey R. M. N., Janzen H. H. and Legett, M. E. 1989. Microbially mediated increases in plant available phophorus. Advances in Agronamy, 42: 199-228.

Kumar V., Narula N., 1999. Solubilization of inoranic phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chrococcum. Biol. Fert. Soils, 28, 301-305.

Küçük, Ç. , Kıvanç, M. , Kınacı, E. , Kınacı, G. 2008. Determination of the growth and solubilization capabilities of *Trichoderma harzianum* T1. Biologia, 63: 167-170.

Lemanceau, P.H., Steinberg, C., Thomas, D.J.I., Edel, V., Raajmaker, J.M. and Alabouvette, C., 2000, Natural soil suppressiveness to soil-borne diseases, In: Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.

Loper, J.E. and Schroth, M.N., 1986, Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet, *Phytopathology*, 76:386-389.

Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Antonie van Leeuwenhoek 86: 1-25, Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands.

Lynch, J.M. and Whipps, J.M., 1991, Substrate flow in the rhizosphere, The rhizosphere and plant grwth, Keister, D.L. and Cregan, P.B. (Eds.), Kluwer, Dordrecht, 15-24 pp.

Mena-Violante H.G., Olalde-Portugal V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Bacillus subtilis BEB-13bs. Scienta Horticulturae 113, 103-106.

Merdin S., 2009b. Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterilerinin Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Merdin, S., 2009a. Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterilerinin Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi, Ege Üniv. Bilimsel Araştırma Proje Öneri Formu, Proje No: 2009 ZRF 007.

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

Ozeretskovskaya, O. L., 1995. Induced resistance in the Solanaceae.: Induced Resistance to Disease in Plants. (Edts. Hammerschmidt, R. and Kuc, J.) Kluwer Academic Publisers, Dordrecht, Boston, London. 182 p.

Özaktan, H. ve Bora, T., 1994. Antagonistik bakterilerin Hıyar Köşeli Leke hastalığının biyolojik savaşımında kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar, *Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*, İzmir, 224-229.

Pal, K.K., Dey, R., Bhatt, D.M. and Chauhan, S.M., 2000, Plant growth promoting fluorescent pseudomonas enhanced peanut growth, yield and nutrient uptake, 5th Int. PGPR Workshop, Argentina.

Pal, S. S., 1998. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant Soil, 198, 169-177.

Postma, J., Willimsen de Klein, M.J.E.I.M., Rattink, H. and van Os, E.A., 2001. Disease suppressive soilless culture systems; Characterisation of its microflora, *Acta Hort.*, 554: 323-331.

Puente, M.E., Bashan, Y., Li, C.Y. and Lebsky, V.K., 2004. Microbial populations and activities in the rhizoplane of rock-weathering desert plants. I. Root colonization and weathering of igneous rocks. Plant Biol. 6, 629-42.

Reddy, M.S., Ryu, C.M., Zhang, S., Yan, Z., Kenney, D.S., Rodriguez-Kabana, R. and Kloepper J.W., 2000, Approaches for enhancing PGPR- Mediated ISR on various vegetable transplant plugs, Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.

Reis, M.Y., Olivares , F.L., Dobereiner, J., 1994. Improved methodology for isolation of *Acetobacter diazatrophicus* and confirmation of its endophytic habitat. World J. Microbiol. Biotechnol. 10, 101-105.

Rodriguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. Biotechnology Advances, 17:319-339.

Saber, M.S.M., 2001, Clean biotechnology for sustainable farming, *Engineering in Life Sciences*., 1(6):217-223.

Salamone, P.R. and Wodzinski, R.J., 1997, Production, purification and characterization of a 50-kDa extracellular metalloprotease from Serratia marcescens, *Appl Microbiol Biotechnol*, Sep; 48(3): 317-24.

Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeciliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2. basım Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 526, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir.

Seymen, M., Turkmen, O., Dursun, A., Donmez, M. F., Paksoy, M., 2010. Effects of Bacterium Inoculation on Yield and Yield Components of Cucumber (*Cucumis sativus*). Bulletin UASVM Horticulture, ISSN: 1843-5394.

Shaharoona, B., Naveed, M., Arshad, M. and Zahir, Z.A., 2008. Fertilizer-dependentefficiency of *Pseudomonas* for improving growth, yield, and nutrient useefficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). Appl. Microbiol. Biotechnol., 79,147-155.

Sıddıqui, Z.A., 2006. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol and Biofertlization. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S 111-142.,Springer, The Netherlands.Strain isolated from sunflower roots, *Appl. Environ. Microbiol*. 66: 3393-3398.

Soylu E. M., Soylu S.,and Baysal, Ö., 2003a. Induction of diseases resistance and antioxidant enzymes by Acibenzolar –S- Methyl aganist bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato. Jounal of Plant Pathology, 85:175-181.

Soylu S., Baysal, Ö. and Soylu E., M., 2003b. Induction of diseases resistance by the plant activator Acibenzolar-S-Methyl (ASM), aganist bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato Seedlings. Plant Science, 165:1069-1075.

Sudha, S.N., Jayakumar, R., Sekar, V., 1999. Introduction and expression of the *cry*1*Ac* gene of *Bacillus thuringiensis* in a cereal-associated bacterium, *Bacillus polymyxa*. Current Microbiology, 38, 163-167.

Şahin, F., Çakmakçı, R. and Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria, *Plant and Soil*, 265:123-129.

Şahin, F., Kotan, R., Demirci, E. ve Miller, S.A., 2000. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojik savaşta actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 31:11-16.

Tang, W.H., 1994, Yield-increasing bacteria (YIB) and biocontrol of sheath blight of rice, Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Adelaide, Australia, 267-273.

Tilak K.V.B.R., Ranganayaki N., Pal K.K., De R., Saxena A.K., Shekhar Nautiyal C., Mittal ., Tripathi A.K. and Johri B.N., 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria, Current Science, Vol. 89, No. 1, 2005.

Turan, M., Ataoğlu, N. ve Sezen, Y., 2004. Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkileri, *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 1:939-944.

Tüfenkçi, Ş., Türkmen, Ö., Sönmez, F., Erdinç, Ç. And Şensoy, S., 2006. Effects of Humıc Acıd doses and aplıcatıon tımes on the plant growth, Nutrıent and Heavy Metal contents of lettuce grown on sewage sludge-applıed soıls.*Fresenius Environmental Bulletin*, s 297.

Türkmen, Ö., Bozkurt, A. M., Yıldız, M., and Çimrin, M., 2004. Effects of Nıtrogen and Humıc Acıd applıcatıons on the head weıght , Nutrıent and Nıtrate contents ın lettuce. *Advences in Food Sciences*, s 61-62.

Tüzel, Y. ve Gül, A., 2008. Seracılıkta yeni gelişmeler, *TAYEK 2008 yılı Bahçe Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri*, 14-17 Ekim 2008, Menemen-İzmir, 133:145-160.

Van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M., Pıeterse, C. M. J., 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual Revive of Phytopathology, 36:453-483.

Vance, C.P., 1997. Enhanced agricultural sustainability through biological nitrogen fixation. In biological fixation of nitrogen for economic and sustainable agriculture. In: Proceedings of Anato Advanced Research Workshop, Poznan, Poland. Springer- Verlag, Berlin, Germany, pp. 179-185.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255, 571-586.

Walley, F. L., and Germida J. J., 1997. Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to interactions between *Pseudomonas* species and *Glomus clarum* NT4. Biology and Fertility of Soils, 24, 365-371.

Wang, C., Knill, E., Glick, B.R. and Défago, G., 2000, Effect of transferring 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase genes into *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0 and its *gacA* derivative CHA96 on their growth-promoting and disease-suppressive capacities, *Can. J. Microbiol.*, 46:898-907.

Weı, G., Kloepper, J. W., and Tuzun, S., 1996. Induction of systemic resistance to cucumber diseases and increases plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. Phytopathology, 86: 221-224.

Weller, D. M., 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annual Review of Phytopathology, 26, 379- 407.

Whipps, J.M., 2001, Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere, *J. Exp. Bot.,* 52:487-511.

Whitelaw, M.A., 2000, Growth promotion of plants ınoculated with phosphate-solubilizing fungi, *Adv Agron,* 69:99–151.

Yadaw K.S., Dadarwal K.R., 1997. Phosphate solubilization and Mobilization Through Soil Microorganisms. In: Dadarval, K.R. (ed.) Biotechnological Approaches in Soil Microorganisms for Sustainable Crop Production. Jodhpur. India. Pp. 293-308.

Yan, Z., Reddy M. S., and Kloepper, J. W., 2003. Survival and colonization of rhizobacteria in a tomato transplant system. Canadian Journal of Microbiology, 49:383-389.

Yang, J., Kloepper, J. W. and Ryu, C.M., 2009. Rhizophere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science*, 14(1), 1-4.

Yılmaz, E., 2005. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Tokat.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra KESİMCİ
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Kayseri 12.05.1987
Telefon : 05444458586
Faks : 03324471028
e-mail : esrakesimci@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Selçuklu Atatürk Lisesi	2004
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2009
Yüksek Lisans	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011	Gıda,Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Ziraat Mühendisi

UZMANLIK ALANI Sebze yetiştirme ıslahı

YABANCI DİLLER İngilizce

YAYINLAR Kesimci, E., Önder T., Paksoy, M., 2012. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterinin marulda verim, bazı verim unusurları ve besin elementi içeriklerine etkileri. *9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, s. 639